

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería



Escuela de Postgrado
Maestría en Gestión Industrial

**GESTIÓN DE LOS CONTROLES DE PRODUCTIVIDAD A
TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LA LÍNEA
DE FLEXITUBO DE LA EMPRESA EMPAQUES
GLOBALES, S. A.**

Estela Margarita Gálvez
Asesorado por la Inga. Katy Elizabeth López Calvillo

Guatemala, marzo de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**GESTIÓN DE LOS CONTROLES DE PRODUCTIVIDAD A
TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LA LÍNEA
DE FLEXITUBO DE LA EMPRESA EMPAQUES
GLOBALES, S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO AL COMITÉ DE LA MAESTRÍA DE GESTIÓN INDUSTRIAL

POR

ESTELA MARGARITA GÁLVEZ

ASESORADO POR LA INGENIERA KATY ELIZABETH LÓPEZ CALVILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
MAESTRA EN CIENCIAS EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



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. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Cesar Augusto Akú Castillo.
EXAMINADOR	Ing. José Rolando Chávez Salazar
EXAMINADOR	Ing. Mario Francisco Rousselin Sandoval
EXAMINADOR	Ing. José Luis Duque Franco
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz 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:

GESTIÓN DE LOS CONTROLES DE PRODUCTIVIDAD A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LA LÍNEA DE FLEXITUBO DE LA EMPRESA EMPAQUES GLOBALES, S. A.,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Postgrado Maestría en Gestión Industrial, 15 de noviembre de 2005.

Estela Margarita Gálvez

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS	Por mi vida, por ser luz en mí camino y guiarme en todo momento.
MI MADRE	Quien me ha apoyado siempre y ha sido en mi vida ejemplo de tenacidad. Con todo mi amor le dedico este logro.
MIS HIJAS	Motivo y razón de mi superación, con mucho amor y agradecimiento a su apoyo incondicional.
FAMILIARES	Hermanos, cuñadas y sobrinos, con amor y gratitud.
COMPAÑEROS Y AMIGOS	Por los momentos compartidos.
FACULTAD DE INGENIERÍA	Por haberme brindado la oportunidad de ampliar mis conocimientos.
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	Por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS O/E HIPÓTESIS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MARCO CONCEPTUAL	1
Antecedentes generales.....	1
Antecedentes de producción.....	5
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Producción.....	7
2.2. Productividad.....	7
2.3. Eficiencia.....	8
2.4. Efectividad.....	8
2.5. Calidad.....	9
2.6. Mejora continua.....	9
2.7. Desperdicio.....	10
2.8. Método de evaluación y control de información de fallas “ Eficiencia General del Equipo ” EGE.....	11
2.8.1 Disponibilidad.....	12
2.8.2 Rendimiento.....	13
2.8.3 Tasa de calidad.....	13
2.9. Extrusión.....	14
2.9.1 Área de molido.....	14

2.9.2	Área de bodega.....	15
2.10.	Materiales plásticos.....	15
2.10.1	Materias primas.....	15
2.10.2	Aditivos.....	16
2.10.2.1	Colorantes.....	16
2.10.2.2	Plastificantes y flexibilizantes.	17
2.10.2.3	Cargas minerales y fibras de Refuerzo.....	17
2.10.2.4	Hinchantes.....	17
2.10.3	Polietileno.....	18
3.	MARCO METODOLÓGICO	19
3.1	Metodología.....	19
3.1.1	Planeación del estudio.....	19
3.1.1.1	Definición del problema.....	19
3.1.1.2	Justificación.....	20
3.1.1.3	Objetivo del estudio.....	21
3.1.1.4	Delimitación de la investigación.....	21
3.1.1.5	Alcance de la investigación.....	22
3.1.1.6	Variables.....	22
	3.1.1.6.1 Variable dependiente.....	22
	3.1.1.6.2 Variable independiente.....	22
3.1.1.7	Sujetos.....	22
	3.1.1.7.1 Población.....	23
	3.1.1.7.2 Muestra.....	23
	3.1.1.7.3 Físicos.....	24
	3.1.1.7.4 Financieros.....	24
3.1.1.8	Formulación del plan de trabajo.....	24

3.1.2	Investigación de la situación actual.....	54
3.1.2.1	Recopilación de la información.....	54
3.1.3	Análisis y crítica de la información recabada.....	72
3.1.3.1	Análisis e interpretación de los Resultados.....	72
3.1.4	Propuesta de un modelo para seguimiento y solución de fallas detectadas.....	73
3.1.4.1	Justificación.....	73
3.1.4.2	Objetivos.....	73
3.1.4.3	Implementación.....	74
3.1.4.3.1	Análisis "es o no es".....	74
3.1.4.3.2	Análisis de "los 5 por qué".....	74
3.1.4.3.3	Diagrama de causa – efecto.....	75
3.1.4.4	Estrategia.....	75
3.1.4.5	Metodología.....	75
3.1.4.6	Implementación del análisis de la causa Raíz.....	76
3.1.4.7	Evaluación.....	76
3.1.4.8	Retroalimentación.....	77
3.1.5	Implementación.....	77
3.1.6	Comprobación de hipótesis.....	86
	CONCLUSIONES.....	87
	RECOMENDACIONES.....	89
	REFERENCIAS.....	91
	BIBLIOGRAFÍA.....	93
	ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Organigrama general.....	4
2	Fases de la planificación.....	10
3	Plan de trabajo.....	25
4	Línea de extrusión.....	27
5	Detalle del cilindro extrusor.....	27
6	Laminación por extrusión.....	28
7	Extrusión.....	28
8	Panel de control extrusora.....	29
9	Controles principales de extrusora.....	30
10	Controles de extrusora.....	31
11	Controles de temperatura de las resistencias internas.....	32
12	Flujo del proceso.....	33
	9.1 Flujo general del proceso.....	33
	9.2 Flujo bodega materia prima virgen.....	34
	9.3 Flujo área de mezcla.....	35
	9.4 Flujo manufactura línea de extrusión.....	38
13	Producción mensual # de rollos de flexitubo 2006.....	54
14	Comportamiento de <i>OEE</i> de la extrusora de junio a octubre 2006	55
15	Capacidad de trabajo, horas instaladas Vrs. Horas programadas	55
16	Estadísticas de ventas.....	61
	16.1 Comparativo ventas de flexitubo enero a octubre 2005 / 2006 valor en Q.	61
	16.2 Comparativo ventas de flexitubo enero a octubre 2005 / 2006 rollos vendidos.....	61

17	OEE extrusora junio a octubre 2006.....	64
18	Identificación de las fallas más recurrentes.....	65
	18.1 Paros junio 2006.....	65
	18.2 Paros julio 2006.....	66
	18.3 Paros agosto 2006.....	67
	18.4 Paros septiembre 2006.....	68
	18.5 Paros octubre 2006.....	69
19	Paros en orden de prioridad junio a octubre 2006.....	71

TABLAS

I	Hoja técnica de la materia prima utilizada.....	56
II	Tabla poliestireno.....	56
III	Ventas de Flexitubo año 2005.....	57
IV	Ventas de Flexitubo año 2006.....	59
V	Análisis del método <i>OEE</i> , eficiencia general del equipo.....	63
VI	Integración de paros presentados en máquina extrusora de junio a octubre 2006.....	70
VII	“es o no es”	74

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolos	Significado
Q	Quetzales
%	Porcentaje
EGE	Eficiencia general del equipo
OEE	<i>Overall equipment effectiveness</i>
JIT	Justo a tiempo
Vrs.	Versus
PBDI	Polietileno baja densidad inyección
PADS	Polietileno alta densidad soplado
ISO	Organización internacional para la estandarización (ISO)
PVC	Policloruro de vinilo
6 M's	Maquinaria, Mano de obra, Medio Ambiente, Métodos, Mediciones y Materiales
LDPE	Polietileno de baja densidad
HDPE	Polietileno de alta densidad
LLDPE	Polietileno lineal de baja densidad
UHMWPE	Polietileno de peso molecular ultra alto
ACR	Análisis causa raíz
O&M	Organización y métodos

GLOSARIO

Centralizar	Reunir cosas distintas o de diversa procedencia en un lugar común o bajo una misma dirección.
Científico	Que se dedica al estudio de una o de varias ciencias, si ésta es su profesión.
Control	Dominio o mando ejercidos sobre algo.
Desperdicio	Residuo que no se puede aprovechar.
Eficiencia	Capacidad para realizar satisfactoriamente la función a la que se está destinada.
Entusiasmo	Adhesión e interés que llevan a apoyar una causa o a trabajar en un empeño. Exaltación y emoción del ánimo, producidas por algo que se admira.
Eminentemente	Fundamentalmente o principalmente.
Estrategia	Plan o técnica para dirigir un asunto o para conseguir un objetivo.
Derivado	Producto obtenido a partir de otro.

Híbrido	Que es producto de elementos de distinta naturaleza o está formado por ellos.
Industrialización	Sometimiento a un proceso industrial o aplicación de métodos industriales.
Ingeniería	Ciencia y arte de aplicar los conocimientos científicos, a la inversión, perfeccionamiento o utilización de la técnica industrial en todas sus facetas.
Innovación	Cambio que supone una novedad.
Humanístico	Del humanismo o de las disciplinas que giran en torno al ser humano.
Método	Procedimiento sistemático y ordenado para realizar algo.
Monómero	Molécula simple, generalmente de peso molecular bajo, que forma cadenas lineales o ramificadas de dos, tres o más unidades.
Planificación	Elaboración de un plan detallado y organizado para conseguir un objetivo.
Pigmento	Sustancia colorante que se halla en muchas células animales y vegetales.

Polímero	Sustancia natural o sintética, formada por una reacción química llamada polimerización, cuyas moléculas están constituidas por más de una unidad de monómeros o moléculas pequeñas.
Productividad	Capacidad de producir. Grado de producción en relación con los medios con los que se cuenta.
Producto	Lo que se produce, resultado o consecuencia.
Rígido	Que no se puede doblar o torcer, riguroso, inflexible o severo.
Satisfizo	Referido esp. a un deseo, conseguirlo o realizarlo.
Soluble	Que se puede disolver o desleír, que se puede resolver.
Suministro	Abastecimiento o provisión de algo que resulta necesario, lo que se suministra.
Tecnología	Conjunto de medios técnicos, instrumentos y procedimientos industriales de un sector o campo.
Versatilidad	Facilidad excesiva para el cambio, esp. en el genio o en el carácter.

RESUMEN

Los procesos fabriles o de manufactura se clasifican en manuales, semiautomáticos o automáticos, según el grado de intervención del ser humano en la operación de un proceso.

Las principales razones de llevar un control de productividad son:

- Reducir el tiempo de fabricación
- Incrementar el ritmo de la producción y mejorar la calidad
- Hacer más seguro el lugar de trabajo; y
- Reducir el costo del producto fabricado, mediante ahorros en material y mano de obra

El aumento de la productividad consiste en buscar la mejor combinación de los recursos de que dispone la empresa, para lograr la máxima eficiencia mediante su utilización y aprovechamiento adecuado.

El cliente por medio de la demanda determina el producto y sus características, y es deber del productor satisfacer los deseos y necesidades del cliente.

Mantener la productividad es posible, mediante la mejora de la calidad de los productos, reducción de los plazos de suministros y mejora en el cumplimiento de los plazos.

Los controles de producción de la empresa Empaques Globales, S. A., representó la información que nos permitió identificar las fortalezas y debilidades

de la organización, así como la búsqueda de mejores resultados y la aplicación de un método de análisis de causa raíz, con el fin de obtener con su aplicación un incremento de la productividad. Por lo tanto es prioridad tomar control de las operaciones en vez de permitir que las operaciones tomen control de las organizaciones.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

OBJETIVOS

- **General**

Centralizar los controles de productividad y venta de Flexitubo, analizar sus datos y buscar la mejora continua e incremento de la productividad.

- **Específicos**

1. Identificar los controles de productividad existentes en la línea de Flexitubo.
2. Analizar el comportamiento de las ventas 2005 / 2006.
3. Analizar el comportamiento de la línea de Flexitubo, a través de los resultados obtenidos en el método de Eficiencia General del Equipo, *OEE*.
4. Identificar las fallas que ocasionan ineficiencia en la máquina de Flexitubo.
5. Aportar un modelo de análisis causa raíz, de las fallas del equipo.

HIPÓTESIS

A través del método de control de fallas de la línea de flexitubo, su análisis y solución de fallas detectadas, se incrementará la eficiencia general de la máquina de Flexitubo.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en las industrias manufactureras uno de los temas de mayor importancia para la alta gerencia, es contar con personal idóneo y confiable, que tenga un conocimiento del manejo de las estructuras administrativas, debido a que ello conlleva a la óptima generación de riquezas de una empresa.

Para lograr el desarrollo sostenido de las empresas, ante los retos que actualmente enfrentan debido a la globalización de los mercados y lograr la satisfacción de las necesidades y exigencias de un mercado cada vez más competitivo; es fundamental desarrollar e implementar controles de producción, para el análisis de datos que permitan tomar decisiones, en busca de la mejora continua de los procesos, incrementando así la capacidad de producción, el grado de eficiencia y rendimiento, la calidad de los productos y la rentabilidad de la organización.

En este informe se presenta la implementación de un método de estudio que permitió analizar el comportamiento de la línea de fabricación de Flexitubo de la empresa Empaques Globales, S. A., a través de los controles de eficiencia general del equipo y del análisis de causa raíz, de todo aquello que originó fallo y evidenció dificultad en la operación de la máquina, para alcanzar su máximo potencial. Es así como se pudo ubicar solución a los hechos no deseados que se hicieron presentes en el proceso, lo que dará como resultado el incremento del *OEE* de la línea de Flexitubo en los meses subsiguientes a su implementación, generando mayor productividad y por ende, mejor rentabilidad para la organización.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 Antecedentes generales

Empaques Globales, S. A. (en adelante EMGLOSA), es una industria manufacturera de la rama del plástico; su actividad principal es la fabricación de envases para la industria medicinal, cosmética e higiénica de cuidado personal, así como la fabricación de Flexitubo para la industria de la construcción. Fue fundada en Guatemala en el año 2003 y se encuentra ubicada en la 1ª. Avenida "A" 3-15, zona 6 Villa Nueva, cuenta con un área de 1,152 metros de extensión. Es una industria en vías de crecimiento. Al inicio de sus operaciones, tenía 20 colaboradores y a dos años de su creación, triplica el número de ellos, por el crecimiento de operaciones productivas y número de clientes a la fecha. Emglosa distribuye sus productos a nivel nacional, en la capital y algunos departamentos en el interior de la República.

El método de trabajo de la materia prima, es por: Inyección, Soplado y Extrusión. Cuenta con 12 máquinas inyectoras, 5 sopladoras (3 simples y 2 dobles) y 1 máquina de extrusión.

La innovación, alta tecnología, sentido futurista, entusiasmo y versatilidad, han hecho de Emglosa una empresa prometedora en su rama a nivel nacional, con pensamiento positivo de mejoramiento continuo de operaciones.

Estrategias: Emglosa ha reforzado fuertemente su planificación estratégica de largo plazo con orientación de servicio al cliente, en cada uno de sus colaboradores, logrando lo mejor de cada uno como equipo agresivo de

trabajo. Emglosa ha venido desarrollándose sobre bases sólidas y consistentes, lo que le ha permitido tener un crecimiento sostenido desde su creación.

Valores estratégicos:

- ❖ Reducción de costos
- ❖ Agregar valor, no costo
- ❖ Trabajo en conjunto con orientación
- ❖ Actualización e innovación tecnológica permanente
- ❖ Constancia en el cambio
- ❖ JIT: (Just in time) producción "Justo a Tiempo"¹

Características:

- ❖ Empresa sólida
- ❖ Mejoramiento continuo de operaciones
- ❖ Cooperación constante cliente-proveedor
- ❖ Nuevos productos y mejoramiento de los actuales
- ❖ Alta tecnología

Su fuerza productiva está integrada por 65 personas, distribuidas en sus departamentos de Producción (90%) y Administración (10%). El personal del área productiva, en su mayoría es personal con nivel educativo primario, básico y técnico, y el personal administrativo cuenta con una preparación académica a

¹ Referencia No. 1

nivel diversificado y universitario. Su recurso humano es capacitado interna y externamente, para un mejor desempeño laboral, social y humanístico.

Su

VISIÓN

Ser una organización líder por su agilidad y confiabilidad

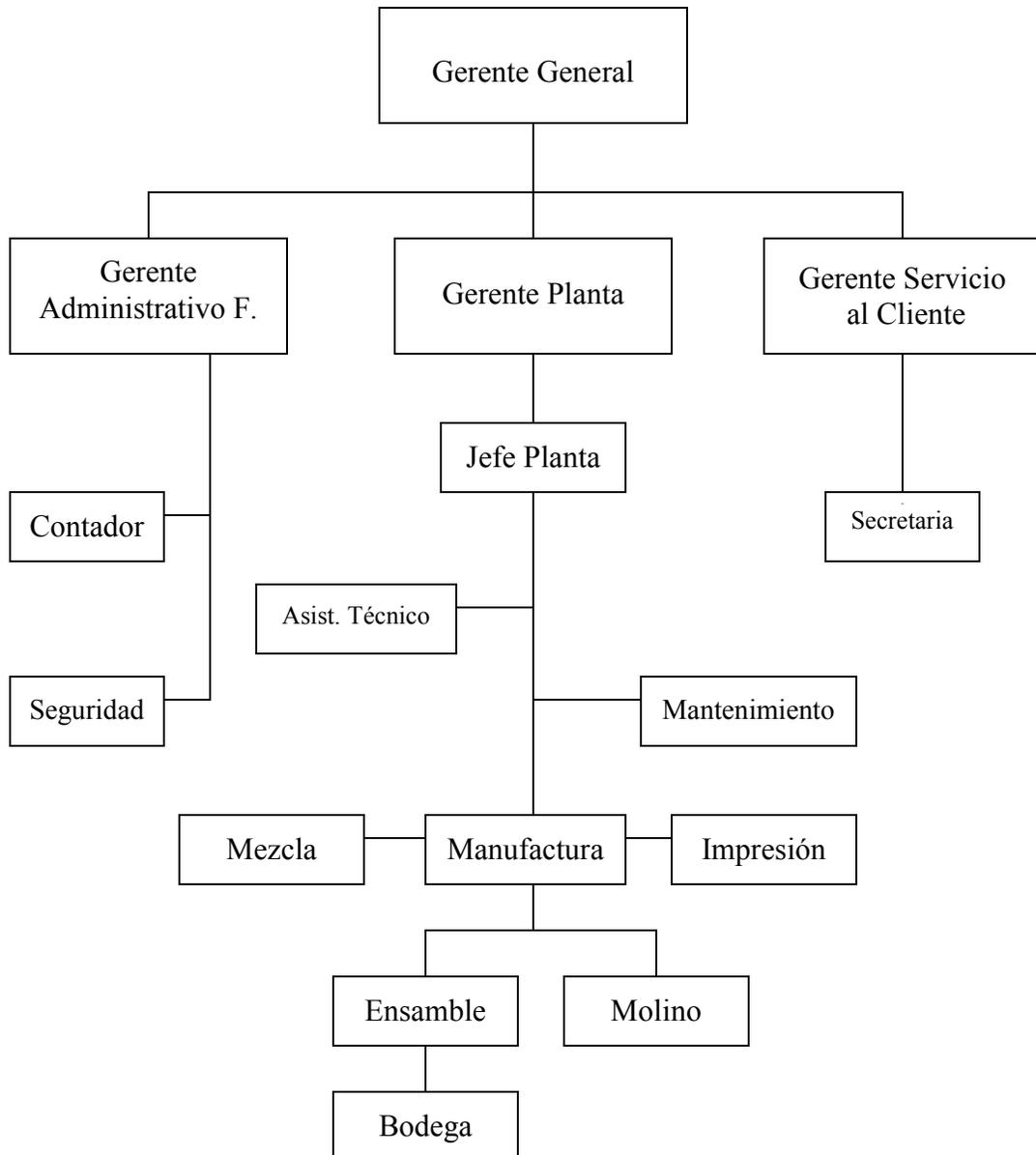
Su

MISIÓN

Cumplir con nuestros objetivos y compromisos basándonos en una eficaz comunicación y una permanente mejora integral

ORGANIZACIÓN

Figura 1. Organigrama General



1.2 Antecedentes de producción

La productividad bajo una reacción natural del ser humano, es una inquietud tan antigua y continúa como el hombre mismo. La agricultura fue la primera forma que usó el hombre para combinar diferentes procesos interrelacionados para si mismo y para los demás, precede a la producción de la cerámica. El mayor cuidado de las plantas se convirtió en mayor y mejor rendimiento. En el proceso se vieron involucrados la producción y el consumo.

Al tomar en cuenta el ser humano que los recursos son escasos y las necesidades son ilimitadas, buscan soluciones que las satisfagan y que maximicen dichos recursos. Fue con la producción que el hombre satisfizo sus necesidades.

El estudio científico de la productividad nace de una exigencia de la industrialización, buscando el acondicionamiento eficiente de los recursos involucrados. Históricamente se inicia durante el siglo XVIII con la experiencia británica y más adelante durante los siglos XIX y XX, Alemania, Francia, Estados Unidos y Japón, también experimentan los procesos de esta índole, característica esencial de un país desarrollado.

En Guatemala, país eminentemente agrícola, inicia este proceso mucho tiempo después. Derivado a los procesos de globalización, eliminación de aranceles, etc. Gracias al acceso que hoy en día se tiene a la información, el sector industrial, hace crecer su interés en temas de productividad, calidad, servicio al cliente, mejora continua, etc., como factores indispensables para su subsistencia.

Si se entiende que los recursos en general son limitados y cada industria lo toma como tal, entonces la política de producir más con menos, resulta un factor fundamental en cualquier proceso de producción. Esto se logra haciendo eficientes los procesos.

Hoy en día, existen varias técnicas, herramientas, métodos y procedimientos que pueden ser utilizados en el mejoramiento de las operaciones de las empresas. Una herramienta práctica es la Eficiencia General del Equipo (EGE), en inglés *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. Este método de evaluación permite la verificación de la eficiencia en las máquinas y por consiguiente en la producción. En los años sesenta, da inicio su aplicación en los países desarrollados y al día de hoy se utiliza de forma individual, en diferentes empresas industriales.

Este método necesita de tiempo y una correcta aplicación, para poder observar que las tasas de eficiencia de la maquinaria se elevan considerablemente y que la productividad mejora de igual forma. Es así como el presente estudio se enfoca al análisis de su comportamiento y búsqueda de soluciones que permita mejorar la eficiencia de la línea de Flexitubo en la empresa Empaques Globales, S. A.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Producción

Tarea de transformar los materiales brutos de la naturaleza, en productos utilizables para cubrir las necesidades de los individuos.

2.2 Productividad

Es el aumento en la producción por hora de trabajo. En la industria y en cualquier actividad del ser humano, la productividad es el correcto aprovechamiento de los recursos, para la obtención de un bien final de calidad, en el momento justo, optimizando los recursos. "Es la relación entre producción final y factores productivos (tierra, capital, trabajo), utilizados en la producción de bienes y servicios"² definida tradicionalmente como la relación que existe entre las entradas y salidas en el proceso de transformación.

La productividad implica la mejora del proceso productivo, la productividad aumenta cuando:

- Existe una reducción de los insumos mientras las salidas permanecen constantes.

² Microsoft. " Enciclopedia Microsoft Encarta 98 ". Microsoft Corporation 1998. Página Productividad.

- Existe un incremento de las salidas, mientras los insumos permanecen constantes.

También se puede decir que la productividad es la proporción dinámica de la producción y sus insumos, los cuales se dividen en: insumos físicos y abstractos.

Insumos físicos: horas hombre trabajadas, horas máquina, materia prima empleada, combustible utilizado.

Insumos abstractos: comodidad en el trabajo, ambiente agradable.

2.3 Eficiencia

Es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada.

2.4 Efectividad

Es el grado en el que se logran los objetivos. La forma en que se obtienen un conjunto de resultados que refleja la efectividad, mientras que la forma en que se utilizan los recursos para lograrlos se refiere a la eficiencia.

La productividad es una combinación de ambas, ya que la efectividad está relacionada con el desempeño y la eficiencia con la utilización de recursos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Efectividad}}{\text{Eficiencia}}$$

2.5 Calidad

Conformidad con las especificaciones recibidas. Corresponde a un número menor de desechos y reprocesos, con lo que el coste del proceso productivo y del producto, se reducirá. Esto puede significar un mayor margen comercial o un menor precio de venta, con el consiguiente aumento de la competitividad en el mercado.

De ahí la importancia de aplicar Control de Calidad, como un método para asegurar el ajuste a las especificaciones de los productos y dispositivos. Pero no podemos obviar al cliente, como razón primordial de nuestro proceso, por ello Juran describe calidad como:

“Calidad es el conjunto de características de un producto que satisfacen las necesidades de los clientes y, en consecuencia, hacen satisfactorio al producto”.

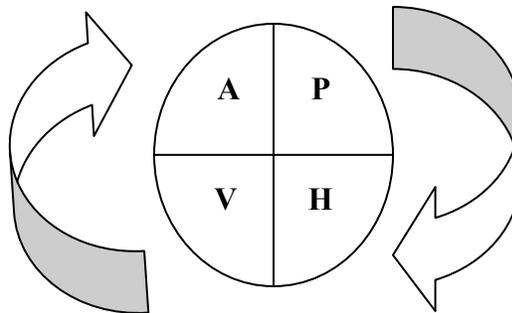
2.6 Mejora continua

No se trata de obtener mejoras espectaculares en los procesos y sistemas, sino de ir alcanzando mejoras incrementales, no necesariamente de gran profundidad, pero si de manera continua.

El ciclo de mejora continua, consta de cuatro fases que se reiteran ininterrumpidamente y que acerca a la organización a la excelencia en la gestión.

Estas cuatro fases son: Planificar, hacer, verificar y actuar

Figura 2. Fases de la planificación



2.7 Desperdicio

Se define como cualquier recurso gastado en exceso de lo requerido y lo valorado por el cliente. El cliente espera una calidad perfecta en el producto; esto se puede lograr "haciéndolo bien la primera vez" o mediante el retrabajo hasta que se logra la calidad deseada. El valor se debe obtener "en una pasada" y el retrabajo adicional y su correspondiente costo son desperdicio. La reducción o eliminación del desperdicio significa reducir el costo, lo cual tiene una correlación directa con una de las metas primordiales del sistema de producción.

El desperdicio ocurre en tres aspectos: tiempo, dinero y esfuerzo.

Las actividades de producción se clasifican en dos grandes categorías: las que agregan valor y las que agregan costo. Las actividades que agregan

valor son aquellas que por su naturaleza se supone que aumentan el valor del producto. Ejemplo: las actividades de conversión en las que la materia prima o comprada se transforma del estado en que se recibe en un producto terminado. Las actividades que agregan costo, son las que permiten una operación más tranquila o hacen la vida más sencilla en el sistema de producción. Apoyan un proceso de conversión, y aunque pueden ser importantes e incluso necesarias, no agregan valor; ejemplo: el manejo de materiales. Un tercer tipo de actividades híbridas cae entre las que agregan valor y las que agregan costo, por ejemplo, el control de calidad. El desperdicio siempre ha existido en los sistemas de producción; su definición y reconocimiento llevan a encontrar maneras de reducirlo.

2.8 Método de evaluación y control de información de fallas 'Eficiencia General del Equipo' OEE

El *OEE* se basa en la filosofía de que todo paro puede reducirse, prevenirse y aún llevarse a cero, por lo que los paros no programados e inclusive los programados deben reducirse al mínimo.

Para añadir valor, es necesario que las máquinas trabajen eficientemente, con el menor desperdicio posible. El *OEE* es una medición que indica qué tan eficiente trabajan las máquinas de producción.

Para obtener la tasa del *OEE*, se necesita calcular tres factores indispensables, que son: disponibilidad, rendimiento y tasa de calidad.

2.8.1 Disponibilidad

Es la comparación entre el tiempo que tenemos para trabajar y el tiempo que se aprovechó.

Tiempo programado: es igual a la jornada laboral.

Paro programado: son los tiempos que con anticipación se sabe que detendrá la producción en una línea. Estos no son tomados en cuenta para el cálculo del *OEE*. Entre los paros programados tenemos: los tiempos de comida; almuerzo, cena y refacciones, sesiones o reuniones, capacitación del personal de la línea, mantenimiento preventivo y pruebas de diseño. El paro programado, cuenta con un tiempo específico, si se excede del tiempo programado, este se considera como tiempo no programado, lo que genera un paro no programado.

Tiempo disponible: es el resultado de restar los paros programados del tiempo programado.

Tiempo de operación: es el resultado de restar los paros no programados o fallas, del tiempo disponible. Los paros o tiempo muerto, pueden ser mecánicos, eléctricos, por ajustes, por servicios, falta de materia prima, tiempo de preparación fuera del estándar, entre otros.

Tiempo muerto o falla: es el tiempo que no está contemplado en la planificación de una línea de producción.

2.8.2 Rendimiento

Es una comparación entre la producción real y la producción que la máquina debería estar produciendo en un mismo período de tiempo. Teóricamente es la multiplicación del tiempo de operación de la máquina, por la velocidad establecida, mientras que la producción real es la suma del producto que reúne las especificaciones de las normas de calidad, más el desperdicio generado.

2.8.3 Tasa de calidad

Es una comparación entre el número de productos producidos en total y el número de productos que cumplen con los requerimientos del cliente.

Una vez se cuenta con estos tres factores, podemos calcular la Tasa de Eficiencia General del Equipo *OEE*. La eficiencia corresponde al equipo o máquina y no a la persona que opera la misma. Con esta medición, podemos determinar que tan bien está funcionando el equipo o proceso y con el resultado, establecer las acciones de mejora, que nos ayudarán a obtener un mejor resultado en la producción.

2.9 Extrusión

“La extrusión es una operación mediante la cual se produce la conversión de un polímero, en ella un material termoplástico se funde o ablanda y es forzado a pasar a través de un orificio (matriz) que tiene la sección transversal que se desea y entonces se enfría. El proceso se utiliza en la composición de plásticos y para la producción de tubos, conductos, hojas, películas, recubrimientos de alambres y perfiles. Todas las líneas de extrusión incluyen una bomba para el producto fundido, que recibe el nombre de extrusor, pero además hay otros equipos específicos para algún proceso particular. Aunque hay muchos tipos de extrusores, los más comunes tienen un solo gusano, que se pueden combinar con los de doble gusano y con los que tienen extrusores por pisón para propósitos especiales”.

En el área de manufactura, se elaboran las mezclas ya preparadas, en donde se vierten a las boquillas de las inyectoras o de las sopladoras dependiendo del producto a manufacturar.

La extrusora de la empresa en estudio, manufactura Flexitubo en cinco medidas: 1/2”, 3/4”, 3/8”, 1” y 2”, en diferentes colores según lo solicite el cliente.

2.9.1 Área de molido

En el área de molido, el material defectuoso de las diferentes líneas de producción de la empresa en estudio y las coladas de los productos, son reprocesados para utilizarlos de nuevo. El objetivo del molido es el de reducir el

tamaño de los materiales para poder mezclarlos con materia prima virgen, y luego reutilizarlos para un nuevo proceso, especialmente en el proceso de la línea de Flexitubo. El porcentaje de material reprocesado o molido, no puede ser superior a 5% PBDI reciclado y 45% PADS reciclado, del total de materia prima a utilizar en el proceso programado.

2.9.2 Área de bodega

Aquí se almacenan los productos terminados, para luego ser llevados a los clientes, según la planificación de entrega, basándose en las órdenes de producción y despachos programados.

2.10 Materiales plásticos

2.10.1 Materias Primas

- Derivados del petróleo, gas natural, carbón, celulosa
- Polímeros a base de hidrógeno y carbono (Hidrocarburos)
- Normas internacionales ISO 472, ISO 1043

Clasificación general:

Termoplásticos (termo polímeros): Materiales que con el calor se reblandecen y se funden, ejemplos: polietileno, polipropileno, poliestireno, etc.

Termoestables (termo rígidos): Son materiales con fibras entrecruzadas rígidas, no maleables ni flexibles, se queman como por ejemplo: la melanina, la baquelita, etc.

Elastómeros: Material con fibras entrecruzadas y flexibles a esta clasificación pertenecen todos los cauchos sintéticos, gomas, etc.

2.10.2 Aditivos

Lubricantes, estabilizadores, aditivos antiestáticos, aditivos conductores, ignifugantes, colorantes, plastificantes y flexibilizantes, cargas minerales y fibras de refuerzo e hinchantes.

2.10.2.1 Colorantes

Entre ellos se encuentran los pigmentos (orgánicos o inorgánicos) que son insolubles en el plástico y los colorantes, que si son solubles, mezclados en un porcentaje del 0.5 a 2 %. Dichos colorantes, pueden estar incorporados en el material o se pueden incorporar mezclándolos y algunas veces homogenizándolos, vía extrusión.

2.10.2.2 Plastificantes y flexibilizantes

Para mejorar la resistencia al impacto, el ejemplo más común es el PVC plastificado, PVC-P, que contiene entre el 20 – 50% de plastificantes, mezclados por agitación y al calor, estos aditivos de bajo peso molecular son de consistencia pastosa, se introducen dentro de las moléculas del PVC, reforzando su capacidad al impacto y estos productos tienden a vaporizarse.

2.10.2.3 Cargas minerales y fibras de refuerzo

Para mejorar las propiedades mecánicas, básicamente son fibras cortas de materiales orgánicos (celulosa, aserrín) o inorgánicos (piedra, talco, vidrio, etc.). En los plásticos termoestables, también se utilizan como un medio de ahorro y como mejoradores de la calidad superficial.

2.10.2.4 Hinchantes

Aparte de inyectar gases a presión en los productos en espumación o de liberarse gases por reacción química durante el proceso de producción, es posible adicionar hinchantes sólidos que se vaporizan.

2.10.3 Polietileno

Comúnmente se producen dos clases de polietileno, el polietileno de baja densidad (LDPE) y el polietileno de alta densidad (HDPE), otros menos comunes son; el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) y el polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE).

Ventajas: precio reducido

Desventajas: Tensofisuración, bajo punto de reblandamiento, pobre resistencia al rayado, falta de rigidez, baja resistencia a la tracción y alta permeabilidad de los gases.

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología

La metodología que se propone comprende una disposición lógica de pasos tendientes a conocer y resolver problemas administrativos por medio de un análisis ordenado, empezando por una cuidadosa identificación y definición del problema, avanzando sistemáticamente hasta alcanzar su solución.

1. Planeación del estudio
2. Investigación de la situación actual
3. Análisis y crítica de la información
4. Diseño de registros
5. Implantación y seguimiento

3.1.1 Planeación del estudio

3.1.1.1 Definición del problema

El estudio preliminar realizado a Empaques Globales, S. A., permitió identificar que los registros de eficiencia del equipo no cumplen con los niveles establecidos por la empresa. La empresa tiene delimitado que el *OEE* de la línea de Flexitubo, debe ser del 95 % y a la fecha el *OEE* alcanzado es de un promedio de 90% en los cinco meses de estudio, junio a octubre 2006.

Es por ello que se tomó la decisión de Gestionar los controles de productividad a través del análisis de la eficiencia de la línea de Flexitubo de la empresa sujeta al estudio.

Cada día nos enfrentamos a problemas, pero no es sencillo definirlos. Un problema existe cuando lo que ocurre difiere de lo que debería ocurrir. Lo que está sucediendo en el estado actual y lo que debería suceder es el estado meta.

Los problemas pueden ser de una sola vez o recurrentes. Describir cuántos rollos de flexitubo hay que producir cada mes, es un problema recurrente, pero determinar la causa de la descompostura de una máquina es un problema de una vez. Los problemas recurrentes requieren la recolección continua de datos, informes y otros elementos de infraestructura.

3.1.1.2 Justificación

La investigación servirá de apoyo a la empresa en estudio, porque pretende detectar a fondo las posibles causas que están interfiriendo en la eficiencia total del equipo, y de esta forma proponer según el resultado de la investigación, una solución viable para mejorar su comportamiento actual.

Al establecer la o las soluciones, se hará entrega del instrumento práctico que permita su implementación de una manera fácil, certera y a un bajo costo, para mejorar la eficiencia en un 5 % a partir de su aplicación, en un tiempo no mayor a seis meses.

3.1.1.3 Objetivo del estudio

Implementar el método Análisis de Causa Raíz que nace del comportamiento de la Eficiencia General del Equipo *OEE*, de la máquina extrusora de la empresa Empaques Globales, S. A.

Mejorar la tasa de eficiencia del equipo consistente en 5%.

3.1.1.4 Delimitación de la investigación

La investigación se circunscribe a una empresa industrial manufacturera de la categoría de plástico, que se dedica a la fabricación de Flexitubo, entre otros. Situada en el municipio de Villa Nueva, al sur de la ciudad capital, enfocando la investigación específicamente a los registros y controles de la extrusora.

Para realizar esta investigación fue necesaria la observación directa de la aplicación del método *OEE* y el análisis de las fallas, como también de la comparación de períodos anteriores y la recopilación de información teórica que permitió entender todo el proceso y sus resultados.

3.1.1.5 Alcance de la investigación

Estudio, control y seguimiento del proceso productivo del área de manufactura de la línea de Flexitubo de Empaques Globales, S. A. En la línea de producción de mayor consumo medida 3/4”.

3.1.1.6 Variables

3.1.1.6.1 Variable dependiente

El método de información de fallas, Eficiencia General del Equipo, OEE.

3.1.1.6.2 Variable independiente

La eficiencia de la productividad.

3.1.1.7 Sujetos

3.1.1.7.1 Población

La población o universo, utilizado para la presente investigación, está integrada por cinco colaboradores del área de manufactura, de la línea de extrusión de la empresa en estudio.

3.1.1.7.2 Muestra

La población total, fue a su vez la muestra, todos colaboradores del área de manufactura de la línea de extrusión de la empresa en estudio.

Criterios de inclusión de la muestra:

1. Operadores
2. Mecánico
3. Asistente técnico
4. Jefe de manufactura
5. Personas mayores de edad
6. Capacitados para desarrollar su trabajo

Criterios de exclusión de la muestra:

1. Operadores de otras líneas
2. Personas menores de edad
3. Colaboradores que no hubiesen sido capacitados

3.1.1.7.3 Físicos

1. Instalaciones
2. Extrusora
3. Mobiliario y equipo
4. Reportes de control

3.1.1.7.4 Financieros

1. Monetario
2. Tiempo

3.1.1.8 Formulación del plan de trabajo

Una empresa crece y evoluciona constantemente, desde su organización, hasta los clientes externos. Es por ello que se hace necesario implementar métodos como el de Eficiencia General del Equipo, *OEE*, como parte de un sistema completo de mejoramiento continuo, para que la empresa pueda cubrir las necesidades de los clientes, reducir costos, aumentar ventas, mejorar en forma continua la calidad de sus servicios, mantener estándares altos de calidad y mejorar la utilización de todos los recursos a su alcance. De aquí, surge la idea de realizar una investigación en donde se pueda profundizar en el método *OEE*, la importancia de su análisis y la incorporación de un método de

estudio de fallas que permita ubicar la causa que las origina y las posibles soluciones.

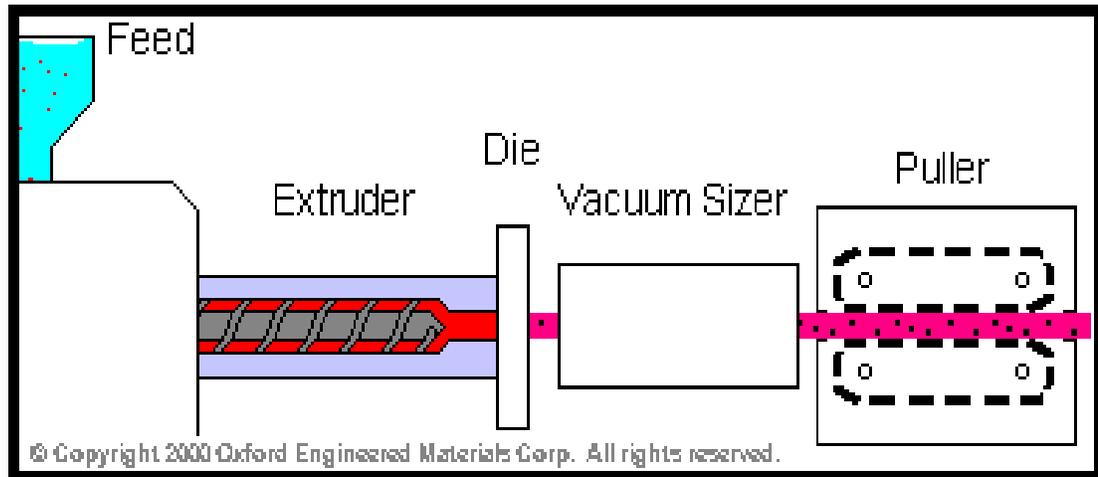
Figura 3. Plan de Trabajo

Qué se hará	Por qué	Dónde	Cómo	Cuándo	En qué tiempo
Ubicar la línea de extrusión	Se debe conocer la máquina Se debe identificar el entorno físico del equipo	En las instalaciones de la empresa	Ingresando a la planta	Lunes 01 de mayo 2006	30 minutos
Observar el proceso productivo de la línea de Flexitubo	Es necesario ver las variables del proceso	En el piso de planta	Viendo el proceso	Lunes 01 de mayo 2006	120 minutos
Solicitar el diagrama de la máquina extrusora	Facilitará a grandes rasgos conocer el funcionamiento de la máquina	En piso de planta u oficinas del jefe	Verbal	Lunes 01 de mayo 2006	30 minutos
Verificar el flujo del proceso	Es necesario confirmar la secuencia del mismo	En el piso de planta	Siguiendo el proceso	Martes 02 de mayo 2006	60 minutos
Conocer la descripción de puesto del operador	Se identifican sus responsabilidades	En piso de planta u oficinas del jefe	Leyendo el documento	Miércoles 03 de mayo 2006	30 minutos
Solicitar el reporte de producción	Para conocer su estructura Para conocer las características del producto Para identificar las variables del proceso	En el piso de planta con el asistente técnico del área	De forma verbal	Miércoles 03 de mayo 2006	60 minutos

Continúa

Qué se hará	Por qué	Dónde	Cómo	Cuándo	En qué tiempo
Solicitar la hoja técnica de la materia prima utilizada	Para conocer las características de cada una de ellas	En el área de compras	Verbal	Jueves 04 de mayo 2006	60 minutos
Solicitar las estadísticas de ventas y analizarlas	Para conocer el presupuesto de ventas Vrs. La producción	En la oficina del Gerente de Servicio al Cliente	Verbal	Jueves 04 de mayo 2006	420 minutos
Solicitar el programa de mantenimiento	Para ver las condiciones de la máquina	En el piso de planta	Verbal	Viernes 05 de mayo 2006	240 minutos
Analizar el método OEE, eficiencia general del equipo	Registra las fallas de la máquina	En la máquina extrusora	A través de un registro de OEE	Lunes 08 a Viernes 12 de mayo 2006	2,400 minutos
Identificar las fallas más recurrentes	Permitirá buscar la causa y solucionar el problema	En el registro	A través del control estadístico de las fallas	Lunes 05 de junio 2006	480 minutos
Implementar el registro de análisis de causa raíz	Identifica la causa del problema Permite identificar las posibles soluciones y elegir el plan de acción	En la línea de extrusión	Haciendo uso de un formato de análisis de causa raíz	Martes 20 a viernes 23 de junio 2006	1,920 minutos
Verificar los resultados de la implementación del método causa raíz	Permitirá concluir si la propuesta fue efectiva o si está sujeta a mejoras	En la línea de extrusión	A través del análisis y control de estos registros	Los primeros cinco días hábiles de cada mes durante seis meses	2,400 minutos

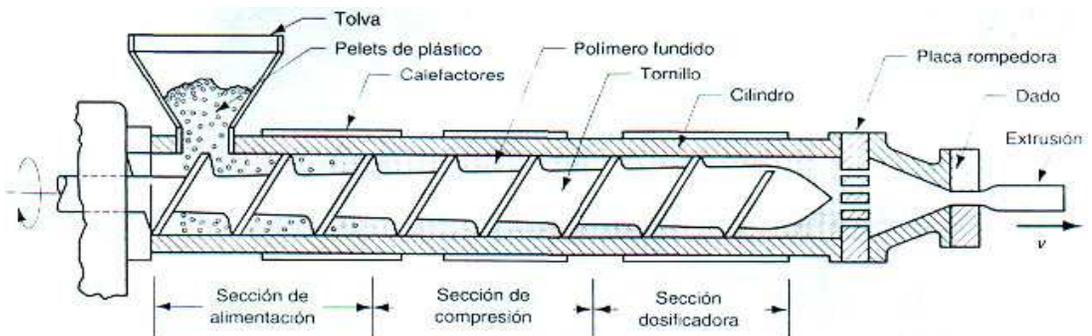
Figura 4. Línea de extrusión³



Extrusión

En la extrusión de polímeros el material se alimenta en forma de pelets a un cilindro de extrusión donde se calienta y homogeniza y se le hace fluir a través del orificio de un dado por medio de un tornillo.

Figura 5. Detalle del cilindro extrusor⁴



³ Presentaciones varias, plásticos, materiales plásticos, propiedades y parámetros, Empaques Globales S. A.

⁴ Presentaciones varias, plásticos, materiales plásticos, propiedades y parámetros, Empaques Globales S. A.

Figura 6. Laminación por extrusión⁵

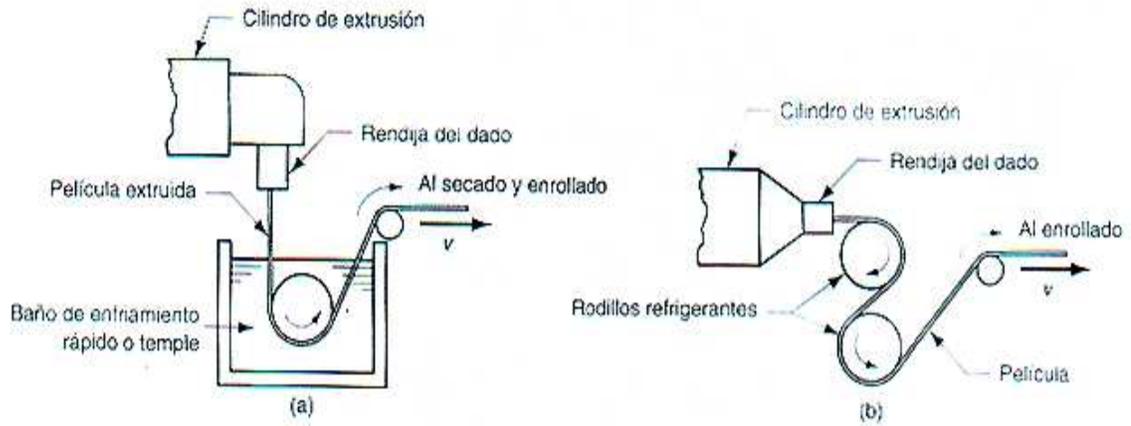
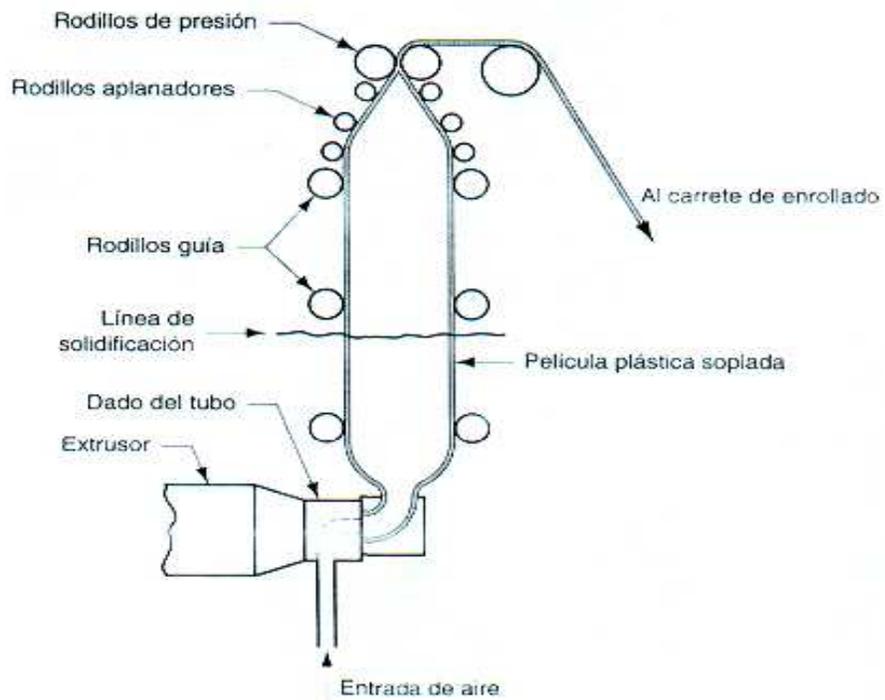


Figura 7. Extrusión⁶

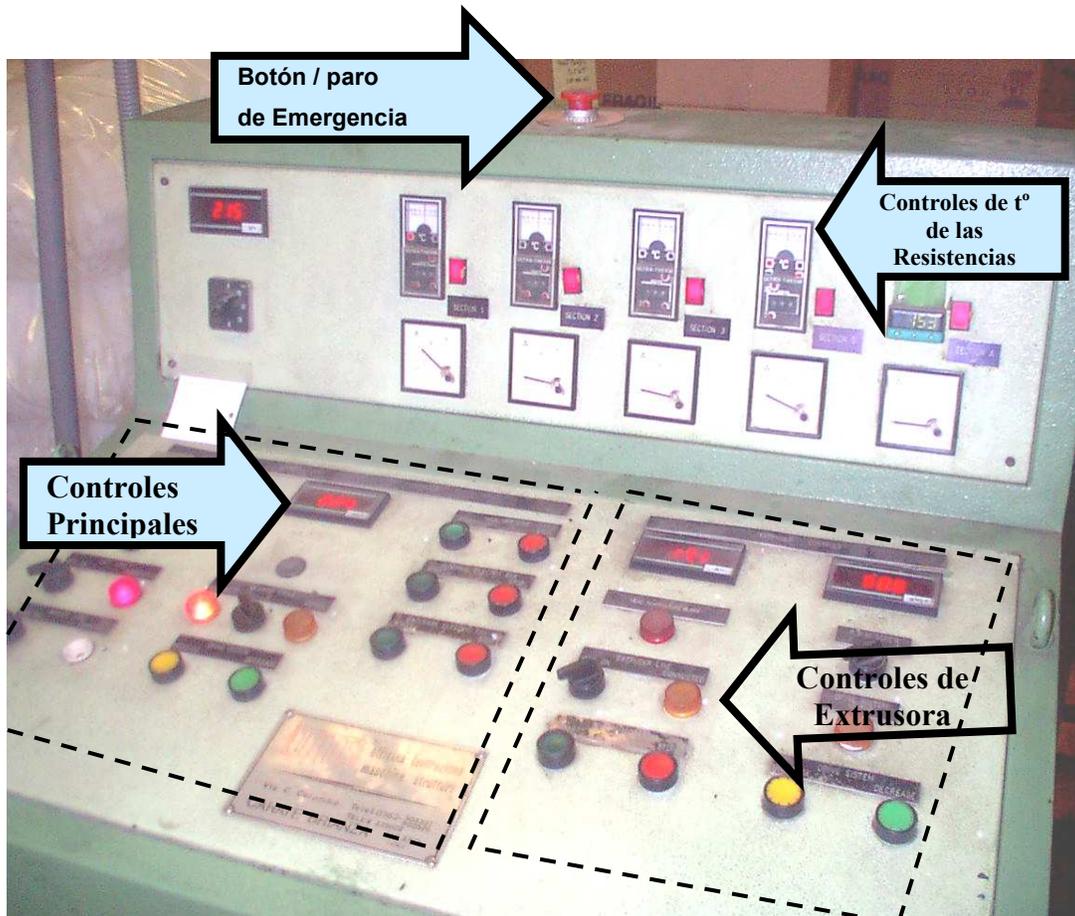


⁵ Presentaciones varias, plásticos, materiales plásticos, propiedades y parámetros, Empaques Globales S. A.

⁶ Presentaciones varias, plásticos, materiales plásticos, propiedades y parámetros, Empaques Globales S. A.

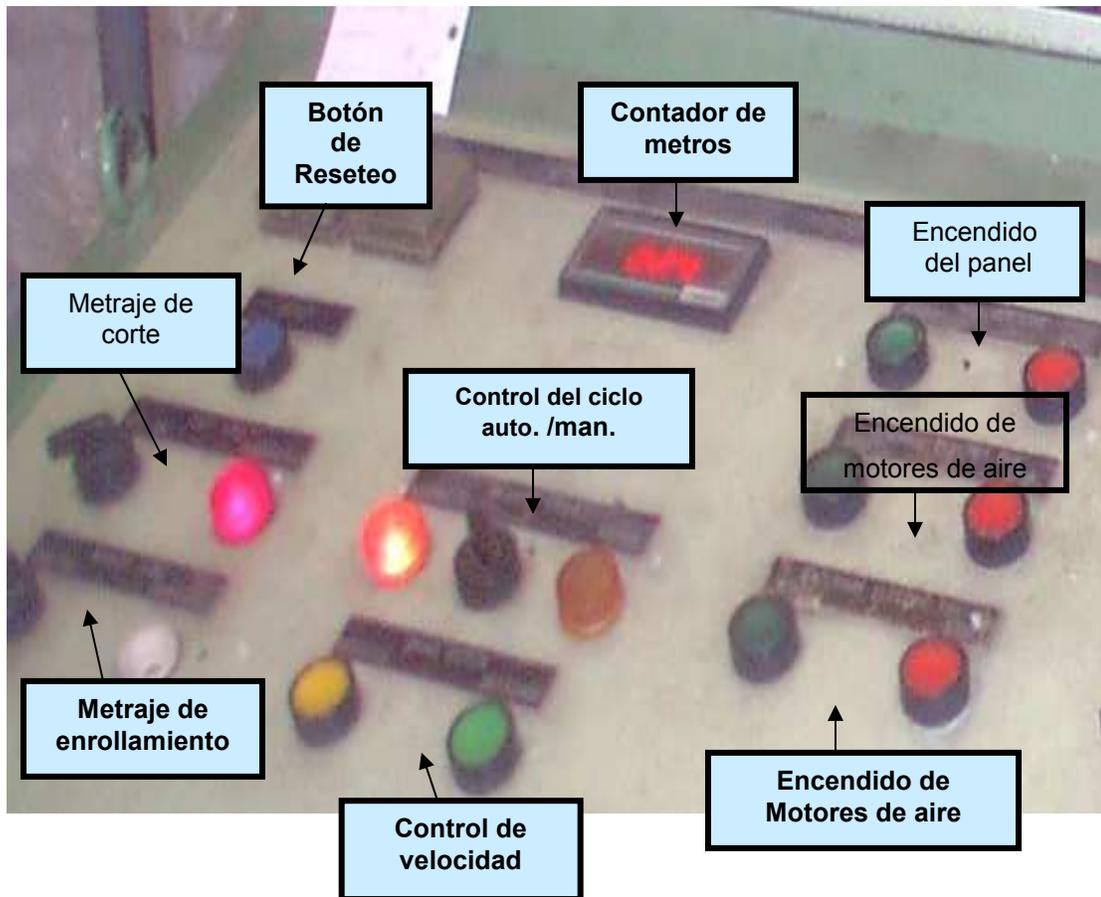
Diagrama de la máquina extrusora

Figura 8. Panel de control extrusora⁷



⁷ Máquina extrusora, Empaques Globales, S. A.

Figura 9. Controles principales de extrusora⁸

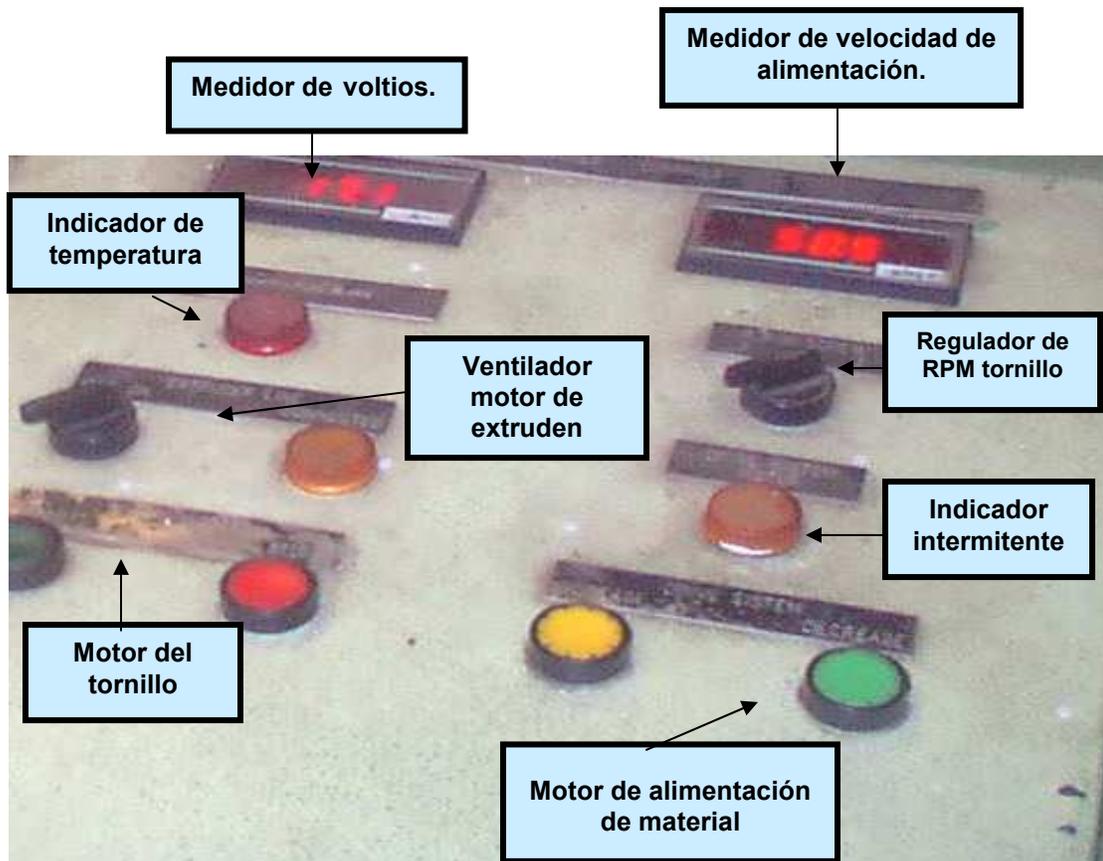


- **Botón amarillo:** subir de velocidad 
- **Botón verde:** bajar de velocidad. 

- **Botón rojo:** para apagar (off). 
- **Botón verde:** Encender (on). 

⁸ Panel de control, máquina extrusora, Empaques Globales, S. A.

Figura 10. Controles de extrusora⁹

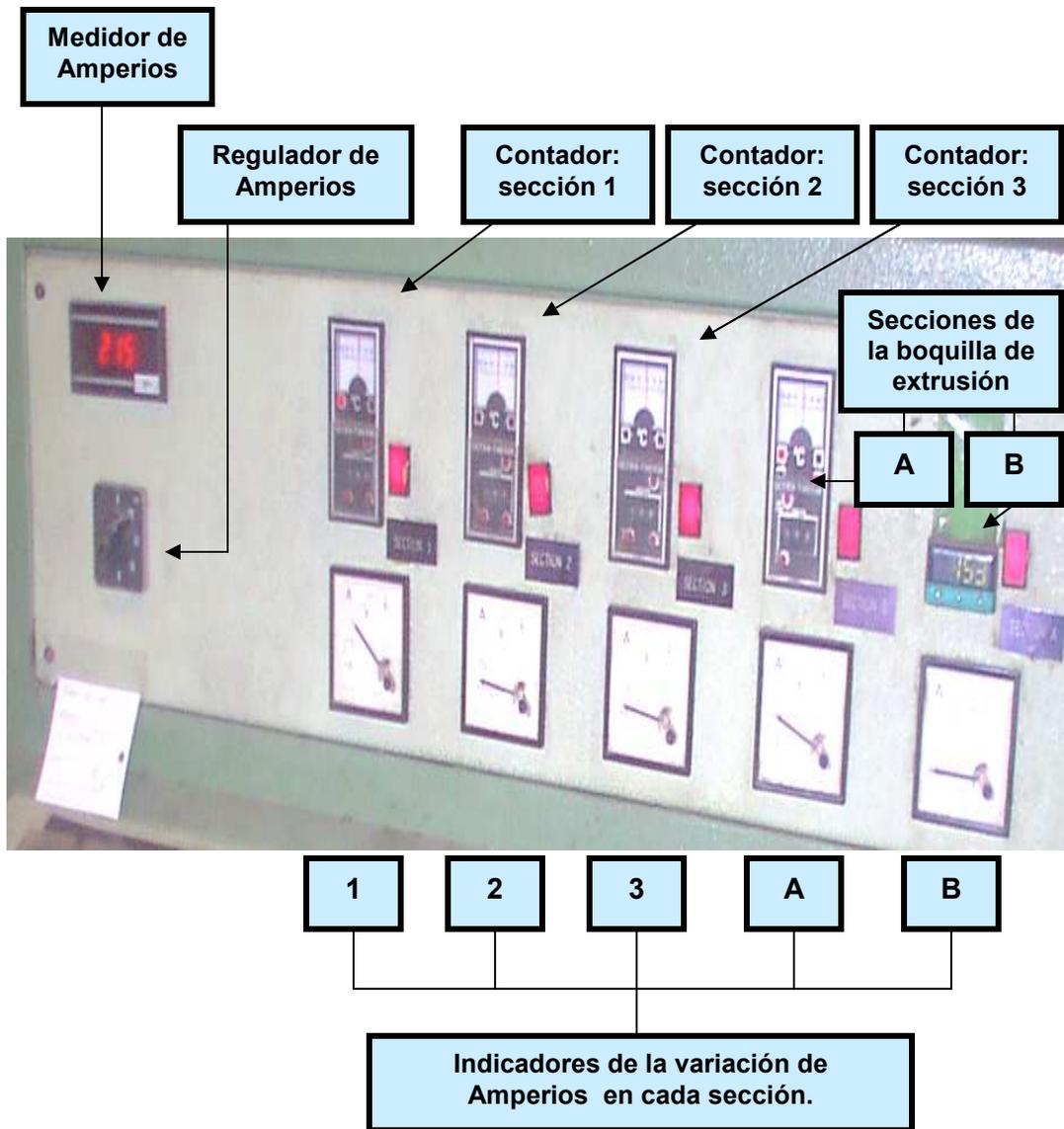


- **Botón rojo:** para apagar (off). ●
- **Botón verde:** Encender (on). ●

- **Botón amarillo:** subir de velocidad ●
- **Botón verde:** bajar de velocidad. ●

⁹ Panel de control, máquina extrusora, Empaques Globales, S. A.

Figura 11. Controles de temperatura de las resistencias internas¹⁰



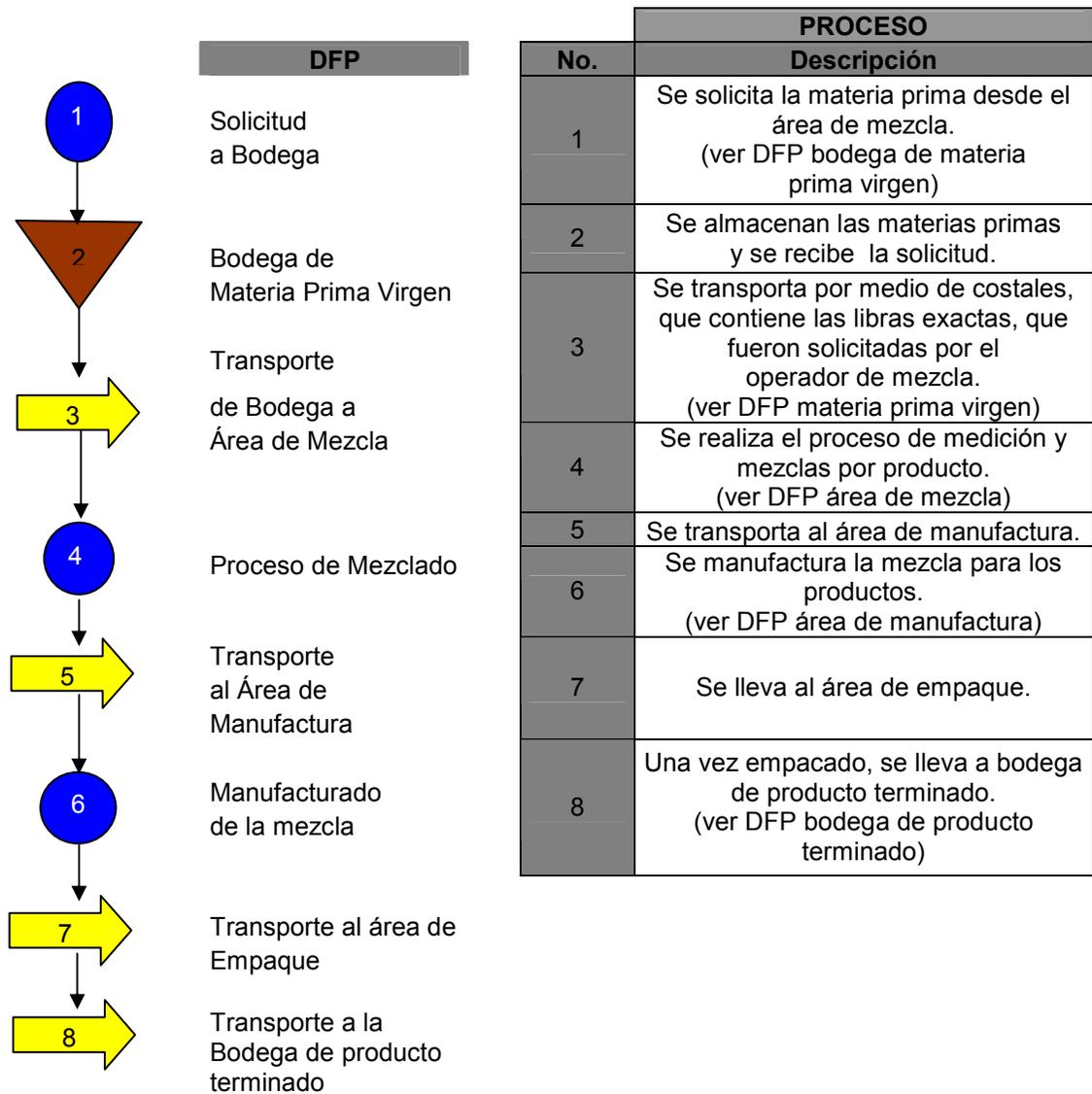
¹⁰ Panel de control, máquina extrusora, Empaques Globales, S. A.

Figura 12. Flujo del proceso

12.1 Flujo general del proceso

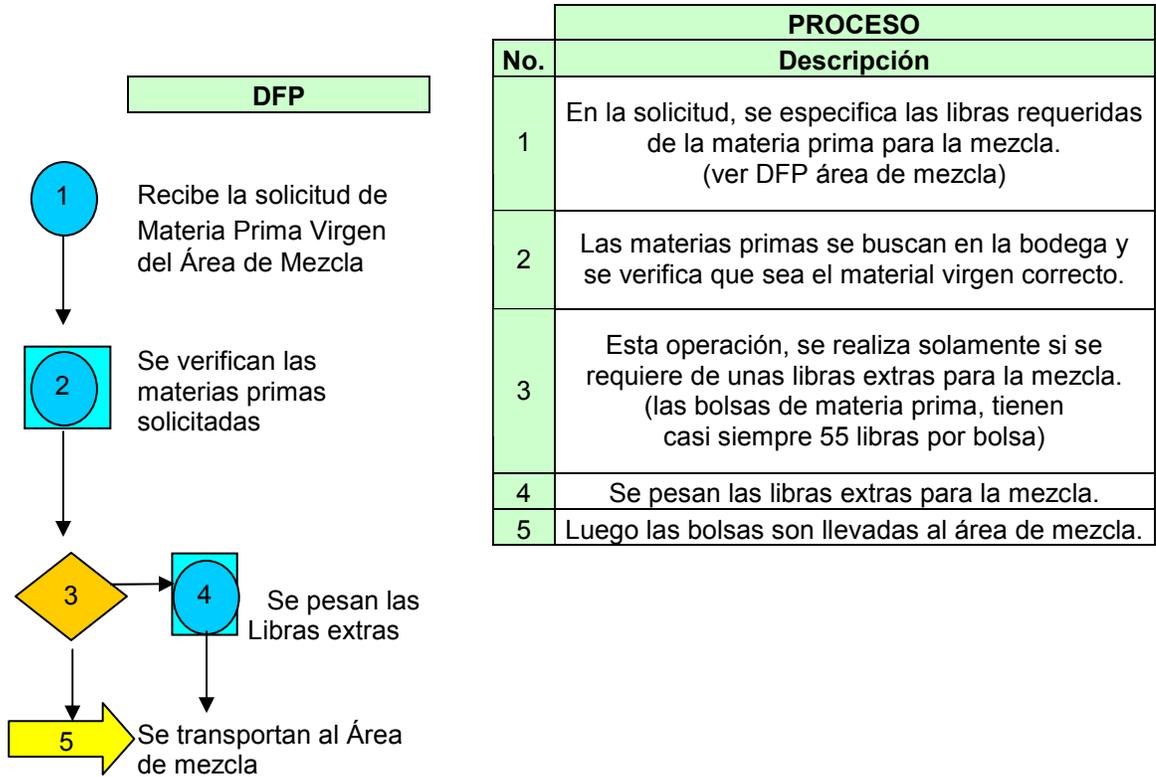
Empaques Globales, S. A.

Desde bodega de materia prima, hasta la entrega de producto terminado



12.2 Flujo bodega materia prima virgen

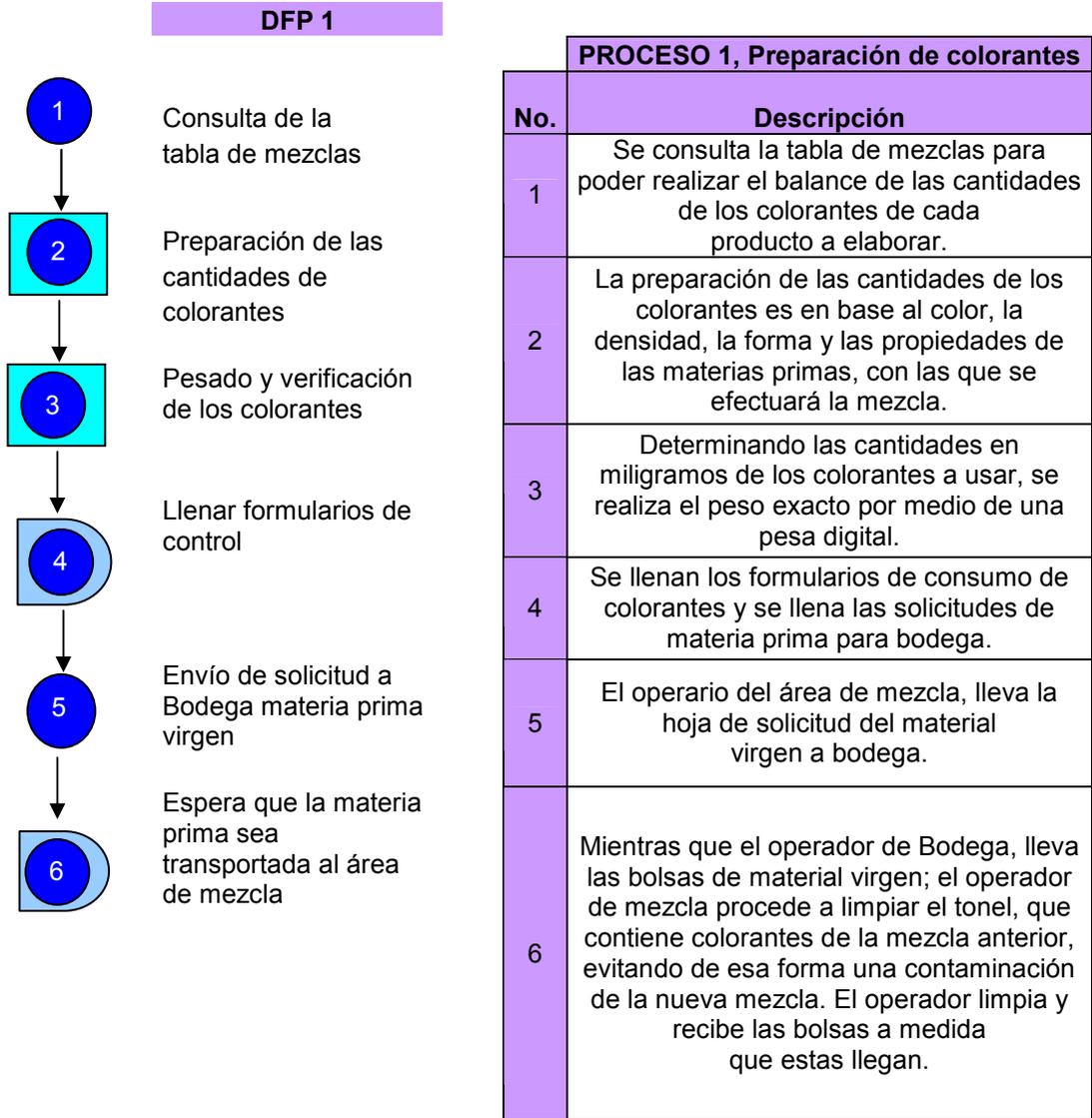
Empaques Globales, S. A.



12.3. Flujo área de mezcla

Empaques Globales, S. A.

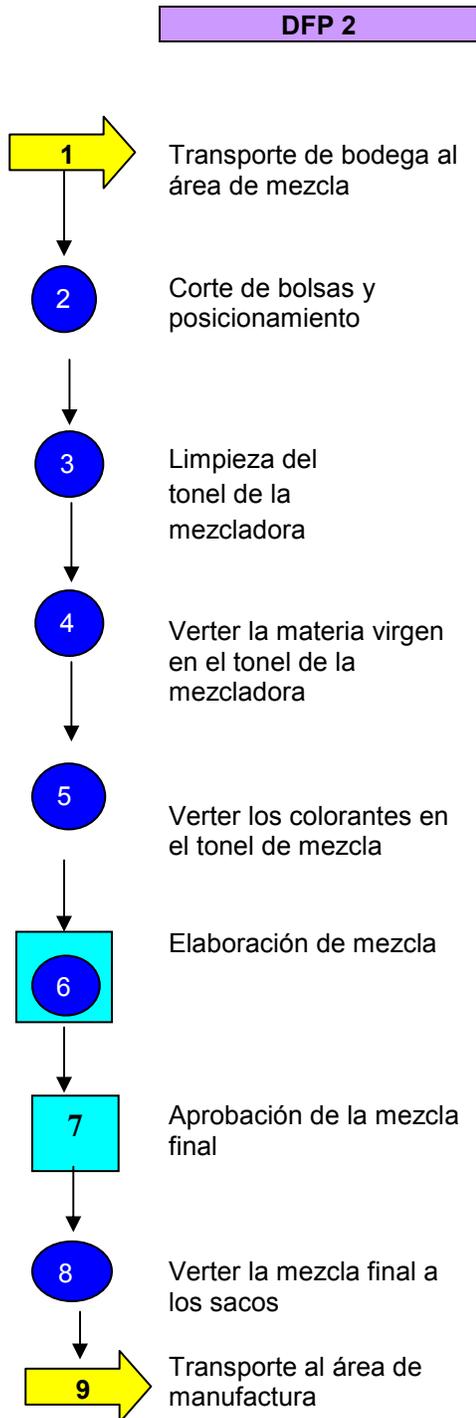
Previo a la solicitud de materia prima y del transporte a la bodega, se efectúan los siguientes pasos:



Continúa

12.3 Flujo área de mezcla

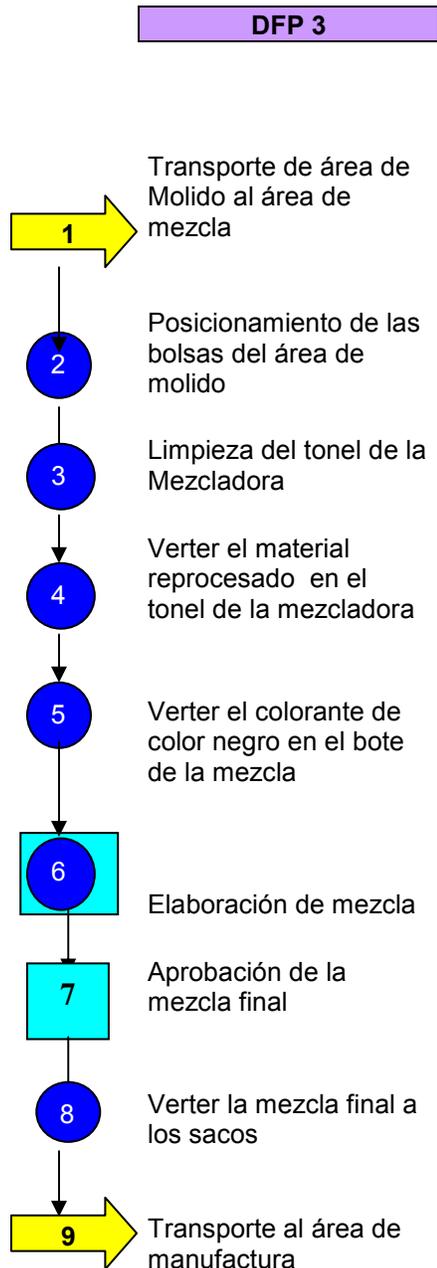
Empaques Globales, S. A.



PROCESO 2, mezclado	
No.	Descripción
1	Se transportan las bolsas al área de Mezcla.
2	Las bolsas se abren y se colocan enfrente de la máquina mezcladora.
3	Se limpia el tonel con wipe y thiner, para remover los colorantes de la mezcla anterior. La cantidad de thiner a usar depende de que tan fuerte sea el colorante usado en la mezcla. Se utiliza un litro aproximadamente para las mezclas de alta concentración.
4	Se verten las bolsas de material virgen en el tonel de la mezcladora.
5	Se verten los colorantes en medio del tonel, que contiene la materia prima virgen.
6	El tiempo de mezclado es 2 minutos por bolsa en lo general. Dependiendo del color de la mezcla que se desee para un tipo de producto en especial, este tiempo puede variar.
7	Luego de finalizar el tiempo de mezcla, se verifica que la mezcla tenga el color adecuado y que no esté contaminada.
8	La mezcla terminada, se verte en los sacos.
9	El operario lleva las bolsas a la puerta del área de mezclado. (ver DFP extrusora)

Continúa

12.3 Flujo área de mezcla Empaques Globales, S. A.



PROCESO 3, material reprocesado	
<i>Este proceso es únicamente para producir flexitubo en la máquina extrusora</i>	
No.	Descripción
1	Se transporta las bolsas al área de Mezcla.
2	Se abre las bolsas y se colocan enfrente de la máquina mezcladora.
3	Se limpia el tonel con wipe y thiner, para remover los colorantes de la mezcla anterior. La cantidad de thiner a usar depende de que tan fuerte sea el colorante usado en la mezcla. Se utiliza un litro aproximadamente para las mezclas de alta concentración.
4	Se verter las bolsas de material reciclado en el tonel de la mezcladora.
5	Se verte el colorante Master Bash Negro para darle la tonalidad negra para la mezcla.
6	El tiempo de mezclado en lo general es de 2 minutos por bolsa. En el caso del mezclado para material reciclado, el tiempo de mezcla es inferior a los 2 minutos por bolsa, debido al fuerte colorante negro.
7	Luego de finalizar el tiempo de mezcla, se verifica que la mezcla tenga el color adecuado y que no este contaminada.
8	La mezcla terminada, se verte en los sacos.
9	El operario lleva las bolsas a la puerta del área de mezclado.

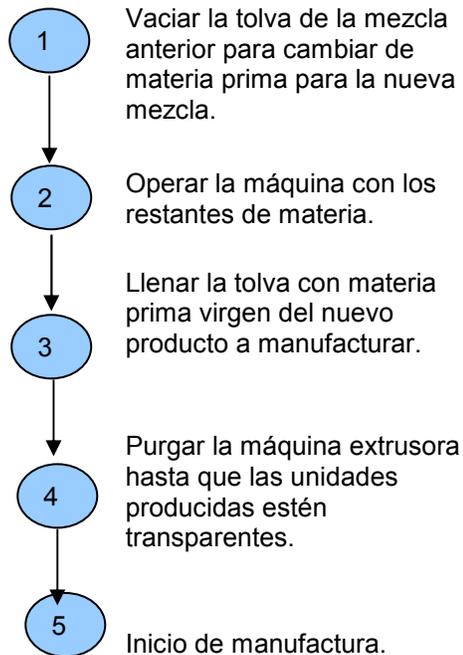
12.4 Flujo de manufactura línea de extrusión

Empaques Globales, S. A.

Área de Manufactura

DFP Purgar

Previo al proceso de manufactura de un producto nuevo, se procede a limpiar y descontaminar la máquina. Los pasos son los siguientes:

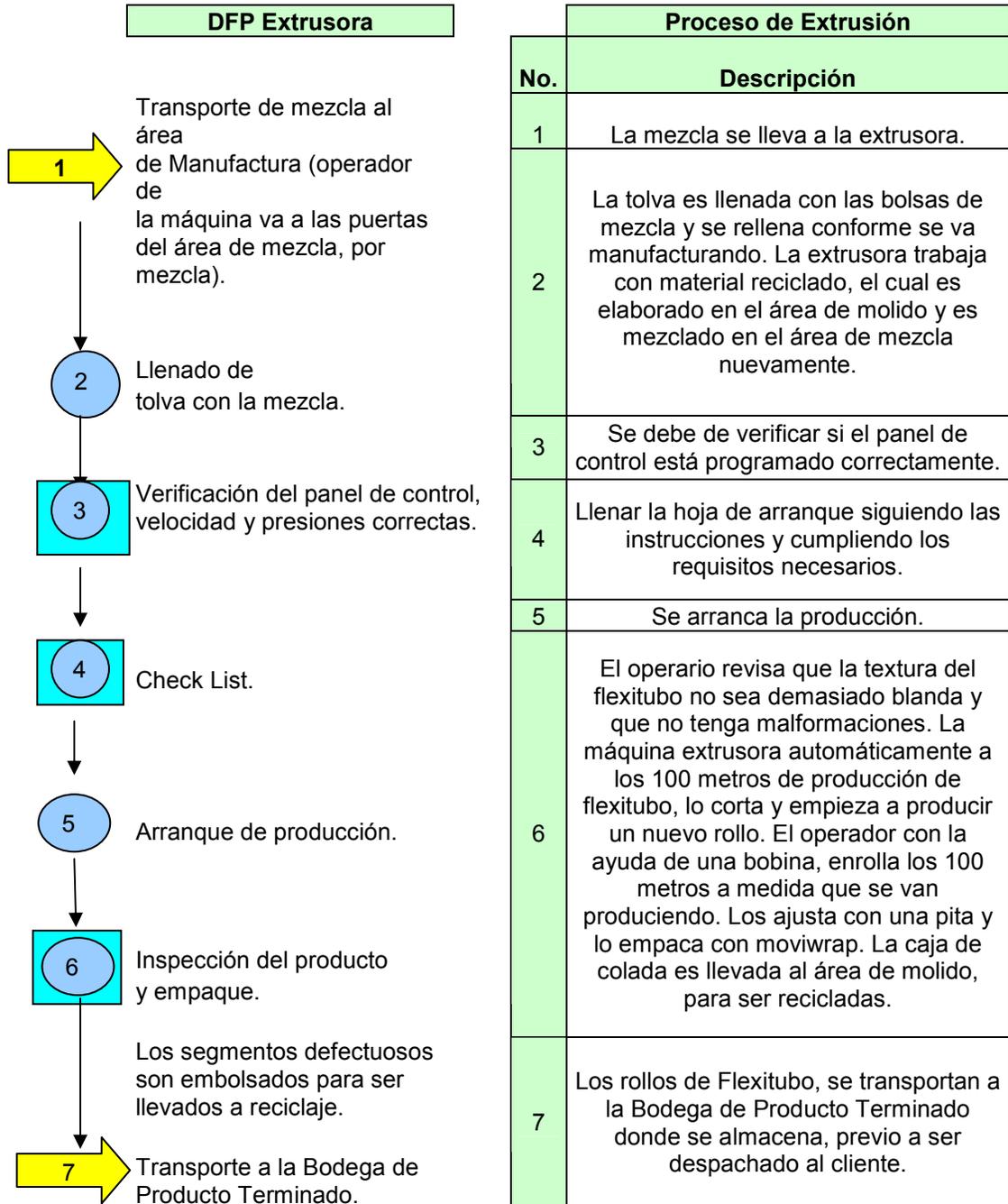


Proceso de Purgar la Extrusora	
No.	Descripción
1	La mezcla que fue utilizada anteriormente debe de ser eliminada por completo del interior de la máquina extrusora, para evitar una posible contaminación con la nueva mezcla.
2	La máquina extrusora se pone a operar para asegurar la eliminación de algún restante de la mezcla anterior.
3	Se procede a llenar la tolva con materia prima virgen, necesaria para la nueva mezcla.
4	El proceso de purgar consiste en limpiar y descontaminar las partes internas de la extrusora. Las unidades elaboradas en este proceso son desechadas y no puede ser recicladas.
5	Luego que se purga, se puede empezar a llenar con la nueva mezcla.

Continúa

12.4 Flujo de manufactura línea de extrusión

Empaques Globales, S. A.



1 Descripción de puesto del operador de extrusora¹¹

	MGARH – Manual General de Administración de Recursos Humanos Corporativo. Metal, P. de limpieza, Plásticos, Absorbentes	REVISIÓN No: 00 EMISIÓN: Oct. 05 VENCE: Oct. 08 HOJA: 40 de 8
	MGARH -2 DESCRIPCION DE PUESTO Y PERFIL POR COMPETENCIAS - PLASTICOS	

Elaborado por: Ing. Julio Rodríguez
 Revisado por: Rubén Velásquez
 Autorizado por: Mynor Martínez

1. Datos de Identificación:

Nombre del puesto: Operador de extrusora	Código: 010
Departamento: Producción	Área: Manufactura
Número de ocupantes: 02	Puesto del Supervisor Directo: Encargado de Procesos
Puesto Superior: Encargado de proceso	
Fecha de elaboración: Octubre 2005	Fecha de actualización:

2. Propósito Principal del Puesto:

Operar la máquina, producir con cantidad y calidad, identificar el sistema de funcionamiento, detectar fallas del sistema para obtener producto de calidad.

3. Funciones, Criterios y Campo de Aplicación

Funciones de la posición	Criterios de Desempeño (El ocupante del puesto es competente cuando...)	Entorno de Desempeño Alcance, circunstancias y condiciones para un desempeño competente
---------------------------------	---	---

¹¹ Empaques Globales, S. A. Descripción de puesto y perfil por competencia – Plásticos, 8 páginas

<p>1. Controla que el producto cumpla con las especificaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verifica que el producto sea el que esta descrito en la hoja de información • Revisa que el producto no tenga defectos (rebabas, hoyos, manchas) y que tenga consistencia, limpieza, etc.) • Clasifica el producto que cumple del que no cumple con las especificaciones. • Lleva el control de peso del producto • Verifica las medidas críticas del producto • Revisa que la tolva tenga material siempre y le ayuda a fluir apropiadamente • Realiza limpieza de rebabas • Se asegura de cortar el Flexitubo con la cantidad correcta 	<p>Documento de referencia</p> <p>Hoja de información del producto</p> <p>Tipo de especificaciones</p> <p>Planos Acuerdos con los clientes</p> <p>Especificaciones de calidad</p> <p>Tipos de instrumentos</p> <p>Calibrador Vernier Balanza analítica Tijera y cuchilla</p>
<p>2. Realiza ajustes mínimos en las máquinas, para corregir formado del producto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ajusta la presión • Ajusta la temperatura • Ajusta la presión de aire • Ajusta la velocidad del tornillo extrusor • Ajusta la presión del tornillo extrusor • Verifica el ciclo de la máquina • Ajusta el ciclo mecánico de la máquina • Avisa al encargado de proceso sobre cualquier 	<p>Documentos de referencia</p> <p>Manuales operativos Manuales de proceso Maestro de producto Procedimientos o instrucciones de trabajo</p> <p>Tipos de herramientas</p> <p>Llaves de cola</p>

	falla del equipo o materia prima <ul style="list-style-type: none"> • Ajusta las bridas y posición de corte de la colada 	Llaves de corona Llaves allen Destornillador de castigadera o de cruz Lima plana o triangular
3. Elabora reporte de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Llena el reporte con información clara, verídica y confiable • Lo entrega inmediatamente al terminar su turno • Completa toda la información de calidad al reverso del mismo 	Documento de referencia Reporte de producción Instrucciones de trabajo

4. Evidencias de desempeño

Función 1: Controla que el producto cumpla con las especificaciones

Evidencias de Conocimiento
<ul style="list-style-type: none"> • Productos que se fabrican en la empresa • Procesos de producción • Productos buenos y defectuosos

Evidencias de Habilidades y destrezas
<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de productos

Evidencias de Actitud
<ul style="list-style-type: none"> • Responsabilidad • Emprendedor

Evidencias de Producto / Resultados tangibles
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Producto aprobado por los clientes

Función 2: Realiza ajustes mínimos en las máquinas, para corregir formado del producto

Evidencias de Conocimiento
<ul style="list-style-type: none"> • Operación de máquinas inyectoras, sopladoras y extrusoras • Mecánica básica

Evidencias de Habilidades y destrezas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacidad de análisis ▪ Toma de decisiones

Evidencias de Actitud
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Iniciativa ▪ Proactivo

Evidencias de Producto / Resultados tangibles
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Máxima eficiencia del equipo a su cargo

Función 3: Elabora reporte de producción

Evidencias de Conocimiento
<ul style="list-style-type: none"> • Como llenar los formatos • Del tiempo de preparación, tiempo de paro programado, paro no programado y disponibilidad del equipo

Evidencias de Habilidades y destrezas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exactitud en la toma de tiempos ▪ Emprendedor

Evidencias de Actitud
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Iniciativa ▪ Proactivo

Evidencias de Producto / Resultados tangibles
<ul style="list-style-type: none"> • Reporte de producción elaborado según especificaciones

5. Relaciones del puesto

Funciones	Relaciones del puesto Nombre de los cargos, áreas, clientes, usuarios o beneficiarios directos de la actividad
1. Controla que el producto cumpla con las especificaciones	Encargado de proceso Supervisor de calidad Mecánicos Jefe de planta
2. Realiza ajustes mínimos en las máquinas, para corregir formado del producto	Encargado de proceso Mecánicos Supervisor general de mecánicos
3. Elabora reporte de producción	Encargado de proceso Jefe de planta

6. Educación Formal Requerida

Nivel de educación formal	Especifique el número de años de estudio o los diplomas o títulos requeridos	Indique el área de conocimientos formales (Ej. administración, economía etc.)
Básicos completos	Diploma de Tercero básico	Máquinas inyectoras, sopladoras, extrusoras

7. Conocimientos informativos Requeridos

Conocimientos Informativos	Descripción
1. Nivel estratégico	Visión, misión, objetivos de calidad, procedimientos e instrucciones de trabajo
2. Tendencias y prácticas	No aplica
3. Mercado entorno	No aplica
4. Productos y servicios	Productos de la empresa
5. Personas y áreas	Todo el personal de la empresa
6. Leyes y regulaciones	Reglamento interno de trabajo
7. Clientes	No aplica
8. Proveedores contratistas	No aplica
9. Datos empresariales	Estadísticas de producción y eficiencias de OEE

10. Otros datos	No aplica
-----------------	-----------

8. Destrezas Específicas Requeridas

Destrezas específicas	Especifique
1. Manejar programas informáticos	Sistema de calidad
2. Operar equipos (fax, copiadora, equipos de oficina, laboratorio, etc.)	Balanza analítica
3. Operar maquinaria o herramientas (taladro, sierras, orugas, etc.)	Mezcladora, inyectora, sopladora, molino, extrusora, balanza digital, calibrador vernier, juegos de llaves

9. Requerimientos de Selección y Capacitación

Conocimientos / Destrezas	Requerimientos de Selección	Requerimientos de Capacitación
Conocimientos Informativos <ul style="list-style-type: none"> ☐ Nivel estratégico ☐ Productos y servicios ☐ Personas y áreas ☐ Leyes y regulaciones ☐ Datos empresariales 		✓ ✓ ✓ ✓ ✓
Destrezas Específicas <ul style="list-style-type: none"> ☐ Operar maquinaria 	✓	

10. Experiencia Laboral Requerida

Dimensiones de Experiencia	Detalle
1. Tiempo de experiencia	1 año
2. Especificidad de la experiencia	Operar máquinas formadoras de plástico Identificar tipos de plástico Identificar materiales que alimentan la máquina Saber moler

11. Funciones de la posición (ordenadas descendientemente por importancia)
Se resaltan las funciones de calidad

No.	Liste todas las funciones desempeñadas en la posición	Frecuencia	Impacto de los errores	Complejidad	Total
1	Controla que el producto cumpla con las especificaciones	5	5	5	30
2	Realiza ajustes mínimos en las máquinas, para corregir formado del producto	3	5	5	28
3	Elabora reporte de producción	5	5	3	20
4	Proporciona datos para manejo y control del OEE	5	5	3	20
5	Apoya a colocar moldes	3	4	3	15
6	Purga la máquina	2	5	2	12
7	Alimenta la máquina	5	3	2	11
8	Enciende la máquina precalentándola de acuerdo al tiempo establecido	1	5	2	11
9	Revisa la existencia de material	5	3	1	8
10	Limpia el área de trabajo y la máquina	5	2	1	7
11	Apoya en el área de serigrafía o ensamble	2	5	1	7
12	Apoya revisando producto	2	5	1	7
13	Apoya empacando producto	2	4	1	6

12. Características más relevantes del entorno laboral de la posición

Características más relevantes	Escala
Relaciones Interpersonales <ul style="list-style-type: none"> Formalidad de la comunicación 	Muy formal
Método de comunicación <ul style="list-style-type: none"> Reporte, informe escrito Provee servicio, asistencia, ayuda a otros 	Continuamente Mediana Importancia
Condiciones físicas de trabajo Entorno laboral <ul style="list-style-type: none"> Interiores controlados 	

<ul style="list-style-type: none"> • Proximidad física • Condiciones ambientales • Temperaturas extremas • Espacio laboral reducido • Falta de ventilación 	<p>Continuamente Mucha cercanía Continuamente Continuamente Continuamente Continuamente</p>
<p>Tipos de Riesgos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Químicos • Físicos • Vestimenta laboral 	<p>Riesgo principal Riesgo principal Diariamente</p>
<p>Características estructurales de la posición</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento por resultados • Libertad de decisiones • Claridad de la tarea • Atención a detalles • Ritmo de trabajo por máquina 	<p>Sustancial Considerable Alta claridad Muy importante Importante</p>

Reportes de producción

2 Hoja específica de producto y certificado de arranque de extrusora¹²

Emglosa
Empaques Globales, S. A.

HOJA ESPECÍFICA DE PRODUCTO Y CERTIFICADO DE ARRANQUE DE EXTRUSORA

A. Información específica del producto.

Producto:						Cliente:			
Color del producto:						Fecha:			
No. de orden:						Rollos a producir:			
M. P. a utilizar:	PPS	PADS	PBDS	PVC	P	Tiempo aprox. de producción (hrs.):			
Cantidad de Material por millar (lb.):						Consumo por hora (lb.):			
Ciclo del molde (seg.):						Molde en máquina:	Manual	Automático	
Rollos por hora:						Total de metros por rollo:			
No. de cavidades del molde:						Cavidades que trabajan:			
Utiliza solo material virgen:				Si	No	Utiliza material reciclado:		Si	No
% de la mezcla:	% Virg.:		% Rec.:		Tipo de empaque:		Caja	Bolsa	
Temperatura de zonas:									
Presión neumática (psi.):									

B. Arranque de línea.

VARIABLES Y ATRIBUTOS DEL PRODUCTO	ESPECIFICACIONES	ENCARGADO DE PROCESO	INSPECTOR DE CALIDAD
Peso (gramos por metro)			
Color			
Verificar que las paredes del Flexitubo no sean quebradizas			
Verificar que no esté perforado			

¹² Empaques Globales, S. A., Hoja específica de producto y certificado de arranque de extrusora, 2 páginas

LIMPIEZA DEL LUGAR	ENCARGADO DE PROCESO	INSPECTOR DE CALIDAD
Verifique que los depósitos de basura estén limpios e identificados		
Verifique que el área de trabajo esté ordenada y limpia		
Verifique que no exista en el área de trabajo producto que no sea el que se va a trabajar		
Verifique que el área de empaque del producto, no contenga otro tipo de producto		

EQUIPO Y MATERIA PRIMA	ENCARGADO DE PROCESO	INSPECTOR DE CALIDAD
Verifique que la materia prima tenga tarjeta de identificación y aprobación de calidad		
Tiene plano vigente del producto procesado en un lugar visible		
Verifique que la MP a utilizar este en tarimas y sea la adecuada según el programa de producción		

SI UNO DE LOS REQUISITOS ANTERIORES NO SE HA CUMPLIDO NO SE DEBE DE ARRANCAR LA PRODUCCION

Nombre del operador de la línea

Nombre del inspector de calidad

3 Hoja de mezcla¹³

Emglosa
Empaques Globales, S. A.

HOJA DE MEZCLA

A. Producción.

Producto:					Cliente:				
Color del producto:					Fecha:				
No. de orden:					Unidades a producir:				
Cantidad de material por millar (lb.):					Tiempo aprox. de producción (días):				
M. P. a utilizar:	PPI	PPS	PADI	PADS	BDI	PBDS	PVC BLANDO	PVC SOPLADO	S/CRISTAL
Consumo por hora (lb.):					Unidades por hora:				
Peso de inyectada completa (g) mínimo:					Peso de inyectada completa (g) máximo:				
Peso de unidad (g) mínimo:		(g) máximo:			Peso de la colada (g):				

Elaborado por: _____ Aprobado por: _____

B. Bodega Materia Prima. Materiales Usados.

Tipo	Proveedor	Marca	Cantidad (lb.)	Lote	Fecha de ingreso

Elaborado por: _____ Aprobado por: _____

C. Mezclas.

Tiempo de mezclado (min.):		
Formula de color por libra de material		
Color	Código	Formulación (gr./Lb.)

¹³ Empaques Globales, S. A., Hoja de mezcla, 2 páginas

Material reprocesado (molido)	
1.	%.
2.	%.

Elaborado por: _____ Aprobado por: _____

LIMPIEZA DEL LUGAR	ENCARGADO DE PROCESO	INSPECTOR DE CALIDAD
Verifique que los depósitos de basura estén limpios e identificados		
Verifique que el área de trabajo esté ordenada y limpia		
Verifique que no exista en el área de trabajo producto que no sea el que se va a trabajar		
Verifique que el interior del tonel esté limpio (que no contenga residuos del color de la mezcla anterior)		
Verifique la limpieza de la pesa digital, para evitar inexactitud en las cantidades de la mezcla, además de que ésta esté en cero		

SI UNO DE LOS REQUISITOS ANTERIORES NO SE HA CUMPLIDO NO SE DEBE DE ARRANCAR LA MEZCLA

Nombre del operador mezclador

Nombre inspector de calidad

4 Solicitud de materia prima¹⁴

Emglosa Empaques Globales, S. A.	<i>SOLICITUD DE MATERIA PRIMA</i>	No.: 001
--	-----------------------------------	----------

ORDEN DE PRODUCCION: _____

Cantidad: _____ Producto: _____

Máquina	Código	Materia Prima	Virgen	Reproceso	Preparado	Total	Medida	Observaciones

Fecha: ___/___/___ Hora: _____ Solicitado por: _____

Entregado por: _____

Requisitos materia prima virgen: _____

Requisito de materia preparada: _____

Liquidación de materia preparada: _____

¹⁴ Empaques Globales, S. A., Solicitud de materia prima, 1 página

5 Movimiento de bodega¹⁵

Emglosa Empaques Globales, S. A.	<i>MOVIMIENTO DE BODEGA</i>	No.: 0001
--	-----------------------------	------------------

Fecha		
Día:	Mes:	Año:
Tipo de documento:	ESAL	
Tipo de movimiento:		

Entrada o Salida (E/S):			Departamento:	Uso que se dará:		
CODIGO	NIVEL PROD.	BOD	DESCRIPCION	UNIDAD DE REPORTE	CANTIDAD	ORDEN DE PRODUCCION

Solicitado:	Autorizado:	Entregado:	Recibido:

¹⁵ Empaques Globales, S. A., Movimiento de bodega, 1 página

3.1.2 Investigación de la situación actual

3.1.2.1 Recopilación de la información

Figura 13. Producción mensual # de rollos de Flexitubo 2006

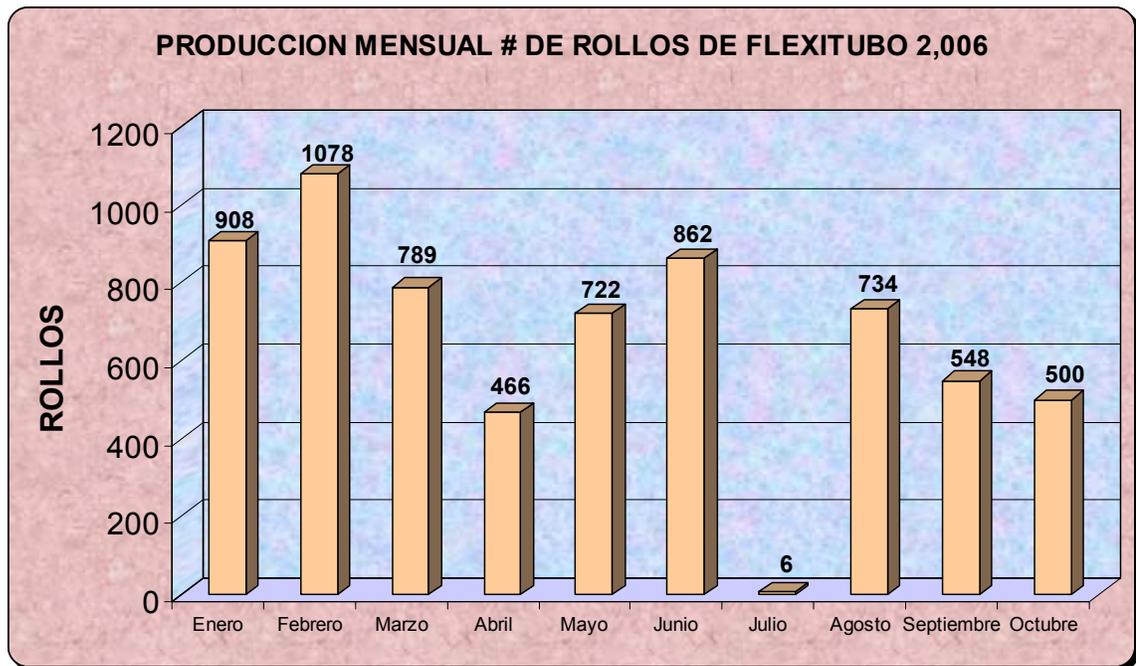


Figura 14. Comportamiento de OEE de la extrusora de junio a octubre 2006

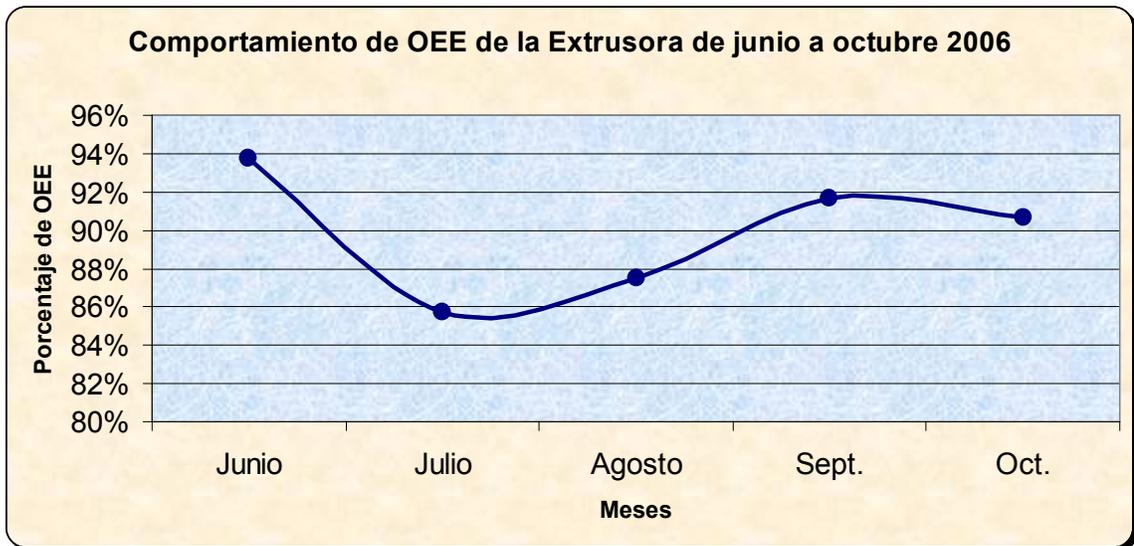
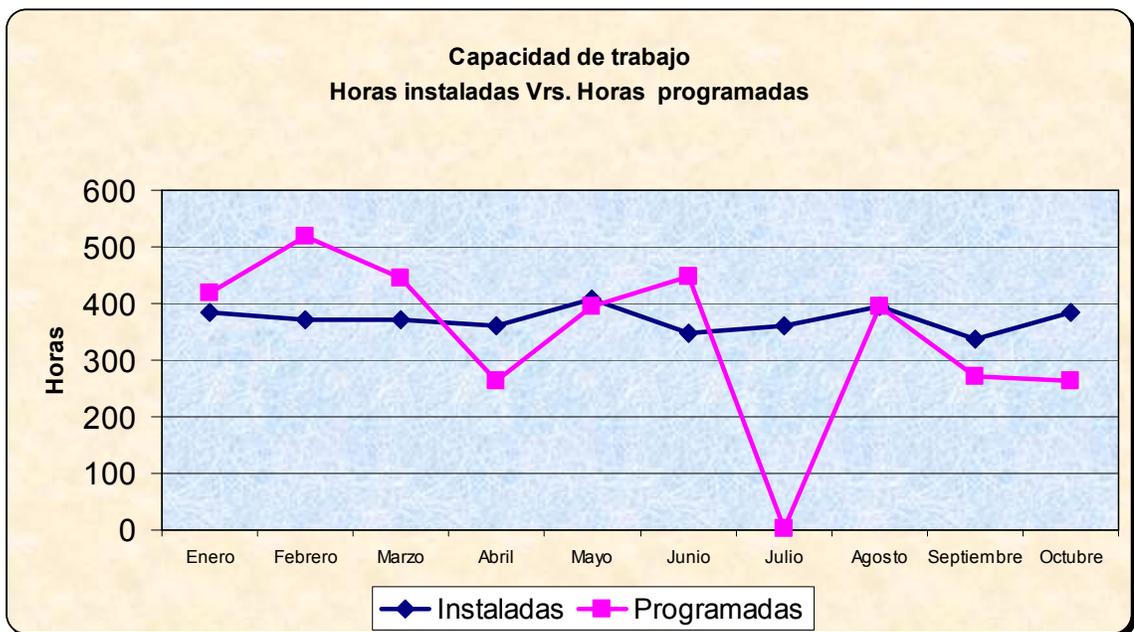


Figura 15. Capacidad de trabajo, horas instaladas versus horas programadas



I Hoja técnica de la materia prima utilizada

I. Propiedades de los materiales POLIETILENO¹⁶

Propiedad	Aumento de densidad LDPE a HD	Reducción del MFT
Tensión de estiraje	Aumenta mucho	Aumenta
Módulo E	Aumenta mucho	Aumenta
Dureza (normalizada)	Aumenta	Aumenta Poco
Temp. De fusión	Aumenta	Casi no cambia
Temp. máxima de uso	Aumenta	Aumenta poco
Temp. de fragilización	Disminuye	Disminuye mucho
Resistencia al impacto	Aumenta	Aumenta mucho
Hinchamiento	Disminuye mucho	Disminuye poco
Permeabilidad	Disminuye	Disminuye poco
Tensofisuración	Aumenta	Disminuye
Transparencia	Disminuye	No cambia
Fluidez	Disminuye	Disminuye mucho

II Tabla poliestireno

POLIESTIRENO (Tabla)¹⁷

<i>nombre</i>	<i>abreviación</i>	<i>densidad</i>
polietileno de baja densidad	LDPE	0.91
polietileno de alta densidad	HDPE	0.95
polipropileno	PP	0.902
cloruro de polivinilo	PVC	1.35
acetato de polivinilo	PVA	—
poliestireno	PS	1.05
acrilonitrilo-butadieno-estireno	ABS	—
acrilonitrilo-estireno	SAN	—
polimetilmetacrilato	—	—
polihexametilen diamida	Nylon 66	1.14
policaprolactama	Nylon 6	1.14
polietilentereftalato	PET	—
polibutilentereftalato	PBT	1.3

¹⁶ Presentaciones varias, plásticos, materiales plásticos, propiedades y parámetros, Empaques Globales S.A.

¹⁷ Presentaciones varias, plásticos, materiales plásticos, propiedades y parámetros, Empaques Globales S.A

III Ventas de Flexitubo año 2005

Empaques Globales, S. A.

Año 2005

PRODUCTO	Enero		Febrero		Marzo		Abril	
	Rollos	Valor Q	Rollos	Valor Q	Rollos	Valor Q	Rollos	Valor Q
FLEXITUBO								
3/8" 100MTS	10	813			120	10,179	24	2,031
1/2" 100MTS	89	8,629	67	6,382	138	13,464	217	20,226
3/4" 100MTS	155	17,781	188	21,306	320	21,344	501	55,929
1" 100MTS	58	7,210	20	2,438	14	16,829	328	40,093
1 1/4" 100MTS	12	1,821	16	2,429	86	12,933	26	3,667
2" 50MTS	2	196	2	147			1	49
TOTAL POR MES	326	36,451	293	32,701	678	74,748	1,097	121,996

PRODUCTO	Mayo		Junio		Julio		Agosto	
	Rollos	Valor Q						
FLEXITUBO								
3/8" 100MTS	7	594	6	500	21	1,959	5	467
1/2" 100MTS	242	12,795	634	19,724	174	14,477	91	9,723
3/4" 100MTS	250	27,839	665	28,258	287	36,644	344	43,921
1" 100MTS	55	7,111	317	14,536	92	12,650	45	6,188
1 1/4" 100MTS	40	5,129	158	7,938	14	2,338	7	1,169
2" 50MTS					1	93	1	108
TOTAL POR MES	594	53,467	1,780	70,956	589	68,161	493	61,575

Continúa

PRODUCTO	Septiembre		Octubre		TOTAL	
	Rollos	Valor Q	Rollos	Valor Q	Rollos	Valor Q.
FLEXITUBO						
3/8" 100MTS	1	98	18	1,765	212	18,405
1/2" 100MTS	133	13,394	69	7,701	1,854	126,516
3/4" 100MTS	281	36,105	146	19,786	3,137	308,915
1" 100MTS	43	5,899	47	6,819	1,019	119,771
1 1/4" 100MTS	16	2,622	12	2,105	387	42,150
2" 50MTS					7	594
TOTAL POR MES	474	58,119	292	38,176	6,616	616,351

IV Ventas de Flexitubo año 2006

Empaques Globales, S. A.

Año 2006

<i>PRODUCTO</i>	<i>Enero</i>		<i>Febrero</i>		<i>Marzo</i>		<i>Abril</i>	
	<i>Rollos</i>	<i>Valor Q</i>	<i>Rollos</i>	<i>Valor Q</i>	<i>Rollos</i>	<i>Valor Q</i>	<i>Rollos</i>	<i>Valor Q</i>

FLEXITUBO

3/8" 100MTS	5	549	8	879	12	1,318	37	4,063
1/2" 100MTS	119	14,875	176	19,411	153	19,125	158	19,750
3/4" 100MTS	291	44,170	238	36,125	399	60,563	312	47,357
1" 100MTS	75	12,188	88	14,172	137	22,263	55	8,938
1 1/4" 100MTS	13	2,554	43	8,309	18	3,536	25	4,911
2" 50MTS	1	143			10	1,429	8	1,143

TOTAL POR MES

	504	74,478	553	78,896	729	108,232	595	86,162
--	------------	---------------	------------	---------------	------------	----------------	------------	---------------

<i>PRODUCTO</i>	<i>Mayo</i>		<i>Junio</i>		<i>Julio</i>		<i>Agosto</i>	
	<i>Rollos</i>	<i>Valor Q</i>						

FLEXITUBO

3/8" 100MTS	3	329	10	1,098	10	1,098	2	220
1/2" 100MTS	77	9,625	105	13,125	112	14,000	114	14,250
3/4" 100MTS	449	68,152	241	36,580	362	54,946	539	81,813
1" 100MTS	63	10,238	55	8,938	62	10,725	104	16,900
1 1/4" 100MTS	16	3,143	13	2,554	18	3,536	29	5,696
2" 50MTS			10	1,429	3	429	11	1,571

TOTAL POR MES

	608	91,487	434	63,723	567	84,734	799	120,450
--	------------	---------------	------------	---------------	------------	---------------	------------	----------------

Continúa

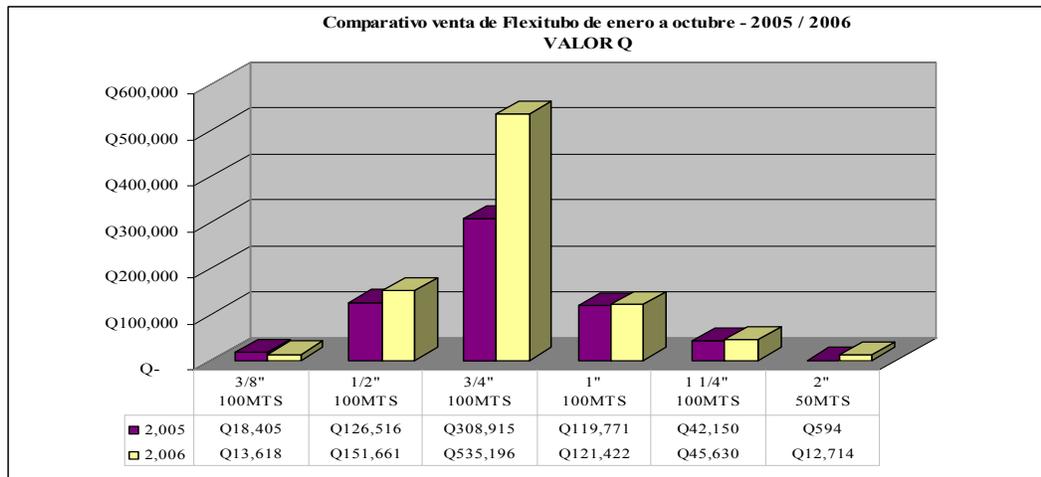
PRODUCTO	Septiembre		Octubre		TOTAL	
	Rollos	Valor Q	Rollos	Valor Q	Rollos	Valor Q.

FLEXITUBO

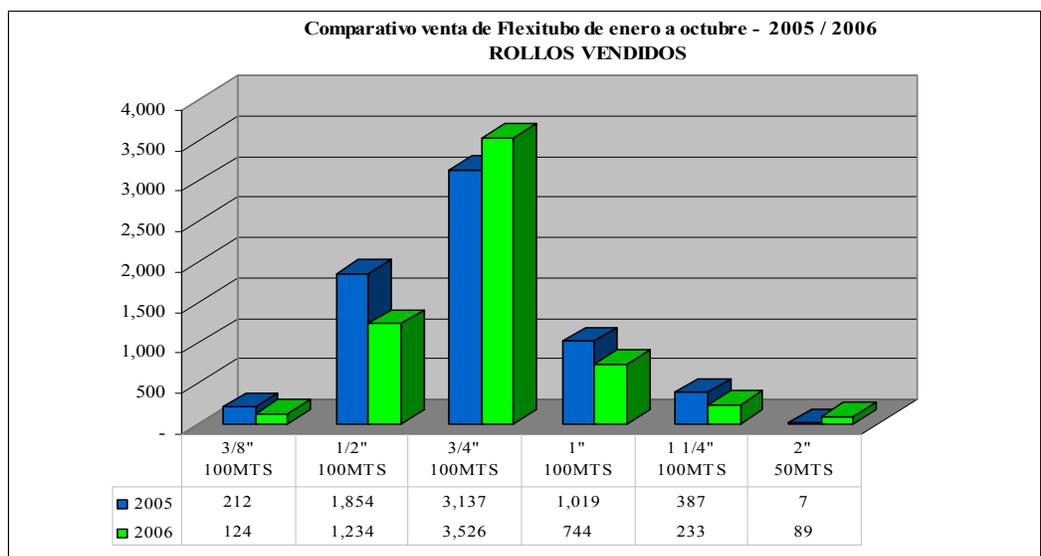
3/8" 100MTS	34	3,734	3	329	124	13,618
1/2" 100MTS	153	19,125	67	8,375	1,234	151,661
3/4" 100MTS	448	68,000	247	37,491	3,526	535,196
1" 100MTS	60	9,750	45	7,313	744	121,422
1 1/4" 100MTS	19	3,732	39	7,661	233	45,630
2" 50MTS	21	3,000	25	3,571	89	12,714
TOTAL POR MES	735	107,341	426	64,740	5,950	880,242

Figura 16. Estadística de ventas

16. 1 Comparativo ventas de Flexitubo enero a octubre 2005 / 2006 valor en Q.



**16.2 Comparativo ventas de Flexitubo enero a octubre 2005 / 2006
rollos vendidos**



Programa de mantenimiento

Se solicitó el programa de mantenimiento de la máquina extrusora, sin embargo dentro de la planificación y los controles de la máquina extrusora, se constata que no tienen incorporado el Plan de Mantenimiento Preventivo. Esta es una herramienta que permite llevar un control de la vida útil del equipo, así como, su propósito es el de prever las fallas, manteniendo los sistemas de infraestructura, equipo e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno, de manera que es indispensable prestarle atención e incorporarlo como parte de los controles del proceso.

V Análisis del método OEE, eficiencia general del equipo

RESUMEN DE PAROS DE EXTRUSORA DE EMGLOSA 2006										
EXTRUSORA	Junio	%	Julio	%	Agosto	%	Sept.	%	Oct.	%
Tiempo programado	30,240	100.00%	300	100.00%	26,790	100.00%	18,480	100.00%	18,060	100.00%
Paros programados	120	0.40%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	420	2.33%
Tiempo disponible	29,340	97.02%	210	70.00%	25,475	95.09%	17,805	96.35%	17,640	97.67%
Tiempo total de fallas	1,795	5.94%	40	13.33%	1,770	6.61%	1,030	5.57%	1,520	8.42%
Tiempo operación	27,545	91.09%	170	56.67%	23,705	88.48%	16,775	90.77%	16,120	89.26%
Tiempo real de preparación	1,295		130		1,735		795		570	
Tiempo estandar	780		90		1,405		930		480	
Tiempo excesivo	515	28.69%	40	100%	330	19.64%	120	0.00%	150	6.16%
2.1.- PAROS MECÁNICOS	880	49.03%	-	0.00%	350	20.83%	450	49.45%	1,250	85.62%
2.2.- PAROS ELÉCTRICOS	210	11.70%	-	0.00%	650	38.69%	420	46.15%	-	0.00%
2.3.- PAROS POR SERVICIOS	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	40	4.40%	-	0.00%
2.4.- PAROS POR AJUSTES	190	10.58%	-	0.00%	290	17.26%	-	0.00%	120	8.22%
2.5.- PAROS POR PLANIFICACIÓN	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%
2.6.- PAROS POR CALIDAD	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%
2.7.- PAROS POR MATERIAS PRIMAS	-	0.00%	-	0.00%	60	3.57%	-	0.00%	-	0.00%
2.8.- PAROS POR PERSONAL	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%
2.9.- PAROS MISCELANEOS	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%	-	0.00%
Tiempo total de fallas	1,795	100.00%	40	100.00%	1,680	100.00%	1,030	100.00%	1,520	100.00%
RESULTADO DE OEE		93.75%		85.71%		87.50%		91.67%		90.63%

Figura 17. OEE extrusora junio a octubre 2006

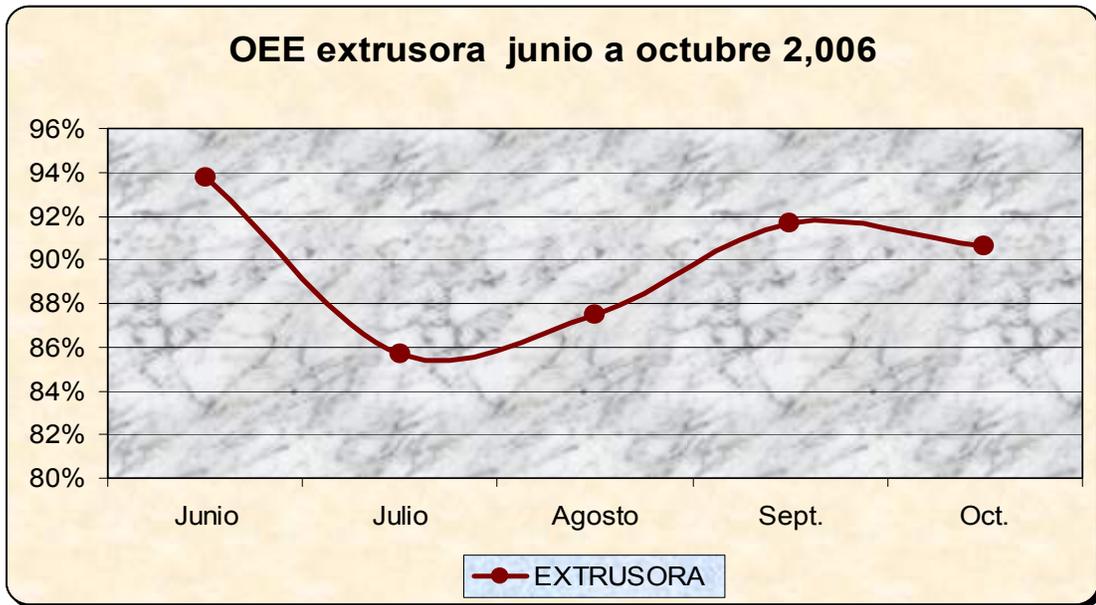
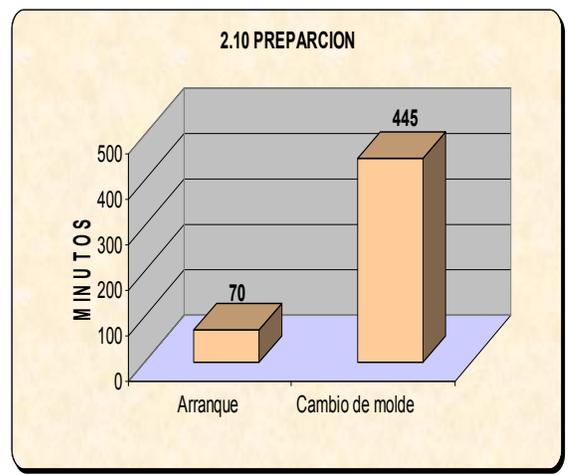
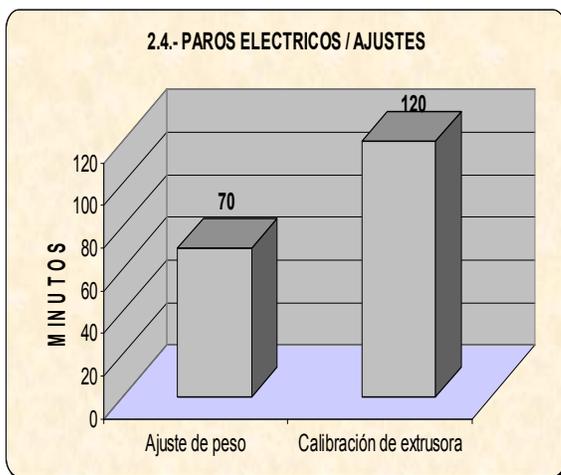
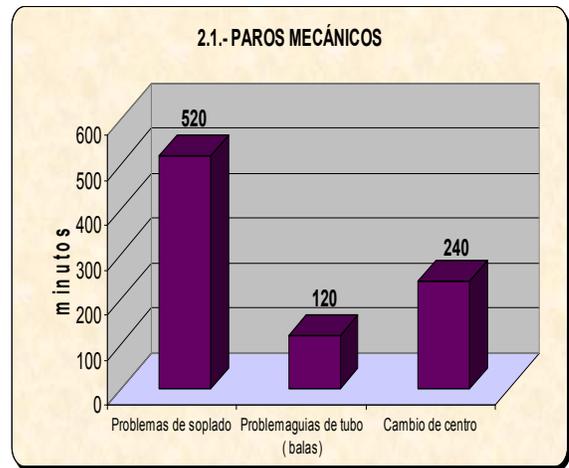
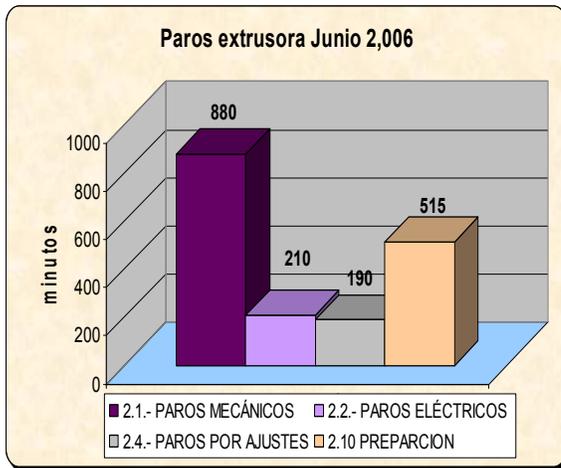
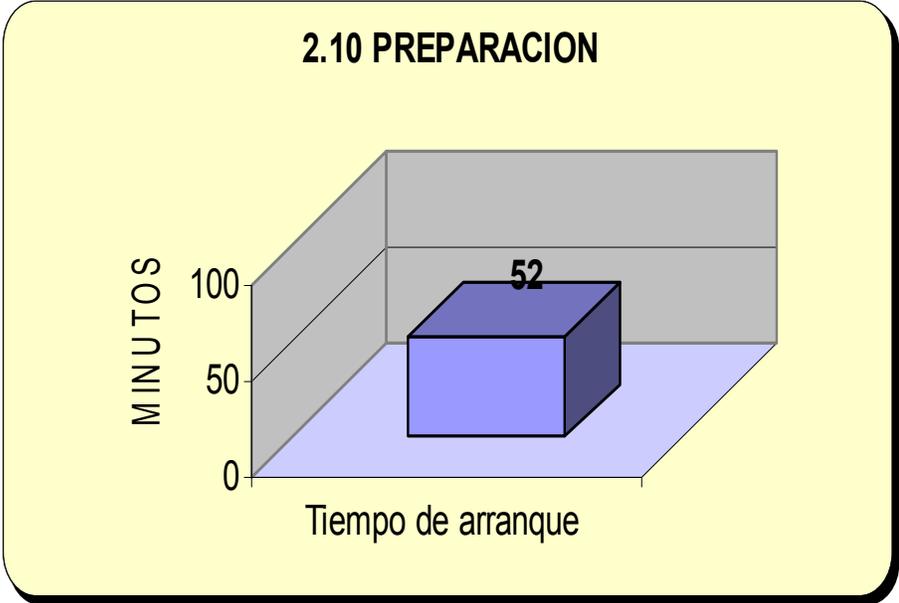


Figura 18. Identificación de las fallas más recurrentes

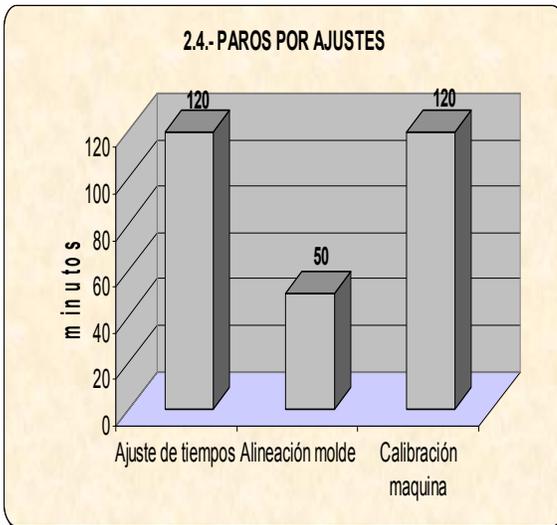
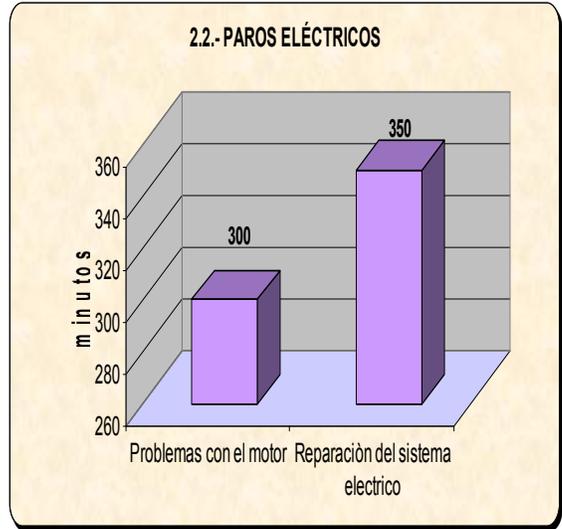
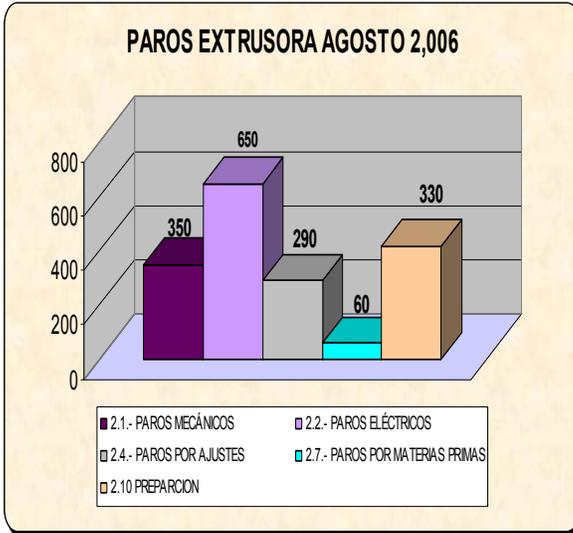
18.1 Paros junio 2006



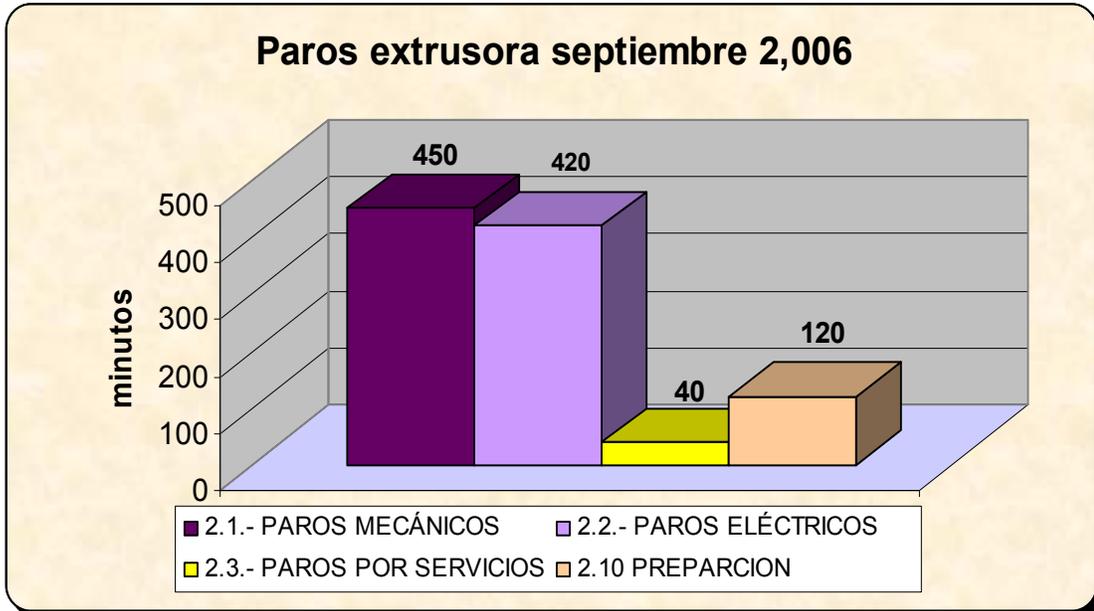
18.2 Paros julio 2006



18.3 Paros agosto 2006

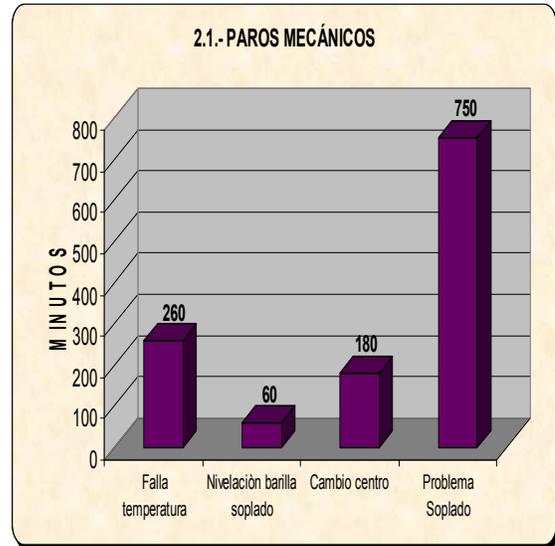
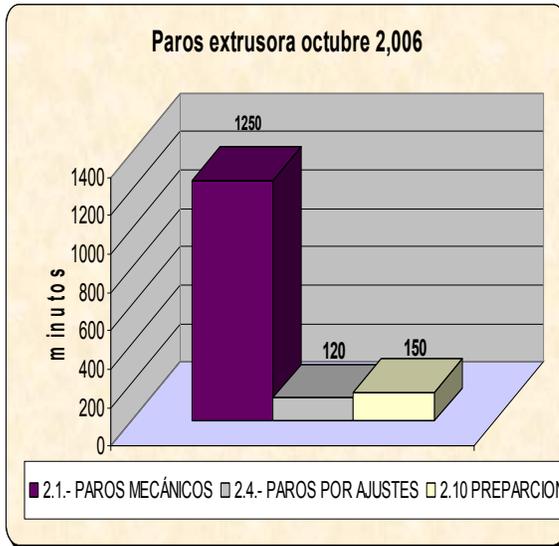


18.4 Paros septiembre 2006



- Los 450 minutos de paros mecánicos se debieron a problemas de soplado
- Los 420 minutos de paros eléctricos se debieron al sistema eléctrico de la extrusora
- Los 40 minutos de paros por servicios se debieron a falta de energía eléctrica
- Los 120 minutos de paros de preparación se debieron a exceso en tiempo de arranque

18.5 Paros octubre 2006



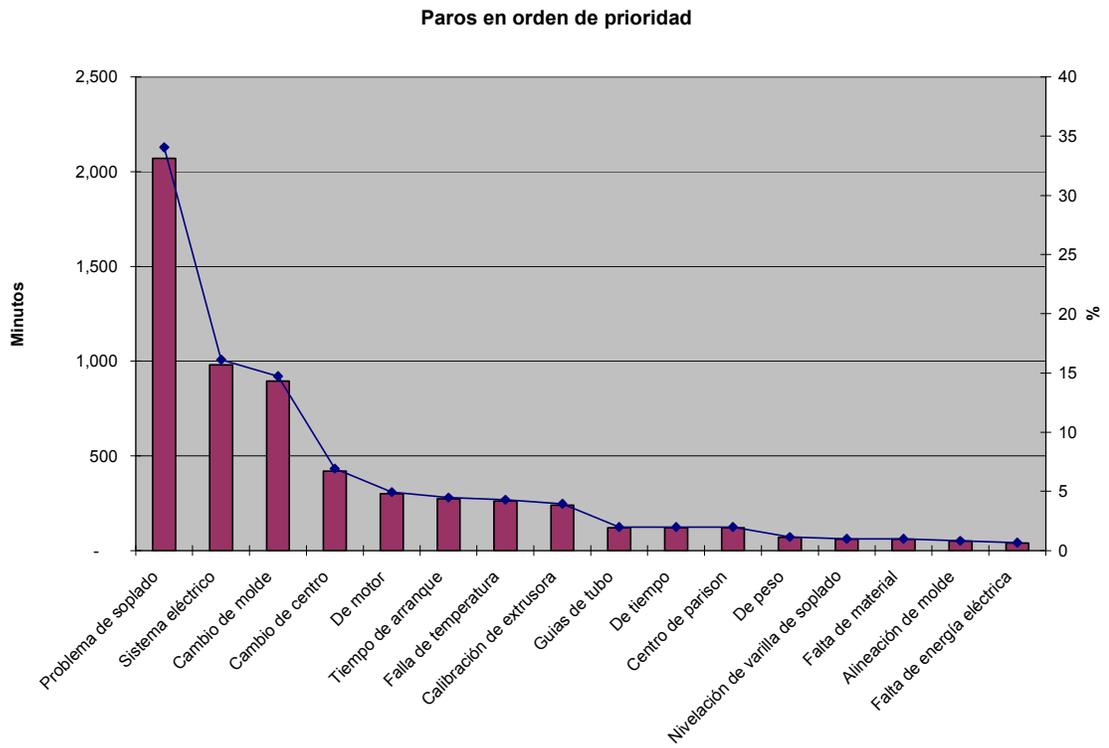
- Los 120 minutos de paros por ajustes se debieron a centrado de parison
- Los 150 minutos de paros por preparación se debieron a exceso en el tiempo de cambio de molde

VI Integración de paros presentados en la máquina extrusora de junio a octubre 2006

Mes	Paros								
	Mecánicos	Tiempo en minutos	Mes	Eléctricos	Tiempo en minutos	Mes	Por ajuste	Tiempo en minutos	
Jun	Cambio de centro	240	Jun	Sistema eléctrico	210	Jun	Calibración de extrusora	120	
Jun	Guías de tubo (batas)	120	Ago	De motor	300	Jun	De peso	70	
Jun	Problema de soplado	520	Ago	Sistema eléctrico	350	Ago	Alineación de molde	50	
Ago	Problema de soplado	350	Sep	Sistema eléctrico	420	Ago	Calibración de extrusora	120	
Sep	Problema de soplado	450	Paro eléctrico		1,280	Ago	De tiempo	120	
Oct	Cambio de centro	180	Oct	Centro de parison				120	
Oct	Falla de temperatura	260						Paro por ajuste	600
Oct	Nivelación de varilla de soplado	60							
Oct	Problema de soplado	750							
Paros mecánicos		2,930							

Mes	Paros								
	Preparación	Tiempo en minutos	Mes	Materia Prima	Tiempo en minutos	Mes	Servicio	Tiempo en minutos	
Jun	Cambio de molde	445	Ago	Falta de material	60	Sep	Falta de energía eléctrica	40	
Jun	Tiempo de arranque	70	Paro por materia prima		60	Paro por servicio		40	
Jul	Tiempo de arranque	52							
Ago	Cambio de molde	300							
Ago	Tiempo de arranque	30							
Sep	Tiempo de arranque	120							
Oct	Cambio de molde	150							
Paro por preparación		1,167							

19. Paros en orden de prioridad junio a octubre 2006



3.1.3 Análisis y crítica de la información recabada

3.1.3.1 Análisis e interpretación de los resultados

Las unidades de análisis, fueron los controles diarios de producción, paros y variables del proceso de la extrusora de la empresa en estudio, la solicitud de materia prima, el movimiento de bodega y estadísticas mensuales.

Con los resultados de las unidades sujetas de análisis, se procedió a identificar las oportunidades de mejora, implementando un procedimiento de seguimiento de las fallas de la extrusora.

La implementación del método Eficiencia General del Equipo *OEE*, en la máquina extrusora de la empresa en estudio, fue generando información, sin embargo la información como tal, no permitía una mejora en la eficiencia de la máquina de extrusión, es así como se identifica que hacía falta el estudio y análisis de los paros detectados, para luego identificar las posibles soluciones, que dieran como resultado una mejora en la tasa de eficiencia del equipo.

3.1.4 Propuesta de un modelo para seguimiento y solución de fallas detectadas

3.1.4.1 Justificación

Esta propuesta enfoca los lineamientos necesarios para establecer un procedimiento que asegure la mejora y eliminación de las fallas detectadas en los paros registrados en el método de Eficiencia General del Equipo, *OEE*. Para ello es necesario involucrar al personal a cargo del proceso de extrusión, para su implementación y logro de los objetivos de la empresa.

3.1.4.2 Objetivos

3.1.4.2.1 Proporcionar los lineamientos generales y específicos, sobre el procedimiento de seguimiento a las soluciones de fallas que refleja el método de Eficiencia General del Equipo, *OEE*.

3.1.4.2.2 Realizar el estudio adecuado de las fallas detectadas a través de un análisis de causa raíz.

3.1.4.2.3 Verificar si los operarios están capacitados para dar el tratamiento adecuado a cada falla.

3.1.4.3 Implementación

3.1.4.3.1 Análisis "es o no es"

Tiene por objetivo aislar los problemas y su rigurosa documentación. Consiste en documentar el ¿qué, dónde, cuándo y quién? de la situación en donde se da el problema y las situaciones en donde no se da, haciendo uso de una tabla:

VII "es o no es"

	SUCEDE	NO SUCEDE
Qué		
Dónde		
Cuándo		
Quién (Cuáles)		
Cómo		

3.1.4.3.2 Análisis de "los 5 por qué"

Es una técnica que se utiliza para distinguir los efectos de la causa raíz, y que consiste en preguntarse 5 veces ¿Por qué? de un efecto no deseado, para llegar a la causa que la originó y de esta forma planear las acciones para eliminar o atenuar el efecto no deseado.

3.1.4.3.3 Diagrama de causa-efecto

“Muestra la relación entre una característica de calidad y los factores” (6 M’s).

3.1.4.4 Estrategia

Realizar una actividad de capacitación y entrenamiento en donde el personal que tiene responsabilidad directa con la máquina extrusora, conozca el procedimiento de seguimiento a las soluciones de fallas que refleja el método de Eficiencia General del Equipo, *OEE*.

3.1.4.5 Metodología

La metodología a utilizar debe ser de índole participativa, activa, de ejemplos y orientada a los responsables de la planificación, operación y mantenimiento de la máquina extrusora.

3.1.4.6 Implementación del análisis de la causa raíz

Se contó con un formato de Análisis de Causa Raíz, que nos permitió de forma práctica y fácil, estudiar, analizar e identificar las soluciones de las principales fallas identificadas.

El ACR, Análisis de causa raíz, es una metodología disciplinada que permite identificar las causas físicas, humanas y latentes de cualquier tipo de fallo o incidente que ocurre una o varias veces, permitiendo adoptar las acciones correctivas que reducen los costos del ciclo de vida útil del proceso, mejora la seguridad y confiabilidad del negocio.

El procedimiento sugerido llevó los siguientes pasos:

Paso No. 1 Definición del problema / Importancia

Paso No. 2 Diagrama de causa raíz

Paso No. 3 Identificación de las soluciones

Paso No. 4 Implementación de las mejores soluciones

3.1.4.7 Evaluación

La jefatura de manufactura, conjuntamente con los responsables del proceso de extrusión, deberán evaluar los resultados del método de Eficiencia General del Equipo, *OEE*. Mismo que deberá reflejar un índice de eficiencia superior, después de la implementación del procedimiento de seguimiento a las soluciones de fallas. Comparando información de las fallas

que fueron sujetas de análisis a través del método de causa raíz y de las cuales se implementaron las mejores soluciones, versus las mismas fallas, antes de ser analizadas por este método.

3.1.4.8 Retroalimentación

Se deberá ir evaluando y verificando durante el desarrollo de implementación de este procedimiento, que el mismo sea el sugerido. De existir variación, se deberá analizar todo el proceso, para establecer los factores que puedan estar causando la variación.

3.1.5 Implantación

Se hace entrega del registro análisis de causa raíz, mismo que nos permitirá analizar por qué un incidente particular ocurre. Este registro se puede utilizar en muchos tipos de problemas, incluyendo fallas del equipo, incidentes de seguridad, deficiencias del proceso de trabajo, pérdidas de producción y aspectos de servicio al cliente. En este caso, su implementación, nos permitirá evaluar las fallas que han sido detectadas en el método de Eficiencia General del Equipo, *OEE*, de la línea de Flexitubo de la empresa Empaques Globales, S. A.

6 Registro análisis de la causa raíz¹⁸

Emglosa Empaques Globales, S. A.	<i>REGISTRO ANALISIS DE LA CAUSA RAIZ</i>
---	---

Acción No.

PASO No. 1: DEFINA EL PROBLEMA

Contestar las preguntas ¿Qué? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde?

1.1 IMPORTANCIA

CALIDAD	
CANTIDAD	
TIEMPO	
COSTO	
Otros (frecuencia, seguridad industrial, ambiente)	

PASO No. 2: DIAGRAMA DE CAUSA RAIZ

--

¹⁸ Margarita Gálvez, Registro análisis de la causa raíz, 2 páginas

7 Registro análisis de la causa raíz, problema de soplado¹⁹

<h1 style="margin: 0;">Emglosa</h1> <p style="margin: 0;">Empaques Globales, S. A.</p>	<p><i>REGISTRO ANALISIS DE LA CAUSA RAZI</i></p>
---	--

Acción No. 001

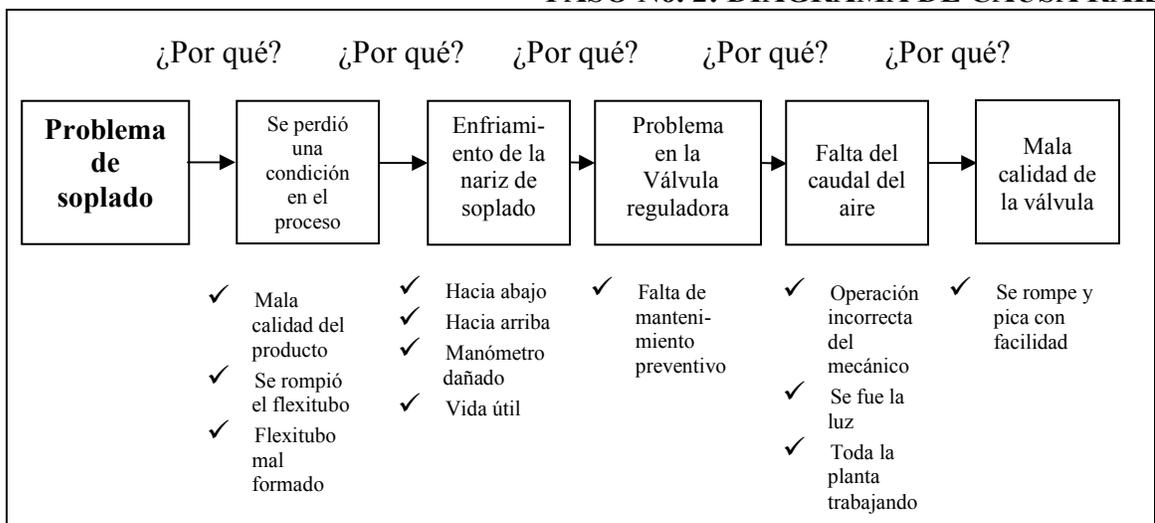
PASO No. 1: DEFINA EL PROBLEMA

Contestar las preguntas ¿Qué? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde?
Qué: Problema de soplado
Cómo: Cambios en el proceso, deformación del Flexitubo
Cuándo: En el proceso de los meses de junio, agosto, septiembre y octubre 2006
Dónde: Máquina extrusora

1.1 IMPORTANCIA

CALIDAD	Producto mal formado y roto
CANTIDAD	Rollo de 100 metros por cada vez que se presenta la falla
TIEMPO	Promedio de nueve horas por mes
COSTO	Q.18,000 en los cuatro meses, Q.4,500 mensuales
Otros (frecuencia, seguridad industrial, ambiente)	Problema puntual

PASO No. 2: DIAGRAMA DE CAUSA RAZI



¹⁹ Margarita Gálvez, Registro análisis de la causa raíz, problema de soplado, 2 páginas

PASO No. 3: IDENTIFIQUE LAS SOLUCIONES

CAUSA	SOLUCION	PRIORIDAD	RESULTADOS PREVISTOS
Se perdió una condición en el proceso	Lista de verificación check list, comportamiento del proceso	2	Monitoreo del proceso y tener bajo control el proceso
Enfriamiento de la nariz de soplado	Limpieza de la nariz y verificación del estado de la termo copla y la resistencia. Cambiar si es necesario	4	Control del tiempo de vida de la resistencia. Evitar paros por esta causa
Problema en la válvula reguladora	Dar mantenimiento preventivo	5	Evitar fallas innecesarias
Falta del caudal de aire	Mantener la presión constante a través de un pulmón al pie de la extrusora	3	Proceso controlado, estabilizar el caudal de aire y uniformar la presión de aire por más tiempo
Mala calidad de la válvula	Comprar válvulas de marcas conocidas por su calidad y duración	1	Ampliar el tiempo del proceso sin presencia de este tipo de falla

PASO No. 4: IMPLEMENTE LAS MEJORES SOLUCIONES

Actividad	Responsable	Firma de enterado	Fecha propuesta de finalización	Fecha real de finalización
Ubicar las distintas válvulas y establecer su resistencia y calidad	Asistente técnico de mantenimiento		03.11.2006	10.11.2006
Elaborar el check list, de verificación del proceso	Equipo de trabajo de la línea		06.11.2006	10.11.2006
Hacer la solicitud de compra del pulmón	Jefe de mantenimiento		03.11.2006	03.11.2006
Verificar el estado de la termo copla y la resistencia	Mecánico de la línea		07.11.2006	08.11.2006
Realizar un plan de mantenimiento preventivo para la línea de extrusión	Asistente técnico de mantenimiento y mecánico		13.11.2006	17.11.2006

8 Registro análisis de la causa raíz, sistema eléctrico²⁰

<h1 style="margin: 0;">Emglosa</h1> <p style="margin: 0;">Empaques Globales, S. A.</p>	<p><i>REGISTRO ANALISIS DE LA CAUSA RAIZ</i></p>
---	--

Acción No. 002

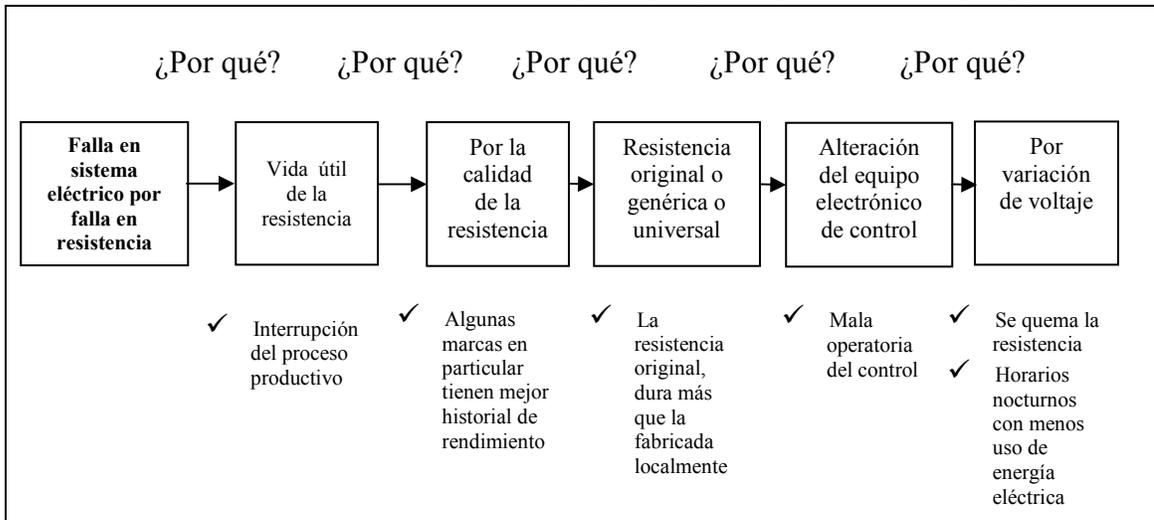
PASO No. 1: DEFINA EL PROBLEMA

Contestar las preguntas ¿Qué? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde?
Qué: Sistema eléctrico / falla de resistencia eléctrica
Cómo: Se rompe, deja de funcionar
Cuándo: En el proceso de los meses de junio, agosto y octubre 2006
Dónde: Nariz de soplado

1.1 IMPORTANCIA

CALIDAD	Producto mal formado y no hay flujo
CANTIDAD	Rollo de 100 metros por cada vez que se presenta la falla
TIEMPO	Promedio de seis horas por mes
COSTO	Q.10,260 en los tres meses, Q.3,420 mensuales
Otros (frecuencia, seguridad industrial, ambiente)	Problema puntual

PASO No. 2: DIAGRAMA DE CAUSA RAIZ



²⁰ Margarita Gálvez, Registro análisis de la causa raíz, sistema eléctrico, 2 páginas

PASO No. 3: IDENTIFIQUE LAS SOLUCIONES

CAUSA	SOLUCION	PRIORIDAD	RESULTADOS PREVISTOS
Vida útil de la resistencia	Instalación adecuada según procedimiento	4	Más horas de producción
Por la calidad de la resistencia	Comprar resistencias acorde a la marca y calidad y no al precio	3	Más horas de producción Mayor duración y vida útil de la resistencia
Resistencia original o genérica o universal	Usar resistencia original	2	Más horas de producción Menos fallas por esta causa
Alteración del equipo electrónico de control	Delimitar la responsabilidad de esta atribución específicamente al operador de la línea	5	Mejor control del equipo Proceso controlado Mejor rendimiento de la resistencia y por ende incremento de la producción
Por variación de voltaje	Instalar un control de regulación de voltaje y supresores de transientes	1	Actuar inmediatamente en cuestión de microsegundos Proteger la vida útil de la resistencia Garantizar la fluidez del proceso

PASO No. 4: IMPLEMENTE LAS MEJORES SOLUCIONES

Actividad	Responsable	Firma de enterado	Fecha propuesta de finalización	Fecha real de finalización
Solicitar la compra de reguladores de voltaje y supresores de transientes	Asistente técnico de mantenimiento		06.11.2006	06.11.2006
Comprar resistencias originales	Departamento de compras		13.11.2006	13.11.2006
Instalación adecuada según procedimiento	Mecánico de mantenimiento		14.11.2006	14.11.2006
Revisar la descripción de puesto del operador de la línea de Flexitubo	Jefe de manufactura		07.11.2006	10.11.2006

9 Registro análisis de la causa raíz, cambio de molde²¹

<h1>Emglosa</h1> <p>Empaques Globales, S. A.</p>	<p><i>REGISTRO ANALISIS DE LA CAUSA RAIZ</i></p>
---	--

Acción No.

003

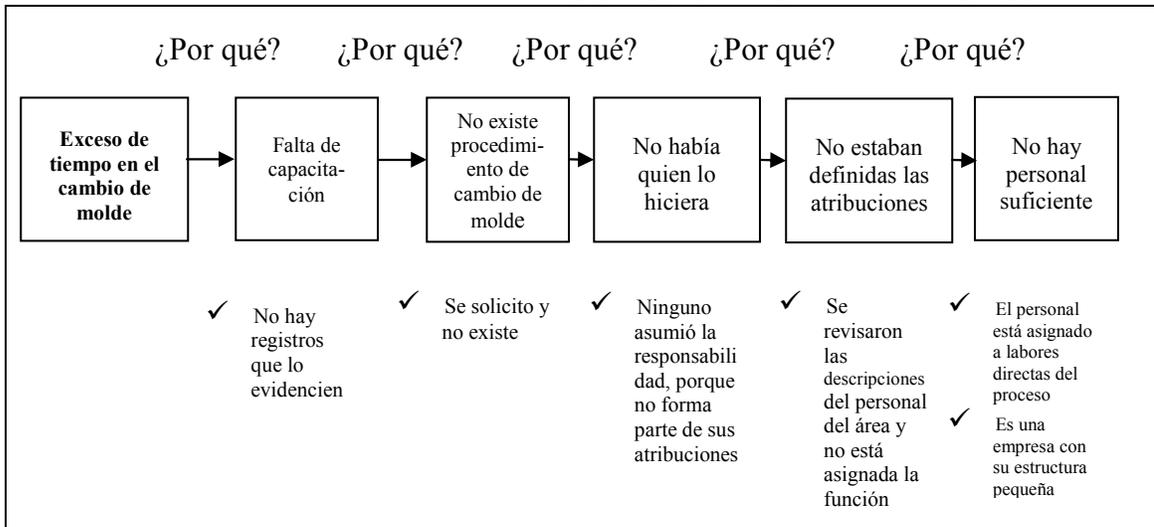
PASO No. 1: DEFINA EL PROBLEMA

Contestar las preguntas ¿Qué? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde?
Qué: Cambio de molde
Cómo: Se excede del tiempo previsto o estándar
Cuándo: Cada cambio de molde
Dónde: Máquina extrusora

1.1 IMPORTANCIA

CALIDAD	Cumplimiento de OEE
CANTIDAD	Promedio de 15 Rollos de 100 metros por mes
TIEMPO	Promedio de cinco horas por mes
COSTO	Q.8,100 en los tres meses, Q.2,700 mensuales
Otros (frecuencia, seguridad industrial, ambiente)	Problema puntual

PASO No. 2: DIAGRAMA DE CAUSA RAIZ



²¹ Margarita Gálvez, Registro análisis de la causa raíz, cambio de molde, 2 páginas

PASO No. 3: IDENTIFIQUE LAS SOLUCIONES

CAUSA	SOLUCION	PRIORIDAD	RESULTADOS PREVISTOS
Falta de capacitación	Hacer un plan de capacitación y capacitar al personal	5	Que el personal tenga la capacitación necesaria y no sea impedimento para un buen desempeño
No existe procedimiento de cambio de molde	Hacer el procedimiento de cambio de molde	4	Que el personal cuente con el soporte e instrucciones necesarias para su correcto proceder
No había quien lo hiciera	Contratar personal que se dedique a documentar procesos, como parte de Organización y métodos	3	Contar con la persona responsable de documentar los procesos
No estaban definidas las atribuciones	Revisar todas las atribuciones del personal y reasignar como corresponda	1	Actualización de funciones Distribución de funciones, según puesto y experiencia
No hay personal suficiente	Definir las necesidades de recurso humano, justificando su requerimiento	2	Que exista el personal necesario, para desempeñar las distintas funciones de la organización y que no sea limitante para obtener resultados

PASO No. 4: IMPLEMENTE LAS MEJORES SOLUCIONES

Actividad	Responsable	Firma de enterado	Fecha propuesta de finalización	Fecha real de finalización
Identificar las descripciones de puestos y revisar las atribuciones del personal del área de manufactura, extrusora	Jefe de manufactura y RRHH		20.11.2006	24.11.2006
Revisar la estructura organizacional, haciendo uso del organigrama versus la infraestructura y capacidad instalada	Gerente de planta, Jefe de manufactura y RRHH		22.11.2006	23.11.2006
Hacer el requerimiento de personal	Jefe de manufactura		24.11.2006	24.11.2006
Hacer el procedimiento de cambio de molde	Asistente de Organización y métodos		10.01.2007	15.01.2007
Elaborar el plan de capacitación del personal de la línea de Flexitubo	Asistente de O&M y Jefe de manufactura		15.01.2007	18.01.2007

3.1.6 Comprobación de la hipótesis

Para comprobar la Hipótesis, se recopiló la información de los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre 2006, y se puso en práctica el método de Análisis de Causa Raíz, en las tres principales fallas detectadas que son el 20 % de las fallas, que generan el 80% de los problemas en la línea de extrusión del área de manufactura de la empresa Empaques Globales, S. A. y se concluye que con la implementación de este sistema de control y la implementación de las soluciones en las fechas establecidas, la eficiencia planeada del equipo de la línea de producción de Flexitubo (*OEE*) se incrementará de acuerdo a lo planificado.

CONCLUSIONES

1. Se centralizó los controles de productividad de la línea de Flexitubo, lo que permitió identificar que no existe un control de mantenimiento preventivo para la máquina extrusora.
2. Se analizaron los datos que reflejan los controles del proceso productivo de Flexitubo de la empresa Empaques Globales, S. A., específicamente de la máquina extrusora: reporte diario de producción, reporte diario de *OEE*, registro diario de paros y estadísticas de ventas por mes. Toda la información obtenida en ellos, permitió evidenciar las fortalezas y debilidades del proceso, como también la oportunidad de crecimiento y captación de nuevos clientes, en zonas no exploradas a la fecha.
3. Las fortalezas de la empresa en estudio, son: su fuerte compromiso con la calidad del producto, el servicio al cliente, la armonía interna de trabajo y la mejora continua, a través de la implementación de métodos modernos y actualizados.
4. Los colaboradores de la empresa Empaques Globales, S. A., son personas bien identificadas con su organización y comprometidas con el proceso de mejora continua.

5. Las debilidades de la empresa en estudio, son: la falta de capacitación en el personal que realiza actividades específicas y técnicas, así como la planificación de un sistema de control de mantenimiento preventivo.

6. El método de Eficiencia General del Equipo, *OEE*, es una herramienta que está contribuyendo a la empresa, a identificar y canalizar las oportunidades de mejora e incremento de la eficiencia de la máquina extrusora, como también de la productividad del Flexitubo.

RECOMENDACIONES

1. Hacer una revisión bimensual o trimestral, del comportamiento y resultados alcanzados de las soluciones implementadas.
2. Implementar el procedimiento de mejora y eliminación de las fallas detectadas en los paros registrados en el método de Eficiencia General del Equipo, *OEE*, haciendo uso del registro de Análisis de la causa raíz. Teniendo en cuenta que el ACR, es una actividad sin valor agregado, si no se actúa según las recomendaciones y las soluciones a las que se llegue como producto de su evaluación.
3. Que el personal responsable del proceso de la extrusora, siga enfocando su mayor esfuerzo en registrar cada uno de los paros que se presenten en la línea de Flexitubo.
4. Implementar el programa de mantenimiento preventivo en la línea de extrusión.
5. Hacer uso del registro de análisis de causa raíz, ACR, en el resto de fallas ya identificadas y que aún no han sido evaluadas.

6. Capacitar de forma práctica y con casos reales de la máquina extrusora, a los colaboradores de este proceso productivo, tomando como referencia el *OEE* y el análisis de causa raíz.

7. Captar nuevos clientes de Flexitubo, en diferentes áreas de Guatemala, como fuente de crecimiento y estudio de nuevos mercados, con requerimientos y especificaciones de niveles climatológicos distintos.

REFERENCIA

1. Justo a tiempo: " Es una filosofía industrial, que considera la reducción de todo lo que implique desperdicio en las actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación (actividades de oficina) en un negocio "

BIBLIOGRAFÍA

1. 5S's para todos, 5 pilares de la fábrica visual, Shingo Prize. Edición en español TGP Hoshin, Marqués de Cubas. 1990.
2. Estadística para administradores, Editorial Prentice–Hall, S. A. 6ª. edición, Levin Richard I.; Rubin, David S. 1996.
3. Eliminación de pequeñas paradas en máquinas y líneas automáticas, Kikuo Suehiro, TGP Madrid. 1995.
4. Manual de EGE, Eficiencia General del Equipo, Tapametal de Guatemala, S. A. 2000.
5. Manual de Plásticos, Volumen I y II, Mc Graw Hill, Modern Plastics y Charles A. Harper, 1ra. edición en español. 2004.
6. Métodos de investigación, Prentice Hall, 3ra. edición, Salkind, Neil J. 1999.
7. Monografía.com, 21 de noviembre de 2006.
8. Planeación y control de la producción de Mc Graw Hill, 1ra. edición en español Interamericana Editores, S. A. DE C.V. 1998.

ANEXOS

1.	Descripción de puesto del operados de extrusora.....	40
2.	Hoja específica de producto y certificado de arranque de extrusora.....	48
3.	Hoja de mezcla.....	50
4.	Solicitud de materia prima.....	52
5.	Movimiento de bodega.....	53
6.	Registro análisis de la causa raíz.....	78
7.	Registro análisis de la causa raíz, problema de soplado.....	80
8.	Registro análisis de la causa raíz, sistema eléctrico.....	82
9.	Registro análisis de la causa raíz, cambio de molde.....	84