



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA LA
LOCALIZACIÓN DE FALLAS APLICADO A LOS
EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA
BIOALIMENTAR CIA. LTDA.”**

MARTÍNEZ LÓPEZ DANIEL ALBERTO

TESIS DE GRADO

Previa obtención del Título de:
INGENIERO DE MANTENIMIENTO

**RIOBAMBA – ECUADOR
2011**

epoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVOMayo 20 de 2011

Fecha

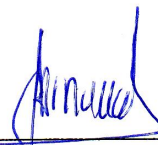
Yo recomiendo que la tesis preparada por:

DANIEL ALBERTO MARTÍNEZ LÓPEZ

Nombre del Estudiante

Titulada: “DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA LA LOCALIZACIÓN DE FALLAS APLICADO A LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BIOALIMENTAR CIA. LTDA.”.

Sea aceptada como parcial complementación de los requisitos para la obtención del título de:

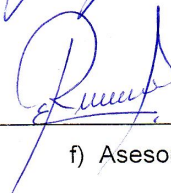
INGENIERO DE MANTENIMIENTO

f) Decano de la Facultad de Mecánica.

Nosotros coincidimos con esta recomendación:



f) Director de Tesis



f) Asesor Tesis.

esPOCH

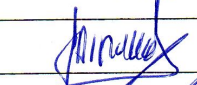


Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESISNombre del estudiante: DANIEL ALBERTO MARTÍNEZ LÓPEZ

TÍTULO DE LA TESIS: "DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA LA LOCALIZACIÓN DE FALLAS APLICADO A LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA BIOALIMENTAR CIA. LTDA."

Fecha de Examinación: Mayo 20 de 2011.


RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN

Comité de Examinación	Aprueba	No aprueba	Firma
Ing. Geovanny Novillo A.	✓		
Dr. José Granizo.	✓		
Ing. Ángel Ramírez A.	✓		

Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES:

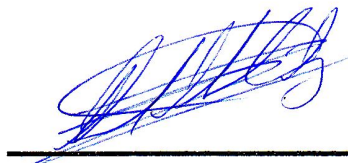
El presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de defensa se han cumplido.



f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above a solid black horizontal line.

f) Daniel Alberto Martínez López

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento en las personas del Dr. José Granizo, Ing. Ángel Ramírez y a todos los profesores que me supieron formar profesionalmente para ser una persona útil a la sociedad.

A la empresa Bioalimentar Compañía Limitada en las personas del Ing. Edison Garzón, Doc. Patricio Acosta, Ing. Carlos Rendón, Ing. Omer Castelo y demás colaboradores de la empresa.

Quienes supieron brindarme su apoyo, cooperación, conocimientos y tiempo para cumplir con los objetivos propuestos para esta Tesis de Grado y a todos mis amigos, compañeros y personas que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de mi vida.

Daniel Martínez López

DEDICATORIA

Dedico este trabajo que es de gran importancia para mi, a Dios ante todas las cosas, a mis padres Gustavo y Margarita por darme la vida, comprensión, amor y sacrificio.

A mi hija María Daniela que fue mi más grande motivación para sacrificarme y poder culminar este trabajo

A mis hermanos Cristian, Edison y David, que me apoyaron siempre y en cada momento para poder seguir adelante.

Como no también dedicar a mis amigos y compañeros quienes fueron mi guía para superar los límites, vencer obstáculos para que se haga realidad este sueño.

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1 GENERALIDADES.	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Delimitación y formulación del problema.....	3
1.4 Objetivo.....	7
1.4.1 Objetivo general.....	7
1.4.2 Objetivos específicos.....	7
2 SITUACIÓN ACTUAL.	
2.1 Ubicación de Bioalimentar Cia. Ltda.....	8
2.1.1 Macro-localización.....	8
2.1.2 Micro-localización.....	8
2.1.3 Organigrama de Bioalimentar.....	9
2.2 Descripción de la planta de producción de Bioalimentar Cia. Ltda.....	9
2.2.1 Proceso de producción del balanceado.....	9
2.2.1.1 Recepción de materias primas.....	10
2.2.1.2 Almacenamiento de materias primas.....	10
2.2.1.3 Molienda.....	11
2.2.1.4 Mezclado.....	11
2.2.1.5 Peletizado.....	11
2.2.1.6 Almacenamiento de productos terminados.....	12
2.2.1.7 Área de aseguramiento de calidad.....	12
2.3 Descripción de los equipos de la planta.....	12
2.3.1 Molino de martillos.....	13

2.3.2	Mezcladora.....	14
2.3.3	Peletizadora.....	16
2.3.4	Compresor.....	18
2.3.5	Caldera.....	21
2.4	Identificación de los sistemas industriales existentes y determinación del porcentaje de fallos.....	24
2.5	Evaluación del nivel de conocimientos técnicos y científicos del personal de mantenimiento.....	29
2.6	Estudio sobre los métodos actuales para la detección de fallas y su influencia en la efectividad del departamento.	30

3 APLICACIÓN DEL MÉTODO DESARROLLADO PARA LA LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN SISTEMAS INDUSTRIALES.

3.1	Plan de acción.	31
3.2	Localización de fallas en sistemas mecánicos.	32
3.2.1	Paso 1:	32
3.2.2	Paso 2:	32
3.2.3	Paso 3:	37
3.2.3.1	Realizar un análisis macro y microscópico.	38
3.2.3.2	Dureza máxima entre 57-60 HRC.....	38
3.2.4	Aplicación de la metodología desarrollada.....	38
3.2.5	Desarrollo del método.	41
3.3	Localización de fallas en sistemas eléctricos.....	45
3.3.1	Desarrollo del método.	46
3.3.1.1	Fase 1.....	52
3.3.1.2	Fase 2.....	52
3.3.1.3	Fase 3.....	52
3.3.1.4	Fase 4.....	53

3.3.1.5 Fase 5.....	53
---------------------	----

4 EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Optimización del tiempo para reparar.....	55
4.1.1 Tiempo medio entre fallas (MTBF).....	56
4.1.2 Tiempo medio de restauración (MTTRt).....	57
4.1.3 Disponibilidad.....	57
4.2 Factores no tangibles.....	58

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.....	59
5.2 Recomendaciones.....	59

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
BIBLIOGRAFÍA.....	62
LINKOGRAFÍA.....	63
ANEXOS.....	64

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>	<u>PÁGINA</u>
1.1 PERSONAL DE BIOALIMENTAR.....	1
1.2 TIEMPOS DE REPARACIÓN Y LAS FALLAS PRODUCIDAS DURANTE EL AÑO 2009.....	4
2.1 FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DEL MOLINO.....	14
2.2 FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLADORA.....	16
2.3 FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA PELETIZADORA.....	18
2.4 FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR # 1.....	19
2.5 FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR # 2.....	20
2.6 FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR # 3.....	21
2.7 FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA CALDERA # 1.....	23
2.8 FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA CALDERA # 2.....	24
2.9 PORCENTAJE DE FALLAS DURANTE EL AÑO 2009.....	25
2.10 FALLAS MECÁNICAS DEL AÑO 2009 Y SUS CONSECUENCIAS.....	26
2.11 FALLAS ELÉCTRICAS DURANTE EL AÑO 2009 Y SUS CONSECUENCIAS..	28
2.12 FALLAS NEUMÁTICAS DURANTE EL AÑO 2009 Y SUS CONSECUENCIAS.	28
2.13 FALLAS DE VAPOR DURANTE EL AÑO 2009 Y SUS CONSECUENCIAS.....	29
3.1 PLAN DE ACCIÓN.....	31
3.2 MATRIZ DE FRACTURAS.....	33
3.3 CONDICIONES DE TRABAJO.....	41
3.4 APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE FRACTURAS.....	42
3.5 RESULTADOS.....	43
3.6 PLAN DE ACCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO.....	43
3.7 PLAN DE ACCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	54
4.1 TIEMPOS TOTALES DE PARO, PROGRAMADO Y DE OPERACIÓN DEL LOS EQUIPOS EN EL AÑO 2009 Y 2010.....	56

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
2.1 Mapa de la provincia de Tungurahua.....	8
2.3 a) Balanza, b) Mezcladora GIULIANI.....	15
2.4 Peletizadora GIULIANI	17
2.5 Compresor SCHULZ.....	18
2.6 Calderas WILFORD WSN	22
3.1 Flujograma.....	32
3.2 Árbol de decisiones para fracturas.	37
3.3 Motoreductor averiado	39
3.4 Piñón del motoreductor	41
3.5 Árbol de decisiones para los sistemas eléctricos	45
4.1 Tiempo programado para producir.....	55

LISTA DE ABREVIACIONES

GIDME	Grupo de investigación y desarrollo de mantenimiento en el ecuador.
HP	Caballos de fuerza.
M	Metros.
V	Voltios.
HZ	Hertz (Hercio).
KG	Kilogramo.
KW	Kilovatios.
MPA	Megapascal.
HRC	Hardnees rockwell series c (dureza rockwell serie c).
°C	Grados centígrados
AISI	American iron and steel institute (instituto americano del hierro y el acero).
SAE	Society of automotive engineers (sociedad norteamericana de ingenieros automotores).
ISO	Organización internacional de normalización.
RPM	Revoluciones por minuto.
N	Newton.
F	Fusible de mando.
NA	Contacto normalmente abierto.
NC	Contacto normalmente cerrado.
RT	Relé térmico.
BP	Botonera de paro.
BM	Botonera de marcha.
K	Bobina del contactor.
FK	Fusible de potencia.
TEMP	Temporizador.
SMC	Sensor magnético cerrado.
SMA	Sensor magnético abierto.
TBF	Tiempo entre fallas.
TTO	Tiempo total de operación.
MTBF	Tiempo medio entre fallas.
TTR	Tiempo para restaurar.
MTTRT	Tiempo medio para restaurar.

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1:** Organigrama estructural
- ANEXO 2:** Historial de averías del año 2009
- ANEXO 3:** Tabulación de datos de la encuesta realizada a los integrantes del departamento de mantenimiento de la empresa Bioalimentar Cia. Ltda.
- ANEXO 4:** Tiempos de paro en el año 2010

RESUMEN

Se ha Desarrollado un Método para la Localización de Fallas Aplicado a los Equipos de Producción de la Empresa Bioalimentar Compañía Limitada, donde la localización de fallas en sistemas mecánicos y eléctricos la realizan los técnicos del departamento de mantenimiento utilizando su experiencia de forma empírica y una técnica que varía constantemente por la falta de algún método establecido, este motivo hace que el tiempo para localizar la falla sea muy alto y las pérdidas de producción sean considerables.

Este método consiste en la aplicación de flujogramas, árboles de decisión y matrices de fracturas a seguir, con esto se logra localizar fallas en menor tiempo y eliminar sus causas.

Con este método desarrollado se incrementa el tiempo medio entre fallas (MTBF) en 46,273 horas, igualmente la disponibilidad de los equipos en un 1% y disminuye el tiempo medio para la restauración (MTTR) en 0,504 horas, esto se ve reflejado directamente en la rentabilidad de la empresa debido a que los equipos tienen un mayor tiempo de producción. Entre los factores no tangibles que se mejoraron constan los siguientes: el personal es más técnico para localizar las fallas, mejorando así la imagen y el desempeño del departamento de mantenimiento.

Se recomienda hacer énfasis en que se realice un seguimiento a los técnicos del departamento de mantenimiento sobre la aplicación correcta de la metodología desarrollada cuando se produzca un fallo para obtener buenos resultados.



SUMMARY

We have developed a method for locating failures and applied to production of equipment Company Bio Company Limited, where troubleshooting mechanical and electrical systems the technicians perform maintenance department technical maintenance department using your empirical experience and a technique that varies the fault is constantly very high and losses production are significant.

This method involves the application of flow charts, decision trees and matrices of fractures to be followed, troubleshoot this is accomplished in less time and to eliminate their causes.

With this method has increased the average time between failure (MTBF) in 46,273 hours, also the equipment availability al 1% and decreased the time restoration means (MTTRT) in 0,504 hours, this directly reflected in the profitability because the teams have a longer production. Among the non-tangible factors that improve are the following: the staff is more technician to locate faults, improving image and performance of the maintenance department.

It should be emphasized to make a monitoring the technical maintenance department on the correct methodology application, when a fault is produced for getting good results.



CAPÍTULO I

1 GENERALIDADES.

1.1 Antecedentes.

BIOALIMENTAR compañía limitada, es una empresa jurídica que fue constituida el 22 de febrero del 2002, con expediente 37537 de la Superintendencia de Compañías y número de RUC: 1891706967001.

Se dedica a la producción de balanceados para la alimentación animal, cuenta con granjas avícolas para la producción de huevos para consumo humano y creó la primera cadena de supermercados de carnes en el centro del país.

La planta de producción se encuentra en la cuarta etapa del parque industrial del cantón Ambato. Poseen equipos nuevos en todos sus procesos, cuentan con personal técnico calificado de mantenimiento; por ser una empresa relativamente nueva, aún no tienen experiencia en todos los temas de mantenimiento.

Como soporte y ayuda para la gestión y ejecución del mantenimiento trabaja en conjunto con el Grupo de Investigación y Desarrollo de Mantenimiento en el Ecuador, (GIDME) con número de RUC: 0602914541001.

En la actualidad BIOALIMENTAR compañía limitada cuenta con 143 trabajadores distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 1.1: PERSONAL DE BIOALIMENTAR

Área	Número de Trabajadores
Contabilidad	6

Continuación Tabla 1.1

Compras – Inventario	2
Marketing	4
Talento Humano	2
Seguridad Industrial	1
Control de Calidad	5
Ventas	7
Mensajería – Limpieza – Guardianía	10
Sistemas	1
Mantenimiento	7
Producción	54
Despachos	19
Materia Prima	4
Pasantes	6
Doctores – Asistencia Técnica	6
Choferes	9

Fuente: Datos obtenidos del departamento administrativo de Bioalimantar Cia. Ltda.

1.2 **Justificación.**

Para la localización de fallas, los técnicos de mantenimiento utilizaban su experiencia de forma empírica y una técnica que variaba constantemente por la falta de algún método establecido generando pérdidas de tiempo y recursos.

En la presente tesis se desarrolla una nueva metodología para la detección de fallos la cual se implementara en la empresa Bioalimentar, esta reducirá el tiempo para la localización de fallos en sistemas mecánicos y eléctricos, incrementando la disponibilidad y eficiencia de los equipos citados, aspecto que incidirá en el incremento de la rentabilidad de la empresa.

1.3 Delimitación y formulación del problema.

El problema central identificado en esta planta es que, el personal de mantenimiento no posee una metodología para la localización de fallas en los equipos de producción por esta razón el tiempo de parada de los mismos es alto y las pérdidas de producción son considerables.

Bioalimentar consta de varias plantas de producción, la planta de producción Avimentos que produce los balanceados es la principal afectada, la granja de cría de animales también es afectada porque se produce un desabastecimiento de balanceado, que es el alimento principal de cerdos y pollos.

La tesis desarrolla un método para la localización de fallas y capacitar al personal de mantenimiento sobre el mismo para reducir los tiempos de parada de los equipos de producción de la planta de Avimentos.

En la tabla 1.2 se detalla el tiempo de reparación de los fallos producidos en el año 2009, desde que se produjo el fallo hasta su reparación y para medir los resultados se tomara el tiempo de la misma manera.

Tabla 1.2: TIEMPOS DE REPARACIÓN Y LAS FALLAS PRODUCIDAS DURANTE EL AÑO 2009

Tiempo de Reparación/horas	Falla
2	Daño en el sensor del elevador de molidos
1	Contaminación de agua con aceite por filtraciones internas. Se procede a purgar en la balanza
1	Se reventaron los fusibles del motor del ventilador del enfriador del palet por corto circuito
2	Se fracturan los pernos sujetadores de la tapa de la matriz
1	Contaminación de agua con aceite por filtraciones internas. Se procede a purgar en la balanza
2	Cambio en la tubería de condensado
2	Se reventaron los fusibles del motor del ventilador del enfriador del palet por corto circuito
2	Sufre una avería en el motoreductor (piñón) del extractor de la mezcladora
4	Se reventaron los fusibles del motor del ventilador del enfriador del palet por corto circuito
1	Temperatura del aceite bajo el limite
2	Daño en el encendido del motor del ventilador
3	Cambio de válvula neumática de comando de compuerta de la Peletizadora Giuliani
4	Daño en los tableros de control de los compresores
8	Daño en el tornillo sinfín del extractor de la mezcladora
4	Daño en el eje principal del molino Giuliani, no permite el arranque del mismo
2,5	Daño en el arrancador del ventilador del enfriador de la peletizadora. Se coloca un arrancador suave

Continuación Tabla 1.2

3	Instalación de protección (breaker) en los tableros principales de corriente
2,5	Sufre un daño el motor del extractor, el cual se cambia
3	Mantenimiento en la zaranda Giuliani, reparación de la malla
7	Reparación en los tambores de vibración de la zaranda Giuliani
3	Mantenimiento en la zaranda Giuliani, reparación de la malla
2	Daño en las bombas de circulación de agua caliente provocan empastado de tubería, sello mecánico
1	Cambio de la unidad de mantenimiento en la mezcladora
4	Cambio de cojinetes del elevador
3	Mantenimiento en la zaranda Giuliani, resortes
2	Daño en el transportador uno, sobre celdas, impide llenado de pasta de soya
3	Mantenimiento en la zaranda Giuliani, resortes
3	Mantenimiento en la zaranda Giuliani, actuador
4	Reparación en la zaranda de la peletizadora
1.5	Daño en una de las compuertas, granelero 3
1	Atoramiento en el elevador del mezclado
1	Atoramiento en el elevador del mezclado
2,5	Cambio de empaques en el pistón de compuerta de Peletizadora Giuliani

Continuación Tabla 1.2

2	Sufre una avería el motoreductor (piñón) del extractor de la mezcladora
1	Atoramiento en el alimentador del molino Giuliani
1	Se rompe el seguro del sinfín de carrera de la peletizadora se procede a cambiar.
1,25	Se fracturan los pernos sujetadores de la tapa de la matriz
3	Daño del extractor de la mezcladora
0.75	Avería en la tubería de aire
3	Cambio de los rodamientos internos del rodillo, peletizadora
1,25	Se fracturan los pernos sujetadores de la tapa de la matriz
5	Daño en la válvula de doble vía. Transferencia de materia prima a molienda
2	Presencia de aceite en el producto por daño de calefacción en el tanque de aceite.
3	Reparación de zaranda. Ajuste de pernos
4	Instalación de tubería de condensado de vapor
2	Sufre una avería en el motoreductor (piñón) del extractor de la mezcladora
8	Se revientan los pernos sujetadores de las trabas del aro porta matriz se cambia el aro y los pernos mas grandes

Fuente: Datos obtenidos del departamento de mantenimiento de Bioalimentar Cia. Ltda.

Como se puede observar en la tabla 1.2 los tiempos de parada de los equipos son altos y por ende las pérdidas de producción también, por esta razón se ha desarrollado un método para la localización de fallas.

1.4 Objetivo.

1.4.1 Objetivo general.

Desarrollar un método para la localización de fallas aplicado a los equipos de producción de la empresa Bioalimentar Cia. Ltda.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Analizar la situación actual de la ejecución del mantenimiento en Bioalimentar Cia. Ltda.
- Implementar el método para la detección de fallas en sistemas.
- Entrenar al personal de mantenimiento sobre este nuevo método.
- Evaluar la efectividad del método aplicado.

CAPÍTULO II

2 SITUACIÓN ACTUAL.

2.1 Ubicación de Bioalimentar Cia. Ltda.

2.1.1 Macro-localización.

País: Ecuador
Región: Sierra
Provincia: Tungurahua

2.1.2 Micro-localización.

Cantón: Ambato
Parroquia: Ambato
Ubicación: Panamericana Norte, Parque Industrial IV Etapa - Avenida 1



Figura 2.1: Mapa de la provincia de Tungurahua

2.1.3 Organigrama de Bioalimentar.

El organigrama estructural de la empresa Bioalimentar se muestra en el Anexo 1.

2.2 Descripción de la planta de producción de Bioalimentar Cia. Ltda.

Bioalimentar Cia. Ltda. Está dividida en:

División nutrición animal:	BALANCEADOS AVIMENTOS,
División salud animal:	BIOHEALTH
División nutrición humana:	BIOHUEVO
División supermercados de carnes:	BIOGOURMET

La división en la cual nos vamos a enfocar es en la de nutrición animal donde se produce y comercializa alimentos balanceados para animales bajo su marca AVIMENTOS, dotando de líneas completas de alimentación para todas las explotaciones pecuarias, como pollos de engorde, aves ponedoras, cerdos, ganado de engorde y leche, cuyes, conejos entre otras. Balanceados Avimentos y sus productos se encuentran en todas las provincias del país incluyendo la Región Insular.

Con el crecimiento de la actividad pecuaria y la optimización de los recursos de manejo en balanceados Avimentos, es imprescindible contar con laboratorios modernos para el aseguramiento del control de calidad y una planta de producción tecnificada, garantizando aún más que Balanceados Avimentos, sean alimentos sanos para carnes sanas.

2.2.1 Proceso de producción del balanceado.

El flujo de una fábrica de producción de balanceados se puede considerar los siguientes pasos:

2.2.1.1 Recepción de materias primas.

En esta área primero se lleva a cabo un control de la calidad mediante una inspección visual del producto, para verificar que las materias primas (maíz, soya, melaza) no contengan algún material contaminante ni han sido adulteradas e incluyen la revisión de las características físicas del ingrediente, estos análisis generalmente se conocen como pruebas de andén, posteriormente se toman muestras para analizar la calidad de los ingredientes mediante pruebas de laboratorio antes de aceptar el lote, las cuales incluyen la determinación de la composición química. Finalmente, si el producto cumple con las especificaciones es aceptado se pesa y se descarga.

2.2.1.2 Almacenamiento de materias primas.

Una vez que ha sido aceptado el producto, es almacenado si no va a utilizarse inmediatamente. Las condiciones de temperatura, humedad y ventilación son muy importantes para conservar en buen estado los ingredientes, sin embargo estas pueden variar de acuerdo al tipo de materia prima de que se trate (granos, harinas, ingredientes líquidos y otros productos).

Se utiliza silos para almacenar los productos, estos varían en cuanto a su forma y su capacidad, sin embargo es importante que estén completamente cerrados, para evitar la entrada de aves, roedores y otros animales no deseables. Las paredes deben ser lisas para evitar que los alimentos se peguen a las paredes y permanezcan dentro del silo al ser vaciado, produciendo así contaminaciones del nuevo producto. Lo más adecuado es que los silos sean llenados por la parte superior y la descarga sea por la parte inferior, esto evitará que alguna parte del lote permanezca dentro del silo más tiempo ya que lo primero en entrar es lo primero en salir.

Para trasladar las materias primas desde el transporte hasta los silos y a su vez de estos a otros sitios de la planta, existen diversos tipos de transportadores como:

- Transportadores Helicoidales.
- Elevadores de Cangilones.

2.2.1.3 Molienda.

Una vez que las materias primas han sido almacenadas y se encuentran listas para procesarse, son transportadas al área de molienda, aquí es donde los ingredientes serán fraccionados al tamaño adecuado, dependiendo del tipo de alimento que se desee hacer, de las materias.

2.2.1.4 Mezclado.

Una vez que los ingredientes han sido molidos, el siguiente paso es mezclarlos adecuadamente para que el alimento quede perfectamente homogéneo.

Las cantidades de ingredientes que se van a mezclar dependen del tipo de dieta que se esté realizando, la cual previamente debe haber sido balanceada de acuerdo a la composición de las materias primas.

2.2.1.5 Peletizado.

El peletizado es una operación de moldeado termoplástico en el que partículas finamente divididas de una ración se integran en un pelet compacto y de fácil manejo, el cual incluye condiciones específicas de humedad, temperatura y presión.

Al realizar el peletizado, se asegura que los ingredientes previamente mezclados se compacten para formar un comprimido con tamaño y dureza variable de acuerdo al animal que se desee alimentar, facilitando así su manejo y mejorando la aceptación y aprovechamiento de este por parte del animal.

2.2.1.6 Almacenamiento de productos terminados.

Una vez que el alimento ha sido procesado y se obtiene el producto terminado, este debe ser almacenado adecuadamente el tiempo que va a permanecer en la planta antes de ser distribuido. Para ello es almacenado en sacos o costales, ya que esto permite el fácil manejo del producto.

2.2.1.7 Área de aseguramiento de calidad.

Esta es una de las principales áreas dentro de la planta, ya que en ella se va a corroborar la calidad tanto de los ingredientes como del producto terminado para así poder detectar aquellos puntos críticos del proceso en los cuales puede existir alguna falla y estar alterando la calidad de los productos.

Aunque no todas las pruebas se realizan dentro de un laboratorio, tales como la evaluación de la mezcladora y la inspección física de las materias primas, es importante contar con un laboratorio donde se realicen pruebas específicas para determinar la calidad de las muestras.

Las pruebas que se realizan son:

- Pruebas de aseguramiento de la calidad de las materias primas.
- Pruebas de calidad del mezclado.
- Pruebas de aseguramiento de la calidad del producto terminado.

2.3 Descripción de los equipos de la planta.

Los equipos existentes en la fábrica de Balanceados Avimientos son:

2.3.1 Molino de martillos.



Figura 2.2: Molino GIULIANI

Este tipo de molino utiliza martillos metálicos que giran a gran velocidad para fraccionar los ingredientes, el tamaño de la partícula final depende de la criba por la cual pasa el producto molido.

Existen diversos tipos de martillos que se utilizan de acuerdo al tipo de material que se desea moler. Las cribas también son de diferentes diámetros para así obtener partículas de tamaño distinto. Es importante tomar en cuenta la distancia entre el martillo y la criba, así, para obtener una molienda gruesa se recomienda que esta sea de 7/16" a 1/2", y para molienda fina de 3/16" a 7/32". Los fabricantes han puesto una atención particular en el radio de abertura de la criba y los caballos de fuerza (HP) del molino, el radio recomendado para granos es de 55 cm²/HP, ya que una insuficiente área de abertura resulta en la producción de calor y puede disminuir la capacidad en más del 50%.

Sin embargo, este tipo de molinos tiene ciertas desventajas, tales como mayor consumo de energía, mayor producción de polvo y ruido y requieren de aspiración periódica ya que el vaciado no es completo.

El molino se utiliza para fraccionar el maíz o la soya al tamaño adecuado dependiendo de la formula que se requiera preparar.

Tabla 2.1: FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DEL MOLINO

Nombre del equipo: Molino	
Marca: Giuliani	Modelo: MM 110 – 40
País de origen: Argentina	Año de fabricación: 2005
Vendedor: Giuliani	Fecha de adquisición: Sep. 2005
# de serie: AAA – 166 – 05	Montaje: Enero 2006
Características Generales Alto : 1.92 m Ancho: 1.465 m Largo: 2.35 m Planos Generales: SI () NO (x) Planos Eléctricos: SI (x) NO ()	Características del Ambiente Instalación: 440 V
	Características Eléctricas Frecuencia : 60 Hz # de Fases : 3

Fuente: Datos obtenidos del departamento de mantenimiento de Bioalimentar Cia. Ltda.

2.3.2 Mezcladora.

El proceso de mezclado es un factor fundamental para obtener la homogenización del alimento balanceado. Las mezcladoras a paletas GIULIANI le entregan un porcentaje de homogeneidad del 99%.



a)



b)

Figura 2.3: a) Balanza, b) Mezcladora GIULIANI

En la mezcladora se adicionan todos los ingredientes que componen los balanceados para formar una sola masa.

El tiempo de descarga es muy corto y el vaciado es completo, además el tiempo de mezclado es de 10 a 15 minutos, aceptan del 10 al 15% de líquidos y su capacidad de mezclado es de 2000 kg.

Las desventajas de este tipo de mezcladoras es su alto costo, requieren de mayor mantenimiento y espacio y no se pueden mezclar pequeñas cantidades de producto.

Tabla 2.2: FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLADORA

Nombre del equipo: Mezcladora Horizontal a Paletas	
Marca: Giuliani	Modelo: MHP 3400
País de origen: Argentina	Año de fabricación: 2005
Vendedor: Giuliani	Fecha de adquisición: Sep. 2005
# de serie: AAA – 213 – 05	Montaje: Enero 2006
Características Generales Alto : 1.785 m Ancho: 1.50 m Largo: 3.912 m Planos Generales: SI(x) NO() Planos Eléctricos: SI(x) NO()	Características del Ambiente Instalación: 440 V
	Características Eléctricas Frecuencia : 60 Hz # de Fases : 3

Fuente: Datos obtenidos del departamento de mantenimiento de Bioalimantar Cia. Ltda.

2.3.3 Peletizadora.

El peletizado es un procesamiento húmedo y con calor, la temperatura que alcanza el producto es de 82 a 88°C, con 15.5-17% de humedad durante 30 a 45 segundos.



Figura 2.4: Peletizadora GIULIANI

Al utilizar calor se logra la gelatinización de los almidones, la plastificación de las proteínas y además disminuye el número de agentes patógenos que pudieran estar contaminado el producto, mientras que con la humedad hay una mayor lubricación, ablandamiento y gelatinización de los almidones.

Una vez que el alimento ha sido acondicionado con humedad y temperatura es forzado a pasar mediante un rodillo por un dado de diámetro específico para ser cortado al tamaño adecuado.

Tabla 2.3.- FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA PELETIZADORA

Nombre del equipo: Peletizadora	
Marca: Giuliani	Modelo: PP 440 – 155 – 2
País de origen: Argentina	Año de fabricación: 2005
Vendedor: Giuliani	Fecha de adquisición: Sep. 2005
# de serie: AAA – 226 – 05	Montaje: Enero 2006
Características Generales Alto : 1.295 m Ancho: 2.75 m Largo: 2.785 m Planos Generales: SI () NO (x) Planos Eléctricos: SI (x) NO ()	Características del Ambiente Instalación: 440 V
	Características Eléctricas Frecuencia : 60 Hz # de Fases : 3

Fuente: Datos obtenidos del departamento de mantenimiento de Bioalimentar Cia. Ltda.

2.3.4 Compresor.




Figura 2.5: Compresor SCHULZ

Los compresores se utilizan para accionar los elementos neumáticos ubicados en toda la planta.

La planta de producción de balanceados consta con tres compresores.

Tabla 2.4.- FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR # 1


Nombre del equipo: Compresor	
Marca: SCHULZ	Modelo: MSV 20 MAX/220 RV
País de origen: Brasil	Año de fabricación: 2005
Vendedor: SCHULZ	Fecha de adquisición: Sep. 2005
# de serie: 243 1004	Montaje: Enero 2006
Características Generales Alto : 1.85 m Ancho: 0.54 m Largo: 0.82 m RPM: 1050 Planos Generales: SI() NO(x) Planos Eléctricos: SI(x) NO ()	Características De Operación Presión Max: 12 bar Nº de Etapas: 2 Nº de Pistones: 2 en V
	Características Eléctricas Frecuencia : 60 Hz # de Fases : 3

Motor	Potencia	Número de polos	Tensión
	5 hp - 3,7 KW	2	220/380/440/760 V

Fuente: Datos obtenidos del departamento de mantenimiento de Bioalimantar Cia. Ltda.

Tabla 2.5.- FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR # 2


Nombre del equipo: Compresor	
Marca: SCHULZ	Modelo: MSV 40 MAX/350
País de origen: Brasil	Año de fabricación: 2007
Vendedor: SCHULZ	Fecha de adquisición: Sep. 2007
# de serie: 271 4842	Montaje: Octubre 2007
Características Generales Alto : 1.16 m Ancho: 0.57 m Largo: 1.66 m RPM: 1240 Planos Generales: SI() NO(x) Planos Eléctricos: SI(x) NO ()	Características De Operación Presión Max: 12 bar Nº de Etapas: 2 Nº de Pistones: 2 en V
	Características Eléctricas Frecuencia : 60 Hz # de Fases : 3

Motor	Potencia	Número de polos	Tensión
	10 hp - 7,5 KW	2	220/380/440/760 V

Fuente: Datos obtenidos del departamento de mantenimiento de Bioalimentar Cia. Ltda.

Tabla 2.6.- FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR # 3

Nombre del equipo: Compresor	
Marca: SCHULZ	Modelo: MSV 20 MAX/AD
País de origen: Brasil	Año de fabricación: 2009
Vendedor: SCHULZ	Fecha de adquisición: Sep. 2009
# de serie: 296 6602	Montaje: Octubre 2009
Características Generales Alto : 0.55 m Ancho: 0.40 m Largo: 0.80 m RPM: 1050 Planos Generales: SI() NO(x) Planos Eléctricos: SI(x) NO ()	Características De Operación Presión Max: 12 bar Nº de Etapas: 2 Nº de Pistones: 2 en V
	Características Eléctricas Frecuencia : 60 Hz # de Fases : 3

Motor	Potencia	Número de polos	Tensión
	5 hp - 3,7 KW	2	220/380 - 380/660 V

Fuente: Datos obtenidos del departamento de mantenimiento de Bioalimantar Cia. Ltda.

2.3.5 Caldera.

La planta de producción consta de dos calderas WILFORD WSN que se usan en conjunto con la peletizadora para lubricación, ablandamiento y gelatinización de los almidones.



Figura 2.6: Calderas WILFORD WSN

La WNS es una caldera de tres pasos de tubo de humos horizontal. Tiene un horno que se acanala para maximizar eficacia mientras que también reduce al mínimo la tensión termal.

El segundo y tercer paso lo conforman grupos de tubos y el hogar, los humos viajan primero del hogar al compartimiento delantero por el segundo paso. Luego pasan al tercer paso a la parte posterior de la caldera hacia la chimenea, localizada convenientemente en la parte posterior de la caldera [1].

Los datos de las calderas se detallan a continuación:

Tabla 2.7.- FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA CALDERA # 1

Nombre del equipo: Caldera	
Marca: WILFORD	Modelo: WSN1 – 1.0 – YQ
País de origen: China	Año de fabricación: 2005
Vendedor: Zhangjiagang Wilford Thermal Technology Cia. Ltda.	Fecha de adquisición: Mayo 2005
# de serie: 86 319 Y	Montaje: Enero 2006
Características Generales Alto : 1.90 m Ancho: 2.30 m Largo: 3.20 m Planos Generales: SI () NO () Planos Eléctricos: SI () NO ()	Características De Operación Presión de Funcionamiento: 1.0Mpa Temperatura del Vapor: 184 Grados Centígrados
	Características Adicionales Combustible: Diesel

Fuente: Datos obtenidos del departamento de mantenimiento de Bioalimantar Cia. Ltda.

Tabla 2.8.- FICHA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA CALDERA # 2

Nombre del equipo: Caldera	
Marca: WILFORD	Modelo: WSN1 – 1.0 – YQ
País de origen: China	Año de fabricación: 2009
Vendedor: Zhangjiagang Wilford Thermal Technology Cia. Ltda.	Fecha de adquisición: Junio 2009
# de serie: 96 496 Y	Montaje: Agosto 2009
Características Generales Alto : 1.90 m Ancho: 2.30 m Largo: 3.20 m Planos Generales: SI () NO () Planos Eléctricos: SI () NO ()	Características De Operación Presión de Funcionamiento: 1.0Mpa Temperatura del Vapor: 184 Grados Centígrados
	Características Adicionales Combustible: Diesel

Fuente: Datos obtenidos del departamento de mantenimiento de Bioalimentar Cia. Ltda.

2.4 Identificación de los sistemas industriales existentes y determinación del porcentaje de fallos.

Los sistemas industriales identificados en la planta de producción son:

- Sistema Mecánico.
- Sistema Eléctrico.
- Sistema Neumático.
- Sistema de Vapor.

En la tabla 2.9 se muestran los porcentajes de fallas detectadas durante el año 2009 en cada uno de estos sistemas.

Tabla 2.9.- PORCENTAJE DE FALLAS DURANTE EL AÑO 2009

Sistema	Porcentaje de Fallas
Mecánico	70,2%
Eléctrico	17%
Neumático	8,5%
Vapor	4,3%

Fuente: Datos tomados por el autor durante el año 2009.

En el Anexo 2 se muestra el historial de averías referente al año 2009, de los diferentes sistemas.

De acuerdo al porcentaje de fallos, que se muestra en la tabla 2.9 los sistemas mecánico y eléctrico son donde se presenta la mayor cantidad de problemas.

A continuación en la Tabla 2.10 se detalla las fallas mecánicas y las toneladas dejadas de producir por las mismas.

Tabla 2.10.- FALLAS MECÁNICAS DEL AÑO 2009 Y SUS CONSECUENCIAS.

Toneladas menos	Falla
10	Contaminación de agua con aceite por filtraciones internas. Se procede a purgar en la balanza
10	Se reventaron los fusibles del motor del ventilador del enfriador del palet por corto circuito
20	Se fracturan los pernos sujetadores de la tapa de la matriz
10	Contaminación de agua con aceite por filtraciones internas. Se procede a purgar en la balanza
20	Sufre una avería el motoreductor (piñón) del extractor de la mezcladora
80	Daño en el tornillo sinfín del extractor de la mezcladora
40	Daño en el eje principal del molino Giuliani, no permite el arranque del mismo
25	Sufre un daño el motor del extractor el cual se cambia
30	Mantenimiento en la zaranda Giuliani, reparación de la malla
70	Reparación en los tambores de vibración de la zaranda Giuliani
30	Mantenimiento en la zaranda Giuliani, reparación de la malla
20	Daño en las bombas de circulación de agua caliente provocan empastado de tubería, sello mecánico
40	Cambio de cojinetes del elevador
30	Mantenimiento en la zaranda Giuliani, resortes
20	Daño en el transportador uno, sobre celdas, impide llenado de pasta de soya
30	Mantenimiento en la zaranda Giuliani, resortes
30	Mantenimiento en la zaranda Giuliani, actuador
40	Reparación en la zaranda de la peletizadora
15	Daño en una de las compuertas, granelero 3

Continuación Tabla 2.10

10	Atoramiento en el elevador del mezclado
10	Atoramiento en el elevador del mezclado
20	Sufre una avería el motoreductor (piñón) del extractor de la mezcladora
10	Atoramiento en el alimentador del molino Giuliani
10	Se rompe el seguro del sinfín de carrera de la peletizadora se procede a cambiar.
15	Se fracturan los pernos sujetadores de la tapa de la matriz
30	Daño del extractor de la mezcladora
30	Cambio de los rodamientos internos del rodillo, peletizadora
15	Se fracturan los pernos sujetadores de la tapa de la matriz
50	Daño en la válvula de doble vía. Transferencia de materia prima a molienda
20	Presencia de aceite en el producto por daño de calefacción en el tanque de aceite.
30	Reparación de zaranda. Ajuste de pernos
20	Sufre una avería el motoreductor (piñón) del extractor de la mezcladora
80	Se revientan los pernos sujetadores de las trabas del aro porta matriz se cambia el aro

Fuente: Datos obtenidos del departamento de mantenimiento de Bioalimentar Cia. Ltda.

A continuación en la Tabla 2.11 se detalla las fallas eléctricas y las toneladas dejadas de producir por las mismas.

Tabla 2.11.- FALLAS ELÉCTRICAS DURANTE EL AÑO 2009 Y SUS CONSECUENCIAS.

Toneladas menos	Falla
20	Daño en el sensor del elevador de molidos
20	Se reventaron los fusibles del motor del ventilador del enfriador del palet por corto circuito
40	Se reventaron los fusibles del motor del ventilador del enfriador del palet por corto circuito
20	Temperatura del aceite bajo el limite
20	Daño en el encendido del motor del ventilador
80	Daño en los tableros de control de los compresores
25	Daño en el arrancador del ventilador del enfriador de la peletizadora. Se coloca un arrancador suave
30	Instalación de protección (breaker) en los tableros principales de corriente

Fuente: Datos obtenidos del departamento de mantenimiento de Bioalimantar Cia. Ltda.

A continuación en la Tabla 2.12 se detalla las fallas neumáticas y las toneladas dejadas de producir por las mismas.

Tabla 2.12.- FALLAS NEUMÁTICAS DURANTE EL AÑO 2009 Y SUS CONSECUENCIAS.

Toneladas menos	Falla
30	Cambio de válvula neumática de comando de compuerta de la Peletizadora Giuliani
10	Cambio de la unidad de mantenimiento en la mezcladora
25	Cambio de empaques en el pistón de compuerta de Peletizadora Giuliani
10	Avería en la tubería de aire

Fuente: Datos obtenidos del departamento de mantenimiento de Bioalimantar Cia. Ltda.

A continuación en la Tabla 2.13 se detalla las fallas de vapor y las toneladas dejadas de producir por las mismas.

Tabla 2.13.- FALLAS DE VAPOR DURANTE EL AÑO 2009 Y SUS CONSECUENCIAS.

Toneladas menos	Falla
20	Cambio en la tubería de condensado
40	Instalación de tubería de condensado de vapor

Fuente: Datos obtenidos del departamento de mantenimiento de Bioalimentar Cia. Ltda.

Los conocimientos de los técnicos de mantenimiento son bajos tanto para la localización de la falla como para su reparación, se llegó a esta conclusión luego que se realizó un test para evaluar el nivel de conocimientos técnicos del personal de mantenimiento.

Los resultados obtenidos del test se muestran en el anexo 3.

2.5 Evaluación del nivel de conocimientos técnicos y científicos del personal de mantenimiento.

Una vez tabulado los datos del test mostrado en el Anexo 3, se obtuvo como resultado que el personal de mantenimiento responde a la detección de los fallos por su experiencia mas no por conocer un procedimiento para la localización de fallas, razón por la cual se desarrollo un método para capacitar al personal sobre la detección de fallos en sistemas mecánicos y eléctricos, pero con esto no se puede garantizar que estas reparaciones tengan una duración aceptable porque existen muchas fallas repetitivas.

2.6 Estudio sobre los métodos actuales para la detección de fallas y su influencia en la efectividad del departamento.

Para determinar el método actual para la detección de fallas por parte del departamento de mantenimiento se realizó una evaluación mostrada en el Anexo 3, a los técnicos de donde se obtuvo como resultado que este departamento no posee ningún método para detectar las fallas en los diferentes sistemas que componen la planta de producción de balanceados por esta razón también se determinó que la efectividad del departamento es baja porque responden a la detección de fallos sin ninguna técnica y esto hace que el tiempo de parada de los equipos sea alto y por lo tanto la pérdida de producción también.

CAPÍTULO III

3 APLICACIÓN DEL MÉTODO DESARROLLADO PARA LA LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN SISTEMAS INDUSTRIALES.

3.1 Plan de acción.

El plan de acción es un instrumento que controla la ejecución de las actividades que deben llevar a cabo en el departamento para dar cumplimiento a las tareas de mantenimiento. En ese orden de ideas el plan de acción operativiza el cumplimiento de los objetivos fijados.

También sirve para definir las acciones y tareas a realizar, se asignan responsables y fechas de inicio y final. Es recomendable revisarlo con el jefe cada semana o cada quince días para saber si se está cumpliendo con las tareas fijadas.

Tabla 3.1.- PLAN DE ACCIÓN

Plan de acción				
N.-	Responsable	Actividad	F. Inicio	Recursos
1	Ing. Carlos Rendón	Inspeccionar el nivel de vibraciones en el molino GIULIANI	12-06-2010	Equipo para analizar vibraciones
			F. Fin	
			12-06-2010	
N.-	Responsable	Actividad	F. Inicio	Recursos
2	Ing. Carlos Rendón	Instalación de protección (breaker) en los tableros principales de corriente	20-06-2010	<ul style="list-style-type: none"> - Caja de Herramientas - Breaker
			F. Fin	
			20-06-2010	

Fuente: Autor

3.2 Localización de fallas en sistemas mecánicos.

Para localizar los fallos en estos sistemas se recomienda seguir los siguientes pasos:

3.2.1 Paso 1:

En este paso definimos las etapas que vamos a seguir.

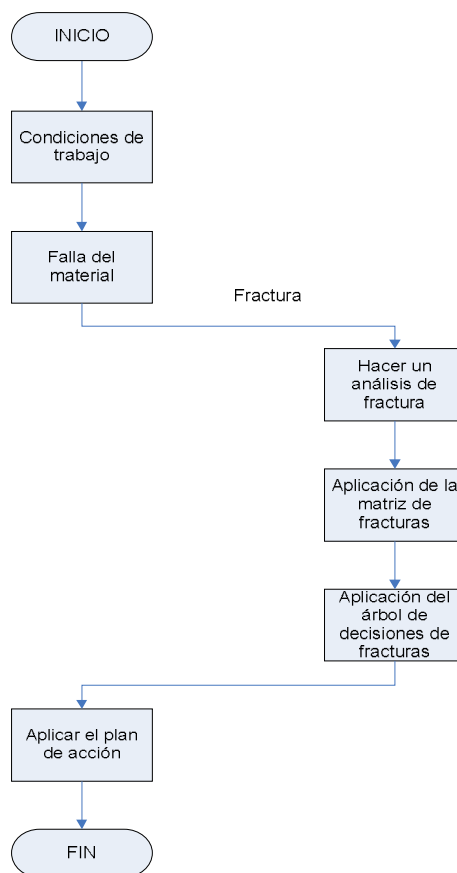



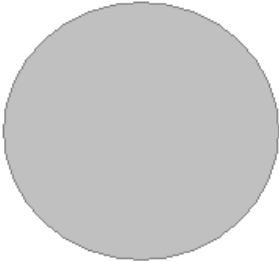


Figura 3.1: Flujograma


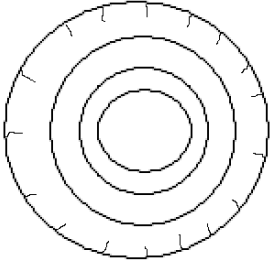

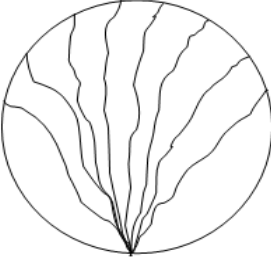
3.2.2 Paso 2:

Después de ver las etapas a seguir, a continuación aplicamos la matriz de fracturas.





Tabla 3.2: MATRIZ DE FRACTURAS

Fractura según la dureza del material			
Tipo de Fractura	Fotografía	Esquema	Descripción
Dúctil			<p>Se caracteriza por una superficie demasiado irregular con deformación plástica abundante. En ocasiones se pueden observar grietas muy pronunciadas en el inicio de la fractura, aunque en la mayoría de los casos no se las pueden apreciar.</p> <p>Este tipo de fracturas se presentan en materiales relativamente suaves como aleaciones de aluminio al silicio y en aceros de bajo contenido de carbono.</p>
Frágil			<p>Se caracteriza por tener una superficie sin irregularidades y de apariencia pulida.</p> <p>Por lo general se presentan en materiales relativamente duros como en aleaciones de aluminio al magnesio y en aceros de mediano y alto contenido de carbono con tratamiento térmico.</p>


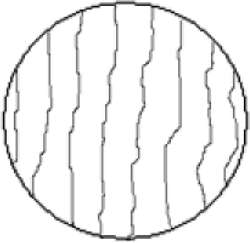
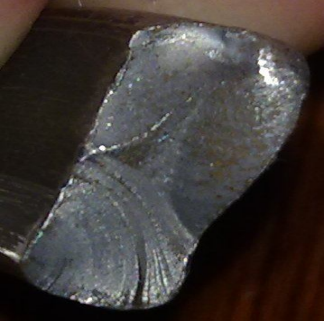
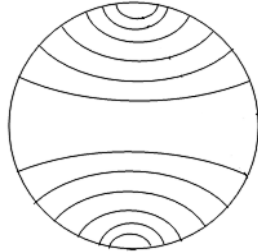
Continuación Tabla 3.2

Fractura según el tipo de esfuerzos			
Tipo de Fractura	Fotografía	Esquema	Descripción
Tracción			<p>Esta fractura presenta anillos concéntricos que se propagan desde el borde exterior hacia el centro de la fractura. Las grietas se presentan en forma radial situadas en el borde exterior y de pequeña extensión.</p> <p>Se presentan en materiales sometidos a dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo, aumentando su longitud y disminuyendo su sección.</p>
Flexión			<p>La fractura inicia en un solo punto o en varios puntos concentrados en una pequeña área y avanza súbitamente o progresivamente hasta el otro extremo del material.</p> <p>Este tipo de fractura se encuentra en materiales sometidos a esfuerzos que tienden a doblar el objeto. Las fuerzas que actúan son paralelas a la superficie de la fractura. Siempre que existe flexión también hay esfuerzo de tracción y de compresión.</p>

Continuación Tabla 3.2

Torsión			<p>La fractura es perpendicular al eje con marcas elípticas concéntricas al eje. Las grietas se forman a 45° alrededor del eje.</p> <p>Se encuentran en materiales sometidos a esfuerzos que tienden a retorcer al mismo por aplicación de un momento sobre su eje longitudinal.</p>
Cizallamiento			<p>El origen de la fractura es donde observa una deformación por motivo de la cizalladura donde se aplico la mayor fuerza para luego observar el corte del material y terminar con un desgarramiento del mismo.</p> <p>Se encuentra en materiales donde el esfuerzo tiende a cortar el objeto por la aplicación de dos fuerzas en sentidos contrarios y no alineadas. Se encuentra en uniones como: tornillos, remaches y soldaduras.</p>

Continuación Tabla 3.2

Según la naturaleza de la fractura			
Tipo de Fractura	Fotografía	Esquema	Descripción
Súbita			<p>La apariencia es la misma en toda la superficie de la fractura.</p> <p>Se producen en un solo ciclo por la presencia de grandes esfuerzos en un momento imprevisto como pueden ser choques, atascamientos, caídas, etc.</p>
Fatiga			<p>El origen de la fractura se identifica por la presencia de grietas o picaduras y progresan el resto de la superficie en forma de ondas hasta llegar a la última sección desgarrada que es el final de la fractura.</p> <p>Se produce por la presencia de esfuerzos cíclicos originados generalmente por desalineamientos, vibraciones, desbalanceos, etc.</p>

Fuente: Autor

3.2.3 Paso 3:

A continuación aplicamos el árbol de decisiones para fracturas para determinar las soluciones.

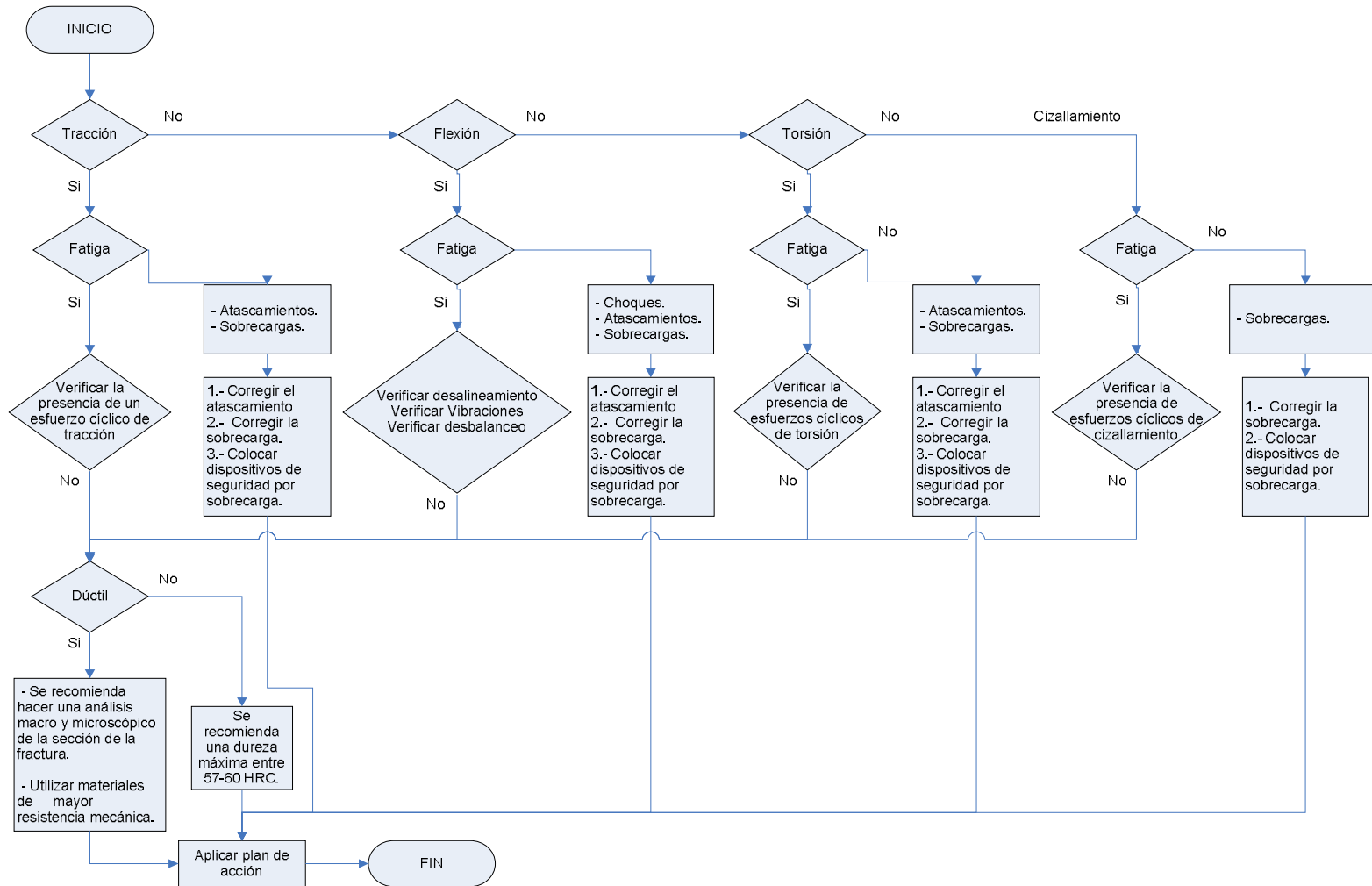


Figura 3.2: Árbol de decisiones para fracturas.

3.2.3.1 Realizar un análisis macro y microscópico.

Obtener la muestra mediante corte de la sección de la fractura, luego de haber visualmente estudiado la sección de la fractura.

- Análisis Macroscópico, se debe utilizar aumentos hasta de 40^x para determinar si existe granulación en la zona de fractura, en caso de no existir será una fractura por deformación elástica del material.
- Análisis Microscópico, para su examen se debe obtener la muestra, evitando recalentamiento de la zona de corte, la finalidad es conocer si existe cambio de fases del material.

3.2.3.2 Dureza máxima entre 57-60 HRC.

El tratamiento térmico (temple) se realizará a la temperatura de austenización completa del material, debe realizarse con revenido a 200°C con la finalidad de eliminar tensiones residuales.

3.2.4 Aplicación de la metodología desarrollada.

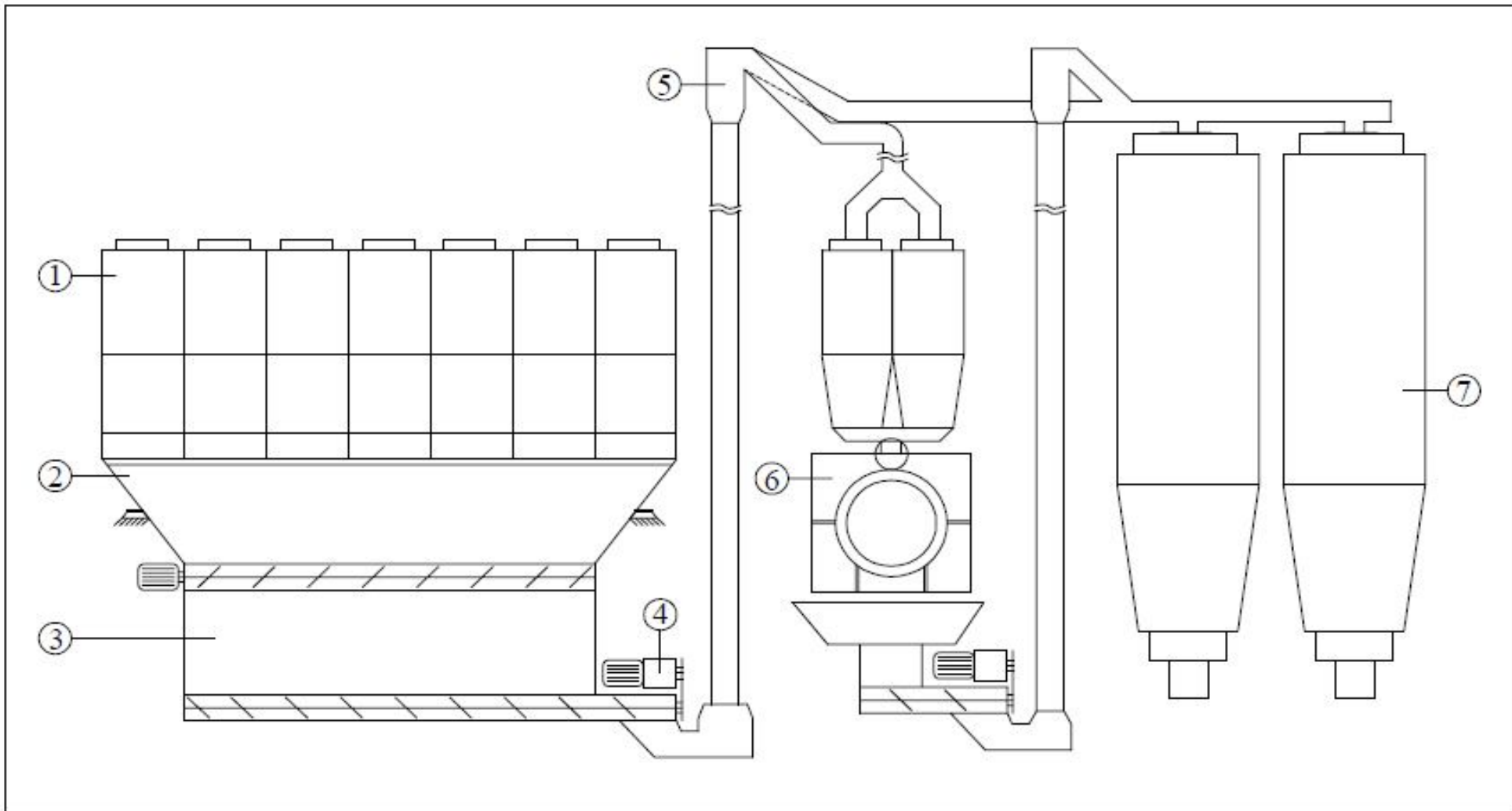
Aplicación de la metodología desarrollada, para detectar causas de fractura en los piñones del motoreductor del extractor de la mezcladora.




Figura 3.3: Motoreductor averiado

El piñón del motoreductor sufre fractura a las 1600 horas promedio, de acuerdo a las especificaciones técnicas su vida útil es de 10000 horas.

A continuación se muestra el esquema cinemático del extractor de la mezcladora, donde la materia prima ya molida se almacena en los silos (1), después de eso la materia prima según la fórmula a preparar pasa a la balanza (2), una vez pesados los distintos ingredientes se los procede a mezclar (3), de la mezcladora se extrae la fórmula a través de un tornillo sin fin accionado por un motoreductor (4), del sin fin pasa a un sistema de transporte por cangilones (5), que lleva la fórmula a la peletizadora (6), en caso que se necesite o directo a los silos de ensacado (7).



 <p>GIULIANI HNOS. S.A. Ruta 34 km 223 - CC102 (2300) RAFAELA-Santa Fe-ARGENTINA Tel: 54-03492-440600/11/12 Fax: 440601</p>	<p>Plano CAD. No modificar manualmente ni medir sobre plano prohibida la reproducción total o parcial sin autorización escrita</p>	<p>Ciente:</p>	<p>Dibujó L.R.K. 26/11/04</p>
	<p>Título:</p>	<p>BIOALIMENTAR</p>	<p>Aprobó L.R.K 07/05/05</p>
	<p>MEZCLADORA</p>	<p>Escalas 1:100</p>	<p>Rep. ISO-E</p>
	<td> <p>PE-093</p> </td> <td> <p>Hoja: 1/1</p> </td>	<p>PE-093</p>	<p>Hoja: 1/1</p>

3.2.5 Desarrollo del método.



Figura 3.4: Piñón del motoreductor

En la Tabla 3.2 se describe las principales características técnicas y las condiciones de trabajo del piñón del motoreductor.

Tabla 3.3.- CONDICIONES DE TRABAJO

Condiciones de trabajo del piñón fracturado	
Tipo de acero del piñón	AISI/SAE 1045
Dureza	58 HRC
Temple	Temple por inducción
Lubricante	Aceite Premium Reductor ISO 220 Frixo
RPM de trabajo	95
Fuerza de trabajo en los dientes	33466.135 N
Ambiente corrosivo	No

Fuente: Autor

En la Tabla 3.3 se muestra la aplicación de la matriz de fracturas para el piñón del motoreductor.

Tabla 3.4.- APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE FRACTURAS

Falla: Sufre una avería en el motorreductor (piñón) del extractor de la mezcladora	
Característica de la fractura	
Según el tipo de esfuerzos	
Fractura por tracción	No
Fractura por flexión	Si
Fractura por torsión	No
Fractura por cizallamiento	No
Según la naturaleza de la fractura	
Fractura súbita	Si
Fractura por fatiga	No
Según la dureza del material	
Fractura dúctil	No
Fractura frágil	No

Fuente: Autor

Con los datos obtenidos en la Tabla 3.3 se los traslada al árbol de decisiones de fracturas para determinar las causas y las soluciones que se deben aplicar.

Del árbol de decisiones de fracturas se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 3.5.- RESULTADOS

Falla: Sufre una avería en el motoreductor (piñón) del extractor de la mezcladora	
Causas	Soluciones
Existe la presencia de sobrecarga de producto en la línea que descarga las diferentes formulas la mezcladora.	Para corregir la sobrecarga se procede a colocar sensores de seguridad para que detecten la presencia de exceso de producto en la línea y procedan a detener en este caso toda la producción de balanceado hasta que la peletizadora sea descargada o los silos sean vaciados de producto terminado.

Fuente: Autor

A continuación se aplica el plan de acción para la reparación del piñón del motoreductor.

Tabla 3.6.- PLAN DE ACCIÓN DEL SISTEMA MECÁNICO

N.-	Responsable	Actividad	F. Inicio	Recursos
1	Ing. Carlos Rendón	Cambio del (piñón) del motoreductor del extractor de la mezcladora	08-05-2010	- Piñón nuevo
			F. Fin	
			08-05-2010	
N.- de Tarea	Tarea		Herramientas	Tiempo (min)
1	Apagar el equipo y limpieza del área de trabajo		<ul style="list-style-type: none"> Elementos de limpieza (escobas) 	4

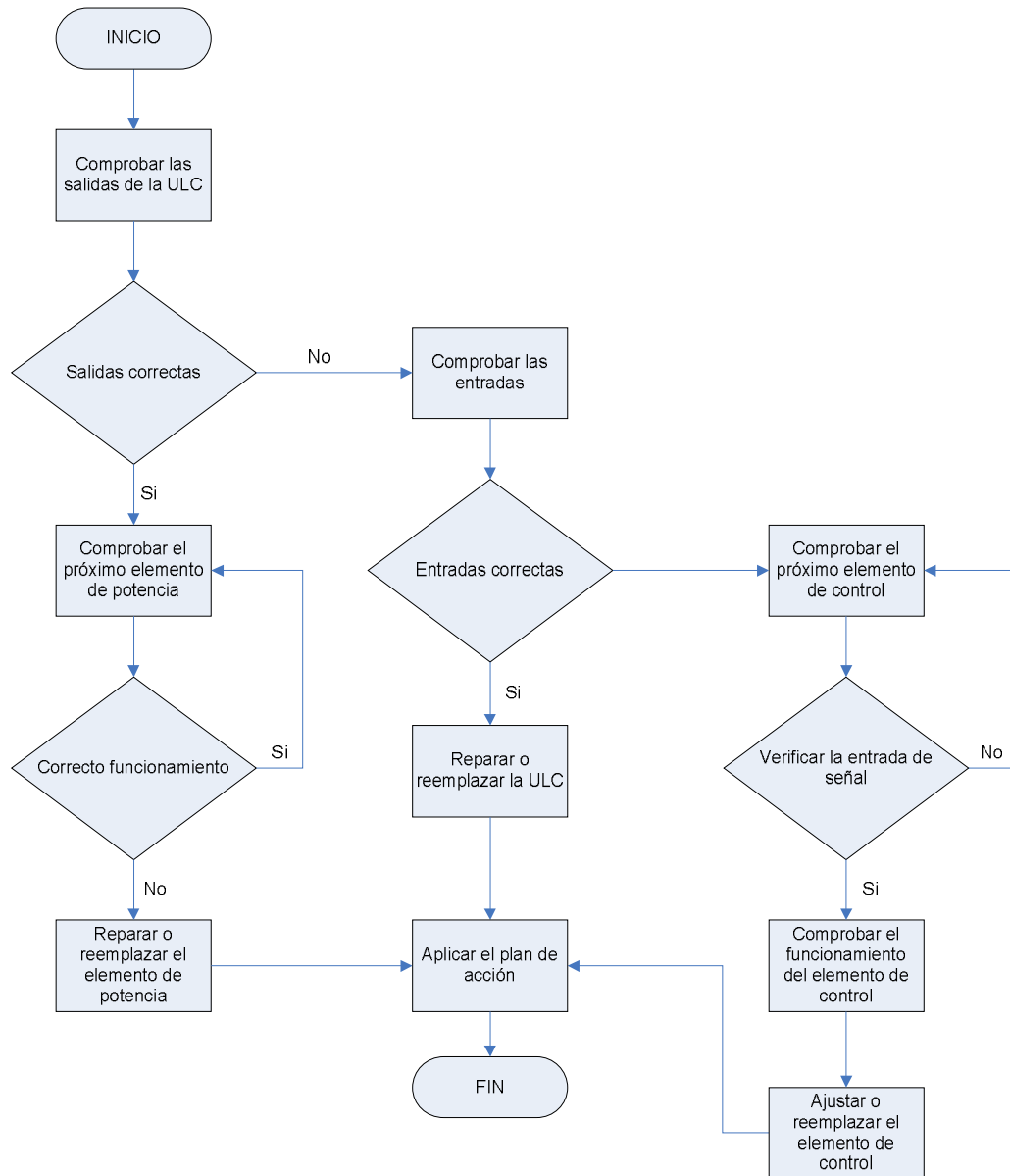
Continuación Tabla 3.5

2	Desmontar el motoreductor	<ul style="list-style-type: none"> • Llave mixta # 17 • Dado # 17 • Palanca y aumento corto para dados de mando ½ 	15
3	Desarmar el motoreductor	<ul style="list-style-type: none"> • Llave mixta # 11 • Saca vinchas • Destornillador plano mediano • Martillo de goma • Playo de 9" 	25
4	Limpieza de los elementos	<ul style="list-style-type: none"> • Desengrasante • Brocha de 1" • Guaípe 	10
5	Cambio de piñón y ensamble del motoreductor	<ul style="list-style-type: none"> • Llave mixta # 11 • Saca vinchas • Destornillador plano mediano • Martillo de goma • Playo de 9" 	25
6	Llenado de aceite de la caja de reducción	<ul style="list-style-type: none"> • Embudo • Aceite Premium Reductor ISO 220 Frixo 	5
7	Montaje del motoreductor	<ul style="list-style-type: none"> • Llave mixta # 17 • Dado # 17 • Palanca y aumento corto para dados de mando ½ 	15
8	Arranque del extractor de la mezcladora	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna 	1
Total			100

Fuente: Autor

3.3 Localización de fallas en sistemas eléctricos.

Para localizar los fallos en estos sistemas se debe seguir el siguiente flujograma:



Observaciones

En el circuito de potencia el procedimiento que se va a seguir para la revisión de los elementos es de lo proximal a lo distal de la fuente de energía o ULC

En el circuito de control el procedimiento que se va a seguir para la revisión de los elementos es de lo proximal a lo distal de la fuente de energía o ULC

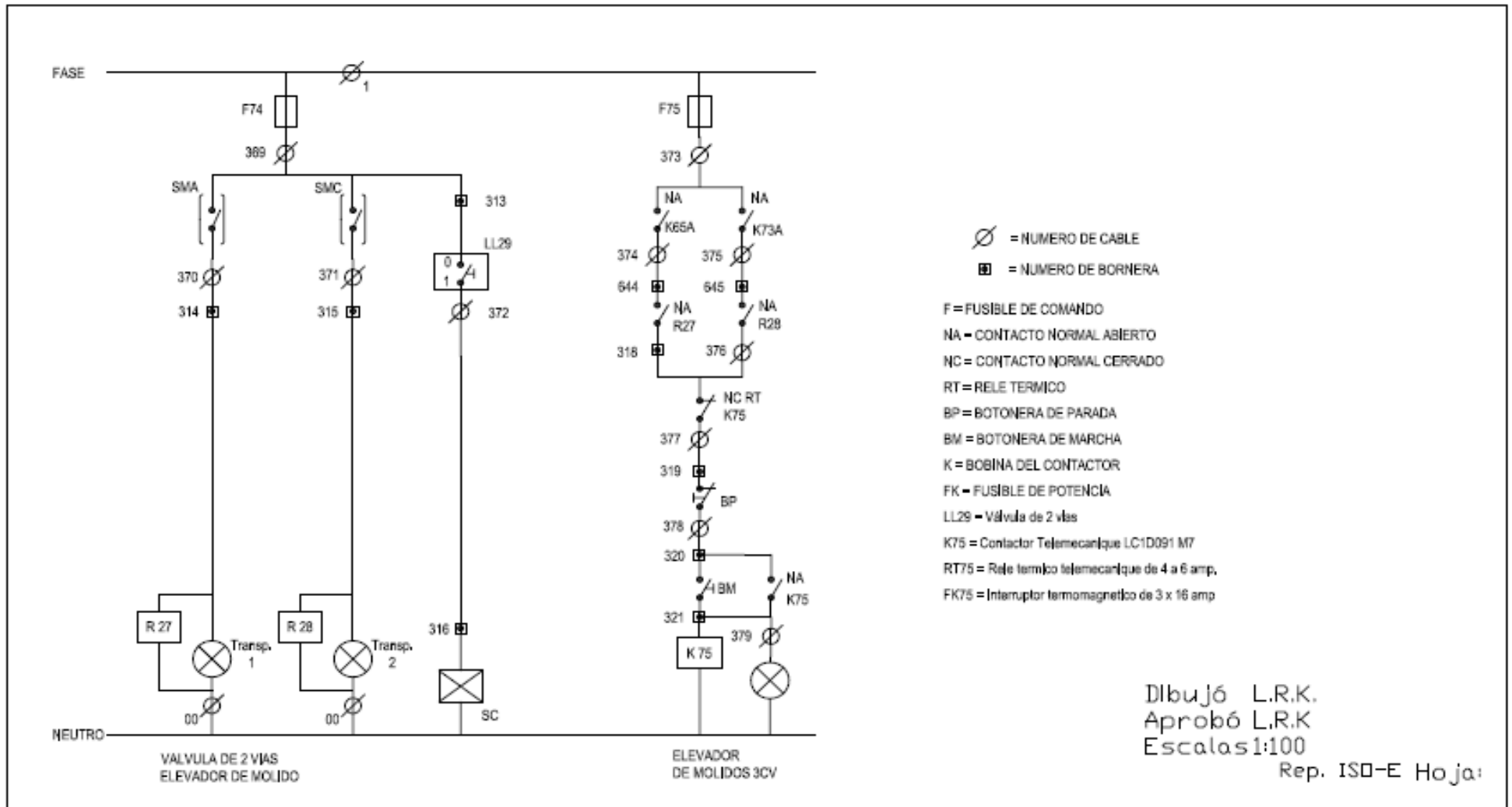
Figura 3.5: Árbol de decisiones para los sistemas eléctricos

En este flujograma no hay ninguna matriz a seguir ya que los elementos de potencia o de control eléctrico cuando se averían se los realiza ajustes como es el caso de sensores o se proceden a reemplazarlos parcialmente o en su totalidad.

3.3.1 Desarrollo del método.

De las fallas eléctricas ocurridas durante el año 2009 se selecciono la siguiente: Daño en el sensor del elevador de molidos, en este caso se selecciono la falla del elevador de molidos ya que es uno de los equipos críticos de la planta.

A continuación se indican los planos eléctricos del molino para hacer el respectivo análisis.



GIULIANI HNOS. S.A.
Ruta 34 km 223 - CC102
(2300) RAFAELA-Santa Fe-ARGENTINA
Tel: 54-03492-440600/11/12
Fax: 440601

Plano CAD. No modificar manualmente ni medir sobre plano
prohibida la reproducción total o parcial sin autorización escrita

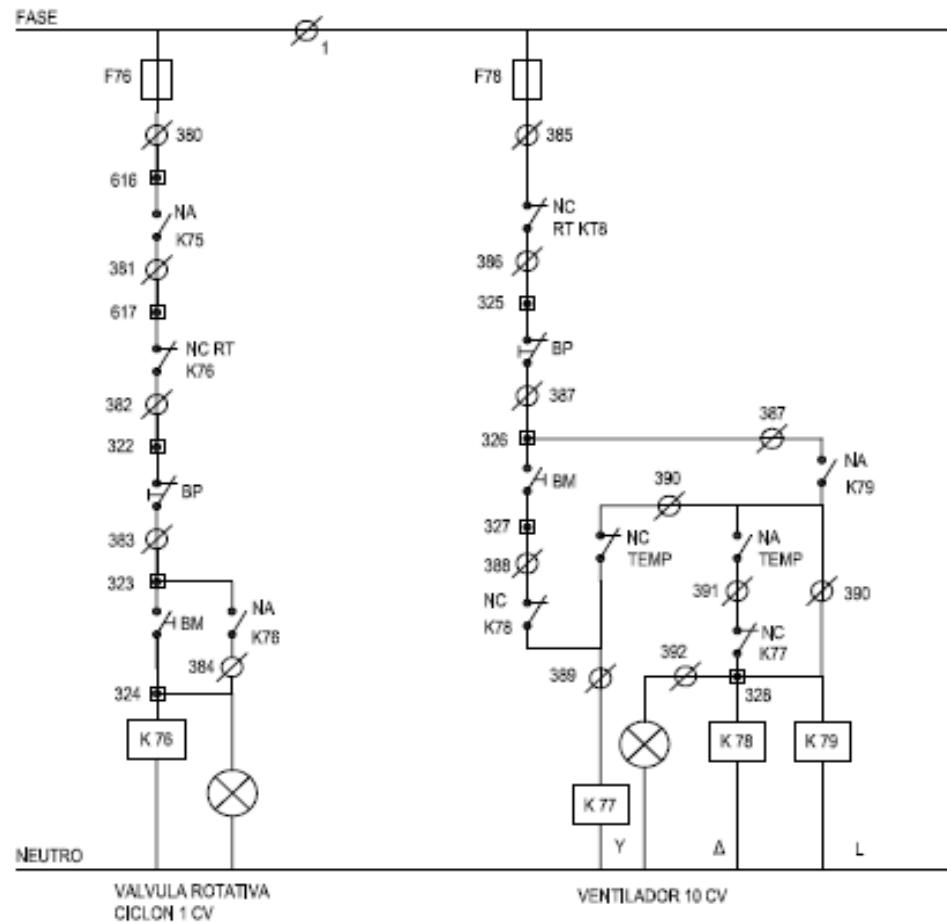
Título:

MEZCLADORA

Cliente:

BIOALIMENTAR

Dibujó:	L.R.K.	26/11/04
Aprobó:	L.R.K.	07/05/05
Escalas:		
PE-093	Rep. ISO-E	Hoja:
		1/5



- FK76 = Fusible NH T00 de 36 amp
 K77 • K78 • K79 = Contactores Telemecanique LC1D091 M7
 RT78 = Relé térmico Telemecanique de 7 a 10 amp
 TEMP = Temporizador Telemecanique de 0 a 60 seg.
 K76 = Contactor Telemecanique LC1D091 M7
 RT76 = Relé térmico Telemecanique de 1,6 a 2,5 A.
 FK76 = Interruptor termomagnético 3x5 A.
 F = FUSIBLE DE COMANDO
 NA = CONTACTO NORMAL ABIERTO
 NC = CONTACTO NORMAL CERRADO
 RT = RELE TERMICO
 BP = BOTONERA DE PARADA
 BM = BOTONERA DE MARCHA
 K = BOBINA DEL CONTACTOR
 FK = FUSIBLE DE POTENCIA
 TEMP = TEMPORIZADOR
 ∅ = NUMERO DE CABLE
 ■ = NUMERO DE BORNERA



GIULIANI HNOS. S.A.
 Ruta 34 km 223 - CC102
 (2300) RAFAELA-Santa Fe-ARGENTINA
 Tel: 54-03492-440600/11/12
 Fax: 440601

Plano CAD. No modificar manualmente ni medir sobre plano
 prohibida la reproducción total o parcial sin autorización escrita

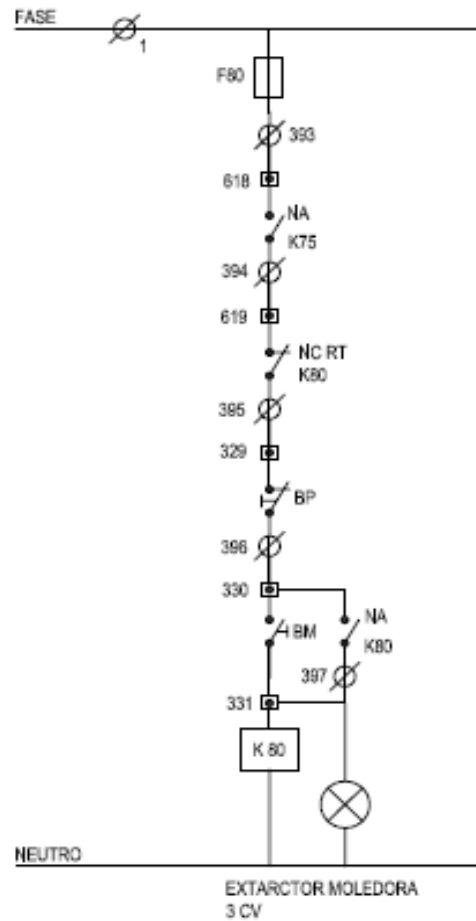
Título:

MEZCLADORA

Cliente:

BIOALIMENTAR

Dibujó:	L.R.K	26/11/04
Aprobó:	L.R.K	07/05/05
Escalas:		
PE-093	Rep. ISO-E	Hoja:
		2/5



- K80 = Contactor Telemecanique LC1D091 M7
- RT80 = Relé térmico Telemecanique de 1,6 a 2,5 A.
- FK80 = Interruptor termomagnético 3x5 A.
- F = FUSIBLE DE COMANDO
- NA = CONTACTO NORMAL ABIERTO
- NC = CONTACTO NORMAL CERRADO
- RT = RELE TERMICO
- BP = BOTONERA DE PARADA
- BM = BOTONERA DE MARCHA
- K = BOBINA DEL CONTACTOR
- FK = FUSIBLE DE POTENCIA
- TEMP = TEMPORIZADOR
- Ø = NUMERO DE CABLE
- = NUMERO DE BORNERA



GIULIANI HNOS. S.A.
 Ruta 34 km 223 - CC102
 (2300) RAFAELA-Santa Fe-ARGENTINA
 Tel: 54-03492-440600/11/12
 Fax: 440801

Plano CAD. No modificar manualmente ni medir sobre plano
 prohibida la reproducción total o parcial sin autorización escrita

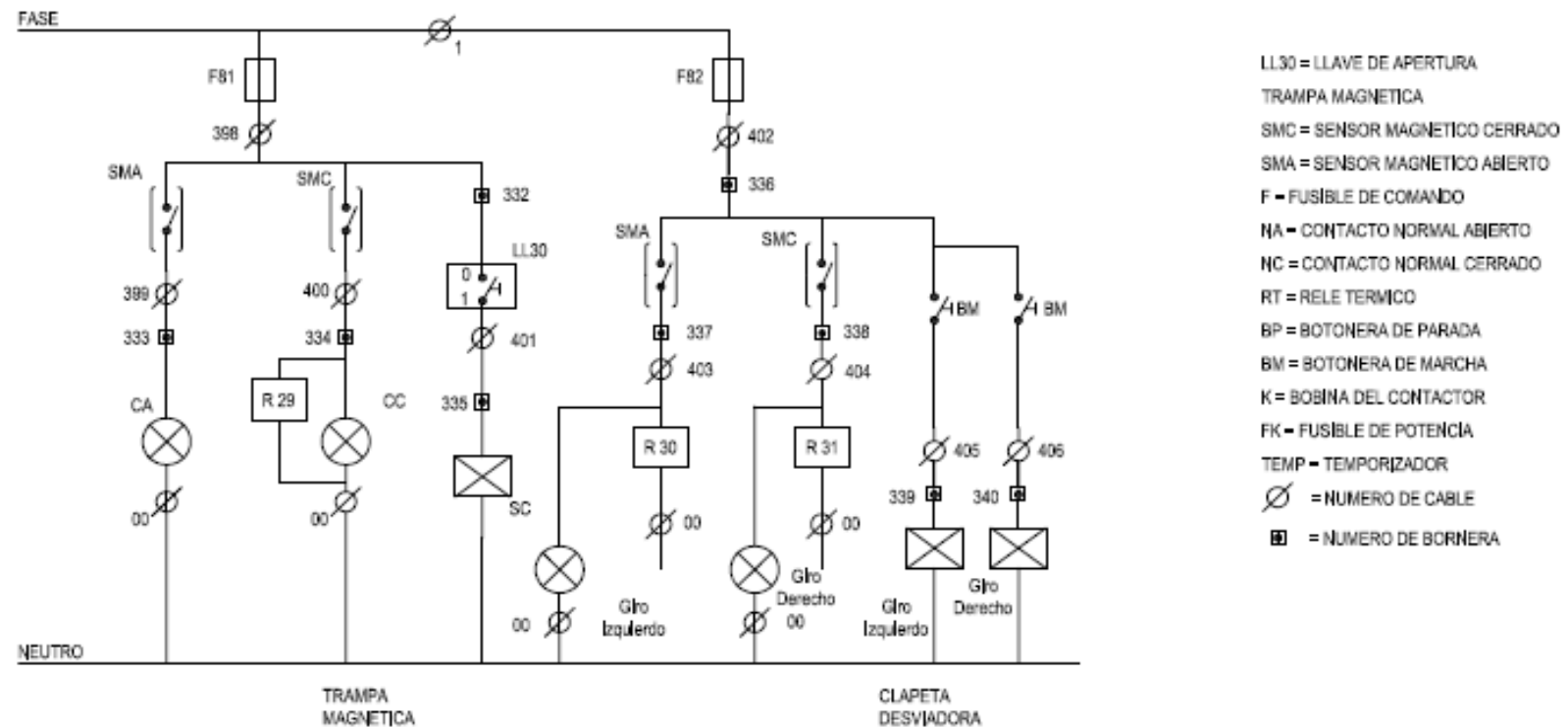
Título:

MEZCLADORA

Cliente:

BIOALIMENTAR

Dibujó:	L.R.K	26/11/04
Aprobó:	L.R.K	07/05/05
Escalas:		
PE-093	Rep. ISO-E	Hoja:
		3/5



GIULIANI HNOS. S.A.
 Ruta 34 km 223 - CC102
 (2300) RAFAELA-Santa Fe-ARGENTINA
 Tel: 54-03492-440600/11/12
 Fax: 440601

Plano CAD. No modificar manualmente ni medir sobre plano
 prohibida la reproducción total o parcial sin autorización escrita

Título:

MEZCLADORA

Cliente:

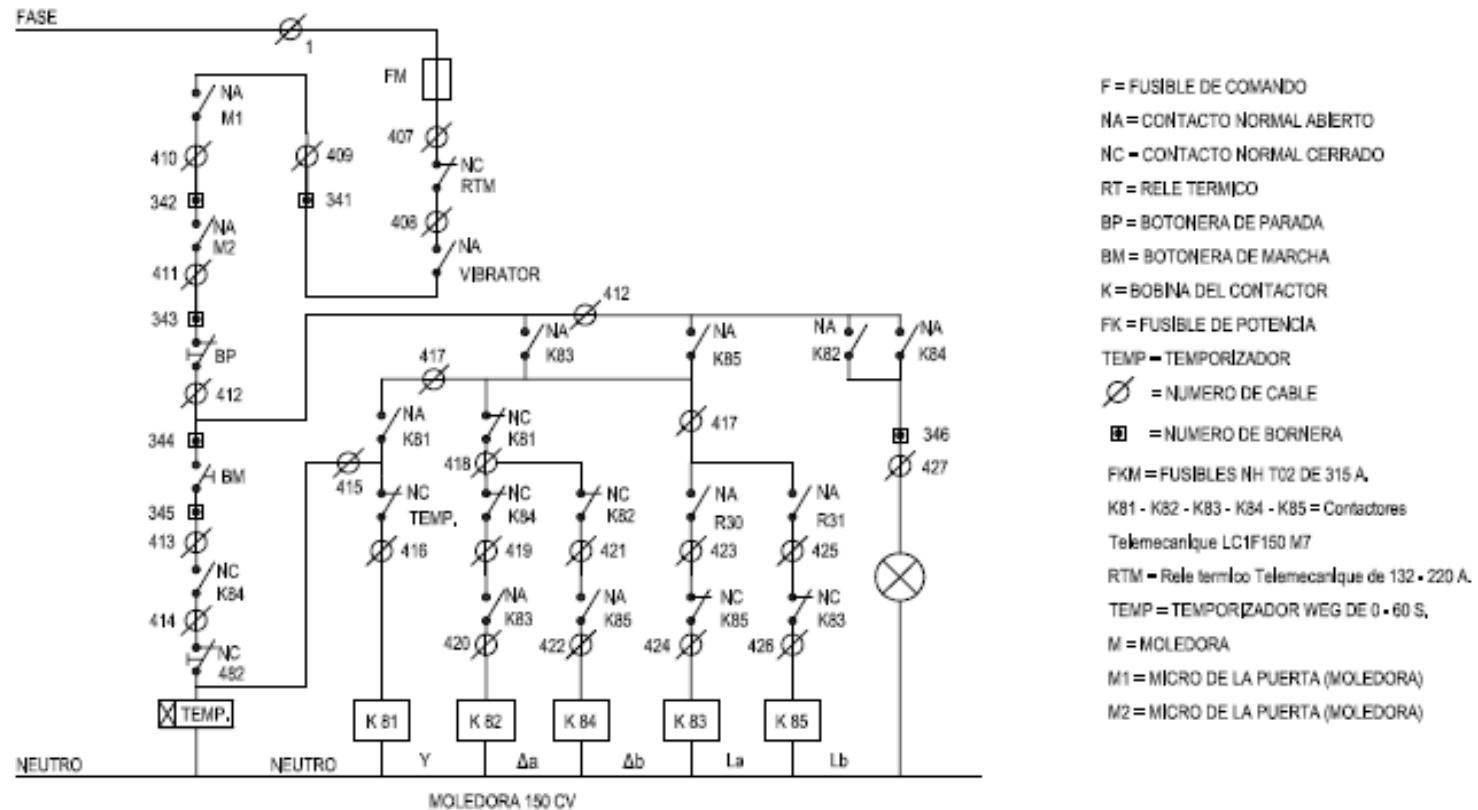
BIOALIMENTAR

Dibujó: L.R.K 26/11/04

Aprobó: L.R.K 07/05/05

Escalas:

PE-093 Rep. ISO-E Hoja: 4/5



GIULIANI HNOS. S.A.
 Ruta 34 km 223 - CC102
 (2300) RAFAELA-Santa Fe-ARGENTINA
 Tel: 54-03492-440600/11/12
 Fax: 440601

Plano CAD. No modificar manualmente ni medir sobre plano prohibida la reproducción total o parcial sin autorización escrita

Título:

MEZCLADORA

Cliente:

BIOALIMENTAR

Dibujó:	L.R.K	26/11/04
Aprobó:	L.R.K	07/05/05
Escalas:		
PE-093	Rep. ISO-E	Hoja:
		5/5

De los planos mostrados el que se va a utilizar es el del ELEVADOR DEL MOLINO porque el problema detectado es que no se enciende el motor del elevador.

Para detectar la falla ocurrida en el molino se debe seguir el flujograma para detectar las fallas eléctricas de la siguiente manera.

3.3.1.1 Fase 1.

En esta fase se comprueba los distintos elementos del circuito de potencia que trabaja con 220V y la secuencia va desde el más proximal al más distal como se muestra a continuación:

- El elemento más proximal del circuito de potencia es el contactor (K75) donde se va a comprobar la entrada y salida de voltaje como también su enclavamiento, en este caso la entrada de señal es correcta y también su enclavamiento es normal pero no hay señal de salida, entonces hasta ahí llega el análisis del circuito de potencia y pasamos a la fase 2.

3.3.1.2 Fase 2.

En esta fase se comprueba la unidad lógica de control.

- En este caso la unidad lógica de control es el mismo contactor (K75) en donde se va a comprobar la entrada y salida de señal, donde después de comprobar no tenemos señal de entrada desde el circuito de control, entonces hasta ahí llega el análisis en esta fase y continuando con el flujograma pasamos a la fase 3.

3.3.1.3 Fase 3.

En esta fase se comprueba la llegada de señal los distintos elementos del circuito de control y la secuencia que se debe seguir es de lo más proximal a lo más distal.

- A. El elemento más proximal es el contactor (K75) donde no hay entrada de señal, entonces se procede al siguiente elemento de control.
- B. El siguiente elemento es la botonera de marcha (BM) donde no hay entrada de señal, entonces se procese al siguiente elemento.
- C. El siguiente elemento es la botonera de paro (BP) donde no hay entrada de señal, entonces se procede al siguiente elemento.
- D. El siguiente elemento es un contacto normalmente cerrado del relé térmico (NC RT75) donde no hay entrada de señal, entonces se procede al siguiente elemento.
- E. El siguiente elemento es un contacto normalmente abierto (NA R27) donde si hay entrada de señal, pero no hay señal de salida ya que el contacto está abierto y debería estar cerrado. Este contacto está gobernado por el relé R27 por lo que se procede con el análisis en esta parte del circuito.
- F. Las bobinas de relé (R27) no hay señal entrada ni de salida, entonces se procede al siguiente elemento.
- G. El siguiente elemento es el sensor magnético abierto (SMA) donde si hay señal de entrada pero no de salida, por lo que se revisa este elemento.

3.3.1.4 Fase 4.

En esta fase se procede a revisar detenidamente el elemento para determinar porque no hay señal de salida. Luego de realizar el análisis se determino que el sensor está averiado, entonces se procede a la siguiente fase.

3.3.1.5 Fase 5.

Aplicar el plan de acción y se procede a reemplazar el sensor magnético.

Tabla 3.7.- PLAN DE ACCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

N.-	Responsable	Actividad	F. Inicio	Recursos
2	Ing. Carlos Rendón	Cambio del sensor magnético del elevador del molino	15-06-2010	- Sensor magnético
			F. Inicio	
			15-06-2010	
N.- de Tarea	Tarea		Herramientas	Tiempo (min)
1	Comprobación de señales en el equipo con el método planteado		<ul style="list-style-type: none"> • Multímetro 	20
2	Apagar el equipo		<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna 	2
3	Desmontaje del sensor inductivo		<ul style="list-style-type: none"> • Destornillador estrella mediano • Destornillador de borneras plano • 2 llaves mixta # 17 	5
4	Montaje del sensor inductivo nuevo		<ul style="list-style-type: none"> • Destornillador estrella mediano • Destornillador de borneras plano • 2 llaves mixta # 17 	13
5	Encender el equipo y comprobación del funcionamiento		<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna 	5
Total				45

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

4 EVALUACIÓN DE RESULTADOS.

4.1 Optimización del tiempo para reparar.

Para entender de mejor manera la optimización del tiempo para reparar se debe partir del siguiente grafico.

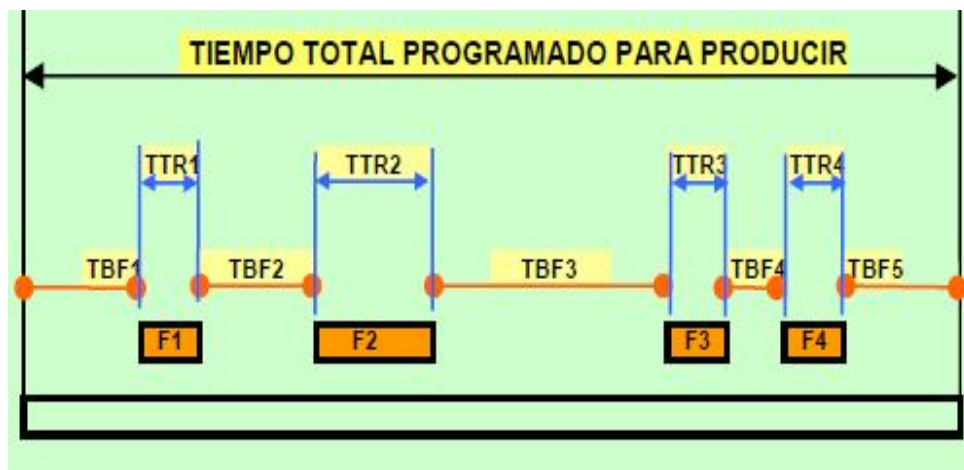


Figura 4.1: Tiempo programado para producir.

Donde:

Fallas totales = Suma (F1+F2+F3+Fn)

TBF = Tiempo Entre Fallas

TTO = Tiempo Total de Operación = Suma (TBF1+TBF2+TBF3+TBFn)

MTBF = Tiempo Medio Entre Fallas = TTO/ (Suma (F1+F2+F3+Fn))

TTR = Tiempo Para Restaurar

MTTRt = Tiempo Medio Para Restaurar =

$$= \text{Suma (TTR1+TTR2+TTR3+TTRn)} / \text{Suma (F1+F2+F3+Fn)}$$

Los datos mostrados en la Tabla 4.1 se obtuvieron del ANEXO 2 y del ANEXO 4, para realizar el cálculo del tiempo medio entre fallas, el tiempo medio de restauración y la disponibilidad.

**Tabla 4.1.- TIEMPOS TOTALES DE PARO, PROGRAMADO Y DE OPERACIÓN DEL
LOS EQUIPOS EN EL AÑO 2009 Y 2010**

2009		2010	
Horas de paro	123	Horas de paro	62,50
Tiempo programado de trabajo	4112	Tiempo programado de trabajo	4128
Tiempo total de operación	3989	Tiempo total de operación	4065,50
Número de paros	47	Número de paros	31

Fuente: Autor

4.1.1 Tiempo medio entre fallas (MTBF).

Es el tiempo promedio que un equipo, maquina o proceso cumple su función sin interrupción debido a una falla funcional. Y se obtiene dividiendo el tiempo total de operación entre el número de paros por fallas.

A continuación se calcula el MTBF del año 2009

$$MTBF = \frac{3989h}{47}$$

$$MTBF = 84,872 \text{ h}$$

A continuación se calcula el MTBF del año 2010

$$MTBF = \frac{4065,50h}{31}$$

$$MTBF = 131,145 \text{ h}$$

4.1.2 Tiempo medio de restauración (MTTRT).

Es el tiempo promedio para restaurar la función de un equipo, maquina o proceso después de una falla funcional.

A continuación se calcula el MTTRT del año 2009

$$\text{MTTRT} = \frac{123}{47}$$

$$\text{MTTRT} = 2,617 \text{ h}$$

A continuación se calcula el MTTRT del año 2010

$$\text{MTTRT} = \frac{65,50\text{h}}{31}$$

$$\text{MTTRT} = 2,113 \text{ h}$$

4.1.3 Disponibilidad.

Es el porcentaje del tiempo analizado, en el cual el equipo está disponible para producir

y su fórmula es: $\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTRT}}$

Donde:

MTBF = Tiempo Medio Entre Fallas

MTBF + MTTRT = Tiempo total programado

A continuación se calcula la disponibilidad del año 2009

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{84,872}{84,872 + 2,617}$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{84,872}{87,489}$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = 0,97 = 97\%$$

A continuación se calcula la disponibilidad del año 2010

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{131,145}{131,145 + 2,113}$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{131,145}{133,285}$$

$$\text{DISPONIBILIDAD} = 0,98 = 98\%$$

4.2 Factores no tangibles.

Entre los factores no tangibles que se han mejorado son:

- El personal de mantenimiento ahora es más técnico a la hora de realizar los trabajos en la fábrica.
- Mejoro la imagen y el desempeño del departamento de mantenimiento porque se realiza en menor tiempo las reparaciones.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

- El método desarrollado elimino las reparaciones parches porque ahora el personal es más técnico a la hora de reparar las distintas fallas producidas porque ataca las causas del problema y las elimina.
- El método desarrollado logro alargar el tiempo medio entre fallas de los equipos de producción de balanceado y con esto se genero más ingresos para la empresa porque los equipos pasan más tiempo produciendo.
- El personal de mantenimiento ya tiene una técnica para detectar los distintos fallos ocurridos en la planta y con esto se logro reducir en tiempo para las restauraciones.
- Se creó una mejor relación laboral entre los técnicos del departamento de mantenimiento.
- Es una herramienta de bajo costo y tiene buenos resultados.

5.2 Recomendaciones.

- Dar capacitación técnica al personal de mantenimiento porque la mayoría de los integrantes del departamento son bachilleres técnicos a excepción del director y el supervisor de mantenimiento.
- Controlar cuando se produzca un fallo se aplique correctamente los métodos desarrollados en la presente tesis.

- Se les debe poner al tanto de los objetivos que persigue el departamento de mantenimiento para que su esfuerzo este orientado al cumplimiento de los mismos.
- Para la evaluación de de fallas de los materiales se recomienda contratar personal especializado y para realizar el análisis metalográfico como también de materiales se los debe efectuar en laboratorios acreditados para obtener resultados confiables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **WILFORD.** Manual de instalación y operación de las calderas WILFORD WSN.
China: 2005, pp 9

BIBLIOGRAFÍA

GIULIANI. Manual de instalación, operación y mantenimiento del Molino GIULIANI.
Argentina: 2005

GIULIANI. Manual de instalación, operación y mantenimiento de la Mezcladora
GIULIANI. Argentina: 2005

GIULIANI. Manual de instalación, operación y mantenimiento de la Peletizadora
GIULIANI. Argentina: 2005

MARKS. Manual del Ingeniero Mecánico. Tomo I y II 2da. Ed. México: 1985.

FLINN R. y TROJAN P. Materiales de Ingeniería y sus Aplicaciones. 3ra ed. Colombia:
1989.

POPE E. Soluciones Prácticas para el Ingeniero Mecánico. México: 2000.

GRANIZO J. Materiales. ESPOCH. Riobamba: 2005

ASTUDILLO C. Maquinas Electricas. ESPOCH. Riobamba: 2006

SANTILLÁN M. Control Industrial. ESPOCH. Riobamba: 2006

LINKOGRAFÍA

Definición del Tiempo Medio Entre Fallas y el Tiempo Medio para Restaurar

<http://www.industrialtijuana.com/pdf/B-4.pdf>

2010-10-20

Como Mejorar las Propiedades de los Aceros

<http://es.wikipedia.org>

2011-05-24