

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EFICIENCIA EN EL ÁREA DE  
EMPAQUE, APOYÁNDOSE EN EL SISTEMA DE EFECTIVIDAD TOTAL DEL  
EQUIPO, EN LA LÍNEA DE CORN CHIPS DE FRITOLAY AMERICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**ADA LILIAN CRUZ ORELLANA**

ASESORADO POR INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA DE SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MAYO DE 2006

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
EXAMINADOR:	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR:	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Veliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EFICIENCIA EN EL ÁREA DE EMPAQUE, APOYÁNDOSE EN EL SISTEMA DE EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO, EN LA LÍNEA DE CORN CHIPS DE FRITOLAY AMÉRICA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela Mecánica Industrial, con fecha 03 de marzo de 2006.



Ada Lilian Cruz Orellana





Guatemala, 3 de mayo de 2007.  
Ref.EPS.G.275.05.07.

Ing. Ángel Roberto Sic García Director  
Unidad de Prácticas de  
Ingeniería y E.P.S.  
Facultad de Ingeniería, USAC  
Presente

Respetable ingeniero Sic:

Por medio de la presente informo a usted, que como asesora y supervisora de la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria Ada Lilian Cruz Orellana, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EFICIENCIA EN EL ÁREA DE EMPAQUE, APOYÁNDOSE EN EL SISTEMA DE EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO EN LA LÍNEA DE CORN CHIPS DE FRITOLAY AMÉRICA"**, el cual encuentro satisfactorio.

Las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país, principalmente en el apoyo técnico a empresas privadas en la búsqueda de soluciones viables a los problemas que atraviesan y que al final, beneficiarán a la sociedad en general.

En tal virtud, lo doy por aprobado, solicitándole darle el trámite correspondiente. Sin otro particular, es grato suscribirme de usted.

Deferentemente,

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

MSc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Asesora-supervisora de E.P.S.  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial







Guatemala, 03 de mayo 2007  
Ref. EPS. D. 282.05.07

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Director de la Escuela  
de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería, USAC  
Presente

Respetable ingeniero Gómez:

Por medio de la presente, envío a usted el Informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), titulado: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EFICIENCIA EN EL ÁREA DE EMPAQUE, APOYÁNDOSE EN EL SISTEMA DE EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO EN LA LÍNEA DE CORN CHIPS DE FRITOLAY AMÉRICA"**. Este trabajo lo desarrolló la estudiante universitaria Ada Lilian Cruz Orellana, quien fue debidamente asesorada y supervisada por la Ingeniera *Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano*.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte de la asesora-supervisora, esta Dirección también aprueba su contenido, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

Ing. Ángel Roberto Sic García  
DIRECTOR  
Unidad de Prácticas de Ingeniería de EPS  
Facultad de Ingeniería

Ing. Ángel Roberto Sic García  
DIRECTOR UNIDAD DE E.P.S.

Adjunto informe final



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EFICIENCIA EN EL ÁREA DE EMPAQUE, APOYÁNDOSE EN EL SISTEMA DE EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO EN LA LÍNEA DE CORN CHIPS DE FRITOLAY AMÉRICA**, presentado por la estudiante universitaria Ada Lilian Cruz Orellana, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2007

/mgp



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EFICIENCIA EN EL ÁREA DE EMPAQUE, APOYÁNDOSE EN EL SISTEMA DE EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO EN LA LÍNEA DE CORN CHIPS DE FRITOLAY AMÉRICA**, presentado por la estudiante universitaria **Ada Lilian Cruz Orellana**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

## ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
DIRECTOR  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2007

/mgp







Ref. DTG. 164.07

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE EFICIENCIA EN EL ÁREA DE EMPAQUE, APOYÁNDOSE EN EL SISTEMA DE EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO, EN LA LÍNEA DE CORN CHIPS DE FRITOLAY AMÉRICA** presentado por la estudiante universitaria **Ada Lilian Cruz Orellana**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, mayo de 2007

## **ACTO QUE DEDICO A:**

**Dios:** Por darme inteligencia, sabiduría y todo lo necesario para salir adelante y por darme la oportunidad de cumplir una meta más.

**Mis Padres:** Adán Cruz y Flory de Cruz, por la confianza, el amor, la oportunidad de educación y el apoyo incondicional que me brindaron en todo momento.

**Mis Hermanos:** Adán, Fabricio y Eder Cruz Orellana, personas que amo, por compartir conmigo, momentos de alegría y tristeza.

**Abuelos:** Ángela Marroquín, Catarino Cruz y Sara Bolaños, por sus cuidados, consejos, ayuda y amor.

**Mi familia:** Por el apoyo que siempre me han mostrado.

**Mis amigos:** Por la alegría transmitida durante el recorrido de la carrera, por su afecto y por la amistad incondicional que siempre me manifestaron.

**Mis catedráticos:** Mentes brillantes dispuestas a transmitirnos las maravillas de la ciencia.

**Universidad de San Carlos de Guatemala:**

Por la oportunidad de formar profesionales capaces del hoy y del mañana.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVII</b>
<b>1. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Historia de la Empresa	1
1.2. Localización física	2
1.3. Visión y Misión	3
1.4. Descripción de actividades	4
1.5. Estructura organizacional	9
1.6. Departamento de Ingeniería	11
1.6.1. Funciones del departamento de ingeniería	11
1.6.2. Estructura organizacional	12
<b>2. DIAGNÓSTICO GENERAL DEL ÁREA DE EMPAQUE EN LA LÍNEA DE CORNCHIPS</b>	<b>13</b>
2.1. Proceso de empaque en la línea	14
2.1.1. Descripción de procesos	14
2.1.2. Diagrama de proceso	15
2.2. Material de empaque	17
2.2.1. Normas de aceptación del material de empaque	17
2.2.2. Tipo de material de empaque	19
2.2.3. Desperdicio de material de empaque	20

2.3.	Las seis grandes pérdidas	22
2.3.1.	Fallas de equipo	22
2.3.2.	Preparación y ajustes de arranque	23
2.3.3.	Paros menores e inactividad del equipo	24
2.3.4.	Baja velocidad de operación	26
2.3.5.	Producto terminado defectuoso	28
2.3.6.	Bajo rendimiento del producto terminado	29
2.4.	Tecnología	31
2.4.1.	Maquinaria	32
2.4.1.1.	Capacidad de las máquinas de empaque	37
2.4.2.	Equipo	45
2.5.	Análisis del personal	45
<b>3.</b>	<b>FASES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA</b>	<b>49</b>
	<b>EFFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO, EN LA LÍNEA DE</b>	
	<b>CORN CHIPS</b>	
3.1.	Fase de preparación	50
3.1.1.	Integración de grupos autónomos de control y de mejora.	50
3.1.1.1.	Anuncio de la implementación	53
3.1.1.2.	Capacitación y adiestramiento	53
3.1.1.3.	Entrenamiento y habilidades de operación	55
3.1.2.	Accesibilidad	56
3.2.	Fase de realización	56
3.2.1.	Cálculo de la efectividad total del equipo	57
3.2.1.1.	Disponibilidad	57
3.2.2.	Criterio para el cálculo de la disponibilidad	58

3.2.1.2.	Rendimiento	59
3.2.1.2.1.	Criterio para el cálculo del rendimiento	59
3.2.1.3.	Calidad	60
3.2.1.3.1.	Criterio para el cálculo de la calidad	61
3.2.2.	Aplicación de tácticas a un equipo piloto	64
3.2.2.1.	Control de la velocidad de las máquinas	65
3.2.2.2.	Control del rendimiento del equipo piloto	66
3.2.2.3.	Control de la capacidad operacional del personal	67
3.2.3.	Administración de la efectividad del equipo basado en mantenimiento productivo total para combatir las fallas y mejorar la disponibilidad	69
3.2.3.1.	Programa de mantenimiento preventivo	70
3.2.3.2.	Limpieza del equipo	76
3.2.3.3.	Lubricación del equipo	78
3.2.3.4.	Inspección	79
3.2.4.	Programa de control de calidad	80
3.2.4.1	Carta de control	81
3.2.4.1.1	Interpretación de las cartas de control	91
3.2.4.2	Procedimiento de selección de muestra para la aceptación de material de empaque	93

3.3	Fase de consolidación	94
3.3.1.	Establecimiento de políticas y nuevos objetivos	94
3.3.2.	Costos de implementación	95
3.3.3.	Tiempo determinado para la implementación	96
<b>4.</b>	<b>MODELO PROPUESTO DE EVALUACIÓN DE RESULTADOS EN LA LÍNEA DE CORN CHIPS</b>	<b>99</b>
4.1.	Evaluación de avances y resultados	99
4.1.1	Evaluación de los criterios de medición de ETE	100
4.1.1.1	Disponibilidad	101
4.1.1.2	Rendimiento	102
4.1.1.3	Calidad	103
4.1.2	Verificación y comparación de los porcentajes de tiempos muertos	104
4.2.	Evaluación del equipo piloto	105
4.2.1	Desempeño de los operadores	105
4.2.2	Control de actividades programadas del departamento de mantenimiento y determinación de indicadores de medición.	109
<b>5.</b>	<b>ANÁLISIS DE IMPACTO GENERADO POR LAS AGUAS RESIDUALES DEL LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE FRITO LAY</b>	<b>111</b>
5.1.	Identificación de los contaminantes del agua, generados por las actividades productivas	111
5.1.1.	Selección de la ubicación de estudio	112

5.1.2.	Parámetros a considerar para valorar impactos de los tipos de los tipos de contaminantes	113
5.1.3	Características físicas del agua residual en entrada y salida.	115
5.1.4	Interpretación de impactos generados por los contaminantes	116
5.1.4.1.	Conocer los problemas que los contaminantes pueden ocasionar al medio ambiente y a la salud humana.	116
5.2	Establecimiento de índices que delimitan el rango de contenido de contaminantes de aguas residuales	117
5.3	Acciones preventivas	119
5.3.1	Campaña de concientización al personal	120
5.3.2	Orientación en manejo de desechos	121
5.4	Acciones correctoras	122
5.4.1	Tratamiento de aguas residuales	122
5.4.2	Opciones para el tratamiento de olor	123
5.4.2.1	Destrucción térmica	124
5.4.2.2	Carbón activo	124
5.4.2.3	Lavado químico	125
5.4.2.4	Filtro biológico	126
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>129</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>131</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>133</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>135</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Ubicación física de la empresa	3
2. Tortrix	5
3. Ruffles	5
4. Crujitos	6
5. Cheetos	6
6. Doritos	7
7. Ricitos	7
8. Chicharrones	8
9. Dippas	8
10. Caribas	9
11. Organigrama de Frito Lay América	10
12. Estructura organizacional del departamento de ingeniería	12
13. Diagrama de proceso de empaque	16
14. Reporte de empaque y fallas en línea	21
15. Reporte de tiempos muertos	26
16. Cantidad de producto rechazado	30
17. Diagrama de causa y efecto de pérdidas en la operación	31
18. Componentes principales de las máquinas empacadoras	35
19. Funcionamiento de la máquina empacadora	37
20. Ubicación de líneas de producción	44
21. Equipo piloto	52
22. Formulario de reporte	62

23. Formulario de reporte ETE	63
24. Resultados ETE	64
25. Tarjeta de efectividad operacional	69
26. Tarjeta PORQUE/PORQUE	72
27. Tarjeta de control de fallas	74
28. Tarjetas de procedimientos de solución de problemas	75
29. Gráfica de medias	83
30. Tarjeta de ocurrencia	86
31. Gráfica de control del sello horizontal	89
32. Gráfica de control del sello vertical	89
33. Gráfica de control de apariencia	90
34. Gráfica de control del código	90
35. Gráfica de control de otras características de calidad	91
36. Gráfica de resultados de ETE	100
37. Gráfica de resultados del criterio de disponibilidad	101
38. Gráfica de resultados del criterio de rendimiento	102
39. Gráfica de resultados del criterio de calidad	103
40. Gráfica de resultados de tiempos muertos	104
41. Resultados de evaluación de desempeño	107
42. Gráfica de control de actividades programadas vrs realizadas	109

## **TABLAS**

I. Análisis de materia prima	18
II. Control de velocidades de las máquinas	28
III. Cantidad de mano de obra	46
IV. Cuadro de conocimientos y habilidades	47
V. Control de tiempos de llenado de una caja de tortrix	67

VI.	Clasificación de nivel de fallas	74
VII.	Recopilación de la muestra de pesos	82
VII.	Tipos de defectos de cada unidad	85
IX.	Datos de la fracción no conforme	87
X.	Resultado de los límites centrales	88
XI.	Resultados de las cartas de control	92
XII.	Costos de implementación	96
XIII.	Calendarización de actividades	97
XIV.	Clasificación de la puntuación de desempeño	106
XV.	Estaciones de estudio de impacto ambiental	112
XVI.	Características del agua residual en la entrada y salida del sistema de tratamiento	115
XVII.	Parámetro de calidad asociado al DBO	118
XVIII.	Límites máximos permisibles de aguas residuales	119



## **GLOSARIO**

<b>Confiabilidad</b>	Probabilidad de que un sistema o componente, pueda funcionar correctamente fuera de falla, por un tiempo específico.
<b>Conservación</b>	Se refiere al conjunto de políticas y actividades que tratan de evitar la degradación de un sistema.
<b>ETE</b>	Efectividad Total del Equipo, indica la efectividad de operación de los equipos.
<b>Grado de criticidad</b>	Es el grado de prioridad por el cual se estará aplicando mantenimiento, de acuerdo con la gravedad del problema existente.
<b>Granel</b>	Producto terminado sin empacar.
<b>g/min</b>	Golpes por minuto. Un golpe equivale a una unidad de Tortrix., y esta es una dimensional de velocidad a la cual trabajan las máquinas empacadoras.

<b>Imp/kg</b>	Impresiones por kilogramo. Cada impresión es una bolsita que se utiliza para empacar el producto, siendo esta la cantidad de unidades que se puedan empacar por cada kilogramo.
<b>Mantenibilidad</b>	Se refiere al conjunto de recursos, políticas y actitudes que en un momento dado se ponen a disposición de un grupo de personas encargadas del mantenimiento de los equipos.
<b>Política</b>	Es la actitud o disciplina que toma un grupo, decretada por la administración para mejorar la productividad.
<b>Tarjeteo</b>	Es el acto de crear las tarjetas que sirven para identificar las anomalías en un área de trabajo, lo cual facilita su localización e información.
<b>TPM</b>	Mantenimiento Productivo Total, un sistema innovador para el mantenimiento de los equipos, optimizando la efectividad.

## **RESUMEN**

En la actualidad el entorno económico que rodea a las empresas, se hace cada vez más difícil y por lo tanto, es necesario la implementación de nuevos programas que ayuden a incrementar notablemente, la productividad y eficiencia de las empresas productoras.

El presente documento tiene como objetivo ilustrar la implementación de un programa piloto de control, utilizando como herramienta la filosofía de Efectividad Total del Equipo (ETE), la cual es una nueva manera de dimensionar la operación de la empresa, se basa en el Mantenimiento Productivo Total para conseguir sus resultados, siendo éste un sistema innovador de producción que consiste en que el personal día a día realice actividades de mantenimiento a la maquinaria, equipos, servicios e instalaciones, esto permite el mejoramiento continuo a través del conocimiento profundo de la maquinaria por parte del operario, involucrando a la alta gerencia, y todo el personal de una planta de producción.

ETE involucra a todos los sectores de la empresa, y tiene como objetivo mejorar la disponibilidad real de los equipos reduciendo las fuentes de pérdidas de productividad. Para su aplicación se utiliza tres criterios que se manejan para su medición, los cuales son: disponibilidad, calidad y rendimiento.

En este trabajo se presenta alternativas de control y medición para cada uno de los criterios de medición de ETE, siendo esto fundamental para la evaluación del estado general de los equipos, máquinas y plantas industriales

además sirve como medida para observar si las acciones del TPM tienen impacto en la mejora de los resultados de la empresa.

También se presenta como última parte un estudio de impacto ambiental, basado en aguas residuales, ya que es imprescindible que las industrias conozcan los impactos generados al medio ambiente en la utilización de sus recursos y en la operación de todas sus actividades, y conocer de esta manera, acciones preventivas y correctoras para mitigar los problemas ambientales.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Diseñar un sistema de control de eficiencias que facilite a la empresa la identificación específica de los problemas de improductividad, en el área de empaque de la línea de Corn Chips.

### **ESPECÍFICOS**

1. Verificar la posibilidad que los equipos operen sin averías y fallos, mejorando la fiabilidad de los equipos, para optimizar la disponibilidad de trabajo.
2. Conocer la capacidad de producción de las máquinas, con la finalidad de emplear verdaderamente y aprovechar la capacidad industrial instalada.
3. Fortalecer el trabajo en equipo, para que la contribución del personal pueda dar mejores resultados.
4. Ofrecer una capacitación y entrenamiento constante al personal operativo para que el personal se encuentre apto y motivado de desempeñar su trabajo de la forma establecida.

5. Implantar y elaborar formatos que sirvan para incrementar la capacidad de identificación de problemas potenciales de fallas, en las máquinas empacadoras.
6. Contar con un control eficaz de las características propias del producto empacado, que dé respuesta a los distintos problemas de rechazo y búsqueda de acciones preventivas.
7. Identificar y analizar los contaminantes que genera el agua después de ser utilizada en los procesos de producción, para buscar medidas correctivas y preventivas que disminuyan el impacto generado al ambiente.

## **INTRODUCCIÓN**

El Programa de ETE (Efectividad Total del Equipo), combina la práctica de Mantenimiento Productivo Total (TPM) con el control actual de la calidad y el involucramiento del personal, para dar como resultado un sistema innovador para la optimización de la efectividad, rentabilidad del mantenimiento de los equipos y productividad.

A causa de la persistente competencia en el mercado, las empresas se ven obligadas a recurrir a la implementación de nuevos métodos que les permita evaluar sus debilidades y buscar oportunidades, por esta razón, se permite la realización de un control de eficiencias, el cual permita evaluar constantemente la situación de la empresa frente al crecimiento industrial.

Con el fin de obtener un conocimiento general del desarrollo de este programa, se hace una descripción breve del contenido de los capítulos que conforman el proyecto.

En el primer capítulo, se describe la información general de la empresa, dando a conocer su historia, ubicación, visión, misión, estructura organizacional, descripción de actividades, así como también la estructura del departamento donde se realizó el proyecto.

En el segundo capítulo, se conoce la situación actual de la efectividad de operación de las máquinas emparadoras por medio del sistema de Efectividad Total del equipo con los indicadores de disponibilidad, calidad y rendimiento, también se identifica las seis grandes pérdidas en la realización de las actividades; se describe el proceso de empaque de la línea y se realiza un análisis del material de empaque como: normas de aceptación, desperdicio, etc

En el capítulo tres, se describen las fases de implementación del programa de Efectividad Total del Equipo, refiriéndose a la fase de preparación, la cual consiste en el anuncio del implementación del programa, capacitación y entrenamiento a los grupos integrados para la realización del proyecto. La fase de realización, la cual contiene la aplicación de estrategias a un equipo piloto, administración de un programa de mantenimiento, programa de control de calidad basado cartas de control y en selección de muestras para la aceptación de material de empaque y por último la fase de consolidación en la cual se establecen nuevas política y objetivos para mejorar de acuerdo a resultados.

En el capítulo cuatro, se presentan los resultados de la línea continua de Corn Chips, mostrando los criterios de evaluación de las eficiencias, y los porcentajes de tiempos muertos y evaluación de desempeño del equipo piloto.

En el capítulo cinco, se lleva a cabo una investigación de impacto ambiental, acerca de los contaminantes del agua residual de una fábrica de productos alimenticios, buscando medir y registrar los impactos ambientales que los residuos líquidos industriales de una industria elaboradora de alimentos provoca al medio, proponiendo acciones preventivas y correctoras.

# **1. GENERALIDADES DE LA INSTITUCIÓN**

Es importante conocer sobre la Fábrica de Productos Alimenticios, René y compañía, Sociedad en Comandita de Acciones, con el fin de ampliar el panorama del campo en donde se pretende realizar un nuevo programa que controle sus eficiencias, para poder mejorar los principios en los que la empresa se basa para ser competitiva, eficiente y eficaz. Debido a su crecimiento y desarrollo constante, la empresa decide pertenecer al grupo Frito Lay, número uno en la fabricación de boquitas en más de 140 países pertenecientes al grupo PEPSI Co, adoptando Frito Lay, como su nombre comercial.

## **1.1. Historia de la empresa**

En el año 1961 el Sr. Rene Menéndez, los hermanos Nashin y Enrique Misshan se asocian para formar la empresa René Menéndez y Compañía, la cual se ubicó en la 11 av. entre 3ra. y 4ta calles de la zona 1 de la ciudad de Guatemala.

A finales del año 1962, se llega a un acuerdo con el Sr. Isidoro Filler's, quien autoriza el uso de la marca Filler's, mediante un royalty para fabricar los primeros Cheez-Trix, Bacon-Crisp y el producto líder Tor-Trix. La fábrica se traslada a la 21 calle entre 11 y 12 avenidas de la zona 1, en la ciudad de Guatemala.

El 8 de agosto del año 1965 se incorpora la marca Carimba, fabricante de manías, plátano y papa frita, mediante la compra de la misma a la familia de Doña Vilma Rivera.

En el año de 1975 la empresa se traslada a su actual edificio en la Calzada San Juan 34-01 de la zona 7 en la ciudad de Guatemala, con el propósito de ampliar su capacidad de operación en cuanto a bodega de materia prima, bodega de producto terminado, área de fabricación y servicios para sus colaboradores.

Se incorpora una línea de fabricación de galletas rellenas recubiertas con chocolate, bajo las marcas Crockant, Wafell y Bamba en 1987. En el año de 1998 se da la unión estratégica entre Savoy Brands y Frito Lay entre varios países de la región para conformar Snacks Latin América, y es aquí donde el nombre comercial de la empresa pasa de ser Filler's a Frito Lay.

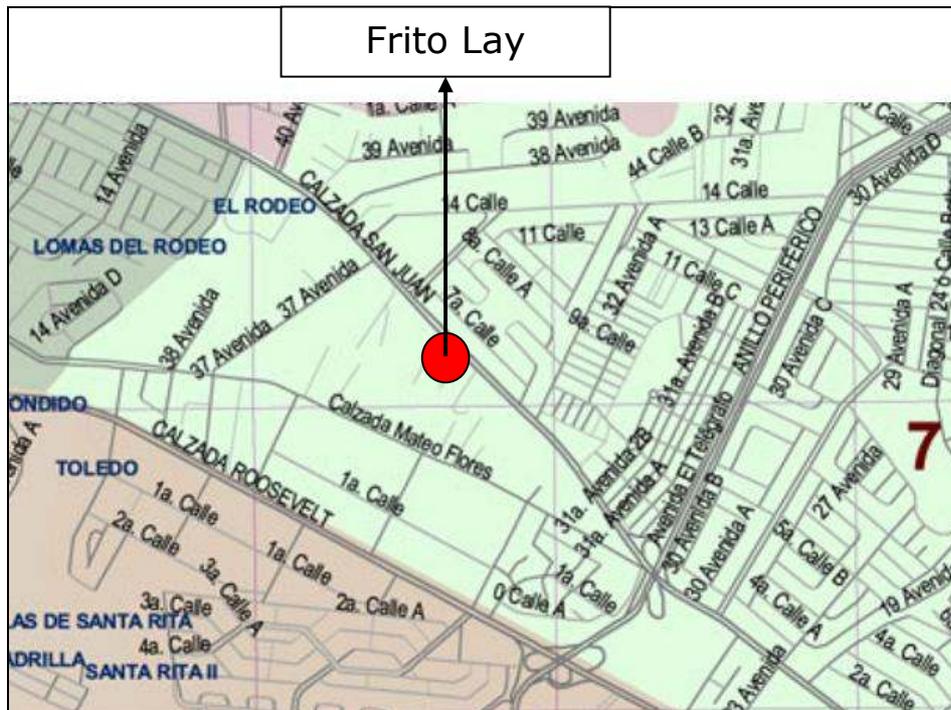
En el 2005 se instalaron nuevas líneas de producción entre ellas, la línea de plátano y dos líneas de corn chips, las cuales fueron traídas del país de Honduras.

## **1.2. Localización física**

La Fábrica de Productos Alimenticios Rene y CIA, S.C.A, con nombre comercial de Frito Lay, se encuentra actualmente ubicada en la calzada San Juan 34 -01, Ciudad de Guatemala. El siguiente mapa describe la ubicación geográfica de la empresa en la ciudad de Guatemala.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de la empresa en la zona 7 de la ciudad capital.

Figura 1. Ubicación física



### 1.3. Visión y Misión<sup>1</sup>

Establecer principios laborales para desarrollar las diferentes actividades dentro de la empresa, es un vínculo necesario para que los fines se lleven a cabo hacia un mismo camino, y para ello, la empresa establece su visión y misión las cuales se describen en los siguientes incisos.

<sup>1</sup>: Documentación interna de Frito Lay

- a. **Visión.** “Convertirnos en una compañía de alimentos convenientes de crecimiento rápido y sobresaliente en los mercados internacionales. Ganando terreno de manera consistente en el mercado, con nuestros accionistas y en las mentes y corazones de nuestra gente.”
  
- b. **Misión.** “Ser la primera compañía de productos de consumo en todo el mundo, centrada en la producción de alimentos convenientes. Intentamos proporcionar beneficios económicos adecuados a nuestros inversionistas al mismo tiempo que proporcionamos oportunidades de crecimiento y superación a nuestros empleados, socios comerciales y comunidades en las que operamos. En todo lo que hacemos actuamos con honestidad, imparcialidad e integridad.”

#### **1.4. Descripción de actividades**

La empresa se dedica principalmente, a la elaboración, distribución, comercialización y ventas de productos alimenticios, estos productos están hechos a base de maíz y trigo. Dentro de otras actividades de la empresa están: mantener el valor humano y colectivo, encaminar los esfuerzos para ser mejores y eficientes, prestar los mejores servicios como herramienta vital para con los clientes internos y externos.

Los productos que la empresa elabora se identifican de la siguiente manera:

### a. Tortrix

Este es uno de sus productos líderes en el mercado, es un producto hecho a base de maíz amarillo, su variedad de sabores es: tortrix barbacoa, limón, con chicharrón, picante y el nuevo twist. En la figura 1 se muestra la presentación visual del producto.

Figura 2. Tortrix



### b. Ruffles

Las ruffles son hojuelas de papa fritas y sazonadas hechas con pura papa natural que al igual que el tortrix posee sus sabores como: Ruffles con sal, y sabor a queso. La figura 2 presenta el logotipo del producto.

Figura 3. Ruffles



### **c. Crujitos**

El crujito es un producto freído, cuya materia prima principal es el crujo que es importado de estados unidos. En la figura 3 se muestra el logotipo con el cual es lanzado al mercado.

**Figura 4. Crujitos**



### **d. Cheetos**

Cheetos se realiza únicamente en las líneas de sémola, posee diferentes sabores y presentaciones como: Cheetos sabor a queso, conchitas, asteroides y pizza. Éste producto es lanzado al mercado con el logotipo que se muestra en la figura 4.

**Figura 5. Cheetos**



### e. Doritos

Este producto es similar al de tortrix con la única diferencia de que antes de ser fritas primero son horneadas, la forma de este producto es en forma triangular, y en forma redonda. En la figura 5 se muestra la presentación del producto empacado con su respectivo logotipo.

Figura 6. Doritos



### f. Ricitos

Este producto al igual que el cheetos se realiza en las mismas líneas de producción, con la variedad que los ricitos tienen sabor a cebolla. La figura 6 exhibe la presentación del producto.

Figura 7. Ricitos



### **g. Chicharrones criollos y sabritones**

Este producto tiene únicamente tres procesos que son la fritura, el enfriado y el sazonado, para luego ser empacados el sabritón se diferencia del chicharrón criollo ya que el sabritón es sazonado con una mezcla previamente preparada, mientras que el chicharrón criollo únicamente lleva sal. En la figura 7 se muestran las presentaciones de los productos, con las cuales son comercializadas.

**Figura 8. Chicharrones**



### **h. Dippas**

Las dippas se realizan en la misma línea donde se fabrica el Doritos llevando el mismo proceso con la única diferencia que las Dippas son redondas. En la figura 8 se muestra la presentación visual del producto.

**Figura 9. Dippas**



## **i. Caribas**

Las caribas son hojuelas de platano fritas, hechas a base de platano natural con únicamente la adicional de sal, o su sabor chile limón, la operación mas importante es el de la fritura ya que se debe de tener un estándar de la temperatura del aceite.

**Figura 10. Caribas**



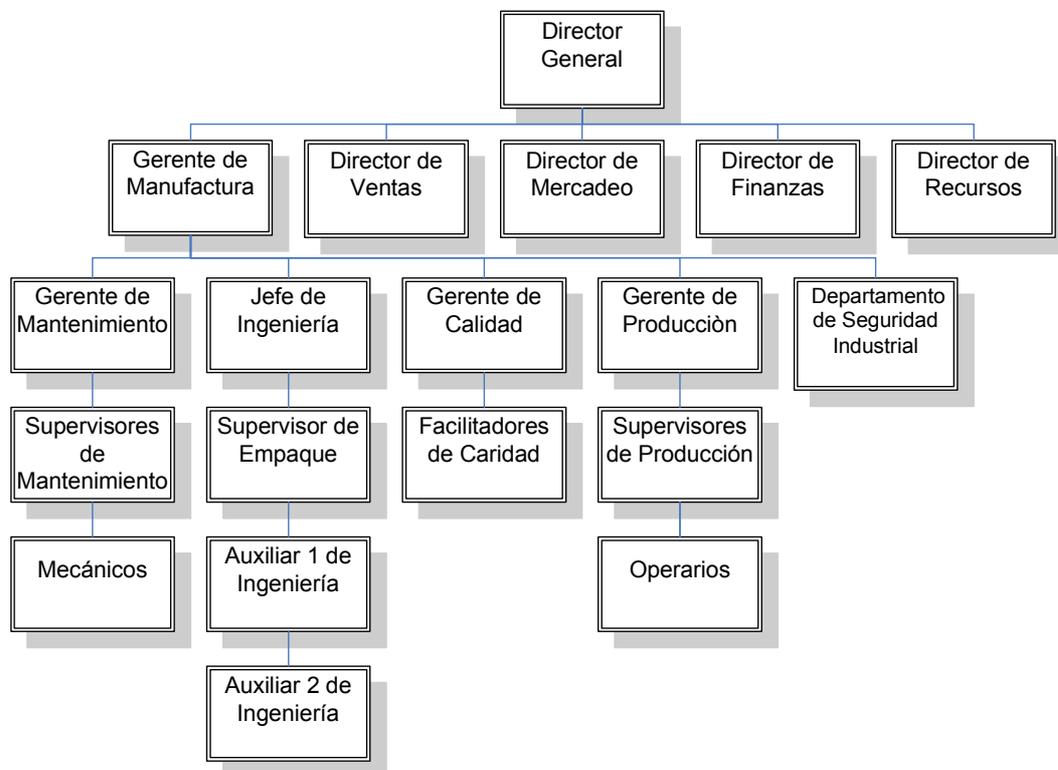
## **1.5. Estructura organizacional**

La estructura organizacional de Frito Lay, se basa en principios y metas que como organización se trazan para el desarrollo de sus actividades, su estructura es considerada como vertical, pues todos sus departamentos se administran de acuerdo al nivel jerárquico, ya que estos están establecidos en forma piramidal, en la figura 11 puede apreciarse la estructura de los niveles en los cuales se encuentra dividida el área de manufactura.

La coordinación de las personas, proyectos, tareas y departamentos están basados en el principio de escalonamiento, pues cuenta con una ininterrumpida cadena de mando que enlaza a cada miembro de la organización con alguien en el nivel superior.

La estructura organizacional, está dividida en departamentos claves para poder desarrollar las actividades de la mejor manera. Para ampliar más sobre la estructura organizacional se presenta en el siguiente organigrama, los puestos a nivel directivo, quienes tienen a cargo la administración e iniciativa de todas las operaciones en la empresa.

**Figura 11. Organigrama de Frito Lay América**



**Fuente: Departamento de Recursos Humanos Frito Lay**

El siguiente inciso muestra de manera más específica, la estructura organizacional y las funciones donde se llevará a cabo la realización del proyecto, ya que el área de empaque es controlada por este departamento.

## **1.6. Departamento de ingeniería**

En el departamento de ingeniería trabajan cinco personas, las cuales son las encargadas de todas las tareas asignadas. Para que el departamento pueda realizar sus actividades, depende en un 100% del trabajo que realizan todos los departamentos ubicados en el área de manufactura. En los siguientes incisos se detalla de una manera específica las funciones establecidas para este departamento así como su jerarquía la cual se encuentra plasmada en el organigrama de la figura 12.

### **1.6.1. Funciones del departamento de ingeniería**

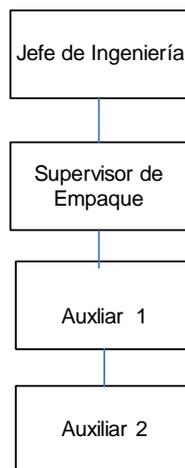
El departamento de ingeniería es el encargado de procesar toda información obtenida por los demás departamentos de manufactura, para luego analizar y proporcionar a todos los involucrados, la información y datos obtenidos sobre la productividad. Entre las actividades principales que se realizan en el departamento de ingeniería están los diferentes controles, con el objetivo de identificar los puntos de mejora continua, entre éstos controles se encuentran los de materia prima y material de empaque que se utiliza dentro de la planta de producción, así como el control del combustible y del gas propano que se utiliza en proceso, eficiencias de línea y de personal.

### 1.6.2. Estructura organizacional

El departamento de ingeniería industrial está formado por dos auxiliares, y un supervisor de empaque, quienes son los encargados de la realización de todas las funciones anteriormente mencionadas es por ello que su estructura es totalmente funcional.

El organigrama de la figura 12 esquematiza la manera en la que está dividido el departamento de ingeniería.

**Figura 12. Estructura organizacional del departamento de ingeniería**



**Fuente: Departamento de Ingeniería Frito Lay**

## **2. DIAGNÓSTICO GENERAL DEL ÁREA DE EMPAQUE EN LA LÍNEA DE CORN CHIPS**

La fábrica de Productos Alimenticios René o Frito Lay (nombre comercial de la empresa), ha crecido día con día por la variedad de productos que brinda a la comunidad consumidora, tal es el caso de la línea de Corn Chips, la cual cuenta ahora con tres sublíneas continuas de producción debido a que fueron trasladadas dos líneas desde Honduras. Las sublíneas se identifican con los nombres de TC1350, CC1800, CC950 y son las encargadas del empaque del producto de Tortrix.

El departamento de ingeniería, además de todas sus funciones asignadas es el encargado de llevar control de la productividad de las nuevas líneas de Corn Chips, en el cual se determina si la cantidad de producto que empaacan las máquinas es suficiente para cumplir con los pedidos.

Se ha observado que la empresa aún no cuenta con un control que verifique la efectividad total de los equipos (ETE), en el área de empaque de la línea de Corn Chips, el cual mide las variables de disponibilidad, rendimiento y calidad, pues esto ayudaría a verificar si las máquinas son capaces de llegar a la meta establecida de producción. Esto ha ocasionado que la empresa no se centre en el eje del problema cuando no cumplen con la producción deseada, sino que tratan de solucionar todo tipo de complicación en otra área en la cual no influye en los resultados deseados.

En este capítulo se realiza un diagnóstico la situación en la que se encuentra la línea de Corn Chips, analizando el proceso de empaque, la calidad del material de empaque y su proceso, las fallas de la línea mediante el diagnóstico de las seis pérdidas de un proceso establecido por TPM para conocer la disponibilidad, también se analiza el equipo y su capacidad para poder conocer su rendimiento, y al personal, ya que ellos juegan un papel muy importante en todo el proceso de empaque. Este diagnóstico se realiza con la documentación de la empresa, por la metodología de observación y con la información procesada por el departamento de ingeniería.

## **2.1. Proceso de empaque en la línea**

En el proceso de empaque se utilizan tres recursos, el recurso humano, materia prima y maquinaria. La empresa realiza muchas actividades para que estos recursos puedan mantenerse en condiciones óptimas ya que de ellos depende que el producto terminado sea el adecuado y se encuentre entre los estándares de calidad establecidos, ayudando de ésta manera a la efectividad del trabajo. En los siguientes incisos se describe el proceso de empaque para las tres líneas de Corn Chips.

### **2.1.1. Descripción de procesos**

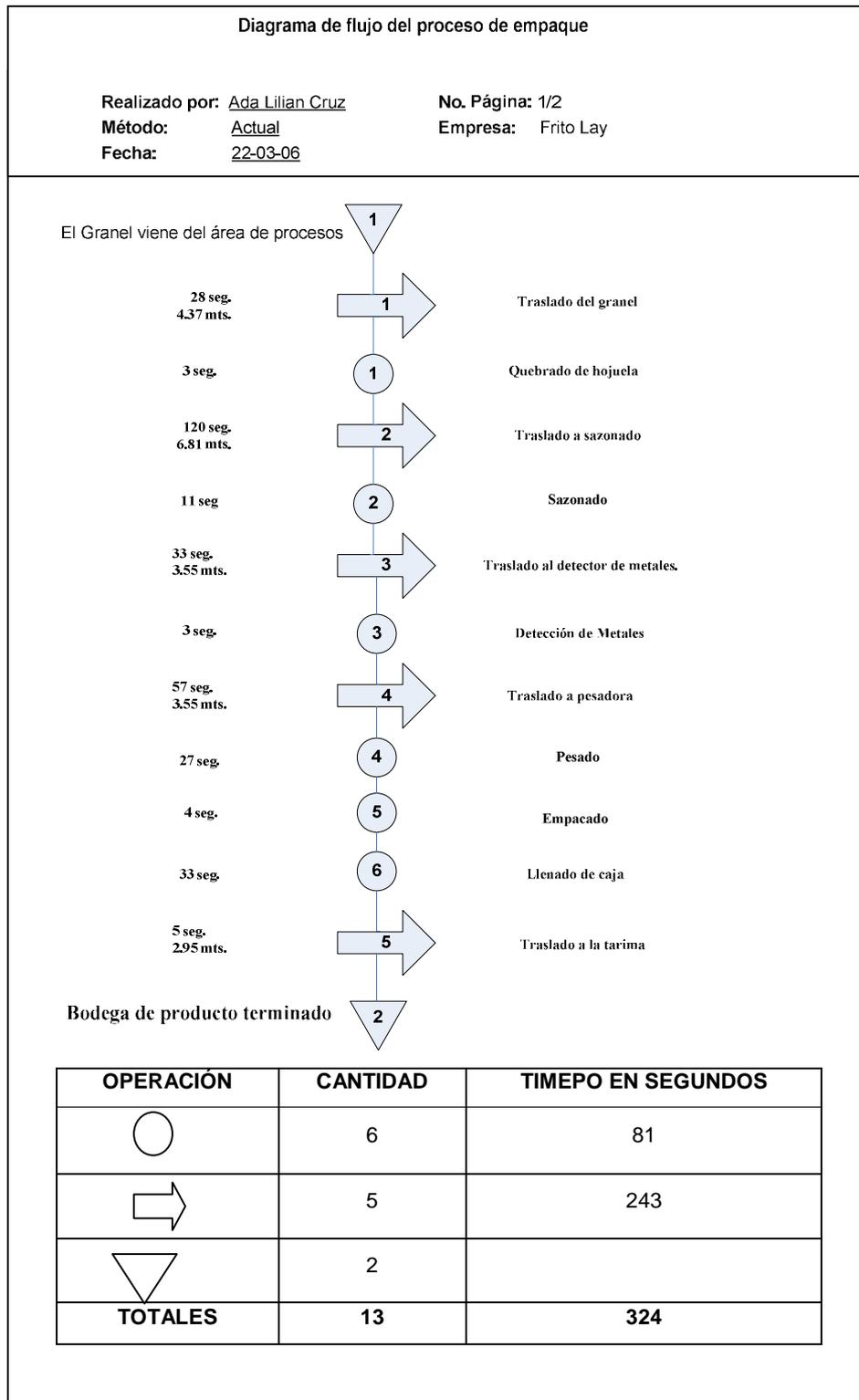
El proceso de empaque en las tres sublíneas de Corn Chips es el mismo, y éste se lleva a cabo de la siguiente manera.

El producto ya frito, es decir el granel (producto terminado sin empacar) pasa por una banda transportadora de 437 cm. en 28 segundos, para ser llevado a una quebradora de hojuela la cual realiza su trabajo en 3 seg. Luego pasa por una banda de transferencia llamada jirafa para ser sazonada de 681 cm en 120 seg., es sazonado en 11 seg, se traslada por otra banda jirafa de 355 cm., en 12 seg., y pasa a un canal de distribución al detector de metales de 120 cm en 33 seg, el detector de metales realiza su operación en 3 seg., el granel es dirigido a las máquinas a 355 cm., en 57 seg., es distribuido a las básculas y pesado en 27 seg, llena una tira de cuatro unidades en 4 seg., las operarias se encargan de llenar una caja con 36 unidades en 33 seg., y por último es trasladado 295 cm, en 5 seg a la tarima

### **2.1.2. Diagramas de proceso**

En el siguiente diagrama de flujo se esquematiza el proceso de empaque de Tortrix en las líneas, TC1350, CC1800 y CC950, donde se obtiene toda la información por medio de una visita al área de empaque y un estudio de toma de tiempos.

**Figura 13. Diagrama reflujo de proceso de empaque**



## **2.2. Material de empaque**

El material empaque que se usa en las sublíneas de Corn Chips, es decir, el que se usa para el empaque de las unidades de Tortrix, es suministrado por 3 proveedores distintos, el material es ingresado a la bodega de materia prima en bobinas con un peso de 15 kg. cada una y 9540 impresiones y cada impresión es cada pieza que se utiliza para empaque una bolsita de Tortrix, el tamaño del lote de las bobinas de material de empaque varía según la cantidad requerida por la empresa, éste es uno de los recursos de mayor consumo según el historial de entrada y salida de materiales de bodega de materia prima con relación al consumo real que existe dentro de la planta.

El material de empaque es analizado por el departamento de control de calidad, el cual determina la aceptación o el rechazo del material. A continuación se describe las normas de aceptación del material de empaque, utilizadas por el departamento de calidad, el tipo y cantidad de desperdicio diario.

### **2.2.1. Normas de aceptación del material de empaque**

Como se ha mencionado anteriormente, el departamento de control de calidad es el encargado de llevar a cabo el proceso de aceptación de la materia prima, y en el caso del material de empaque, realiza un análisis por cada lote ingresado a la bodega de materia prima, tomando una bobina como muestra sin tomar en cuenta el tamaño del lote, de esa bobina se seleccionan al azar 15 impresiones por bobina, es decir, 15 piezas que sirven para empaque cada unidad de Tortrix.

Después de seleccionar la muestra, efectúan el análisis correspondiente, el cual se basa en una observación de características propias del material empaque, estas son: el ancho; el espesor; el arte, el cual se refiere a la presentación visual del material; fotocelda, la cual da referencia del color por un estudio de luminosidad y la cantidad de impresiones por kilogramo (Imp/kg), siendo cada impresión, cada elemento que se utiliza para empaque del producto, en la tabla I se muestra el informe que utilizan en el departamento para llevar a cabo el análisis, en la columna de especificaciones se detalla los límites entre los cuales se debe encontrar cada característica, y en la columna de resultados muestran los resultados obtenidos del estudio.

**Tabla I. Análisis de material de empaque**

INFORME DE ANÁLISIS DE MATERIAL DE EMPAQUE			
PRODUCTO: Tortrix			
LOTE ASIGNADO: B			
FECHA DE ANÁLISIS: Marzo			
TAMAÑO: para 36 gramos de contenido			
ANÁLISIS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS	OBSERVACIONES
Ancho	9.003"	9,1	Materia prima
Espesor	0,00132	0,001312	en buenas
Arte	Aceptado	Aceptado	condiciones
Fotocelda	Aceptado	Aceptado	
Imp/kg	638-652	645	

Fuente: Departamento de control de calidad

El problema encontrado en el procedimiento de aceptación del material proveído para empacar, es la manera de seleccionar la muestra, pues la mayoría de veces no es una muestra significativa y confiable, y da lugar a que en el proceso de empaque se descubran muchos defectos, esto ocasiona, fallas en los equipos, pérdidas de tiempo y de recursos económicos, afectando la calidad del producto y por ende, disminuye el porcentaje de la efectividad del proceso.

### **2.2.2. Tipo de material de empaque**

Para conocer el tipo de material de empaque se recurrió al departamento de calidad, quienes son los encargados de seleccionar el material adecuado para la línea de Corn Chips. Anteriormente utilizaban el plástico para empacar el producto, pero el plástico no era capaz de conservar el producto por más tiempo, es por ello que actualmente utilizan papel metalizado.

Con lo anterior se puede considerar que el material de papel metalizado cumple con el desarrollo de tres funciones básicas de: protección, la cual considera la conservación y el resguardo apropiado del producto de acuerdo con sus características durante las diferentes fases; de comercialización, la cual se encarga de activar su promoción y una función social en el cual hace mención de la participación de los sistemas de empaque y embalaje en la participación de la calidad de vida en una sociedad.

### **2.2.3. Desperdicio de material de empaque**

Existen muchos puntos donde se desperdicia el material de empaque, uno de ellos es cuando el material llega a bodega de materia prima en mal estado, en este caso el proveedor cambia el material de empaque y el material desechado es depositado en el basurero municipal.

En este caso, únicamente se analizará el desperdicio de material empaque provocado por las sublíneas de Corn Chips, ya que aquí es donde se necesita conocer los índices de efectividad.

Para realizar el diagnóstico del desperdicio de empaque se usa la información del formato establecido en la figura 14, este reporte es llenado diariamente por los operadores de cada máquina empacadora, en el cual tienen que especificar el tipo y la cantidad del producto que realizan en su jornada de trabajo, la cantidad de material de empaque utilizada y el total del desperdicio, también son responsables de reportar el tiempo que la línea estuvo parada así como los motivos del paro, estos datos recolectados son clave y servirán más adelante para poder llevar un control específico.

Para conocer la cantidad de desperdicio se utiliza el método estadístico en el cual se selecciona una muestra aleatoria en el cual se toman resultados de 30 días y luego se calcula la media, para conocer dicha cantidad. Según el cálculo de 30 días, el promedio de desperdicio de material de empaque por día es de 2.5 kilogramos por cada sublínea de Corn Chips.

A pesar de contar con la información de las cantidades de desperdicio del material de empaque, la empresa no cuenta con un control de las causas que originan este problema, lo cual preocupa a los directivos ya que no pueden atacar el problema desde su origen y esto dificulta el mejoramiento de la efectividad del proceso y sus equipos.

A continuación se presenta el reporte que utilizan los operadores para dar información acerca del proceso de empaque:

**Figura 14. Reporte de empaque y fallas en la línea**

<b>REPORTE</b>				
No. DE LINEA:	<input type="text"/>	FECHA:	<input type="text"/>	
No. DE MÁQUINA:	<input type="text"/>	TURNO:	<input type="text" value="D"/>	<input type="text" value="M"/>
OPERADOR:	<input type="text"/>		<input type="text" value="N"/>	<input type="text" value="12HD"/>
		SUPERVISOR:	<input type="text"/>	
			<b>MATERIAL DE EMPAQUE</b>	
PRODUCTO	PRESENTACION	PRODUCCION	CONSUMO (kg)	DESPERDICIO (kg)
<b>FALLAS DE PROCESO</b>		<b>FALLAS DE EMPAQUE</b>		<b>CAMBIOS</b>
MOTIVO	TIEMPO	MOTIVO	TIEMPO	MOTIVO
<b>OTROS</b>		<b>OTROS</b>		<b>OTROS</b>
MOTIVO	TIEMPO	MOTIVO	TIEMPO	MOTIVO

Fuente: Departamento de ingeniería

### **2.3. Las seis grandes pérdidas de un proceso**

En este inciso se han interpuesto las seis grandes causas de las pérdidas de los procesos según TPM, las cuales afectan las tres variables que miden la efectividad de los equipos en el proceso de empaque.

A continuación se presenta el razonamiento de cada una de estas fallas, y la manera en que afectan a la disponibilidad, rendimiento y calidad, éstas son analizadas en la línea de Corn Chips utilizando el reporte de la figura 14 y la información procesada por el departamento de calidad.

#### **2.3.1 Fallas de equipo**

Estas son las fallas que aparecen repentinamente las cuales afectan directamente a las máquinas empacadoras utilizadas por los operadores. Estas fallas por lo general son inevitables, obvias y fáciles de corregir. Se ha demostrado que estas fallas afectan a la disponibilidad con la que cuentan los equipos para trabajar. Para poder atacar a estas fallas, el departamento de mantenimiento utiliza la aplicación de la técnica de confiabilidad, por medio de la cual establecen un tiempo en el que los equipos trabajen sin problemas.

Para conocer la cantidad de tiempo perdido por esta falla, se utiliza la información recolectada por los operadores en el reporte de la figura 14, ya que son ellos los que trabajan directamente con el equipo. La columna utilizada es la de falla de empaque, en la cual se colocan todas las causas de los paros las cuales son: por problemas mecánicos, eléctricos, cambios de equipo, descalibración del equipo y piezas en mal estado, la manera de poder distinguirlas es porque éstas se dan únicamente en las máquinas de empaque.

### 2.3.2 Preparación y ajustes de arranque

Este paro se da a causa de la preparación del equipo y maquinaria al iniciar una producción, cambio de productos, cambio de turno, etc.

La técnica utilizada por el departamento de mantenimiento para eliminar estos paros que afectan a la disponibilidad es llamada mantenibilidad, el cual es representado por una parte de la bondad del diseño de las instalaciones y por otra parte de la eficacia del servicio de mantenimiento. Se calcula como el inverso del tiempo medio de reparación de una avería. Este problema al igual que las fallas de equipo afecta a la disponibilidad de los equipos, y entre más paros hayan menos es la disponibilidad y la efectividad de trabajo disminuye.

Se ha notado que la empresa tiene una disponibilidad baja, por ello se dice que la mantenibilidad carece de procedimientos e instrucciones que puedan minimizar el tiempo de restablecimiento, esto también se debe a la carencia de un sistema de confiabilidad promedio y a la lentitud de reparación de los equipos, pues de lo contrario la mantenibilidad se amortiguaría y su disponibilidad sería alta.

Para el estudio de este paro, se analiza la columna de cambios del reporte de la figura 14, en el cual se coloca el tiempo perdido debido a cualquier cambio de turno o producto.

### 2.3.3. Paros menores e inactividad

Estos son todos aquellos paros que surgen en la línea de producción por problemas en otras áreas, por falta de insumos, falta de personal, falta de equipo, y trabajo en vacío que consiste que la máquina siga trabajando pero sin producir.

Para el factor anterior, la empresa utiliza la técnica de conservación, evitando de esta manera la degradación de los equipos. Entre sus actividades considera las siguientes:

- Actividades tendientes al mantenimiento y operación, que en conjunto evitarán la degradación del sistema, como lubricación programada,
- Actividades que atienden los problemas y fallas de los equipos, dentro de un tiempo establecido.

Para el estudio de esta falla se utiliza la columna de fallas de proceso en el reporte de la figura 14.

Con lo anterior se puede observar que la empresa aunque cuenta con la técnica de conservación, no incluye en ella un sistema preventivo específico en evitar las fallas de los equipos, de lo contrario, ayudaría a fortalecer su sistema de mantenimiento.

En el reporte de la figura 14, se encuentra una columna de las fallas con el nombre de otros, en esta columna se incluye el tiempo no trabajado debido a aquellas actividades programadas por la directiva como las reuniones.

Este tiempo no afecta en gran manera la disponibilidad de los equipos pues no se da con frecuencia, sin embargo se lleva control de ello.

Para conocer los porcentajes de tiempos muertos debido a las fallas anteriores y observar la manera en que afectan su disponibilidad, se lleva un control sobre el tiempo perdido en las actividades diarias, con el fin de conocer la ubicación donde se encuentra la causa mayor de paro, sabiendo de antemano que a los fallos de equipo también se le conoce como fallas de empaque, a preparación y ajustes de arranque se le distingue como cambios y a los paros menores e inactividad como falla de proceso, ver figura 15.

En las columnas de tiempos muertos se coloca la suma de tiempos de toda la semana de acuerdo a la clasificación anteriormente establecida en el reporte de la figura 14, luego se procede a calcular el porcentaje de cada una de las fallas de acuerdo al total de tiempo muerto, dividiendo el tiempo de cada falla entre el total de tiempos perdidos; luego en la columna de tiempo operativo se coloca el tiempo disponible de operación de acuerdo a los días o tiempo establecido para trabajar en la semana y por último para conocer el tiempo muerto total a la semana se divide el total de tiempos muertos entre el tiempo de operación, el cual es el tiempo con el que contaban los equipos para trabajar. En la figura 15 se muestra la manera en que se lleva a cabo el control respectivo.

Figura 15 Reporte de tiempos muertos

REPORTE DE TIEMPOS MUERTOS EN LA LINEA DE CORN CHIPS													
Tiempos Muertos Hrs													
SEMANAS	Proceso	Empaque	Cambio	Otros	Total	% Fallas proceso	% Fallas empaque	% Fallas cambios	% Otros	TIEMPO OPER	% TIEMPO		
JUNIO	CC1800	S1	31,88	7,85	4,15	3,44	47,12	67,00%	16,00%	8,00%	7,00%	144,00	32,72%
		S2	21,58	12,01	4,02	1,18	38,79	55,00%	30,00%	10,00%	3,00%	144,00	26,94%
		S3	29,05	8,26	1,45	3,26	40,02	72,00%	15,00%	3,00%	8,00%	144,00	27,79%
		S4	23,97	6,54	2,16	5,44	38,21	62,00%	17,00%	5,00%	14,00%	144,00	26,53%
		S5	16,01	6,33	4,43	8,40	35,17	45,00%	17,00%	12,00%	23,00%	144,00	24,42%
	TC1350	S1	18,50	16,45	0,43	1,30	36,68	50,00%	44,00%	1,00%	3,00%	144,00	25,47%
		S2	14,82	24,78	4,50	7,80	51,9	28,00%	48,00%	8,00%	14,00%	144,00	36,83%
		S3	3,50	17,63	2,40	2,01	25,536	13,00%	68,00%	9,00%	7,00%	144,00	17,73%
		S4	2,57	21,22	1,90	1,00	26,68	9,00%	79,00%	7,00%	3,00%	144,00	18,53%
		S5	17,95	9,68	0,77	0,63	29,03	61,00%	33,00%	2,00%	2,00%	132,00	21,99%
	CC350	S1	14,30	11,99	5,39	5,31	36,99	38,00%	32,00%	14,00%	14,00%	144,00	25,69%
		S2	6,88	15,15	10,55	1,75	34,33	20,00%	44,00%	30,00%	5,00%	144,00	23,84%
		S3	8,72	9,17	1,84	1,05	20,78	41,00%	44,00%	8,00%	5,00%	144,00	14,43%
		S4	13,93	9,63	2,30	0,33	26,19	53,00%	36,00%	8,00%	1,00%	144,00	18,19%
		S5	25,05	10,60	0,60	1,10	37,55	66,00%	28,00%	2,00%	2,00%	132,00	28,45%

Fuente: Departamento de ingeniería

### 2.3.4. Baja velocidad de operación

Este problema ocurre cuando el equipo no está trabajando a la capacidad de diseño o de programación, por lo tanto existe desperdicio de energía y capacidad de la máquina que se convierte a altos costos de producción, este problema es capaz de afectar al rendimiento de los equipos.

Para el análisis de este problema se realiza un monitoreo de la velocidad a la que trabajan las máquinas, por medio de una toma de tiempos, basado en las cantidad de golpes por minuto (g/min) de cada máquina empacadora, establecido por el departamento de producción y de mantenimiento. Este monitoreo es realizado por el supervisor de empaque, y es llevado a cabo cada vez que se considera necesario, pues según resultados obtenidos demuestran que las máquinas se encuentran dentro de los estándares establecidos de velocidad.

Con este control se puede conocer los golpes por minuto es decir las unidades de Tortrix empacadas por cada minuto a la que trabajan las máquinas, esta información es utilizada para verificar si realmente se encuentran trabajando a la velocidad programada.

Con lo anterior se puede analizar que este factor no afecta en gran manera al rendimiento de los equipos, si no que probablemente sean otros factores de capacidad o incluso el tiempo de operación, y estos factores de rendimiento basados en la efectividad de los equipos, no son controlados ni analizados por la empresa.

La tabla II presenta la manera en que realiza el monitoreo de las velocidad de las máquinas, sabiendo que el promedio de golpes por minuto deberá encontrarse en 48.

**Tabla II. Control de velocidad de las máquinas**

Fecha = Abril						
Línea supervisada = CC 1800						
Hora	Máquina 1 g/min	Máquina 2 g/min	Máquina 3 g/min	Máquina 4 g/min	Máquina 5 g/min	Máquina 6 g/min
10:00 A.M.	50	48	48	50	48	49
11:00 A.M.	49	48	48	50	48	49
12:00 P.M.	49	50	49	50	48	48
3:00 P.M.	49	51	50	50	48	48
4:00 P.M.	50	48	50	48	48	49

Fuente: Departamento de ingeniería

### **2.3.5. Producto terminado defectuoso**

El producto terminado defectuoso genera pérdidas de tiempo y costo, también influye en minorizar la confiabilidad de la variable de calidad. Los defectos en proceso son todos aquellos que se hacen durante la marcha o durante el proceso de empaque.

El departamento de calidad es el encargado de cuantificar la cantidad de producto rechazado debido a que no cumple con los parámetros de calidad que requiere. Ver figura 16.

### **2.3.6 Bajo rendimiento del producto terminado**

Esto se da cuando el producto terminado no cumple con las especificaciones de peso ya establecidas. Esto ocurre cuando el producto terminado sobrepasa los límites de peso establecidos.

Por este aspecto el departamento de control de calidad es el encargado del análisis y de proceder al paso siguiente que es el rechazo del producto o reprocesarlo.

Para conocer la cantidad de producto terminado defectuoso y bajo rendimiento, el departamento de control de calidad, realiza un monitoreo de la calidad del producto y de su peso, llevando un historial de toda esta documentación, para conocer y saber si el producto cumple con sus estándares establecidos.

Sin embargo, la empresa no cuenta con un control que determine con el porcentaje de calidad con el cual se cuenta, ni con un control que establezca y cuantifique las causas del producto defectuoso como se menciona en el inciso 2.2.3., pues además de contribuir a mejorar el porcentaje de calidad, ayudaría a disminuir el porcentaje de desperdicio de empaque debido a las causas que lo generan.

En la figura 16, se muestra la manera en la cual el departamento de calidad lleva un historial del producto rechazado ya sea por defectos o por bajo rendimiento del producto.

Figura 16. Cantidad de producto rechazado

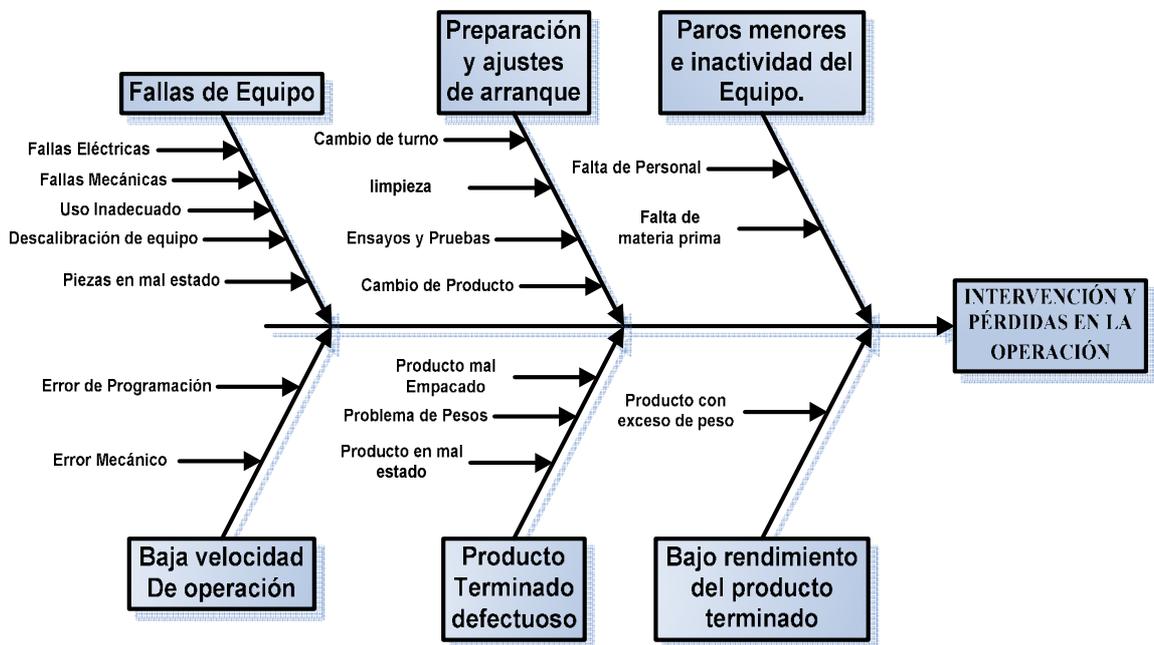
Producto	Fecha	LINEA	Cantidad Producto (Kg)	RAZÓN	DISPOSICIÓN
Tortrix Barbacoa	03/08/2006	TC1350	164,16	Producto con arrugas y fugas.	Reproceso
Tortrix Barbacoa	04/08/2006	TC1350	403,2	Producto con código ilegible.	Reproceso
Tortrix Con Chicharrón	10/08/2006	TC1350	348	Producto con humedad alta, (2.8).	Rechazado
Tortrix Barbacoa	11/08/2006	TC1350	17,2	Producto con contaminación cruzada con TTB.	Rechazado
Tortrix Barbacoa	12/08/2006	TC1350	18,1	Producto con pesos bajos.	Reproceso
Tortrix Barbacoa	12/08/2006	TC1350	38,01	Producto con código ilegible.	Reproceso
Tortrix Barbacoa	13/08/2006	TC1350	48,3	Producto con sello devil.	Reproceso
Tortrix Barbacoa	13/08/2006	TC1350	34,56	Producto con fuga y sin código.	Reproceso
Tortrix Barbacoa	14/08/2006	TC1350	8,64	Producto con código ilegible.	Reproceso
Tortrix Barbacoa	25/08/2006	TC1350	25,92	Producto con fuga.	Rechazado
Tortrix Barbacoa	25/08/2006	TC1350	82,94	Producto con fuga.	Reproceso
Doraditas Barbacoa	26/08/2006	TC1350	4,608	Producto con pesos bajos.	Reproceso
Doraditas Barbacoa	26/08/2006	TC1350	11,52	Producto con fugas	Reproceso
Tortrix Con Chicharrón	28/08/2006	TC1350	7,2	Producto con ciza dura.	Reproceso
Tortrix Con Chicharrón	28/08/2006	TC1350	109,2	Producto con fuga.	Reproceso
Tortrix Con Chicharrón	28/08/2006	TC1350	14,4	Producto con fuga.	Reproceso
Tortrix Con Chicharrón	28/08/2006	TC1350	0	Bobina con golpe y papel deslaminado.	Reproceso
Tortrix Con Chicharrón	28/08/2006	TC1350	9,6	Producto con pesos bajos.	Reproceso
Tortrix Barbacoa	29/08/2006	TC1350	173,95	Producto con humedad alta.	Rechazado
Tortrix Con Chicharrón	30/08/2006	TC1350	0	Bobina que produce fuga.	Rechazado

Fuente. Departamento de control de calidad

Definiendo el análisis de las seis grandes pérdidas, se establece que son las responsables de intervenir en las pérdidas de operación, y para concretarlo se utiliza un diagrama de causa y efecto, especificando las causas que llevan como consecuencia a las seis grandes pérdidas de los procesos, las cuales fueron detalladas con anterioridad en cada una de ellas.

A continuación se presenta el diagrama de Causa y Efecto en la figura 17, el cual permite que los grupos se organicen en cantidades de información sobre el problema y determinar las posibles causas, pues finalmente aumenta la probabilidad de identificar las causas principales.

Figura 17. Diagrama de Causa y Efecto de pérdidas en la operación



## 2.4. Tecnología

La tecnología utilizada en las máquinas empacadoras de la línea de Corn chips es una de las más avanzadas. En las máquinas empacadoras se utiliza una tecnología a base de controladores programables PLC, lo que facilita el uso de ellas. Las máquinas se describen a continuación.

### **2.4.1. Maquinaria**

Las máquinas empacadoras que utiliza la empresa se encuentran en buenas condiciones, estas son llamadas Ishidas, las cuales constan de dos tubos, que son encargados de introducir el producto al empaque y sellarlos, cada tubo empaca a un ritmo de 48 unidades por minuto.

En este inciso se definen los componentes principales de las máquinas empacadoras o pesadoras y sus funciones principales, así como también la capacidad de producción de cada una de las sublíneas de Corn Chips.

#### **a. Componentes principales de la máquina**

Los componentes principales de la máquina Ishida, son 12, los cuales se enumeran a continuación:

##### **a.1 Canal de introducción**

El canal de introducción orienta el producto desde el alimentador hasta el centro del plato de dispersión.

##### **a.2 Plato de dispersión**

Gracias a la vibración del alimentador de dispersión, el plato de dispersión conduce el producto desde el canal de introducción hacia los canales radiales.

### **a.3 Alimentador de dispersión**

Es el disco circular que vibra para conducir el producto hacia los alimentadores radiales. La cantidad de flujo del producto se controla mediante un sensor de peso que detecta la cantidad de producto en el plato de dispersión

### **a.4 Canal radial**

Los canales radiales reciben las vibraciones emitidas por los alimentadores radiales y conducen el producto hacia las tolvas de depósito.

### **a.5 Alimentador radial**

El alimento radial vibra para desplazar el producto a lo largo de los canales radiales.

### **a.6 Tolva de depósito**

Cada tolva de depósito recibe el producto suministrado por el canal radial situado encima y lo retiene provisionalmente durante un intervalo de tiempo sincronizado con el pesado del producto. Las tolvas se abren y se cierran a medida que se realiza la operación.

### **a.7 Tolva de pesado**

Las tolvas de pesado pesan el producto que reciben de las tolvas de depósito.

#### **a.8 Unidad de peso/Accionamiento**

Activa la apertura/cierre de las tolvas de pesado y de depósito. Además contiene la célula de carga que detecta el peso del producto de las tolvas de pesado.

#### **a.9 Canal colector**

El canal colector recibe y agrupa del producto descargado por las tolvas de pesado y lo envía hacia el canal redescarga.

#### **a.10 Canal de descarga**

El canal de descarga agrupa el producto descargado por el canal colector y lo envía hacia la tolva de temporización o hacia la envasadora.

#### **a.11 Tolva de temporización (opcional)**

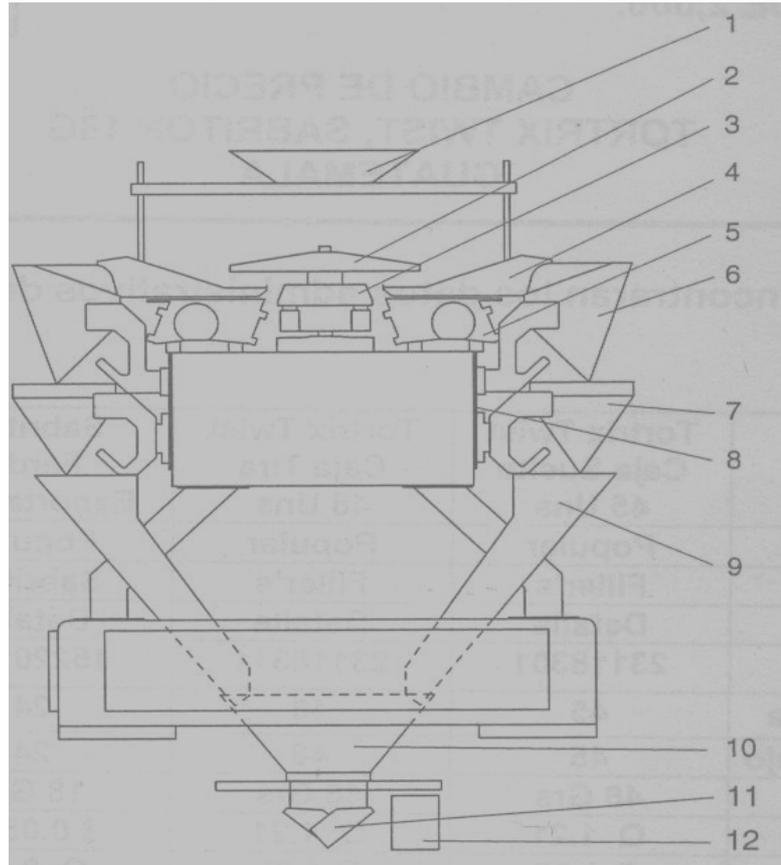
La tolva de temporización sirve de depósito provisional para el producto que llega desde las tolvas de pesado y controla la temporización de descarga hacia la envasadora.

#### **a.12 Unidad de accionamiento de la tolva de temporización**

La unidad de accionamiento de la tolva de temporización activa la apertura/cierre de la tolva de temporización.

En la figura 18, se presenta la ubicación de cada uno de los componentes descritos con anterioridad, siguiendo su respectivo orden.

**Figura 18. Componentes principales de las máquinas empacadoras**



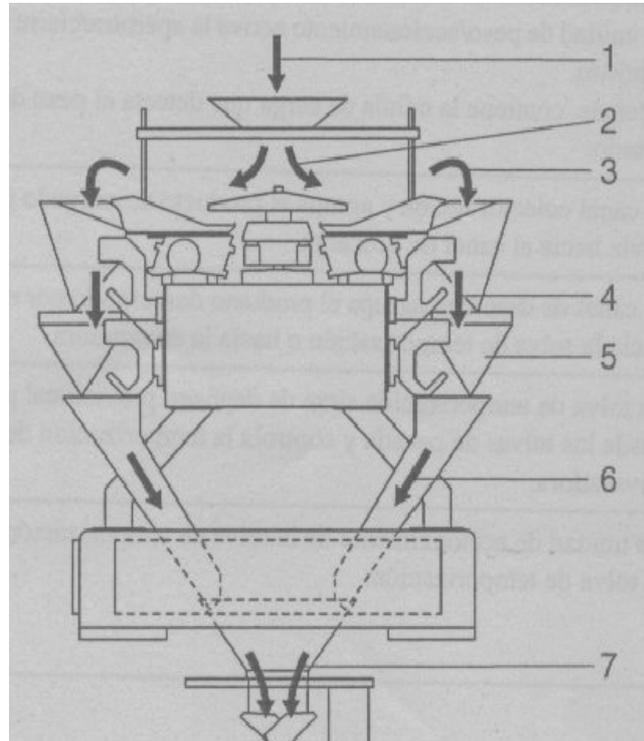
### **b. Descripción del funcionamiento**

Para poder explicar el funcionamiento de las máquinas de empaque, en este párrafo se describen las etapas de funcionamiento desde el momento en que se recibe el producto del alimentador hasta que se pesa, se calcula la combinación y la tolva de temporización efectúa la descarga. El procedimiento de la máquina es el siguiente:

- b.1. El producto es enviado al canal de introducción desde el alimentador ubicado en la posición delantera.
- b.2. El producto se desplaza del canal de introducción al plato de dispersión, que vibra para transportarlo hacia los canales radiales.
- b.3. Los canales radiales vibran para transportar el producto hacia las tolvas de depósito.
- b.4. Las tolvas de depósito descargan el producto en las tolvas de pesado.
- b.5. El producto se pesa en las tolvas de pesado.
- b.6. Seleccionar las tolvas de pesado de manera que el peso se aproxime lo más posible y no sea inferior al peso nominativo. A continuación el producto de las tolvas seleccionadas es descargado.
- b.7. El producto es recogido en el canal colector y descargado por el canal de descarga.
- b.8. Si hay instalada una tolva de temporización, el producto será descargado a petición de la envasadora.

El procedimiento descrito con anterioridad se esquematiza en la figura 19, donde se muestra el lugar donde se lleva a cabo cada procedimiento descrito con anterioridad.

**Figura 19. Funcionamiento de la máquina empacadora**



#### **2.4.1.1. Capacidad de las máquinas de empaque**

Para establecer la capacidad de empaque de las tres sublíneas de Corn Chips, se utiliza la capacidad con la que cuenta la maquinaria que produce el granel, esta maquinaria se encuentra en otra área independiente del área de empaque, la cual se le conoce como el área de cocina. El análisis de la capacidad de las líneas servirá para conocer el rendimiento de los equipos de empaque, lo que su vez ayudará a conocer la efectividad del proceso. El cálculo se ejecuta por separado y se realiza de la siguiente manera.

#### a. Capacidad de la línea TC 1350

La línea de producción número uno es llamada TC 1350, lo que significa que la cocina es capaz de producir 1350 libras del producto por cada hora. Como se mencionó anteriormente, será la capacidad del área de cocina que ayudará a determinar el rendimiento de las máquinas de empaque. En el área de empaque la línea cuenta con 5 máquinas empacadoras. (ver figura 20).

Es preciso conocer la producción que la línea debe cumplir diariamente.

Para su facilidad, la capacidad de la línea es transferida a kilogramos,

$$1350 \text{ libras / hr.} * 1 \text{ kg. / 2.2 lb.} = 613.64 \text{ kg./hr}$$

1350 lbs / hr = **613.64 kg. /hr.** Es la capacidad de producción de la línea.

Para conocer la capacidad diaria, se multiplica por el número de horas disponibles al día, y la empresa trabaja las 24 horas del día,

613.64 kg./hr. \* 24 hrs. = **14730 kgs./ día** , esta cantidad de kilogramos es la que el área de cocina debería de producir y por lo tanto esta cantidad es la que las máquinas deben de empacar a diario.

Para verificar la capacidad de empaque de acuerdo a la capacidad de cocina se realiza el siguiente análisis.

Sabiendo que las máquinas Ishidas son las encargadas del empaque y que cada una trabaja con 2 tubos a 48 golpes por minuto (g/min) cada tubo, se realiza el cálculo de la capacidad de empacar de cada uno de estos tubos.

La empresa ha establecido como criterio propio que los tubos trabajan al 80% de su eficiencia diseñada, este parámetro es debido a que siempre existen fallos, y problemas de diseño. Si se sabe cada tubo de las máquinas empacadoras trabaja al 48 g/min, se realiza lo siguiente,

$$48 \text{ golpes/min.} * 80\% = 38.4 \text{ golpes/min.}$$

Conociendo los golpes por hora,

$$38.4 \text{ golpes/min} * 60 \text{ min.} = 2304 \text{ golpes/ hr}$$

Cada golpe equivale a una unidad de Tortrix, y cada unidad contiene 0.036 kilogramos de producto, es decir que un golpe contiene 0.036 kilogramos.

Convirtiendo los golpes a kilogramos,

$$2304 \text{ golpes/ hr} * 0.036 \text{ kg/golpes} = \mathbf{82.94 \text{ kg / hr capacidad de cada tubo}}$$

Para conocer si la cantidad de máquinas en la línea de empaque, cuenta con el número adecuado y con la capacidad para cubrir la producción diaria, se divide la capacidad de producción de la cocina, entre los kilogramos por hora de cada tubo.

$$(613.64 \text{ kg. /hr}) / (82.94 \text{ kg / hr}) / \text{tubo} = 7.40 \text{ tubos} = \mathbf{8 \text{ tubos}}$$

↑  
Capacidad de producción de granel

Esto quiere decir que si cada máquina opera con 2 tubos son necesarias únicamente 4 máquinas, para cumplir con el empaque de la producción diaria del granel, por lo tanto se define que la capacidad de las máquinas de empaque es más que competente, ya que ésta cuenta con 5 máquinas. Debido a esto se puede observar que la empresa no aprovecha al máximo la capacidad de sus equipos.

#### **b. Capacidad de la línea CC 1800**

La línea de producción número 2 es llamada CC 1800, es decir que la cocina es capaz de producir 1800 libras de granel por cada hora, para luego ser empacado. En el área de empaque, esta línea cuenta con 6 máquinas empacadoras (ver figura 20).

La producción en kilogramos que la línea debe cumplir diariamente se basa en su capacidad de producción y se calcula de la misma manera que la línea TC1350.

Convirtiendo a kg/hr:

$$1800 \text{ libras / hr.} * 1 \text{ kg. / 2.2 lb.} = 818.18 \text{ kg/hr}$$

1800 lbs /hr = **818.18 kg. /hr.** Es la capacidad de producción de granel de la línea.

Para conocer la capacidad diaria, se multiplica por el número de horas disponibles al día, siendo la disponibilidad de la línea de 24 horas.

$818.18 \text{ kg./hr.} * 24 \text{ hrs.} = \mathbf{19640 \text{ kgs./ día}}$  , ésta es la cantidad de kilogramos que las máquinas deben empacar a diarios.

Al igual que en la línea 1, se procede a realizar el mismo procedimiento para determinar si la cantidad de máquinas empacadoras son suficientes para cumplir con la meta de producción establecida, de acuerdo a la capacidad de producción del granel.

Las máquinas de ésta línea, trabajan con 2 tubos a 48 golpes por minuto cada tubo, y la eficiencia de las máquinas siempre es medida conforme al 80% de su eficiencia real.

$48 \text{ golpes/min.} * 80\% = 38.4 \text{ golpes/min.}$

Conociendo los golpes por hora,

$38.4 \text{ golpes/min} * 60 \text{ min.} = 2304 \text{ golpes/ hr}$

Cada golpe equivale a una unidad y cada unidad contiene 0.036 kilogramos de producto, es decir que un golpe contiene 0.036 kilogramos.

Convirtiendo los g/min a kg/min,

$2304 \text{ golpes/ hr} * 0.036 \text{ kg/golpe.} = \mathbf{82.94 \text{ kg / hr, capacidad de empaque de cada tubo.}}$

Con la capacidad de cada tubo se puede conocer la cantidad de máquinas, sabiendo de antemano que cada empacadora cuenta con 2 tubos, para esto se divide la capacidad de producción de granel de la línea entre la capacidad cada tubo.

$$(818.18 \text{ kg. /hr}) / (82.94 \text{ kg / hr}) = 9.86 \text{ tubos} = \mathbf{10 \text{ tubos}}$$

↑  
Capacidad de producción de granel

En esta línea se necesitan 10 tubos lo cual es equivalente a contar con 5 máquinas, por lo cual se establece que la línea 1800 en el área de empaque si es capaz de cumplir con la producción diaria del granel.

### c. Capacidad de la línea CC 950

La línea de producción número 3 es llamada CC 950, es decir que la cocina es capaz de producir 950 libras por cada hora. Cuenta con 6 máquinas. (ver figura 20). La capacidad en kilogramos se calcula de la siguiente manera:

$$950 \text{ libras / hr.} * 1 \text{ kg. / 2.2 lb.} = 431.82 \text{ kg/hr}$$

950 lbs /hr = **431.82 kg. /hr. Es la capacidad de producción de granel de la línea.**

Para conocer la capacidad diaria, se multiplica por el número de horas disponibles al día:

$$431.82 \text{ kg./hr.} * 24 \text{ hrs.} = \mathbf{10360 \text{ kgs/día}}$$

Las máquinas 1 y 2 de esta línea, cuentan con dos tubos y las máquinas 3, 4, 5 y 6 cuentan con un tubo, haciendo un total 8 tubos. Las 6 máquinas con las que cuenta esta línea, tienen que ser capaces para cumplir con el empaque de la producción diaria. Y se verifica de la siguiente manera:

Cada tubo trabaja a 48 golpes por minuto, y al igual que todas las máquinas, la eficiencia es medida sobre el 80%.

$$48 \text{ golpes/min.} * 80\% = 38.4 \text{ golpes/min.}$$

$$38.4 \text{ golpes/min} * 60 \text{ min.} = 2304 \text{ golpes/ hr}$$

Cada golpe equivale a una unidad y cada unidad contiene 0.036 kilogramos de producto, es decir que un golpe contiene 0.036 kilogramos.

$$2304 \text{ golpes/ hr} * 0.036 \text{ kg/golpe.} = \mathbf{82.94 \text{ kg / hr, esta es la capacidad de empaque de cada tubo.}}$$

Para conocer la cantidad de tubos se divide la capacidad de producción de la línea entre los kilogramos por hora de cada tubo.

$$(431.82 \text{ kg. /hr}) / (82.94 \text{ kg / hr}) = 5.21 \text{ tubos} = \mathbf{6 \text{ tubos}}$$

 Capacidad de producción de granel

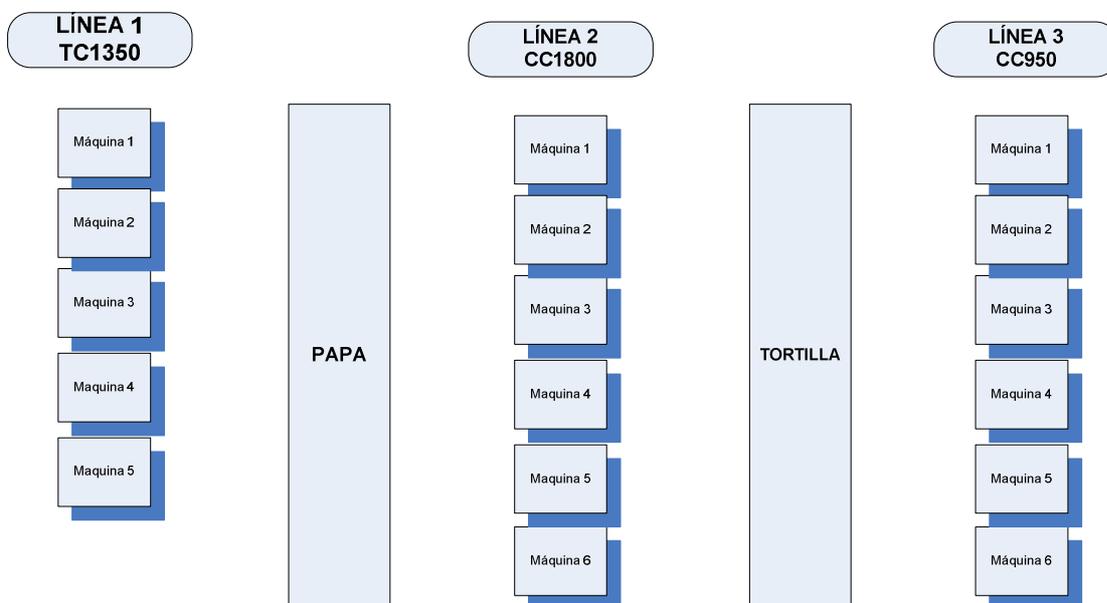
Si la línea cuenta con 8 tubos, y únicamente necesita 6, se dice que la línea es capaz de cumplir con el empaque de la producción diaria de granel.

Debido a los resultados obtenidos en el análisis anterior se determina que todas las líneas pueden cumplir con el empaque de la producción total de granel, puesto que se exceden del número de máquinas necesarias para poder llevarlo a cabo, esto ocasiona pérdidas de tiempo o incluso que no trabajen todas las máquinas, lo cual hace que no se aproveche la capacidad total de los equipos, afectando de esta manera al rendimiento y efectividad del proceso.

La empresa aún no cuenta con un sistema que controle el rendimiento real de los equipos, pues de lo contrario podrían observar más de cerca el desaprovechamiento de los recursos con los que cuentan.

En la figura 20 se muestra la cantidad y ubicación actual de las máquinas empacadoras.

**Figura 20. Ubicación de líneas de producción**



### **2.4.2. Equipo**

El equipo se refiere al conjunto de aparatos, componentes, dispositivos, necesarios para el proceso del producto, medición de ciertas características del producto terminado, como el peso, fugas, etc.

Mediante un recorrido por la empresa se determinó que se encuentra abastecida de los equipos necesarios para llevar a cabo sus procesos de la mejor manera, los equipos utilizados son: pilas de reposo, banda lavadora de materia prima, marmitas, silos para guardar el maíz, etc.

Sin embargo, la empresa ha pasado por alto otros equipos necesarios para poder controlar su eficiencia, aparatos como balanzas, las cuales sirven para medir la cantidad de desperdicio de empaque, lo que genera que los operadores reporten a estimación propia y se trabaje con información no verídica, además no cuenta con la cantidad de cronómetros necesarios para tener un mejor control sobre el rendimiento de sus trabajadores y procesos, lo cual genera que las personas no se preocupen por evaluar el rendimiento de la línea.

## **2.5 Análisis del personal**

Para poder establecer un control de eficiencias, el recurso humano juega el papel más importante. El más importante en la empresa es el personal operativo.

Para conocer el grado académico de los operadores, empacadores y encargados de bodega, se recurrió a los encargados de capacitación, quienes cuentan con documentación del personal. En la tabla III se presentan los resultados de la cantidad de mano de obra directa para el proceso de empaque en la línea de Corn Chips, y el grado académico correspondiente

**Tabla III. Cantidad de mano de obra**

<b>Puesto</b>	<b>GRADO ACADÉMICO</b>			<b>TOTALES</b>
	<b>Nivel primario</b>	<b>Nivel secundario</b>	<b>Nivel medio</b>	
Operadores de empaque	10	8	15	33
Auxiliares de empaque	21	29	13	63
Encargados de bodega	0	0	10	10

Fuente: Personal de capacitación

También fueron identificados en las líneas de Corn Chips, un conjunto de conocimiento, habilidades actitudes y aptitudes necesarias para desempeñar el trabajo del operador los cuales se presentan en la tabla IV.

Tabla IV. Cuadro de conocimientos y habilidades

CONOCIMIENTOS, HABILIDADES, ACTITUDES Y APTITUDES REQUERIDAS <sup>3</sup>			
Conocimientos	Habilidades físicas y mentales	Actitud /interpersonal	Aptitudes
<p>Planeación y gestión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Areas estratégicas del negocio.</li> <li>• Fases del proceso productivo.</li> <li>• Aseguramiento calidad.</li> <li>• Enfoque al cliente.</li> <li>• Principios del trabajo en equipo y grupos de mejora.</li> <li>• Administración de recursos.</li> <li>• Control estadístico de proceso.</li> <li>• Eliminación de desperdicios.</li> </ul> <p>General:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura y comprensión.</li> <li>• Cálculos numéricos.</li> <li>• Ecología.</li> </ul> <p>Operación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación maquinaria.</li> <li>• Mantenimiento de equipo.</li> <li>• Materia prima.</li> <li>• Materias primas auxiliares.</li> <li>• Seguridad e higiene.</li> <li>• Básicos de herramientas.</li> <li>• Informática.</li> </ul>	<p>Gestión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Decisiones rápidas en el proceso.</li> <li>• Respuestas a errores típicos.</li> <li>• Elegir entre opciones.</li> <li>• Respuesta a errores no típicos.</li> <li>• Recuperar conocimientos ante problemas.</li> </ul> <p>Operación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia en manejar maquinaria.</li> <li>• Vigilar equipo.</li> <li>• Manejo de información para ejecutar tareas.</li> <li>• Programación de equipo.</li> <li>• Manejo de información sobre resultados de la tarea.</li> <li>• Memorización para tarea rutinaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voluntad de cooperación y comunicación.</li> <li>• Trabajar en equipo.</li> <li>• Disciplina.</li> <li>• Identificarse con los objetivos de la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad intuitiva en el trabajo.</li> <li>• Capacidad de atención visual, de tacto y de oído.</li> </ul>

Mediante conversaciones con el personal operativo, se observó que el personal se encuentra totalmente desmotivado para realizar su trabajo, ya que sus jefes y supervisores no mantienen una comunicación directa y constante con ellos, además no reciben adiestramiento individual el cual les serviría para aclarar todas sus dudas, esto conlleva a que el personal no se preocupe por aportar su mejor trabajo a la empresa, y a la hora de brindar información lo hace de una manera incorrecta. Todo esto provoca que a la hora de procesar toda información brindada por ellos de resultados completamente irreales.



### **3. FASES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA EFECTIVIDAD TOTAL DEL EQUIPO EN LA LÍNEA DE CORN CHIPS**

Efectividad Total del Equipo (ETE), es un sistema aplicado para poder controlar el comportamiento y funcionamiento de un proceso, con la ayuda directa del personal. Con los resultados obtenidos de la condición actual del área de empaque en la línea de Corn Chips, se pudo determinar que no se cuenta con un registro del comportamiento diario, y que para realizarlo es necesario que los datos que se obtienen en los reportes sean completamente confiables, además se necesita de un programa de mantenimiento que prevea inconvenientes en los equipos debido a las constantes fallas que se presentan, capacitando al personal para que sean capaces de resolver los problemas que se produzcan en la línea, pues de lo contrario, el porcentaje de eficiencia de la línea no se podrá mejorar y será relativamente bajo.

Debido a la necesidad de la empresa de llevar un control que verifique la efectividad de los equipos de empaque, se pretende crear un sistema que pueda controlar todos los puntos críticos de efectividad por medio de las variables de disponibilidad, rendimiento y calidad del proceso de empaque de la línea de Corn Chips, según lo establece el sistema de ETE.

La implementación del sistema de control basado en la Efectividad Total del Equipo, se lleva a cabo en 3 fases, básicamente, aquí se mencionan los pasos las actividades, metodología y acciones que son necesarias para la implementación y ejecución del proyecto, desarrollando nuevos caminos para el control de las variables de efectividad mencionadas.

### **3.1. Fase de preparación**

En la fase de preparación, se pretende preparar las condiciones para la implementación del programa en forma profesional.

En esta fase, el supervisor de empaque deberá realizar el lanzamiento oficial del proyecto empresarial, oficializándolo en una reunión en la que se inviten a las personas involucradas a la iniciación de este proyecto. En dicha reunión de carácter social, la dirección deberá confirmar su compromiso de implementar el programa y se informarán los planes a desarrollar. De esta forma la dirección queda comprometida al apoyo del programa hasta sus últimas consecuencias.

Para esto se debe elaborar una planificación extremadamente cuidadosa, tratando de tener en cuenta hasta los más mínimos detalles, desarrollando los pasos que se describen en los incisos que conforman esta fase.

#### **3.1.1. Integración de grupos autónomos de control y de mejora**

La dirección y el supervisor de empaque serán los encargados de formar los grupos de trabajo para la realización del proyecto, ellos tienen que estar conscientes que para mejorar la efectividad de una planta sin atención en el elemento humano, finalmente terminará fallando.

Varios factores claves deben ser considerados, incluyendo; motivación a los empleados para soportar las nuevas iniciativas, un progresivo entrenamiento del programa, procedimientos y manuales claramente escritos.

El programa de mejoramiento de efectividad total del equipo deberá ser promovido a través de una estructura de pequeños grupos. Los grupos estarán conformados por los operadores de cada sublínea de Corn Chips, donde se tomará a uno como líder, este tendrá como objetivo principal, controlar que cada operario trabaje de forma óptima, que realicen sus tareas asignadas las cuales están descritas en la fase de implementación, dará ideas de mejoras continua en la línea.

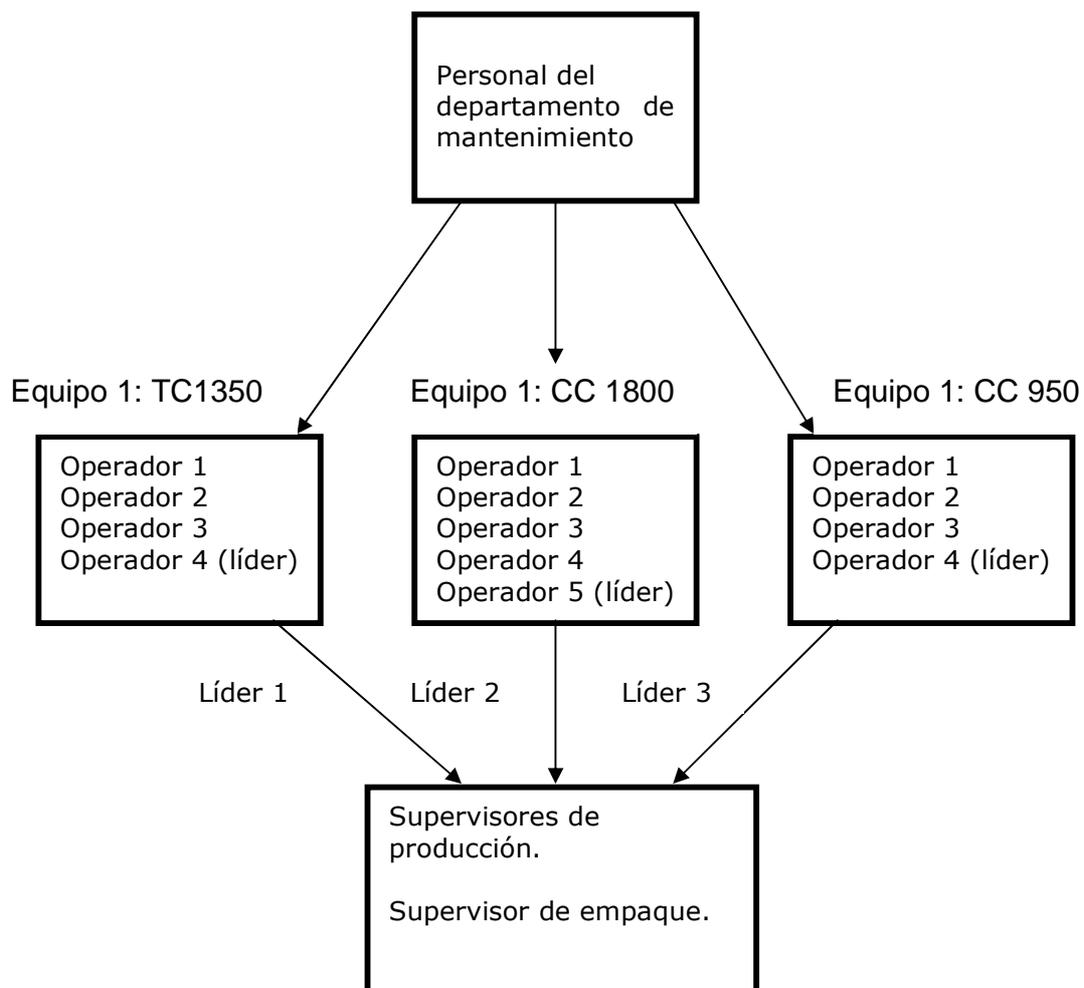
El líder será elegido por los mismos operarios o bien por el encargado de la supervisión de los equipos, en este caso el supervisor de empaque, el líder deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Responsable
- b) Comunicativo
- c) Influyente en los demás
- d) Exigente
- e) Buen trabajador
- f) Comprometido
- g) Comprensivo

Los líderes de cada sublínea de Corn Chips serán miembros de grupos de un nivel más alto y tendrán como objetivo principal, controlar a sus grupos asignados. También la alta dirección deberá involucrar al departamento de mantenimiento y los supervisores de producción ya que son ellos los que mantienen una relación directa con el personal operativo.

En la figura 21, se presenta la forma en la cual se deben crear los equipos de las sublíneas de Corn Chips, los cuales deben ser examinados y observados por el departamento de mantenimiento, y cada líder deberá reportar el comportamiento de los integrantes y la situación de la línea a los supervisores de producción y de empaque.

**Figura 21. Equipo piloto**



#### **3.1.1.4. Anuncio de la implementación**

Por medio de una reunión con todos los equipos, la alta gerencia tendrá que anunciar su decisión de introducir el nuevo programa. Todos los empleados deben comprender el porque de la introducción del proyecto en su empresa y estar convencidos de su necesidad.

Es necesario que cuando se formule el compromiso por todos los integrantes, se deje claro la intención de seguir el programa hasta su finalización.

La promoción del proyecto puede apoyarse con información visual donde se nombre el personal que se involucrará e información en la cual consistirá el proyecto, ésta deberá ser pegada en los tableros de información, ubicados en la planta de producción y en la cafetería.

#### **3.1.1.5. Capacitación y adiestramiento**

De acuerdo al análisis del personal en el inciso 2.5, la empresa debe estar consciente de la necesidad de una educación introductoria para el nuevo programa, el personal de capacitación deberá encargarse de esta actividad.

Lo primero que el personal debe aprender es a dar la información verídica y exacta para poder asegurarse que se estará trabajando con información real, de esta manera los resultados obtenidos de la eficiencia de las líneas serán verdaderos.

La capacitación del personal debe consistir en:

- a. Curso introductorio del programa de Efectividad total del equipo, conociendo su importancia, pasos de implementación, procedimiento para el cálculo de la eficiencia y la manera en la que ellos participan en el nuevo sistema,
- b. Explicación de la manera correcta de llenar los reportes
- c. Desempeño laboral de cada uno
- d. Curso de lubricación básica, (ver inciso 3.2.3.3.)
- e. Curso de la rutina de limpieza en las máquinas de empaque, (ver inciso 3.2.3.3)
- f. Examen final a cada persona, con el fin de observar si pudo asimilar todo lo impartido.

Es posible que se tenga que repetir estos pasos varias veces antes de que un trabajador capte correctamente lo que debe hacer.

Además, el departamento de mantenimiento deberá seguir con las capacitaciones llevadas a cabo en los años anteriores, basadas en Mantenimiento productivo total (TPM), la cual ayudará a reforzar el programa.

Esto dará como resultado que el operador se encuentre apto para realizar mejoras en su eficiencia y por ende mejore la efectividad de su línea, además de ayudar al personal de otras líneas o compañeros de su mismo equipo.

### **3.1.1.6. Entrenamiento y habilidades de operación**

Hay una gran diferencia entre explicar a los trabajadores cómo se hace una tarea y transmitir conocimientos teóricos y prácticos con éxito.

Aun después del adiestramiento, los trabajadores tendrán muchas dudas, las cuales se resolverán con la práctica por medio de un entrenamiento, el entrenamiento deberá estar a cargo de los instructores del departamento de mantenimiento, pues ellos son los que se encargan de la preparación técnica del personal operativo.

El entrenamiento se debe de enfocar al personal de la siguiente manera:

- Operación correcta de los equipos,
- Control de consumo y desperdicio de material de empaque
- Ajustes mecánicos y eléctricos de la máquina cuando se necesario
- Buenas prácticas de manufactura
- Cumplir con las normas básicas de seguridad

La empresa debe de realizar instructivos de mantenimiento y procedimientos de operación, claramente descritos para que aseguren que los operadores realizarán correctamente sus trabajos, tal como se muestran en los incisos 3.2.3.2, 3.2.3.3, y 3.2.3.4, donde se detalla paso a paso el trabajo que se deberá realizar.

El entrenamiento se basará principalmente en lo descrito en la fase de realización, pues de aquí es donde empezará la implementación formal del programa.

### **3.1.2. Accesibilidad**

Antes de realizar cualquier proyecto, la empresa debe de verificar su accesibilidad. De acuerdo con la naturaleza del sistema de ETE, a los directivos de Frito Lay les corresponde verificar la accesibilidad basada en lo siguiente:

- Si es un proyecto de alta necesidad, justificando con los problemas existentes, de descontrol en la efectividad del proceso de empaque.
- Si se cuenta con el personal adecuado para dirigir este procedimiento,
- Si es posible la obtención de toda la información
- Si personal operativo se encuentra dispuesto para realizar los equipos
- La empresa está preparada para aceptar el reto

### **3.2. Fase de realización**

En la fase de realización se implementa el programa, para ello se tiene que conocer los índices que sirven para medir la efectividad de los equipos, los cuales son: disponibilidad, rendimiento y calidad. Debido a que la empresa no cuenta con este control, debe de realizar un programa que ejecute este procedimiento diariamente, tal y como se muestra en el inciso 3.2.1.

### **3.2.1 Cálculo de la efectividad total del equipo**

Este valor mide la efectividad de la operación de la maquinaria de la empresa, en su fórmula involucra tiempos muertos los cuales fueron analizados en el reporte de tiempos muertos de la figura 15, también involucra a las materias primas y la calidad del producto.

El departamento de ingeniería será el responsable de efectuar la medición de efectividad total del equipo, y de esa manera se conocerá el porcentaje de eficiencia con la que cuenta la empresa con el objetivo de contar con un mejor control de la condición de las sublíneas de empaque de Corn Chips. Para el cálculo del mismo se procede a utilizar el siguiente método:

La efectividad se refiere a:

$$\text{Efectividad} = (\text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad.})$$

#### **3.2.1.1. Disponibilidad**

Por disponibilidad se entiende la proporción de tiempo en que está dispuesta la maquinaria o los equipos para la producción respecto al tiempo total.

Para conocer la disponibilidad, se utilizaran los datos recolectados de las fallas, ocupando el reporte de tiempos muertos de la figura 14, en las que se incluyen todas las fallas con las que cuenta la maquinaria y el equipo, pues estas son consideradas como pérdidas de tiempo y por lo tanto disminuirá el porcentaje de disponibilidad con el que se pueda contar.

#### **3.2.1.1.1. Criterio para el cálculo de la disponibilidad**

Para el cálculo de la disponibilidad, la empresa debe basarse en el criterio de medición de ETE, el cual define a la disponibilidad como:

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{\text{Tiempo de operación.} - \text{Tiempos perdidos}}{\text{Tiempo de operación.}}$$

DONDE:

Tiempo de operación = es el tiempo disponible para trabajar.

Tiempos perdidos = son aquellos en los cuales para la producción por algunas fallas o por paros planificados

Si la empresa cuenta con un tiempo disponible de 24 horas en el proceso de empaque y con un promedio de fallas de:

Falla de proceso = 1 hora

Falla de empaque= 1 hora

Cambios = 30 minutos

Otros = 30 minutos

Se debe calcular el porcentaje de disponibilidad de tiempo diaria de la línea, de la siguiente manera.

$$\text{DISPONIBILIDAD} = \frac{24 - (1 \text{ hora} - 1 \text{ hora} - 1/2 \text{ hora} - 1/2 \text{ hora})}{24} * 100 = 87.5\%$$

### **3.2.1.2. Rendimiento**

Cuando se habla de rendimiento, se refiere básicamente a la velocidad con la que estuvieron trabajando las máquinas empacadoras o pesadoras.

Para el cálculo de este indicador la empresa deberá utilizar la capacidad de la línea de Corn Chips en el área de cocina descrita en el inciso 2.4.1.1., y de esta manera se llevará un control diario para determinar si las máquinas empacadoras de la línea tuvieron un rendimiento adecuado.

#### **3.2.1.2.1. Criterio para el cálculo del rendimiento**

Al igual que para el cálculo de la disponibilidad, la empresa debe basarse en el criterio de medición de ETE para el cálculo del rendimiento, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$\text{Rendimiento} = 1 - \frac{(\text{Cap.} * \text{T Ope. R} - \text{Rechazos} - \text{Producción})}{(\text{Cap.} * \text{T Ope. R})}$$

DONDE:

Cap. = capacidad del freidor, en kg/hr

T Ope. R = tiempo real de operación

Rechazos = el producto rechazado en kilogramos

Producción = siendo la producción total diaria en kilogramos

Si la sublínea de Corn Chips conocida como CC1800 tiene una capacidad de 818 kg/hr, una producción total de 14680 kg, nada de rechazos, tiempo disponible de 24 horas y el total de tiempos perdidos a causa de las fallas es de 4 horas, su rendimiento es de:

$$\text{Rendimiento} = 1 - \frac{(818 \text{ kg/hr} * (24-4)\text{hrs} - 0 - 14680 \text{ kg})}{(818 \text{ kg/hr} * (24-4)\text{hrs})} * 100 = 89.73\%$$

### 3.2.1.3. Calidad

Las pérdidas de la calidad se deben a los productos defectuosos o los productos que no cumplen con los estándares definidos de pesos y características de presentación visual, los cuales provocan los rechazos, el control la cantidad rechazada fue descrita en los incisos 2.3.5. y 2.3.6.,

### 3.2.1.3.1 Criterio para el cálculo de la calidad

Para el cálculo de la calidad es necesario conocer el total de producto rechazado diario de cada línea, esta información debe ser proporcionada por el departamento de control de calidad. Para su cálculo se debe usar la siguiente fórmula.

$$\text{Porcentaje de calidad} = \frac{\text{producción aprobada.} * 100}{\text{Producción total.}}$$

Donde:

Producción aprobada = Total de producción aprobada, no incluye defectos en el proceso, rechazo, defectos de calidad a reparación, etc.

Producción total = Es la producción que sacan a diario.

En la línea de Corn Chips se tiene una producción de 14680 kgs y 53 kgs rechazados, (esta información se recopila con el reporte de la figura 14) y se debe proceder a su cálculo de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de calidad} = \frac{(14680-53) * 100}{14680} = 99.63\%$$

Con los datos anteriores se procede al cálculo de las eficiencias de Corn Chips éstas tienen que ser calculadas diariamente, y la recolección de la información se obtiene por el reporte de la figura 14, y debe ser ingresada por medio de un formulario, los cuales se reflejan en una hoja electrónica de Excel como se muestra en la figura 22.

**Figura 22. Formulario de reporte**

	A	B	C	D	E	F	G
1	FECHA	TURNO	PRODUCCIÓN	OPERADOR	ME (kgs)	DESPERDICIO	FALLAS (mins)
2	21-may-06	D	4580	001	5	0,9	70
3	22-may-06	M	1256	002	7	0,5	85

Para optimizar el proceso de cálculo de las variables anteriores es necesario diseñar una hoja electrónica, utilizando las siguientes herramientas:

- Sistema Operativos Microsoft Win 32
- Microsoft Excel
- Microsoft Visual Basic para Office.

Para esto se debe crear un formulario donde se ingresen todos los datos que servirán para el cálculo, en la figura 23 se presenta el formulario correspondiente en el que se indica la información necesaria para su cálculo.

**Figura 23. Formulario de reporte ETE**

The image shows a software window titled "- ETE" with a close button in the top right corner. Inside the window, there is a section titled "PRODUCTO" with the following fields:

- Fecha: 21/01/2002
- Tiempo Disponible: |
- Rechazos (uds):
- Producción (kgs):
- Numero de Maquinas:

At the bottom of the form, there are two buttons: "<- Back" and "Next ->".

Al terminar de ingresar toda la información, el programa deberá ocupar automáticamente los datos del formulario de reporte de la figura 14. Y el resultado se verá como se muestra en la figura 24.

Esto ayudará a la persona encargada, a optimizar tiempo y a la vez llevar un control completo de las eficiencias del equipo, conociendo las variables de rendimiento, disponibilidad y calidad con la que cuentan cada una de las sublíneas de Corn Chips.

Figura 24. Resultados ETE

SEMANA 2											
CORN CHIPS CC 1800		CORN CHIPS TC1350		CORN CHIPS CC 950		CORN CHIPS CC 1800		CORN CHIPS TC1350		CORN CHIPS CC 950	
CAPACIDAD (kg/h)	818	CAPACIDAD (kg/h)	613	CAPACIDAD (kg/h)	432	CAPACIDAD (kg/h)	818	CAPACIDAD (kg/h)	613	CAPACIDAD (kg/h)	432
07/07/2005											
TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00
TIEMPO OPERACI	20,17	TIEMPO OPERACI	18,53	TIEMPO OPERACI	18,50	TIEMPO OPERACI	19,43	TIEMPO OPERACI	20,00	TIEMPO OPERACI	2,15
PAROS PROD	2,20	PAROS PROD	0,40	PAROS PROD	4,60	PAROS PROD	2,52	PAROS PROD	1,40	PAROS PROD	3,80
PAROS EMP	0,33	PAROS EMP	1,80	PAROS EMP	0,40	PAROS EMP	1,70	PAROS EMP	2,60	PAROS EMP	0,75
CAMBOS	0,20	CAMBOS	0,40	CAMBOS	0,20	CAMBOS	1,00	CAMBOS	0,00	CAMBOS	0,00
OTROS	0,30	OTROS	2,87	OTROS	0,00	OTROS	0,00	OTROS	0,00	OTROS	0,50
RECHAZOS (kg)	0,00	RECHAZOS (kg)	15,55	RECHAZOS (kg)	14,88	RECHAZOS (kg)	0,72	RECHAZOS (kg)	0,00	RECHAZOS (kg)	0,00
PRODUCCION (kg)	16740,00	PRODUCCION (kg)	11545,55	PRODUCCION (kg)	8284,88	PRODUCCION (kg)	13310,27	PRODUCCION (kg)	11570,00	PRODUCCION (kg)	1630,00
EFICIENCIAS	85,27%	EFICIENCIAS	75,43%	EFICIENCIAS	61,56%	EFICIENCIAS	67,60%	EFICIENCIAS	79,64%	EFICIENCIAS	26,30%
a) DISPONIBILIDAD	84,04%	a) DISPONIBILIDAD	77,21%	a) DISPONIBILIDAD	77,50%	a) DISPONIBILIDAD	80,56%	a) DISPONIBILIDAD	83,33%	a) DISPONIBILIDAD	59,58%
b) CALIDAD	100,00%	b) CALIDAD	99,87%	b) CALIDAD	99,77%	b) CALIDAD	99,99%	b) CALIDAD	100,00%	b) CALIDAD	100,00%
c) VELOCIDAD	101,49%	c) VELOCIDAD	101,29%	c) VELOCIDAD	79,64%	c) VELOCIDAD	83,75%	c) VELOCIDAD	94,37%	c) VELOCIDAD	59,25%
08/07/2005											
TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00
TIEMPO OPERACI	20,90	TIEMPO OPERACI	19,70	TIEMPO OPERACI	13,95	TIEMPO OPERACI	17,82	TIEMPO OPERACI	15,50	TIEMPO OPERACI	10,30
PAROS PROD	2,00	PAROS PROD	2,00	PAROS PROD	9,55	PAROS PROD	3,28	PAROS PROD	3,10	PAROS PROD	5,40
PAROS EMP	1,10	PAROS EMP	2,30	PAROS EMP	1,50	PAROS EMP	2,60	PAROS EMP	3,20	PAROS EMP	2,20
CAMBOS	0,00	CAMBOS	0,00	CAMBOS	0,00	CAMBOS	0,00	CAMBOS	2,20	CAMBOS	0,10
OTROS	0,00	OTROS	0,00	OTROS	0,00	OTROS	0,00	OTROS	0,00	OTROS	0,00
RECHAZOS (kg)	6,31	RECHAZOS (kg)	72,47	RECHAZOS (kg)	4,68	RECHAZOS (kg)	0,00	RECHAZOS (kg)	0,00	RECHAZOS (kg)	0,00
PRODUCCION (kg)	17536,91	PRODUCCION (kg)	11262,47	PRODUCCION (kg)	3824,68	PRODUCCION (kg)	19910,00	PRODUCCION (kg)	12270,00	PRODUCCION (kg)	4810,00
EFICIENCIAS	89,33%	EFICIENCIAS	75,55%	EFICIENCIAS	38,69%	EFICIENCIAS	86,32%	EFICIENCIAS	83,40%	EFICIENCIAS	47,36%
a) DISPONIBILIDAD	87,08%	a) DISPONIBILIDAD	82,08%	a) DISPONIBILIDAD	58,13%	a) DISPONIBILIDAD	74,67%	a) DISPONIBILIDAD	64,56%	a) DISPONIBILIDAD	51,25%
b) CALIDAD	99,99%	b) CALIDAD	99,36%	b) CALIDAD	99,88%	b) CALIDAD	100,00%	b) CALIDAD	100,00%	b) CALIDAD	100,00%
c) VELOCIDAD	102,62%	c) VELOCIDAD	93,86%	c) VELOCIDAD	63,54%	c) VELOCIDAD	129,09%	c) VELOCIDAD	129,14%	c) VELOCIDAD	82,47%
09/07/2005											
TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00	TIEMPO DISPONIBLE	24,00
TIEMPO OPERACI	20,35	TIEMPO OPERACI	19,60	TIEMPO OPERACI	14,14	TIEMPO OPERACI	19,60	TIEMPO OPERACI	17,65	TIEMPO OPERACI	20,12
PAROS PROD	2,38	PAROS PROD	3,00	PAROS PROD	9,00	PAROS PROD	3,58	PAROS PROD	0,20	PAROS PROD	0,35
PAROS EMP	0,37	PAROS EMP	1,40	PAROS EMP	0,38	PAROS EMP	1,63	PAROS EMP	4,50	PAROS EMP	2,50
CAMBOS	0,00	CAMBOS	0,00	CAMBOS	0,28	CAMBOS	0,00	CAMBOS	0,85	CAMBOS	0,83
OTROS	0,40	OTROS	0,00	OTROS	1,25	OTROS	0,00	OTROS	0,30	OTROS	0,00
RECHAZOS (kg)	0,00	RECHAZOS (kg)	0,00	RECHAZOS (kg)	149,65	RECHAZOS (kg)	16,70	RECHAZOS (kg)	15,54	RECHAZOS (kg)	0,00
PRODUCCION (kg)	17536,91	PRODUCCION (kg)	11262,47	PRODUCCION (kg)	3824,68	PRODUCCION (kg)	19910,00	PRODUCCION (kg)	12270,00	PRODUCCION (kg)	4810,00
EFICIENCIAS	89,33%	EFICIENCIAS	75,55%	EFICIENCIAS	38,69%	EFICIENCIAS	86,32%	EFICIENCIAS	83,40%	EFICIENCIAS	47,36%
a) DISPONIBILIDAD	87,08%	a) DISPONIBILIDAD	82,08%	a) DISPONIBILIDAD	58,13%	a) DISPONIBILIDAD	74,67%	a) DISPONIBILIDAD	64,56%	a) DISPONIBILIDAD	51,25%
b) CALIDAD	99,99%	b) CALIDAD	99,36%	b) CALIDAD	99,88%	b) CALIDAD	100,00%	b) CALIDAD	100,00%	b) CALIDAD	100,00%
c) VELOCIDAD	102,62%	c) VELOCIDAD	93,86%	c) VELOCIDAD	63,54%	c) VELOCIDAD	129,09%	c) VELOCIDAD	129,14%	c) VELOCIDAD	82,47%

### 3.2.2. Aplicación de tácticas a un equipo piloto

De acuerdo al control descrito anteriormente, la empresa debe de aplicar estrategias que serán un conjunto de actividades planeadas y destinadas a mejorar las condiciones de rendimiento de las máquinas y personal, de la disponibilidad con un programa de mantenimiento preventivo y calidad con un control de pesos y causas de defectos del producto. Estas estrategias deben ser aplicados a los equipos formados en el inciso 3.1.1., como se describe en los siguientes incisos.

### **3.2.2.1. Control de la velocidad de las máquinas**

Para llevar a cabo este análisis, se necesita de un control permanente de las líneas de producción, este control debe basarse en una constante inspección por parte de todos los equipos involucrados.

El objetivo de esto es conocer si las máquinas pesadoras están trabajando a la velocidad adecuada, y observar si el personal está rindiendo al máximo, esto servirá para conocer donde se encuentra el problema de bajo rendimiento, si son las personas o las máquinas.

Para realizar este control es necesario que el operador de cada máquina verifique diariamente por medio de una toma de tiempos de la velocidad a la que están trabajando las máquinas empacadoras, esto debe realizarse por medio de la tarjeta de control de velocidad de las máquinas, descrita en la tabla II del inciso 2.3.4., llevando un historial de su comportamiento. Anteriormente esta tarea era realizada por el supervisor de empaque cuando él lo consideraba necesario, pero en este caso es necesario que apliquen el método constantemente, para tener un control minucioso de cada una de las máquinas y así poder encontrar rápidamente cualquier problema de rendimiento.

### **3.2.2.2. Control del rendimiento del equipo piloto**

La mayoría de veces las personas encargadas del empaque del producto no cumplen con la meta de producción, y otra de las causas que podría ocurrir además del mal rendimiento de las máquinas, es que pierden mucho tiempo en realizar otras actividades mientras realizan su trabajo (conversaciones no relacionadas con su trabajo, ventas de productos ajenos a la empresa, no cumplen con el tiempo establecido de aseo personal, etc.). Para tener control sobre esto se debe crear una tarjeta en la cual se realice una toma de tiempos de operación final de empaque, la cual consiste en recibir el producto empacado y distribuirlo en sus cajas correspondientes.

Los encargados de llevar este control, deben ser los líderes de cada línea, ya que ellos permanecen constantes en la línea, y estos serán inspeccionados por los supervisores de producción para su correcta realización.

La tabla V muestra la manera en la que debe recolectar la información del tiempo que se tardan las empacadoras para llenar una caja de Tortrix, Esta información puede ser de mucha utilidad pues algunas veces se dan los casos en que la línea no es capaz de llegar a la producción planeada y no se encuentran motivos de fallas, entonces es posible que sea el personal que no este cumpliendo a cabalidad con su trabajo.

**Tabla V. Control de tiempos de llenado de una caja de Tortrix**

<b>Toma de tiempos para llenar una caja de Tortrix</b>										
<b>HORA</b>	Máquina 1		Máquina 2		Máquina 3		Máquina 4		Máquina 5	
	Empacadora 1	Empacadora 2	Empacadora 1	Empacadora 2	Empacadora 1	Empacadora 2	Empacadora 1	Empacadora 2	Empacadora 1	Empacadora 2
<b>9:30 AM</b>	90 seg.	88 seg.	51 seg.	50 seg.	45 seg.	45 seg.	39 seg.	41 seg.	45 seg.	40 seg.
<b>11:30 AM</b>	100 seg.	75 seg.	52 seg.	52 seg.	45 seg.	41 seg.	40 seg.	40 seg.	41 seg.	40 seg.
<b>1:30 AM</b>	105 seg.	100. seg	50 seg.	50 seg.	43 seg.	41 seg.	40 seg.	40 seg.	42 seg.	41 seg.
<b>3:30 AM</b>	95 seg.	88 seg.	51 seg.	49 seg.	42 seg.	41 seg.	41 seg.	41 seg.	41 seg.	42 seg.
<b>Promedio</b>	<b>97.5 seg.</b>	<b>87.75 seg.</b>	<b>51 seg.</b>	<b>50.75 seg.</b>	<b>43.75 seg.</b>	<b>42 seg.</b>	<b>40 seg.</b>	<b>40.5 seg.</b>	<b>42.25 seg.</b>	<b>40.75 seg.</b>

### **3.2.2.3. Control de la capacidad operacional del personal**

En lo que refiere al control de la capacidad operacional, la empresa debe estudiar la capacidad de cada operador en función de la producción. Esto debe realizarse por medio de un control las eficiencias individuales, es decir, de cada operador, por lo cual cada uno de ellos será responsable del cálculo de la eficiencia. Esta eficiencia utilizará los mismos indicadores de disponibilidad, rendimiento de la máquina y la calidad.

La empresa debe utilizar un método fácil de calcularlo, ya que cada operador se encargará de efectuarlo, para su realización, la empresa debe crear una tarjeta en la que se detalle el procedimiento paso a paso del cálculo.

El procedimiento a seguir deberá ser el siguiente:

- Para el cálculo de tiempo real de trabajo, se debe tomar en cuenta la cantidad de horas del turno de cada operador, las cuales son de 8 horas, luego se pasan a minutos, pues el tiempo se trabajará en minutos, también se debe conocer la suma de los tiempos muertos, que es la suma de los tiempos que se tiene en el reporte de la figura 14, se procede a restar los tiempos muertos al tiempo disponible del turno y luego se divide este total entre el tiempo disponible en el turno.
- Para el rendimiento de la máquina, el operador debe conocer los golpes por minuto de cada tubo de su máquina, los golpes por minuto son de 48 y se multiplica por 2 pues la máquina tiene 2 tubos.
- Para el dato de producción por turno, el operador deberá colocar el número total de unidades que empacó en el turno completo.
- En el desperdicio de empaque, el operador debe colocar la cantidad de unidades rechazadas por el departamento de control de calidad.
- Al final multiplicará los resultados obtenidos de los indicadores, los cuales darán como resultado la eficiencia. Esta tarjeta será entregada a los supervisores y ellos lo entregarán al supervisor de empaque, quien llevará a cabo el análisis de las eficiencias del proceso de empaque en la línea.

En la figura 25 se muestra la tarjeta que la empresa debe usar para el cálculo de la eficiencia de cada operador, detallándose el procedimiento explicado anteriormente, en la se especifica en cada celda los datos que el operador debe colocar, con el fin de facilitar su procedimiento.

Figura 25. Tarjeta de efectividad operacional

**TARJETA PARA EL CÁLCULO DE LA EFECTIVIDAD OPERACIONAL**

No. de máquina =       Fecha =   
 Código de operador =       Turno =   
 Línea de producción =

Suma de tiempos muertos

Tiempo real de trabajo = 480 -  = (  ÷ 480 ) x 100 = **D** % *Disponibilidad*

↓

Producción teórica =  x  Golpes máquina =  *Rendimiento*

↓

Eficiencia =  Producción turno ÷  x 100 = **R** %

↓

Paquetes buenos =  Producción turno -  Desperdicio Empaque =  ÷  Producción total x 100 = **C** % *Calidad*

↓

**ETE** = ( **D** x **E** x **C** ) ÷ 10 000 = **ETE** %

### 3.2.3. Administración de la efectividad del equipo basado en mantenimiento productivo total para combatir las fallas y mejorar la disponibilidad.

Para mejorar la efectividad de los equipos, es necesario que la empresa mantenga los equipos disponibles. El problema de la falta de disponibilidad se da por las fallas de empaque, de procesos, cambios y otros, por lo que el departamento de mantenimiento debe minimizar en cuanto sea posible la aparición de estas y reducir tiempo en otras que no se pueden evitar como los cambios de producto o de turno.

La empresa debe de usar la cultura de Mantenimiento Productivo Total (TPM) la cual será la clave para cambiar una tarea de reparación a una de aumento de fiabilidad. Es necesario que la empresa sepa que TPM está muy ligado al concepto ETE (Efectividad Total del Equipo). ETE tiene muy en cuenta el tiempo en el que la máquina está operativa, es vital que ésta se halle operativa el mayor tiempo posible, y para ello es crucial llevar un buen mantenimiento preventivo que elimine los tiempos muertos.

A continuación se presenta un programa clave que la empresa debe aplicar para prever las fallas, manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

### **3.2.3.1 Programa de mantenimiento preventivo**

Este programa debe basarse en la programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación y calibración.

A continuación se presentan 2 pasos para que el equipo del personal operativo junto con el personal de mantenimiento debe llevar a cabo para poder combatir aquellas fallas que son que de alguna manera afecta la disponibilidad operacional, lo cual influye en el porcentaje de eficiencias.

### a. Paso 1

Para éste paso, el departamento de mantenimiento debe centrarse en la característica principal del mantenimiento preventivo, la cual consiste en detectar las fallas de los equipos en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Se debe poner en práctica técnicas para evaluar y extraer conclusiones, que en definitiva deben ser la NO repetición de los fallos.

La técnica que se debe aplicar para detectar las fallas es llamada PORQUE/PORQUE, buscando obtener toda la información posible, la cual se detalla a continuación:

- **Antecedentes del fallo:** una descripción breve del fallo con el máximo de datos posibles.
- **¿Quién/Quienes han intervenido?**
- **¿Dónde ha ocurrido el fallo?**
- **¿Existía Plan de Mantenimiento?**
- **Análisis del fallo/ Porqué-Porqué**
- **Es normal el tiempo para resolver el fallo?**
- **Acciones futuras para evitar recurrencia.**
- **Puede suceder éste fallo en otros equipos similares, dónde?**

Para ésta técnica, se necesita la aplicación de una tarjeta que brinde la información necesaria de todas las causas que provocaron la falla, esta información será recopilada por la persona que presencié el problema.

La información debe consistir en poder detallar lo que ha provocado la falla causa por causa hasta llegar al eje del problema, como se muestra en la figura 26. Esto servirá para poder instaurar una contramedida adecuada que evite que el fallo se repita en equipos similares.

**Figura 26. Tarjeta PORQUE/PORQUE**

No. De máquina:	<input type="text"/>	Nombre de la línea:	<input type="text"/>
Código de operador:	<input type="text"/>	Fecha:	<input type="text"/>

FALLO	1 PORQUE	2 PORQUE	3 PORQUE	4 PORQUE
Rotura de cadena del motor.	Mal ajustada	Mecánico no se encontraba, otra persona la colocó.	El mecánico estaba reparando otra máquina.	

**b. PASO 2**

Una vez se han escogido los equipos y se tenga información de la clase de problemas que con los cuales se cuenta se debe proceder a la clasificación de los problemas de acuerdo a su estado de criticidad según los criterios que se apliquen.

Para evaluar la importancia de los fallos que se producen en los equipos, hay que clasificarlos, ya que no todos los fallos que ocurren son igual de importantes, y por lo tanto no se les va a tratar a todos de la misma manera. Para esto el departamento de mantenimiento debe crear una política de análisis de prioridad, para esto se necesita establecer parámetros de prioridad según la criticidad del problema, los parámetros que debe tomar en cuenta son aquellos propuestos por el mantenimiento programado, los cuales son:

- **Rutinarios:** puede calificarse como de rutina, cuando se cuenta con problemas de reparaciones normales, es decir que los operadores pueden prevenir directamente sin necesidad de parar la producción y los daños pueden ser reparables. En esta clasificación se requiere de poca inspección por parte del operador.
- **Grave:** cuando el problema es grave es cuando no puede ser evitado por los operadores y las máquinas paran su producción por un lapso de tiempo y no son reparables. En esta clasificación se requiere de una considerable inspección por parte del operador.
- **Muy grave:** es cuando las máquinas paran su producción por largo tiempo, pues se necesita de reparación completa. En esta clasificación el operador no puede inspeccionar.

La siguiente tabla muestra como se puede dividir el grado de criticidad de los equipos:

**Tabla VI. Clasificación de nivel de fallas**

<b>Clasificación</b>	<b>Nivel</b>
Rutinarios	3
Grave	2
Muy Grave	1

Para obtener esta información es necesario preparar tarjetas, las cuales deben contener la máxima información sobre cada una de las partes dañadas del equipo, las cuales pueden ser llenadas por el personal operativo o por los técnicos de mantenimiento.

Estas tarjetas, servirán para priorizar; esto quiere decir que se empezará a realizar el trabajo en los equipos con urgencia de ser reparados, los cuales serán en definitiva a los que en una primera fase se les dedicarán los mayores esfuerzos. La tarjeta de control de fallas se presenta en la figura 27.

**Figura 27. Tarjeta de control de fallas**

No. De máquina: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Nombre de la línea: <input style="width: 100%;" type="text"/>				
Código de operador: <input style="width: 100%;" type="text"/>	Fecha: <input style="width: 100%;" type="text"/>				
Clasificación de Nivel	Quién Operó	Tiempo de Reparación	Frecuencia del Problema	Problema	Observaciones
2	Mantenimiento	50 min.	Semanal	Broca quebrada	Utilizar mejor material para la broca

Existen otros casos en los cuales los problemas del equipo son leves como las fallas del nivel 3, en esta situación el personal operativo puede contribuir a su prevención y reparación. La empresa debe capacitar a los empleados para que puedan resolver estos problemas y además se pueden crear unas tarjetas las cuales contengan los problemas con sus soluciones, frecuencia de mantenimiento de acuerdo al período de repitencia de los problemas, acciones, etc., y de esta manera no se saturaría al departamento de mantenimiento pues éste tendría muchos problemas que resolver y su tiempo no sería suficiente para poder reparar todas las máquinas con problemas. La tarjeta debe colocarse en el lugar de trabajo del operador de la línea de Corn Chips y debe contener la información que indique la falla, forma de detección, prevención y frecuencia de inspección, como se muestra en la figura 28.

**Figura 28. Tarjetas de procedimiento de solución de problemas**

<b>FALLA</b>	<b>FORMA DE DETECCIÓN</b>	<b>PREVENCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA DE PREVENCIÓN E INSPECCIÓN</b>
Fallo en los cojinetes	Ruido	Mejorar la instalación	Mensualmente

### 3.2.3.2. Limpieza del equipo

Es muy importante que la empresa integre la limpieza en las tareas diarias de mantenimiento combinando los puntos de chequeo de limpieza por parte de los operadores, pues ellos son los que están en contacto directo con las máquinas. Es necesario que se indique las partes en las que se requiere limpieza, realizándolo de la siguiente manera:

- Limpiar ranura de mordaza y cada vez que la mordaza tenga contacto con el producto limpiar troquelado para evitar un mal sellado (utilizar la espátula para la ranura donde va la cuchilla y para el troquelado el cepillo de alambre)
- Limpiar la banda recolectora del producto. Es importante limpiar la banda recolectora del producto, pues esta puede dañarse debido a la acumulación del producto en el mecanismo de tracción.
- Limpiar los rodillos tensores de papel, de lo contrario el papel tendrá dificultad para deslizarse.
- Limpiar el motor y la caja reductora.
- Limpiar los formadores de la máquina. Los residuos de los productos y el polvo puede causar contaminación.
- Limpiar y mantener ordenada la caja que contiene el control de la máquina, pues con la acumulación de residuos ajenos los controles pueden dañarse o dejar de funcionar por completo.

- Mantener limpio el chasis de la máquina, pues esta da una mala impresión del trabajo que cada uno realiza. Para limpiar manchas de tinta, se puede realizar la limpieza con un trapo que contenga thinner o alcohol.
- Limpiar el vibrador procurando eliminar todo residuo que se pueda encontrar.
- Limpiar la compuerta del vibrador. Limpiar la parte interna, externa y los lados de la compuerta que se encuentra en el vibrador, si no se realiza la limpieza respectiva puede acumularse mucha suciedad y provocar contaminación en nuestros productos.
- Limpiar la rampa de alimentación.
- Las rampas de descarga del producto a la empacadora. Cuando no se limpian los residuos de fórmula pueden contaminar el siguiente producto a empacar.
- Limpiar el plato dispersor, radiales y las tolvas, pues éstas acumulan partículas de productos y puede perjudicar los pesos o bien contaminar los otros productos que se empacarán.

### 3.2.3.3. Lubricación del equipo

El operador es responsable del mantenimiento de su máquina, pues si no cuenta con su cuidado respectivo la máquina no funcionará correctamente, para ello, se debe instaurar un programa básico de lubricación, para mantener la máquina en buen estado y así poder evitarse de molestias mecánicas. El programa básico de lubricación deberá consistir en lubricar las siguientes partes

- **Rodamientos:** los cuales soportan las cargas y permiten el movimiento.
- **Engranajes:** quienes transmiten la fuerza, cambio de sentido de movimiento o cambiar velocidades.
- **Guías y corredoras:** Estas son las encargadas de girar y soportar cargas.
- **Pistones:** Se mueven en un cilindro y transmiten poder y fuerza
- **Cadenas:** las cuales se encargan de transmitir la fuerza y trasladan objetos a diferentes puntos.
- **Depósito lubricador:** ayuda a lubricar todas las partes neumáticas de la máquina tales como: válvulas de hurgon, el cilindro de mordazas, el cilindro de remoción de grumos, válvulas y cilindros de codificador, válvula y cilindro del interruptor del papel, válvula de mandíbula de producto, válvula y cilindro de sello de costura.

La lubricación de esta parte deberá realizarse en todos los cambios de turnos, y el operador deberá utilizar únicamente aceite para lubricar sus piezas, el aceite será proporcionado en el departamento de mantenimiento.

#### **3.2.3.4. Inspección**

En este paso se ensaya la detección de anomalías en las máquinas con una inspección general del equipo. Por lo tanto es importante que el operador revise las condiciones de operación de la máquina, las cuales son las siguientes:

- Revisar si las partes móviles de la máquina se encuentran trabajando en las condiciones adecuadas. Pues aun cuando el equipo siga trabajando, poco a poco se deteriora y éste puede causar varias pérdidas pequeñas, como; bajo rendimiento, pérdida de velocidad, tiempo ocioso y paros bajos. Además los pequeños defectos tales como la fricción, aflojamientos y desgastes son el verdadero problema ya que si no son tratados suelen repentinamente convertirse en grandes.
- Revisar si los sellos (vertical y horizontal) se encuentran en buenas condiciones. De lo contrario esto pueda causar defectos de calidad y tiempo perdido.
- Revisar si el codificador contiene los datos completos, correctos y visibles.
- Revisar los pesos programados por unidad.

- Examinar las condiciones de operación de la pesadora, (básculas fuera de servicio, variación de peso, plato dispersor)
- En el caso de que se encuentren con problemas de alto grado de dificultad, en el cual el operador no se halle apto para resolverlos, acudir por ayuda para su pronta intervención al departamento de mantenimiento.

#### **3.2.4. Programa de control de calidad**

Se ha mencionada con anterioridad acerca de la importancia de mantener un control de la calidad del producto, para poder examinar donde se posesiona el problema que hace minorizar su porcentaje de satisfacción, pues esto ocasiona una disminución total de la efectividad de los procesos.

El programa debe basarse en un control permanente de pesos y establecimiento necesario de procedimientos para la selección de una muestra de un lote de material de empaque, con el objetivo de contar con un subgrupo o muestra significativa que garantice que el lote se encuentra en las condiciones optimas de aceptación.

### **3.2.4.1. Cartas de control**

Una carta de control es una herramienta que a través del tiempo da a conocer el resultado en cierto momento del proceso y de ésta manera, poder controlarlo. El gráfico de control se basa en una hoja de reporte en la cual el programa de Excel calcula los límites de las diferentes características del producto empacado. Las cartas de control que la empresa debe realizar son las siguientes:

#### **a) Carta de control de pesos**

Una característica importante de los productos de la empresa, es el peso de cada unidad de Corn Chips, el cual debe ser 36 gramos por unidad, la empresa a establecido como tolerancia inferior 35.3 gramos y como protección de la empresa se establece una especificación superior de 36.7, es decir, si el peso se encuentra entre 35.3 y 36.7 se considerará aún tolerable.

De acuerdo a las tolerancias establecidas, la empresa debe tener información en la cual basarse para controlar que las unidades de Tortrix no se sobrepasen las especificaciones establecidas.

Primeramente es necesario, tomar una muestra de pesos de 20 unidades, diariamente, estos pesos son proporcionados por el departamento de control de calidad, la tabla VII muestra los datos en la que se incluye la media y el rango de cada muestra.

Tabla VII. Recopilación de la muestra de pesos

Grupo	Peso de unidades en gramos				Media	Rango
1	36,03	36,53	36,58	36,61	36,44	0,58
2	36,03	36,73	35,81	36,44	36,25	0,92
3	36,96	36,73	36,25	36,44	36,60	0,71
4	36,96	36,73	36,54	36,74	36,74	0,42
5	36,15	36,49	36,54	36,74	36,48	0,59
6	36,15	36,95	36,74	36,84	36,67	0,80
7	36,15	36,95	36,74	36,84	36,67	0,80
8	36,00	36,53	36,54	36,73	36,45	0,73
9	36,00	36,53	36,54	36,73	36,45	0,73
10	36,00	36,54	36,29	36,90	36,43	0,90
11	36,11	36,54	36,73	36,82	36,55	0,71
12	36,11	37,03	36,53	36,82	36,62	0,92
13	36,11	37,03	36,49	36,82	36,61	0,92
14	36,66	36,90	36,96	36,63	36,79	0,33
15	36,66	36,90	36,96	36,63	36,79	0,33
16	36,66	36,73	36,53	36,63	36,64	0,20
17	36,66	36,73	36,53	36,90	36,71	0,37
18	36,66	36,73	36,83	36,90	36,78	0,24
19	36,53	36,73	36,83	36,90	36,75	0,37
20	36,53	36,58	36,61	35,00	36,18	1,61

$$X = 36.58 \quad R = 0.659$$

Luego se procede a realizar la **carta de control X**, para controlar la tendencia central del peso del producto, se empieza por el cálculo de los límites con el objetivo de verificar si las muestras se encuentran dentro de las especificaciones definidas.

LCS

$$\text{Límite superior} = X + A_2 * R$$

LCI

$$\text{Límite inferior} = X - A_2 * R$$

Donde

$A_2$  es una constante que depende del tamaño de la muestra, ( $A_2 = 0.0729$ ).

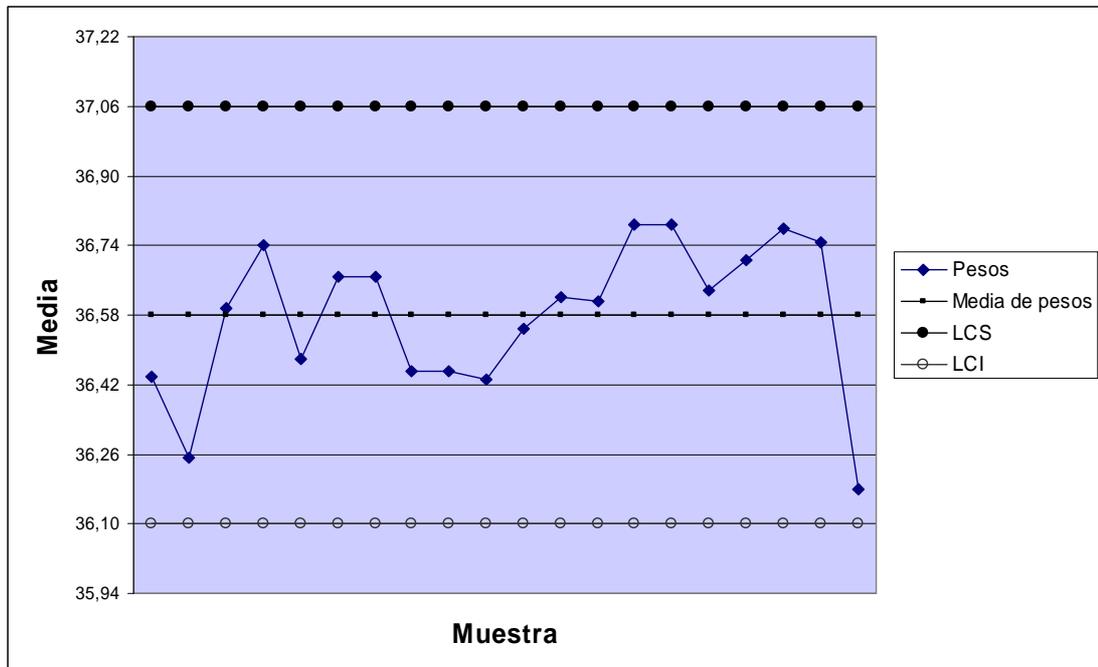
Realizando la operación anterior los resultados son:

Límite superior = 37,059911

Límite inferior = 35,099089

Después de obtener los límites se procede a graficar la columna de medias de la tabla VII, junto con los límites calculados, como se muestra en la figura 29.

Figura 29. Gráfica de medias



## b) Carta de control por defectos

En el análisis realizado, se pudo observar que la empresa no cuenta con un proceso de control de las características principales que aparecen en el producto empacado las cuales ocasionan que la unidad de Tortrix se considere como defectuosa.

Para ello, el departamento de calidad debe establecer un grupo de características a evaluar en el producto terminado, y en cada característica deberá evaluar la clase y la cantidad de defectos que puedan ocurrir.

Se tomará como defecto cuando ocurra lo siguiente:

- **Producto en sello:** esto puede suceder cuando en el sello, queda residuos de producto.
- **Arrugas y dobleces:** siendo cualquier arruga o doblez que contenga la bolsa.
- **Traslape:** el cual consiste en que los sellos se traslapen
- **Centrado horizontal:** sello en malas condiciones
- **Centrado vertical:** sello en malas condiciones
- **Corte de bolsa:** los cortes de bolsa torcidos.
- **Marca por formador:** manchas
- **Cama de aire:** que la bolsa contenga mucho aire
- **Correcto:** que el código sea de la fecha correcta.
- **Legibilidad:** que el código sea visible y entendible.
- **Fugas:** que la bolsita contenga salidas de aire
- **Acomodo:** que el producto no esté bien acomodado en las cajas
- **Promoción:** esto se da cuando se quiere sacar un producto con nuevas promociones, entonces se verifica que contenga la promoción requerida.

En la tabla VII, se muestra cada característica a evaluar a cada unidad de Tortrix, con los posibles defectos anteriormente descritos.

**Tabla VIII. Tipos de defectos de cada unidad**

<b>SELLO HORIZONTAL</b>	<b>SELLO VERTICAL</b>	<b>APARIENCIA</b>	<b>CÓDIGOS</b>	<b>OTROS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producto en sello</li> <li>• Arrugas y dobleces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arrugas y dobleces</li> <li>• Traslape</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrado horizontal</li> <li>• Centrado vertical</li> <li>• Corte de bolsa</li> <li>• Marca por formador</li> <li>• Cama de aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correcto</li> <li>• Legibilidad</li> <li>• Viñeta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fugas</li> <li>• Acomodo</li> <li>• Promoción</li> </ul>

Subsiguientemente se debe proceder a la identificación de los defectos por características, se evaluarán 4 unidades de Tortrix, ya que cada tira está conformada de esa cantidad. Las muestras son tomadas al azar de cualquiera de las tres líneas (siempre y cuando sea el mismo producto), se inspecciona y se anota los defectos del artículo, realizando un conteo de éstos.

En la figura 30, se muestra la manera en la que se debe realizar el procedimiento.

Para examinar la característica de **apariencia** se subdivide por sus defectos, se evalúa la primera unidad de tortrix, si se encuentran defectos en el centrado horizontal, de corte de bolsa y cama de aire, sumarían 3, entonces se coloca la suma en la primera fila, luego en la segunda unidad se encuentran dos, en la tercera aparecen 3 y en la última no se encontraron. En la última fila se procede a sumar los errores encontrados y dividirlos dentro de la cantidad de defectos posibles por características:  $(3+2+2+0)/5 = 1,4$ .

Figura 30. Tarjeta de ocurrencia

Característica: Apariencia	Unidades evaluadas			
	B1	B2	B3	B4
Detalles				
Centrado Horizontal	X		X	
Centrado Vertical		X		
Corte de Bolsa / Ciza	X	X		
Marca por Formador			X	
Cama de Aire	X			
<b>Toral Errores</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>

El resultado del total de errores debe colocarse como se muestra en esta ilustración.

Sello Horizontal	Sello Vertical	Apariencia	Códigos	Otros
		3		
		2		
		2		
		0		
		1,4		

De la misma manera se debe proceder a la evaluación de las 5 características a cada unidad, tomando una muestra de 12 tiras de Tortrix, estos resultados servirán para realizar el control de aparición de cada defecto.

Para este control, el departamento de control de calidad debe aplicar el procedimiento de una **carta de control P**. La gráfica P será la encargada de vigilar la proporción de defectos de una muestra, teniendo como objetivo observar la variabilidad de desperfectos por unidad.

Posteriormente se realiza una tabla general por característica en la cual se presenta la fracción no conforme, el valor se obtiene de la división del promedio de defectos por muestra, entre el número de muestras (en este caso el número de muestras es 12). En la siguiente tabla se debe resumir los resultados obtenidos.

**Tabla IX. Datos de la fracción no conforme.**

Dividiendo el resultado del promedio de la primera característica dentro del número de la muestra 1/12

		Fracción no conforme				
		Sello Horizontal	Sello Vertical	Apariencia	Códigos	Otros
<b>Fracción no conforme</b>	No. De muestra					
	1	0,08	0,00	0,02	0,06	0,00
	2	0,04	0,00	0,00	0,03	0,02
	3	0,00	0,04	0,00	0,03	0,04
	4	0,04	0,00	0,00	0,03	0,00
	5	0,04	0,08	0,00	0,06	0,00
	6	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04
	7	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00
	8	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
	9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	
Promedio		0,02	0,01	0,00	0,03	0,01

Con los datos anteriores se debe calcular los límites, según se establece en la realización de la carta P.

Los límites de control se obtienen como sigue:

$$LCS = p + 3 \sqrt{p^*(1-p)/n_i}$$

$$LCI = p - 3 \sqrt{p^*(1-p)/n_i}$$

Donde

**P** es el número promedio de defectos por muestra, calculados en la tabla IX, y

**n<sub>i</sub>** el número de unidades examinadas en cada característica.

Los resultados deben resumirse, como se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla X. Resultado de los límites centrales.**

	Sello Horizontal	Sello Vertical	Apariencia	Códigos	Otros
LCI	-0,19	-0,16	-0,05	-0,21	-0,13
LCS	0,24	0,19	0,06	0,26	0,15

Luego se procede a graficar por cada característica, la fracción no conforme (resultados de la tabla X), y los límites superior e inferior, tal y como se muestran en las siguientes gráficas.

Figura 31. Gráfica de control del sello horizontal

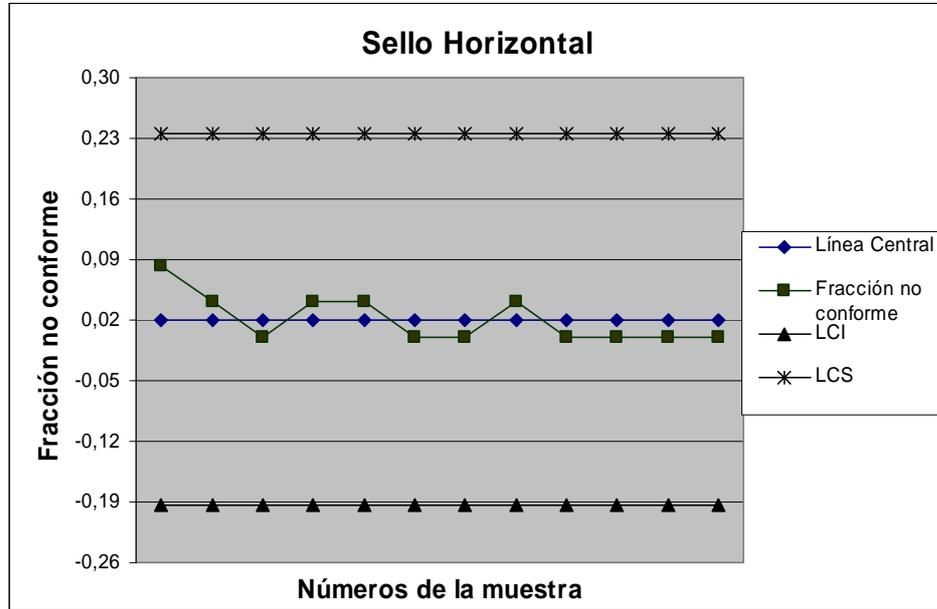


Figura 32. Gráfica de control del sello vertical

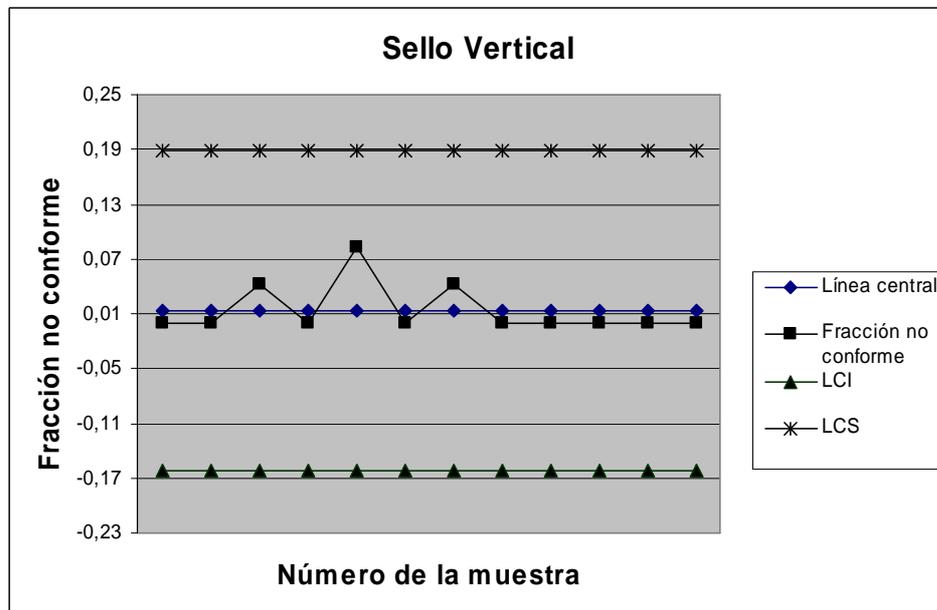


Figura 33. Gráfica de control de apariencia

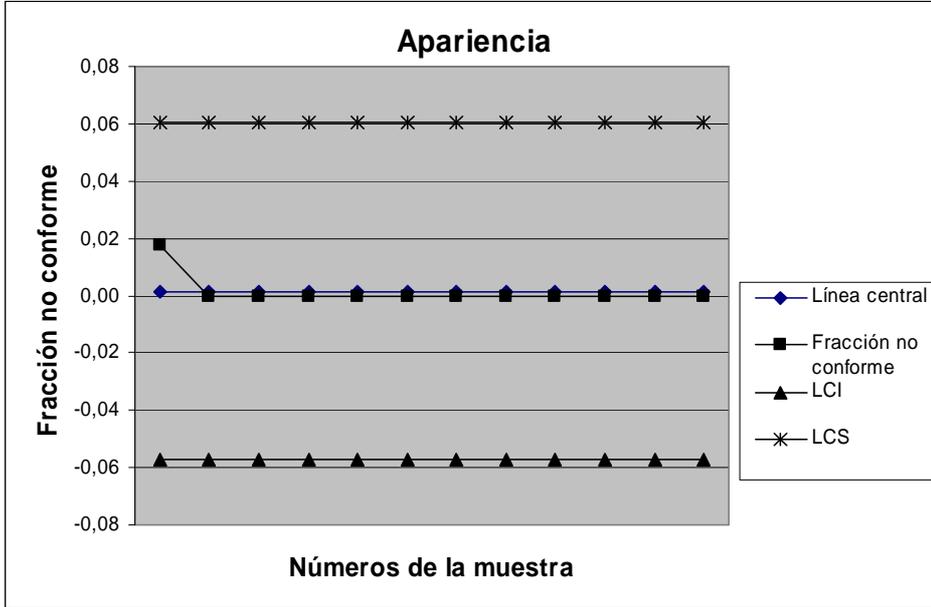


Figura 34. Gráfica de control del código

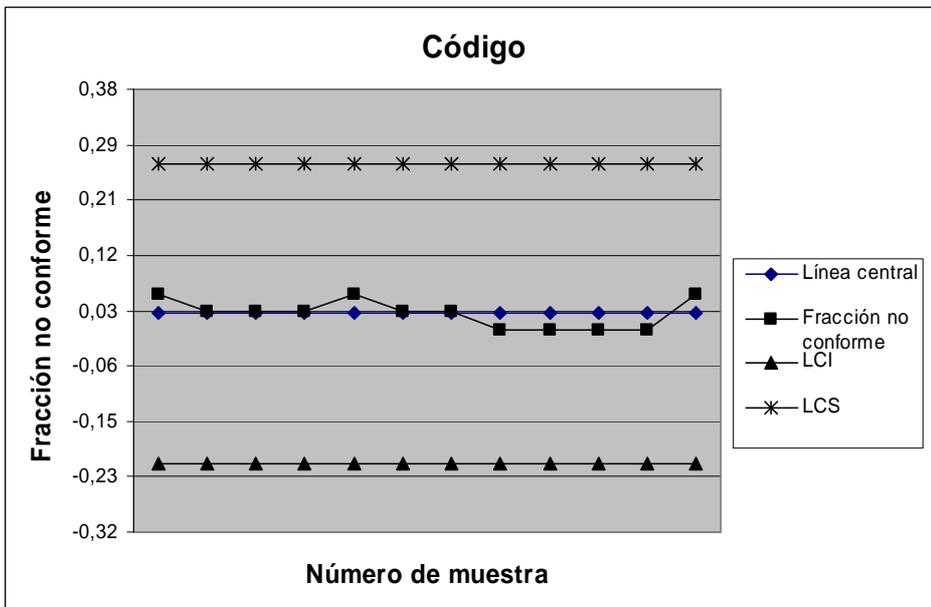
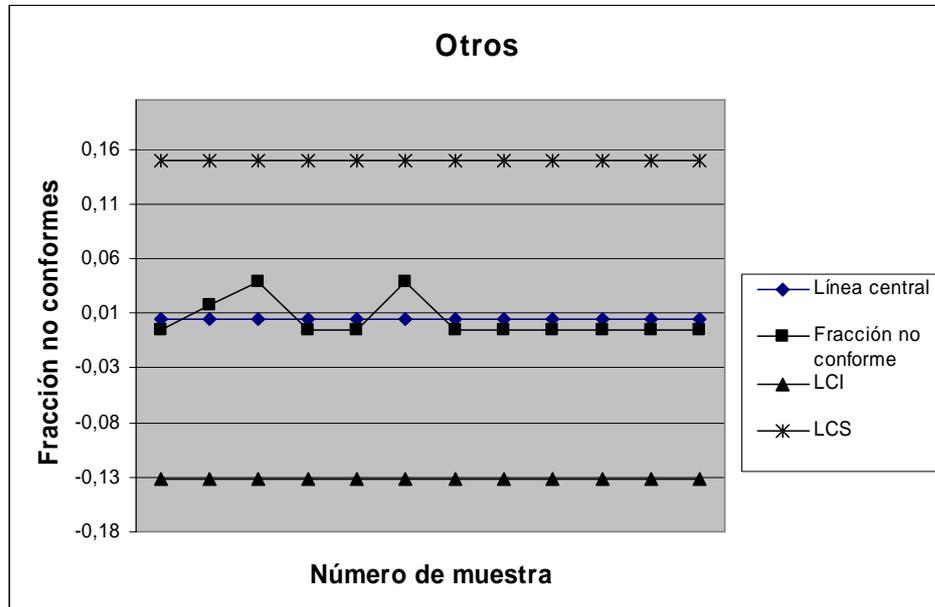


Figura 35. Gráfica de control de otras características de calidad



### 3.2.4.1.1 Interpretación de las cartas de control

Para que el departamento de calidad pueda interpretar la situación de sus cartas de control debe utilizar las pruebas basadas en el control estadístico de procesos, las cuales indican cuando un proceso está fuera de control (ver anexo 1), éstas son:

- Prueba 1:** Un punto fuera de los límites de control
- Prueba 2:** Dos de tres puntos consecutivos en la zona A. o más allá.
- Prueba 3:** Cuatro de cinco puntos consecutivos en la zona B o más allá.
- Prueba 4:** Ocho puntos consecutivos de un solo lado de la línea central.
- Prueba 5:** Seis puntos consecutivos ascendentes o descendentes.
- Prueba 6:** Catorce puntos consecutivos alternando entre altos y bajos.

**Prueba 7:** Ocho puntos consecutivos a ambos lados de la línea central con ninguno en la zona C.

**Prueba 8:** Quince puntos consecutivos en la zona C, arriba o debajo de la línea central.

Según las pruebas establecidas, los resultados de las cartas serán resumidas en una tabla, como se muestra a continuación:

**Tabla XI. Resultados de las cartas de control.**

<b>CARTA</b>	<b>RESULTADO</b>
Control de pesos, Carta x	No controlado
Carta de sello horizontal	Bajo control
Carta de sello vertical	Bajo control
Carta de Apariencia	Bajo control
Carta de códigos	Bajo control
Carta de otros	Bajo control

### **3.2.4.2 Procedimiento de selección de muestra para la aceptación de material de empaque**

Actualmente, la empresa tiene mucho problema con la calidad del material de empaque, ya que da mucho problema en la última etapa del proceso del producto, y una manera de poder evitarlo es contar con una buena inspección de una muestra significativa desde que se recibe en la bodega de materia prima.

El procedimiento debe basarse de acuerdo al número de lote, para poder seleccionar la muestra significativa a inspeccionar. Para esto el departamento de control de calidad utilizará las tablas de los planes de muestreo simple de Dodge y Roming, el cual determina una cantidad máxima de no conformidades para aceptar el lote.

Después de seleccionar la muestra se procede a realizar la inspección correspondiente y si se encuentra un número de no conformidades mayor a las aceptadas, se rechaza el lote.

Sabiendo que el número de lote promedio es de 2050 kg, con un promedio del proceso de 0.35% (este porcentaje es establecido por el departamento de control de calidad), se debe recurrir a la tabla de Dodge y Roming, en la cual se establecerá que la muestra será de 41 kgs, y el número de no conformidades máximas existentes en la muestra será que ser 1 kg. (ver tabla de Dodge y Roming en Anexo 2)

### **3.3 Fase de consolidación**

En esta fase se afinan detalles y se consideran objetivos cada vez más elevados, como mejora en el diseño del equipo, se evalúan costos de implementación y se determina el tiempo destinado para la implementación.

#### **3.3.1 Establecimiento de políticas y nuevos objetivos**

Las políticas y objetivos del programa deben estar en todo de acuerdo a la visión y misión de la empresa, pues estas son las que se consideran como sus metas estratégicas.

Los objetivos y políticas deberán ser trazados con base a los resultados obtenidos con el sistema de control. Los directivos de la empresa serán los encargados del establecimiento de ellos los cuales deben contener las siguientes características:

- Objetivos numéricos en el máximo grado posible, tiempo de realización, minimización de costos.
- Los objetivos deben ser desafiantes, pero alcanzables a mediano y largo plazo.
- Deben ser factibles y realmente necesarios y destinados a mejorar el proceso de empaque.
- Deben estar ligados a los tres indicadores de efectividad, disponibilidad, rendimiento y calidad.

El personal directivo de la empresa debe considerar que para diseñar un plan maestro de implementación, primero hay que decidir las actividades a poner en práctica para lograr los objetivos, también, debe tenerse en cuenta que las actividades necesitan presupuestos y orientaciones claras y que deben supervisarse apropiadamente al menos en su fase inicial.

### **3.3.2 Costos de implementación**

El costo de la implementación, se refiere al costo adicional que la empresa deberá cubrir para llevar a cabo la implementación del programa.

En el proyecto se pretende implementar ciertos controles por medio de reportes y para la elaboración de éstos reportes la empresa cuenta una empresa la cual se encarga de elaborar todos los reportes que se utilizan.

El valor de cada bloque de reportes es de Q.13.00 cada bloque contiene 100 reportes, en este caso se necesitan 4 clases de bloques diferentes.

También se necesita la utilización de 3 cronómetros para la medición de tiempos en cada una de las tres sublíneas de Corn Chips y 3 balanzas para pesar el desperdicio de empaque, siendo el valor de éstos Q.141.70 c/u y Q.125.00 respectivamente, también se estima el pago del servicio de una persona encargada de llevar a cabo el programa el cual es de Q.3500.00, esto se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla XII. Costos de implementación**

<b>ARTÍCULO</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO MENSUAL</b>
Reportes de control	0.13	486.72
Cronómetros	Q.141.70	Q.425.10
Balanzas	Q.125.00	Q.375.00
Servicio de la persona encargada		Q. 3500.00

**Fuente: Reportes de las cotizaciones**

Con lo anterior se puede determinar entonces que la empresa tendrá un gasto fijo mensual de Q.3986.72, y un gasto único de Q.800.10 para la implementación del proyecto.

### **3.3.3 Tiempo determinado para la implementación**

Debido a la necesidad de realizar el programa, se debe realizar una planificación por medio de una calendarización. Sea cual sea el tiempo asignado, se deberá respetar y por ningún motivo incumplir el programa, pues esta es la causa principal por la cual algunas empresas terminan abandonado el programa antes de ver los frutos tangibles y todo el esfuerzo de muchas personas se pierde. La empresa deberá establecer un calendario de actividades y tendrá que revisar cada semana en qué fase se encuentra según lo programado, en la tabla XIII, se describe la calendarización.

**Tabla XIII. Calendarización de actividades**

ACTIVIDAD	FECHA	DIA
<b>Capacitar en ETE</b>		
Capacitación a Equipo de líderes	08-jun	Viernes
Capacitación de los demás equipos	<b>Mes 1</b>	
Equipo 1	04	Viernes
Equipo 2	39	Miércoles
Equipo 3	14	Lunes
Personal de mantenimiento	29	Martes
<b>Evaluación de situación actual</b>		
Diagnóstico, e información requerida	<b>Mes 2</b>	
Seguimiento	<b>Mes 3</b>	
<b>Implementar programa de mantenimiento preventivo básico</b>		
Capacitación de mantenimiento básico preventivo al personal operativo	<b>Mes 4</b>	
Equipo 1	05	Viernes
Equipo 2	10	Miércoles
Equipo 3	22	Lunes
Personal de mantenimiento	30	Martes
<b>Implementar programa de lubricación y limpieza básica</b>	<b>Mes 5</b>	
Implementación y seguimiento	<b>Mes 6</b>	
<b>Implementar programa de cálculo de ETE individual (por máquina)</b>		
Entrenamiento	<b>Mes 6</b>	
Supervisión	<b>Mes 6</b>	
<b>Medición de resultados</b>		
Evaluación de desempeño	<b>Mes 7</b>	
<b>Revisión y redefinición de objetivos</b>		
Revisión del plan de ETE y redefinición de objetivos	<b>Mes 7</b>	



#### **4. MODELO PROPUESTO DE EVALUACIÓN DE RESULTADOS EN LA LÍNEA CONTÍNUA DE CORN CHIPS**

En este capítulo se muestra la manera y las herramientas necesarias para poder evaluar y visualizar claramente los resultados que se produjeron con la implementación del programa de eficiencias.

Toda información obtenida en la implementación de este programa es fundamental en el proceso de evaluación ya que será utilizada más adelante para la construcción del estudio de resultados.

##### **4.1. Evaluación de avances y resultados**

Para la evaluación de los avances y resultados, el personal directivo debe analizar los indicadores de las eficiencias en comparación con los de meses anteriores al igual que las fallas, también es necesario evaluar al equipo piloto. Esta información es de mucha importancia ya que aquí es donde se puede apreciar si el programa es realmente efectivo y si se están cumpliendo con los requerimientos del programa, debiéndose programar reuniones del personal directivo cada semana para evaluar los avances o problemas de la planta.

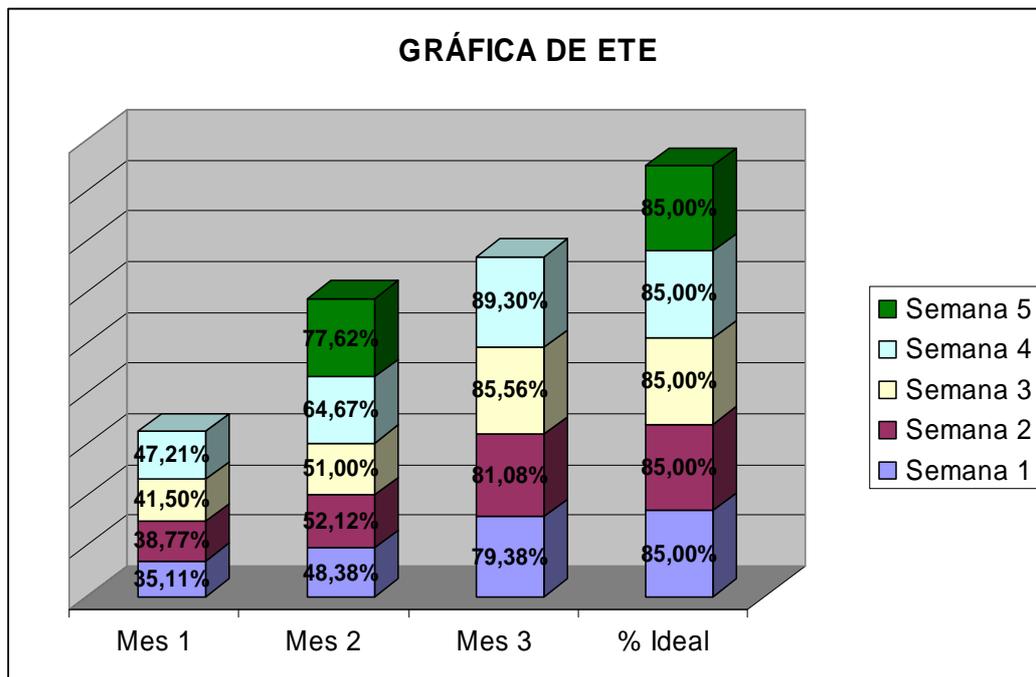
Las técnicas a utilizar se describen en los siguientes incisos.

#### 4.1.1 Evaluación de los criterios de medición de ETE

Para verificar el porcentaje de la eficiencia durante cada mes se debe presentar una gráfica, en el cual cada mes se divide en cada semana, con el objetivo que se pueda examinar el comportamiento durante la implementación del programa.

La figura 36, muestra la manera de realizar la gráfica en la cual se puede observar una columna donde se encuentra el % Ideal la eficiencia al 85% según lo establecido por ETE.

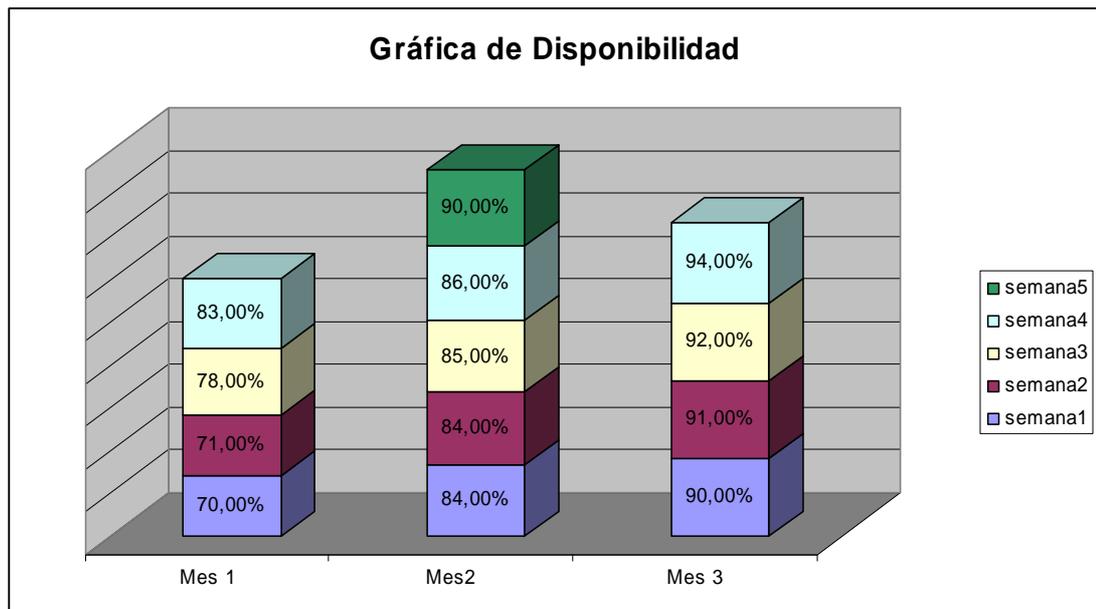
Figura 36. Gráfica de resultados de ETE



#### 4.1.1.1 Disponibilidad

Es necesario conocer también cada uno de los criterios de medición de ETE, presentándose en este inciso un modelo de gráfica de comparación del porcentaje de disponibilidad durante los últimos tres meses (ver figura 37). Las columnas pueden irse acumulando mediante pasa el tiempo de implementación para poder evaluar el comportamiento desde el principio del programa.

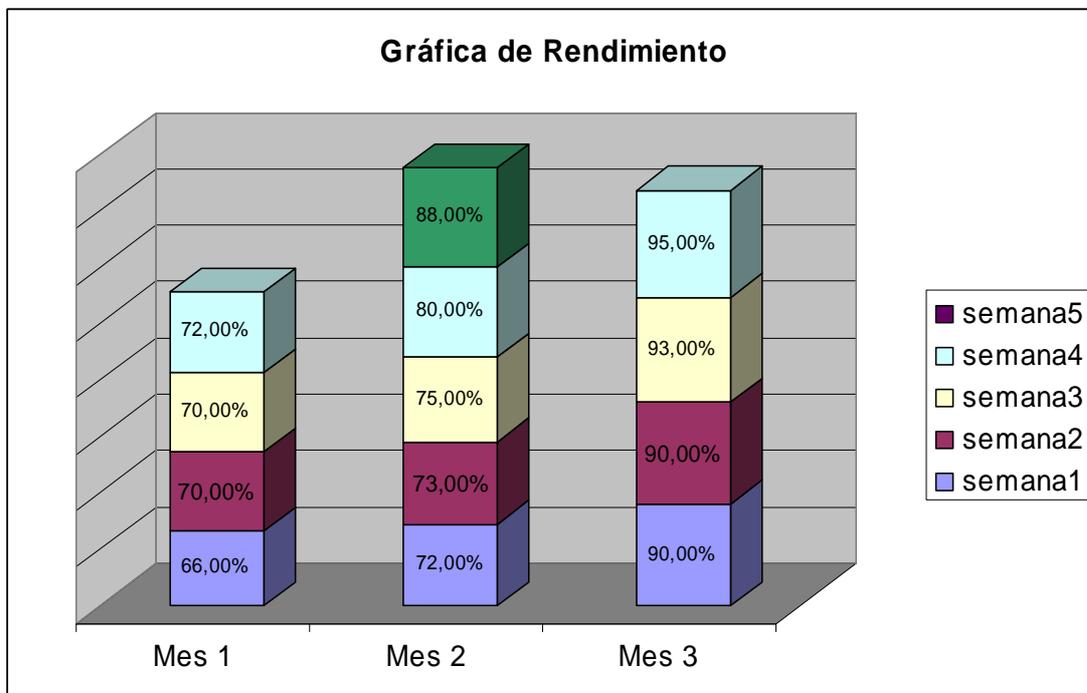
Figura 37. Gráfica de resultados del criterio de disponibilidad



### 4.1.1.2 Rendimiento

Para conocer el porcentaje de rendimiento se realiza una gráfica igual que la gráfica de disponibilidad, conociendo el comportamiento durante tres meses, dependiendo el número de semanas de cada mes, ver figura 38.

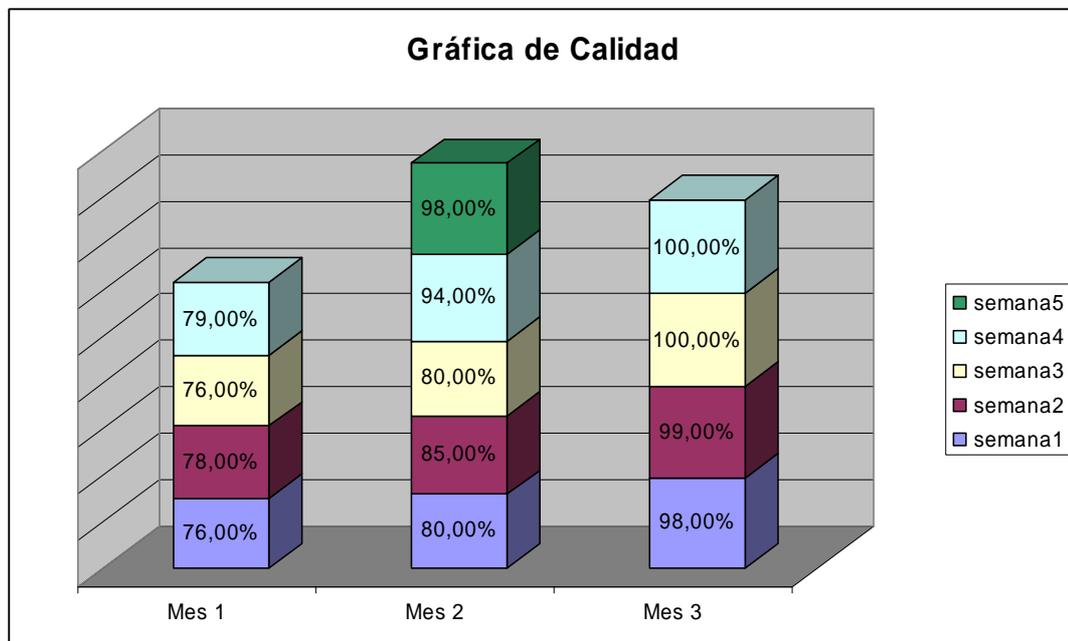
Figura 38. Gráfica de resultados del criterio de rendimiento



### 4.1.1.3 Calidad

Para conocer el comportamiento del porcentaje de calidad, se sigue el mismo procedimiento de los criterios de disponibilidad y rendimiento, presentándose la siguiente gráfica.

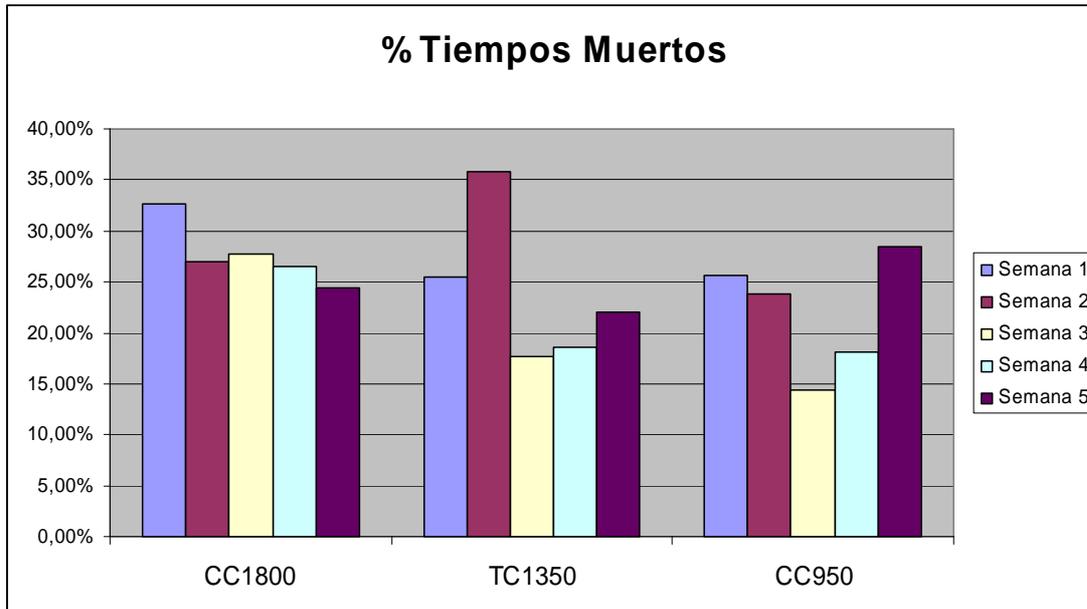
Figura 39. Gráfica de resultados del criterio de calidad



#### 4.1.2 Verificación y comparación de los porcentajes de tiempos muertos

Esta evaluación debe facilitar al personal directivo la información necesaria para ver dónde se están produciendo los fallos y qué tipo de fallos son, de ésta manera se podrá ver si el enfoque que le está dando el departamento de mantenimiento es el correcto. La evaluación puede hacerse cada mes por medio de la información del estudio de fallas que afectan a la disponibilidad, el cual está descrito en el inciso 2.3, y con ello se puede graficar de la siguiente manera:

Figura 40. Gráfica de resultados de tiempos muertos.



## **4.2. Evaluación del equipo piloto**

Además de evaluar la eficiencia de las máquinas y las fallas, es imprescindible que la empresa evalúe si las personas están respondiendo según lo esperado. Esto tiene como objetivo principal determinar el nivel de calidad en la operación, de acuerdo a los resultados. Esta evaluación se debe realizar como se describe en los siguientes incisos.

### **4.2.1 Desempeño de los operadores**

Para evaluar a los operadores los supervisores de producción y el supervisor de empaque, deberán usar un formato de evaluación de excelencia de manufactura, el cual debe constar de tres aspectos a evaluar:

- Desempeño del colaborador: esta área evalúa todas las áreas donde el personal tiene relación con la operación.
- Justo a tiempo: éste evalúa la administración del tiempo en todas las actividades de la operación.
- Calidad: evaluando la transformación de la materia prima, capacitación entrenamiento, inspección y mantenimiento.

La clasificación de la puntuación de desempeño se ubicará de la siguiente manera:

**Tabla XIV. Clasificación de la puntuación de desempeño**

<b>PUNTEO</b>	<b>CONDICIÓN</b>
1 – 3	Operación deficiente
4 – 7	Mejorando su proceso
7 – 10	Operación de clase mundial

**Fuente: Productividad y calidad Monterrey, 1998**

A continuación se presenta un modelo de evaluación de excelencia, la cual se encuentra dividida en bloques a los que se le ubica la clasificación de puntuación, y en cada bloque se sitúa la o las acciones y actividades que se consideran en el punteo establecido.

Figura 41. Resultados de evaluación de desempeño

<b>FORMATO DE EVALUACIÓN DE LA EXCELENCIA</b>				
<b>DESEMPEÑO DEL COLABORADOR</b>				
1	2	3	4	5
<p>Estructura organizacional rígida, muchas clasificaciones de trabajo.                      Ningún sistema de sugerencia o reconocimiento.                      Administración de tipo autoritario.                      Alta rotación de personal.                      Deficiente desarrollo administrativo.                      No existe trabajo en equipo.</p>				
<b>JUSTO A TIEMPO</b>				
1	2	3	4	5
<p>Inflexibilidad en el cambio de productos.                      Replaneación constante y falta de inventarios.                      Largos tiempos de entrega de productos.                      Procedimientos clave de manufactura.                      Cambios lentos.                      Fallas frecuentes de maquinaria.</p>				
<b>CALIDAD</b>				
1	2	3	4	5
<p>Alto porcentaje de desperdicio y reproceso.                      Defectos encontrados por inspectores y clientes.                      Débil capacitación y entrenamiento.                      Gran diferencia entre los manuales y la práctica real.                      Alto porcentaje de devoluciones del cliente.                      Inspección 100% a la entrega.                      Gran número de vendedores.</p>				
6	7	8	9	10
<p>Estabilidad en relaciones laborales.                      Comunicación profesional administrativa.                      Orientados hacia el trabajo en equipo                      Sistemas de sugerencias establecido.                      Buena actitud de la fuerza de trabajo.                      Rotación de personal controlada.                      Involucramiento del departamento de personal en el desarrollo de la administración.</p>				
<p>Respeto, confianza y apoyo mutuo en las relaciones laborales.                      Estructura organizacional con pocos niveles y trabajos autodirigido.                      Capacitación y entrenamiento constante.                      Gran cantidad de ideas implementadas propuestas por el personal.                      Seguridad en los puestos y mínima rotación.                      Administración participativa moral y motivación alta.                      Participación del colaborador en todas las áreas del negocio.</p>				
<p>Altos cambios de inventario.                      Frecuentes cuellos de botella.                      Fallas poco frecuentes.                      Entregas limitadas de producto terminado.                      Lento desarrollo del proceso.                      Mantenimiento preventivo.</p>				
<p>Programa de producción relacionado con la demanda del mercado.                      Mantenimiento total productivo.                      Cambios rápidos de productos.                      Cero cuellos de botella.                      Desarrollo de producción en línea y varias maquinas por operador.                      Tiempos bajos de entrega.                      Porcentaje al valor agregado.</p>				
<p>Monitoreo y automatización de maquinaria y equipos.                      Baja variación de proceso.                      Porcentaje de desperdicio y reproceso, abajo del esperado.                      Alto nivel de capacitación y entrenamiento de inspección de calidad en el proceso.                      Participación efectiva de todos los colaboradores.                      Contrato con un solo proveedor.                      Programa de calibración de equipos de medición.                      Cero devoluciones.                      No hay inspección al recibir.                      Retroalimentación del cliente para mejora continua.</p>				

Para conocer si al operador le ha sido de utilidad la evaluación de su desempeño, el departamento de recursos humanos debe aplicar una encuesta donde los resultados sirvan para la si los empleados están concientes que su desempeño afecta e gran parte al buen funcionamiento y al beneficio de la empresa. La encuesta contener por lo menos las siguientes preguntas.

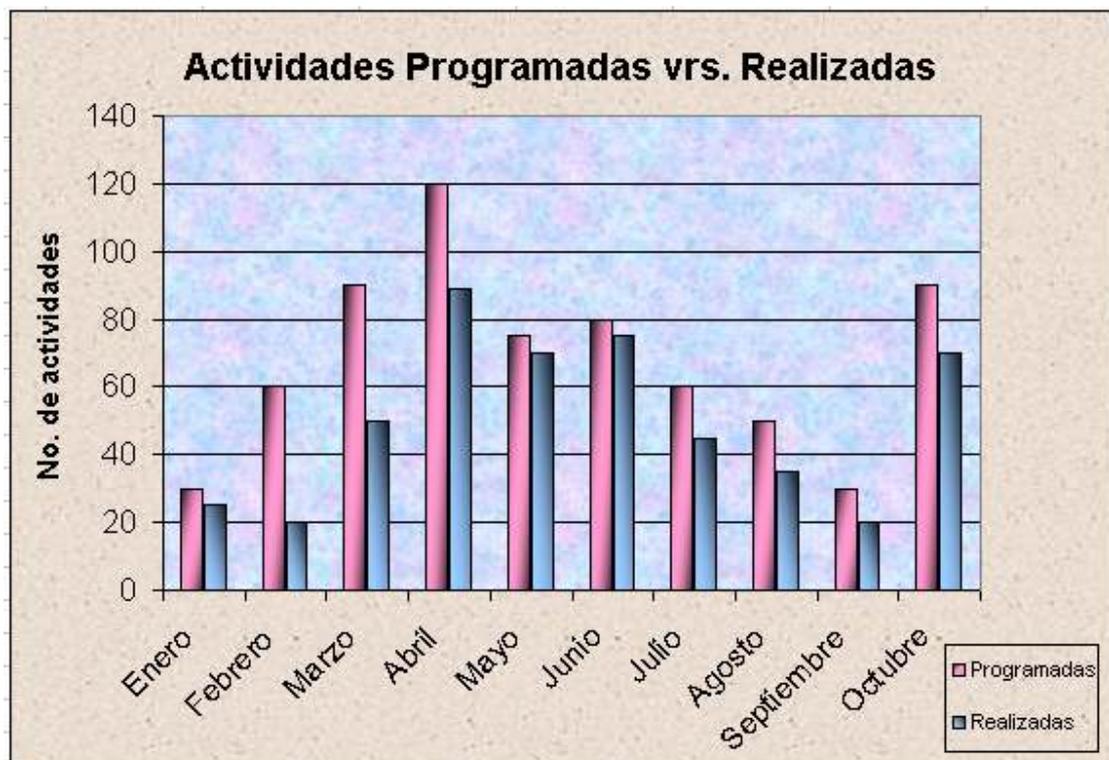
### **ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DE LOS OPERADORES**

Preguntas	Si	No	Solo en Parte
1. ¿Sabe que a usted le evalúan su desempeño de trabajo?	12	1	
2. ¿Considera que la evaluación de desempeño es un proceso positivo para usted como trabajador?	13		
3. ¿Le dan a conocer su rendimiento actual de trabajo?	4	5	4
4. ¿Considera que la evaluación de desempeño es un proceso mediante el cual usted como trabajador puede lograr mejores resultados en su labor?	10	1	2
5. ¿Conoce quien le evalúa actualmente su desempeño?	6	7	
6. ¿Considera que la evaluación de desempeño puede verse afectada por elementos subjetivos del evaluador tales como problemas personales, prejuicios, entre otros en contra suyo?	1	10	2
7. ¿Considera que los aspectos que se miden en el modelo de evaluación están acordes a las funciones que tiene en su puesto de trabajo?	8	2	3
8. ¿La evaluación de desempeño mejora las relaciones entre su Jefe y usted?	6	7	
9. ¿Le motiva que se analice su comportamiento como empleado?	13		
10. ¿Ha logrado mejorar algunos aspectos en su trabajo a través de la evaluación de desempeño?	9	4	

#### 4.2.2 Control de actividades programadas del departamento de mantenimiento y determinación de indicadores de medición.

Es necesario el departamento de mantenimiento no olvide evaluar el avance de sus actividades por aparte. Esto servirá para evaluar la eficiencia de los técnicos de mantenimiento en la planificación de los trabajos, mostrando el número de ordenes de trabajo planificadas versus el número de ordenes realizadas, en un determinado periodo de tiempo, tal y como se muestra en la figura 42.

Figura 42. Gráfica de control de actividades programadas vrs. realizadas



También es necesario contar indicadores que sirvan para medir qué tan bien se está haciendo las tareas programadas, en esta sección se han citado algunos indicadores del Mantenimiento Planificado y Programado, entre los cuales están:

1. **MTBF, (Mean time between failures): Tiempo Medio Entre Fallos**, este indicador se refiere a la frecuencia con la cual ocurren las fallas, el objetivo básico es que el equipo tenga un MTBF elevado y estable, porque eso querrá decir que los fallos están controlados, y por tanto tenemos la oportunidad de prevenirlos. Un MTBF que fluctúe nos está diciendo que el equipo no está controlado, se calcula con un promedio de la frecuencia de aparición de la falla. Para conocer este tiempo de frecuencia se puede utilizar las fichas de reporte de fallas en el inciso 3.2.3.1. (vea figura 27).
2. **MTTR, (Mean time to repair): Tiempo Medio Para Reparar**, esto se refiere a conocer exactamente el tiempo dedicado a las intervenciones, conocer porqué y cómo se está invirtiendo el tiempo para reparar, qué problemas se tiene adicionales al trabajo, etc. se calculará dividiendo el tiempo para reparar las fallas dentro del número de paradas. Para obtener esta información se puede utilizar las fichas de reporte de fallas en el inciso 3.2.3.1. (vea figura 27).
3. **%Mto. Planificado versus %Mto. No Planificado**: ¿son los equipos los que controlan o es mantenimiento el que controla los equipos?. Un buen mantenimiento sería aquel en el que el 90% de las intervenciones fuese planificada. Para llevar a cabo esta evaluación, se reportarán los datos de tiempo y costo y con ello se podrá realizar la comparación si cada rubro gastado o tiempo invertido, fue destinado para las tareas programadas.

## **5. ANÁLISIS DE IMPACTO GENERADO POR LAS AGUAS RESIDUALES DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE FRITO LAY**

El análisis de impacto generado por aguas residuales, realizado en esta sección, se basa primeramente en una investigación de los componentes contaminantes del agua después de ser procesada, los daños que ocasionan y un conjunto de actividades preventivas y correctivas.

### **5.1. Identificación de los contaminantes del agua, generados por las actividades productivas**

Para la identificación de los contaminantes del agua se realiza un análisis al agua antes de entrar a los tanques de principio de proceso los cuales son los encargados del tratamiento del agua.

El agua analizada es la que viene después de ser utilizada en el cocimiento de maíz, lavado de cocinas y lavado de pisos.

Las sustancias contaminantes generadas por las actividades productivas que contiene el agua desechada por los procesos se dividen en:

1. Grasas
2. Aceites
3. Partículas sólidas (madera, plásticos, materia prima como maíz, y otras clases de desechos)

Estos contenidos se adhieren al agua por el lavado que se realiza, luego es depositada a las alcantarillas después de su uso, para ser llevadas a un sistema de tubería destinada a la planta de tratamiento.

Las sustancias contenidas en el agua provocan turbidez, la cual es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión.

Cuanto más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez. Y en este caso la turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua.

#### **5.1.1. Selección de la ubicación de estudio**

El estudio de la calidad de agua residual, se realiza en la planta de tratamiento seleccionando dos estaciones ubicadas en la entrada de la planta de tratamiento de agua y la otra en la salida del sistema. La descripción de las estaciones se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla. XV. Estaciones de estudio de impacto ambiental.**

<b>Estación</b>	<b>Característica</b>
E1	Salida de la planta de tratamiento de agua
E2	Entrada a la planta de tratamiento de agua

### 5.1.2. Parámetros a considerar para valorar impactos de los tipos de contaminantes

Los parámetros que se evalúan son los siguientes: pH, conductividad, temperatura. Para la determinación de sólidos, DBO, DQO, aceites y grasas. Estos parámetros son realizados conforme a los procedimientos establecidos en el Laboratorio LABIND y se describen a continuación:

**pH :** El pH demuestra si una sustancia es ácido, neutro o básico. El número de átomos de hidrógeno en la sustancia determina el pH. Cuanto más átomos de hidrógeno una sustancia contenga, más bajo es el pH. Una sustancia que contiene muchos átomos del hidrógeno es ácida.

**Conductividad:** Esto significa que cantidad de electricidad el agua puede conducir, y se expresa en una magnitud física.

**Temperatura:** Esto se refiere a lo sucedido al agua cuando se calienta; en que temperatura se convierte a estado gaseoso.

**Sólidos suspendidos:** Cantidad de partículas flotantes o suspendidas en la columna de agua que pueden ser separadas del líquido por medio de medios físicos como la filtración.

**Sólidos Sedimentales:** Los contaminantes sólidos sedimentables (CSS), conocidos también como polvo atmosférico, están constituidos por material tanto inerte como por metales pesados, estos últimos pueden ser Hierro, Plomo, Cadmio, Cromo, Zinc, entre otros. En el agua son aquellas partículas gruesas que se encuentran en un volumen determinado de líquido que se depositarán por gravedad.

**Sólidos Totales:** Grupo de partículas que incluye a los sólidos disueltos, suspendidos y sedimentales en agua.

**DBO:** La demanda biológica de oxígeno, también denominada demanda bioquímica de oxígeno, es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, y se utiliza para determinar su grado de contaminación. Normalmente se mide transcurridos 5 días y se expresa en mg O<sub>2</sub>/litro. El método mide la concentración de los contaminantes orgánicos. Sin embargo, puede haber interferencias debido a que haya sustancias inorgánicas susceptibles de ser oxidadas también por las bacterias en disolución.

**DQO:** Demanda química del oxígeno, es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en mg O<sub>2</sub>/litro.

**Aceites y grasas:** Son todas aquellas sustancias, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.

### 5.1.3 Características físicas del agua residual en entrada y salida

En esta sección se presenta información relacionada con las estaciones de monitoreo, parámetros para determinar las sustancias de la calidad del agua. Estas características van de la mano con los parámetros considerados en el inciso anterior.

Para medir la calidad del agua residual, se establecieron dos estaciones ubicadas en la entrada de la planta de tratamiento de agua y la otra en la salida del sistema. Los resultados se presentan a continuación:

**Tabla XVI. Características del agua residual en la entrada y salida del sistema de tratamiento.**

PARAMETROS	Unidades	Entrada	Salida	Variación E1 - E2	Observaciones
Aspecto		Turbia	Turbia	NA	NA
Olor		Séptico	Séptico	NA	NA
Ph	u.e	5.61	5.646	0.03	Dentro del rango
Temperatura	°C	30.7	31.2	0.5	NA
Conductividad	uS/m	1974	2058	84	NA
DQO	mg/l	1946	2284	338	Fuera del rango
DBO	mg/l	792	1584	792	Dentro del rango
Sólidos suspendidos	mg/L	629	2704	2075	Fuera del rango
Sólidos sedimentables	mg/L	720	750	30	Fuera del rango
Sólidos totales	mg/L	2721	3005	284	NA
Aceites y grasas	mg/L	16	1384	1368	Dentro del rango

Fuente: CTA & LABIND

#### **5.1.4 Interpretación de impactos generados por los contaminantes**

El efecto nocivo de los residuos es distinto dependiendo de sus características físicas, químicas o biológicas y del lugar donde son generados y depositados. En términos generales, algunos afectan al medio ambiente por sus efectos depredadores directos e indirectos; otros, por su capacidad de transportar vectores de enfermedades; y otros, por afectar a la estética. En el siguiente inciso se mencionan los problemas que causa a la salud y al medio ambiente.

##### **5.1.4.1 Conocer los problemas que los contaminante pueden ocasionar al medio ambiente y a la salud humana.**

La contaminación de las aguas residuales favorece a la proliferación y transmisión de enfermedades, reduce el número de fuentes disponibles para el abastecimiento de agua para consumo humano de la generación actual y futura, y pone en peligro de extinción a muchas especies de nuestra flora y fauna.

Los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana. La presencia de nitratos (sales del ácido nítrico) en el agua potable puede producir una enfermedad infantil que en ocasiones es mortal. El agua contaminada puede ser absorbida por las cosechas; de ser ingerido en cantidad suficiente, puede producir un trastorno diarreico agudo así como lesiones en el hígado y los riñones.

Es necesario mencionar que el agua desechada por la empresa va a desembocar al Lago de Amatitlán. Los lagos son especialmente vulnerables a la contaminación. Hay un problema, la eutrofización, que se produce cuando el agua se enriquece de modo artificial con nutrientes, lo que produce un crecimiento anormal de las plantas. El proceso de eutrofización puede ocasionar problemas estéticos, como mal sabor y olor, y un acumulo de algas o verdín desagradable a la vista, así como un crecimiento denso de las plantas con raíces, el agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el fondo de los lagos, así como otros cambios químicos. Otro problema cada vez más preocupante es la lluvia ácida, que ha dejado muchos lagos del norte y el este de Europa y del noreste de Norteamérica totalmente desprovistos de vida.

## **5.2 Establecimiento de índices que delimitan el rango de contenido de contaminantes de aguas residuales**

Para delimitar los parámetros de las características del agua residual se utilizan los índices establecidos por el Reglamentos de las descargas y reuso de aguas residuales y la de disposición de lodos. El cual persigue la reducción de emisiones de residuos industriales líquidos y de ese modo evitar daños a la red de alcantarillado y riesgos a la población como resultado del deterioro acelerado de las tuberías. Esta normativa consiste en determinar niveles máximos permitidos de emisión para un conjunto de parámetros, expresados en unidades de concentración y exigibles a las industrias que vierten al alcantarillado.

Con esta regulación se persigue la reducción de emisiones con el objeto de:

- Evitar daños a la red de alcantarillado y riesgos a la población como resultado del deterioro acelerado de las tuberías.
- Evitar los daños a los actuales y futuro sistemas de tratamiento de las aguas servidas que comparten la red de alcantarillado con los residuos industriales.

Este reglamento tiene límites establecidos de las características que el agua deberá contener para un tiempo determinado, los cuales muestran a continuación.

**Tabla XVII. Parámetro de calida asociado a la DBO**

Parámetro	Dimensional	Valor inicial	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	3500	1500	750	450	200

**Fuente: Reglamento de aguas residuales**

**Tabla XVIII. Límites máximos permisibles de aguas residuales.**

Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	< 40	< 40	< 40	< 40	< 40
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1500	200	100	60	60
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500	1500	700	400	200
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1400	180	150	80	40
Fósforo total	Miligramos por litro	700	75	40	20	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>6</sup>	< 1x10 <sup>5</sup>	< 1x10 <sup>4</sup>	< 1x10 <sup>4</sup>
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.4	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6	3	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	4	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6	4	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	1	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidades platino cobalto	1500	1300	1000	750	500

**Fuente: Reglamento de aguas residuales**

### 5.3 Acciones preventivas

Es muy difícil encontrar acciones preventivas que den como resultado contar con la calidad de agua óptima después de haber sido utilizada en las áreas productivas, sin embargo si se puede encontrar maneras y métodos que ayuden a minimizar en lo posible la cantidad de contaminantes y contenidos en el agua, que muchas veces dificultan el proceso de tratamiento de agua en la empresa. Una de las metodologías usadas en esta ocasión se presenta en el siguiente inciso.

### **5.3.1 Campaña de concientización al personal**

Para realizar la campaña de concientización, la empresa determinará las necesidades de capacitación. Requerirá que todo el personal cuyo trabajo pueda originar un impacto significativo sobre el medio ambiente, haya recibido una capacitación apropiada.

Establecerá y mantendrá procedimientos para hacer que sus empleados o miembros, en cada función y nivel pertinentes, tomen conciencia de:

- a) la importancia de cumplir con la política y los procedimientos ambientales, y con los requisitos del sistema de gestión ambiental;
- b) los impactos ambientales significativos, reales o potenciales, derivados de sus actividades laborales, y los beneficios ambientales surgidos de una mejora de su desempeño personal;
- c) sus roles y responsabilidades para lograr el cumplimiento con la política y los procedimientos ambientales, y con los requisitos del sistema de gestión ambiental, incluyendo los requisitos para la preparación y las respuestas ante emergencias;
- d) las consecuencias potenciales de los procedimientos operativos especificados.

Conforme a este problema se ha determinado que los mayores inconvenientes por los cuales las aguas residuales no han cumplido con los límites establecidos en las normas, son, que el personal no está consciente del daño ambiental que causan, por lo que realizan muchos actos indebidos, como: tirar desechos sólidos, grasas y aceites en las alcantarillas. Y debido a esto se determinó realizar una campaña de concientización en la cual se impartió una capacitación con el siguiente contenido:

- Desarrollo sostenible
- Aspectos que influyen en la destrucción del medio ambiente
- Utilización del agua en la empresa
- Procedimiento de tratamiento de aguas residuales en la planta de tratamiento
- Los problemas que generados por los desechos, grasas y aceites
- Importancia y beneficios de cuidar el la forma de uso agua.

### **5.3.2 Orientación en manejo de desechos**

Para la campaña de orientación de desechos se debe colocar carteles en los cuales se describa la forma de uso de todos los aceites y las grasas, desechos sólidos etc. La empresa debe hace énfasis en los siguiente:

Los aceites tienen un lugar destinado para ser reciclado y los encargados de limpiar la cocina son los responsables de llevar los aceites hacia su destino establecido. Los desechos sólidos son llevados a la bodega donde se deposita la basura y únicamente el agua tiene que ser depositada a las alcantarillas para evitar que las tuberías se dañen.

## **5.4 Acciones correctoras**

Es importante que la empresa cuente con las medidas necesarias para corregir todos los problemas que presenta y así poder cumplir con lo que establece la ley.

### **5.4.1 Tratamiento de aguas residuales**

La protección de los recursos naturales y en especial la preservación del recurso hídrico, es uno de los principales objetivos, para asegurar la salud, mejorar la calidad de vida y alcanzar el desarrollo sostenible del país.

La contaminación del agua, es uno de los problemas que causa mayor impacto negativo a la población y al ambiente; por lo que resulta prioritario adoptar medidas para el control de la contaminación generada por las descargas de aguas residuales en los cuerpos receptores (desagües, ríos, etc.).

La empresa ha tomado como una de sus prioridades atacar este problema, para ello cuenta con una planta de tratamiento de agua. Aquí se proyecta sistemas de depuración de aguas residuales tratamientos biológicos o físico-químicos.

#### **5.4.2 Opciones para el tratamiento de olor**

El control de olor es uno de los intereses primarios en las instalaciones de la empresa, especialmente si se ubican cerca de áreas residenciales. La buena gestión del proceso y el quehacer cuidadoso puede reducir los olores, pero en muchos casos todavía se requerirá algún método para la reducción del olor.

El aumento de sensibilización de la sociedad con el medio ambiente junto con las normativas cada vez más restrictivas en la emisión de olores molestos a la atmósfera hacen que la eliminación de olores tengan cada vez más importancia. Entre los sistemas de depuración destaca la depuración biológica que aprovecha la capacidad de algunos microorganismos para oxidar bioquímicamente las sustancias orgánicas e inorgánicas que contienen los gases que se deben tratar. En muchos casos, la bio filtración es la opción más económica y la más efectiva, y que, hoy en día, es de uso generalizado.

Se exige la reducción de malos olores de las industrias, y las de procesamiento de alimentos pues unas de las actividades más afectadas. La emisión de malos olores por parte de las plantas que tratan los residuos puede ser en si mismas un problema, lo cual es algo a tener en cuenta a la hora de decidir que tipo de planta de tratamiento de residuos a instalar. La empresa debe de cumplir la legislación guatemalteca al respecto y las pautas referentes al medio ambiente. También es necesario el control del olor en multitud de procesos, y hay varias opciones para el tratamiento del olor, incluyendo el químico, la destrucción térmica y la bio filtración como se muestra en los siguientes incisos.

#### 5.4.2.1 Destrucción térmica

La destrucción térmica es el proceso mediante el cual, las moléculas de un residuo tóxico y peligroso se rompen para generar otra de menor tamaño. La destrucción de los residuos tóxicos y peligrosos depende de la naturaleza del compuesto, el tiempo necesario y la temperatura. Las combinaciones que utiliza este procedimiento son:

**Combustión:** descomposición de la materia por medio del oxígeno del aire

**Gasificación:** operación que convierte un sólido en un gas

**Licuefacción:** operación que convierte un gas en un líquido

**Oxidación húmeda:** descomposición de la materia por medio de aire comprimido o aire húmedo.

#### 5.4.2.2 Carbón activo

En relación con el tratamiento de las aguas, el carbón activo se utiliza:

En el tratamiento de agua de afinado de aguas potables o de aguas industriales, especialmente cuando se obtienen partiendo de aguas superficiales. El carbón activo retiene los compuestos orgánicos disueltos no eliminados por la degradación biológica natural, microcontaminantes y ciertos metales pesados a nivel de trazas.

En el tratamiento de aguas residuales o industriales. El carbón retiene los compuestos orgánicos disueltos, resistentes al tratamiento biológico, con lo que se elimina una cierta proporción de la DQO residual.

En el tratamiento de aguas residuales industriales, cuando el efluente no es biodegradable o contiene elementos tóxicos orgánicos que impiden la puesta en práctica de técnicas biológicas.

Debe preverse el empleo de carbón activo cuando se deseen eliminar contaminantes orgánicos disueltos, tales como:

- Detergentes.
- Colorantes de síntesis solubles.
- Disolventes clorados.
- Sabores y olores.

los cuales son contaminantes generados específicamente por la empresa.

#### **5.4.2.3 Lavado químico**

Desde el punto de vista económico el “lavado químico” es el más conveniente pero tiene dos deficiencias:

- a) su rendimiento es bajo, razón por la cual se requiere de una continua intervención
- b) las mediciones del coeficiente de fricción siguen dando bajos resultados, posiblemente por no eliminarse totalmente los residuos de la descontaminación (al tacto se percibe una pegajosidad).

Estas falencias hacen sugerir a la gerencia de mantenimiento, de no tratar de utilizar esta metodología pues pueda que ocasione gastos innecesarios, pues expuesto anteriormente son los resultados que han dado algunos análisis ya realizados.

#### **5.4.2.4 Filtro biológico**

El filtro biológico es un depósito compacto construido en material de poliéster reforzado con fibra de vidrio que goza de algunas ventajas sobre otros materiales como son:

- Mayor resistencia al desgaste, choque e impactos.
- Poco peso, fácil manejo e instalación.
- Material anticorrosivo, imputrecible e inalterable al paso del tiempo.

Esta destinado a la recepción en su interior de las aguas residuales procedentes de alcantarillados, cargadas de materias orgánicas y a la digestión o fermentación anaerobia de todas aquellas materias que llegan con el agua residual.

El agua residual atraviesa la fosa sin entrar en contacto con los lodos en digestión y sale hacia la cámara del filtro. El material filtrante ofrece una estructura abierta con un gran porcentaje de huecos, lo que permite a los sólidos que pudiera llevar el líquido evacuar libremente facilitando, por otra parte, la aportación de aire que justamente con la materia orgánica disuelta en el líquido constituyen la base de la vida de los microorganismos encargados de realizar la depuración; las aguas residuales contienen gran cantidad de microorganismos, que al pasar a través del relleno del filtro se adhieren a sus paredes formando una película biológica. Este pequeño mundo de seres vivos, auténticos agentes de la depuración, al alimentarse de la materia orgánica la transforman por un proceso biológico en nuevas células que pasan a engrosar la película biológica.

El relleno está diseñado para tratar caudales de agua residual notablemente superiores a los tratados por otros procedimientos biológicos, eliminando grandes cantidades de materia orgánica, por lo que se emplea para eliminar a bajo costo, la mayor parte de la materia orgánica disuelta que llevan las aguas. Algunas de sus ventajas son:

- Funcionan con una atención y un mantenimiento mínimo.
- Trata vertidos con un alto índice de DBO, que por otros procedimientos tendrían un costo muy elevado.
- Estas plantas al ser compactas, son integradas en un espacio de terreno mínimo y pasan desapercibidas.



## CONCLUSIONES

1. El resultado final de la implementación del programa de control de eficiencias basado en el sistema de Efectividad Total del Equipo, puede ser capaz de lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo en el área de empaque de Corn Chips.
2. El análisis basado en las seis grandes pérdidas, es una herramienta que ayuda a determinar las causas principales de averías y fallas de las máquinas y equipos, lo cual da como resultado un aumento de disponibilidad operativa y a la vez mejora la efectividad de los equipos.
3. Durante el procedimiento del cálculo de la capacidad de producción de las máquinas, se puede conocer la capacidad necesaria para cumplir con la producción establecida en el área de empaque, por lo que se puede concluir que la maquinaria y equipos de la empresa son más que suficientes para empaclar las cantidades programadas.
4. Al seleccionar un equipo piloto para la implementación del proyecto, se fortalece el trabajo en equipo por medio de un aumento de comunicación, capacitación y entrenamiento, logrando así una mejora de las condiciones de los equipos, herramientas, maquinarias y mayor responsabilidad por parte del operador.

5. Al diseñar formatos para detallar problemas en las máquinas y producto, se logra obtener un control que da respuesta a los distintos problemas existentes, lo cual da inicio a la implementación de acciones correctivas y preventivas que dan como resultado una mejora en la efectividad.
  
6. El constante mal olor y la creciente contaminación y dificultad de mejorar la calidad de agua desechada de una planta de alimentos, hace necesario el estudio de impacto ambiental en ésta área, analizando constantemente las características provenientes de aguas industriales, aplicando siempre acciones preventivas para invertir menos recursos en las acciones correctoras.

## RECOMENDACIONES

1. Los encargados del área de capacitación deben tomar en cuenta que antes de formar grupos pilotos para capacitar, es requisito previo que la empresa pueda medir el grado de capacidad de su personal para saber dónde enfocar el problema, además deben considerar un ambiente de liderazgo, respeto total a todas las contribuciones de la gente, reconocer la importancia de todos los participantes y un liderazgo que venga a sustituir el viejo concepto de autoridad.
2. Se sugiere al personal directivo la implementación de este programa en todas las líneas de producción de la empresa, para que tenga control sobre ellas, pueda encontrar la causa de problemas y pueda eliminarlos, y así de esta manera mejore su productividad en una forma global.
3. Se propone al personal directivo, fortalecer la supervisión personalizada a los operarios de la planta al momento de realizar sus reportes, pues de esta manera se asegura la calidad de información que brinden.
4. Se recomienda a los departamentos de manufactura, mantener una comunicación cruzada para que puedan mejorar la calidad de información recopilada y obtener mejores resultados en sus procesos de control.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez Maldonado Erick, Tesis: Implementación del Mantenimiento Productivo Total en una Industria de Alimentos, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1995
2. Benjamín W. Niebel, **Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo**, McGraw-Hill, 2004
3. Don Hellriegel Thomson **Administración**, editorial 2002.
4. **Guía para Elaboración de Proyectos**, Coordinadora General de Planificación, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005.
5. James R. Evans, William Lindsay, **Administración y control de la calidad**, editorial Thomson, 4a. edición.
6. Stephen P. Robbins, Mary Coulter **Administración**, Prentice Hall, Editorial 1996.

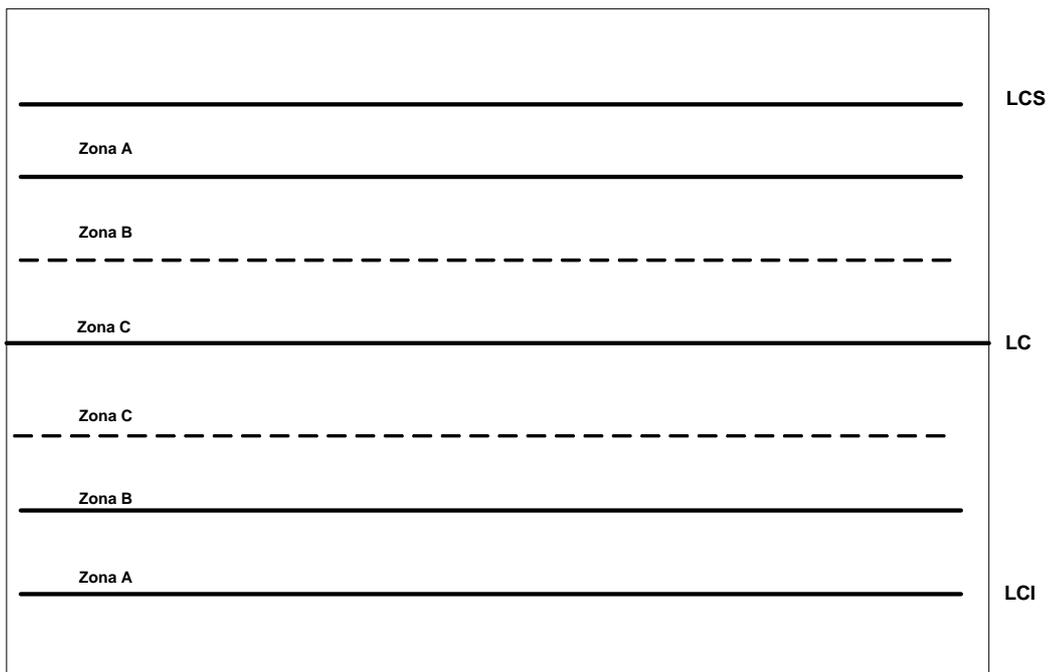
### Paginas Electrónicas

7. **OEE - Overall Equipment Effectiveness**, <http://www.wonderware.es/>, febrero 2006.
8. **Cómo medir la gestión del mantenimiento en la empresa?**, <http://www.gestiopolis.com/index.htm>, febrero 2006
9. **Mantenimiento Total Preventivo**, <http://www.leanadvisors.com/es/>, marzo 2006.



## ANEXO 1

Carta de control de interpretación dividida en seis zonas:



## ANEXO 2

Ejemplo de tablas de planes de muestreo simple de Dodge y Roming para un AOQL

Confiability del Proceso	0-.04			.05-.40			.51-.80			.81-1.20			1.21-1.00		
	n	c	o	n	c	o	n	c	o	n	c	o	n	c	o
1-15	10	0	—	10	0	—	10	0	—	10	0	—	10	0	—
16--50	14	0	13.6	14	0	13.6	14	0	13.6	14	0	13.6	14	0	OJ13.0
51-100	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	12.4	16	0	OÍ12.4
101-200	17	0	12.2	17	0	12.2	17	0	12.2	17	0	12.2	35	1	IO 30 10
201-300'	17	0	12.3	17	0	12.3	17	0	12.3	37	1	10.2	37	1	10.2 37 1 10.
301-400	18	0	11.8	18	0	11.8	38	1	10.0	38	1	10.0	38	1	10.0 38 1 10.0
-101-600	18	0	11.9	18	0	11.9	39	1	9.8	39	1	9.8	60	2	3.6 1 GOI 8.G
501-600	18	0	11.9	18	0	11.9	39	1	9.8	39	1	9.8	60	2	3.6 1 GOI 8.G
601-800	18	0	11.9	40	1	9.6	40	1	9.6	65	2	8.0	65	2	8.0 65 2 8.0
801-1000	18	0	12.0	40	1	9.6	40	1	9.6	65	2	8.1	65	2	8.1 65 2 8.1
1001-2000	18	0	12.0	41	1	9.4	65	2	8.2	65	2	8.2	120	4	6.5
2001-3000	18	0	12.0	41	1	9.4	65	2	8.2	95	3	7.0	120	4	5.8
3001-4000	18	0	12.0	42	1	9.3	65	2	8.2	95	3	7.0	150	5	5.5
4 001-6000	18	0	12.0	42	1	9.3	70	2	7.5	125	4	6.4	155	5	6.0
500; -7000	18	0	12.0	42	1	9.3	95	3	7.0	125	4	6.4	185	6	5.6
7001-10 000	42	0	9.3	70	2	7.5	95	3	7.0	155	5	6.0	200	6	5.0
10 001-20 «>00	42	0	9.3	70	2	7.6	95	3	7.0	190	6	5.0	200	6	5.0