



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN UNA
PLANTA DE FABRICACIÓN DE ESPONJA FLEXIBLE DE POLIURETANO**

Iván Alejandro Roberto Díaz Vidal

Asesorado por el Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN UNA
PLANTA DE FABRICACIÓN DE ESPONJA FLEXIBLE DE POLIURETANO**

TRABAJO DE GRADUACION

**PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA
POR**

IVÁN ALEJANDRO ROBERTO DÍAZ VIDAL
ASESORADO POR ING. BYRON GERARDO CHOCOOJ BARRIENTOS
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
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
EXAMINADORA	Inga. Claudia Lizeth Barrientos de Castillo
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADOR	Ing. Roberto Valle González
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:

IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE ESPONJA FLEXIBLE DE POLIURETANO,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha de julio de 2006.

Iván Alejandro Roberto Díaz Vidal

AGRADECIMIENTOS A:

Dios Nuestro Señor

Por el Milagro de la Vida y Amor
Incommensurable.

La Santísima Virgen María

Madre Protectora e Intercesora.

Mi asesor Byron Chocooj

Por su apoyo y colaboración en la
realización de este trabajo.

**Los ingenieros Manuel Pinzón,
Milton Alas y Ramiro Marroquín**

Por facilitar la elaboración de este
trabajo.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, imponente institución de
educación superior.

ACTO QUE DEDICO A:

**Mis padres,
Luis Roberto y Ana Beatriz
y a mi hermano Dimitri**

Por todo su amor y porque lo que soy
se lo debo a ellos.

Mi novia Jenny Gálvez

Por su apoyo en todo momento y por
acompañarme en estos años de
estudio.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1 Descripción del proceso	2
1.2 Áreas y estaciones de trabajo	8
1.2.1 Área de Insumos	8
1.2.2 Área de Producción	10
1.2.3 Área de Empaque.....	33
1.2.4 Área de Estibado	39
1.2.5 Croquis de la planta.....	40
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN.....	41
2.1 Factores de riesgo	41
2.1.1 Tipo de riesgo.....	41
2.2 Hábitos de higiene personal.....	59
2.3 Normas y políticas.....	59
3. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO AL PROCESO PRODUCTIVO....	61
3.1 Proceso productivo	61
3.1.1 Área de Insumos	61
3.1.2 Área de Producción	62

3.1.3	Área de Empaque	64
3.1.4	Área de Estibado.....	64
3.2	Sistema de seguridad e higiene.....	64
3.2.1	Equipo de protección personal (EPP)	69
3.2.2	Señalización de seguridad	71
3.2.3	Sistema de evacuación	81
3.2.4	Medidas de seguridad personal	84
3.2.5	Medidas de higiene personal	85
4.	INTRODUCCIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA AL PROCESO PRODUCTIVO.....	87
4.1	Proceso Productivo.....	87
4.1.1	Manipulación de materiales.....	87
4.1.2	Manejo de desechos	88
4.2	Seguridad e higiene.....	88
4.2.1	Área para higiene personal	89
4.2.2	Política de seguridad en la planta de producción.....	92
5.	PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA.....	93
5.1	Conformación de la comisión administrativa de supervisión.....	93
5.2	Instrumento de Evaluación y Verificación de Actividades.....	94
5.2.1	Formato.....	96
5.3	Metodología de Evaluación y Verificación	98
5.4	Resultados de la Evaluación.....	99
5.4.1	Publicación.....	101
5.5	Medidas correctivas	101

CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES.....	107
BIBLIOGRAFÍA	109
APÉNDICE	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso discontinuo de fabricación de esponja flexible de poliuretano	5
2.	Estantería del área de Insumos	8
3.	Montacarga utilizado para transporte de tambores	9
4.	Equipo de seguridad utilizado en el área de espumado	11
5.	Tanques de almacenamiento de TDI y poliol	11
6.	Tanque reactor soltando la mezcla en el molde	12
7.	Máquina de espumado	12
8.	Pesa electrónica usada en el área de espumado	14
9.	Bloque listo para ser trasladado al área de curado	15
10.	Espuma al término de la fase de crecimiento	15
11.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de espumado	16
12.	Máquina aglutinadora	18
13.	Esponja fabricada a partir de residuos	19
14.	Máquina cuadradora	20
15.	Sobre la plataforma de la máquina se encuentra uno de los monos obtenidos	21
16.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de cuadrado de Bloques	23
17.	Máquina laminadora	27
18.	Máquina rotativa de corte	28
19.	Monos son laminados en una máquina rotativa	28

20.	Monos listos para ser laminados	29
21.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de laminado	31
22.	Láminas de esponja previo a ser empacadas	33
23.	Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque	36
24.	Máquina de molido	43
25.	Frasco con TDI en su interior	46
26.	Tambores conteniendo TDI	47
27.	Trabajador apilando tambores de TDI	48
28.	Realizando abertura a un tambor	49
29.	Tambores con riesgo de ruptura por acumulación de dióxido de carbono en su interior	49
30.	Material absorbente impidiendo que el derrame fluya al desagüe	50
31.	Compuesto neutralizante de TDI	51
32.	Material absorbente rociado sobre área derramada	51
33.	Retirando los materiales utilizados para limpiar el derrame	58
34.	Altura apropiada a la que deben estar los tambores	55
35.	Faja lumbar usada por el cuadrador	56
36.	Partes de un extintor	67
37.	Símbolo identificador de un extintor de polvos químicos	68
38.	Extintor con polvo químico seco	68
39.	Ubicación recomendada de extintores en la planta	69
40.	Señales de advertencia comúnmente utilizadas	75
41.	Recomendable ubicación de señales de advertencia en la planta	75
42.	Señales de prohibición comúnmente utilizadas	76
43.	Recomendable ubicación de señales de prohibición en la planta	77
44.	Señales de obligación comúnmente utilizadas	78
45.	Recomendable ubicación de señales de obligación en la planta	78
46.	Señales de equipo contra incendio comúnmente utilizadas	79
47.	Señales de salvamento comúnmente utilizadas	80

48.	Recomendable ubicación de señales de evacuación	83
49.	Trabajador usando la fuente del lavaojos	89
50.	Trabajador haciendo uso del lavamanos	89
51.	Regadera ubicada en el área de higiene personal	90
52.	Recomendable ubicación del área de higiene personal en la planta	90
53.	Esquema del Sistema de Buenas Prácticas de Manufactura	101
54.	El trabajador choca con el montacargas contra los tambores	113
55.	Caída de un tambor abierto	113

TABLAS

I	Clasificación de la esponja según su densidad y sus respectivas aplicaciones	4
II	Colores de seguridad utilizados en la planta y su significado	71
III	Color de contraste recomendado para cada color de seguridad	72

GLOSARIO

Agente auxiliar hinchante	Aditivo utilizado en la producción de esponja que complementa al agua como agente hinchante principal y que puede ser usado para obtener una esponja más liviana y suave.
Catalizador metálico	Químico que altera la tasa de reacción de un proceso químico.
Diisocianato de tolueno	Producto químico esencial en la producción de esponja flexible, cuyas siglas de abreviación son TDI.
Gelificación	Tiempo desde que la mezcla es vertida en el molde hasta el punto en que la espuma ha desarrollado cierta fuerza y resistencia .
Poliol	Alcohol utilizado en la producción de esponja flexible.
Poliuretano	Nombre genérico de los materiales fabricados mediante una polimerización de uretano, como resultado de la reacción química entre un poliol y un isocianato.
Resilencia	Indicador de la elasticidad de la esponja.

RESUMEN

La introducción de buenas prácticas de manufactura, aplicadas a la producción de esponja flexible de poliuretano, resulta en esta área productiva, una alternativa de competitividad, factor de vital importancia, actualmente.

Para producir espuma de poliuretano existen dos tipos de proceso: el proceso continuo y el proceso discontinuo. En el presente trabajo de graduación se analizará el segundo, el cual ofrece mayor flexibilidad que el proceso continuo, ya que, la formulación de la espuma puede variar con cada bloque producido.

Se realizarán diagnósticos por áreas, a manera de presentar un estado global del proceso de producción y de la planta , así como, también, se analiza la situación de seguridad e higiene en la misma.

La espuma de poliuretano es un material muy versátil, mas, se debe considerar la peligrosidad de las sustancias involucradas en su fabricación, manteniendo éstas a los niveles más bajos que sea razonable y practicable y dentro de los límites de exposición establecidos.

Como mecanismo de control y evaluación de las mejoras propuestas se crea una hoja preliminar de evaluación y verificación de actividades, la cual se verá retroalimentada en base a sus resultados.

OBJETIVOS

General

Implementar un sistema de buenas prácticas de manufactura en una planta de fabricación de esponja flexible de poliuretano.

Específicos

1. Proponer mejoras al proceso de producción para facilitar tanto la realización de las operaciones como el manejo de desechos.
2. Mejorar la distribución de la planta para permitir la ubicación de una mayor cantidad de bloques de esponja en el área de curado.
3. Reducir los factores de riesgo para prevenir accidentes, tanto debido a actos como a condiciones inseguras.
4. Analizar la peligrosidad de los insumos principales para reducir la probabilidad de accidentes y evitar el desarrollo de enfermedades ocupacionales.
5. Inducir hábitos de seguridad e higiene para generar un ambiente laboral a la vez saludable y funcional.
6. Proponer un sistema de señalización de seguridad para proveer información de los riesgos existentes dentro de la planta.
7. Establecer mecanismos de control y verificación para las mejoras propuestas para permitir una mejora continua de las mismas.

INTRODUCCIÓN

La producción de esponja flexible de poliuretano constituye un rubro importante dentro del sistema productivo nacional, dada la multiplicidad de bienes en que dicho producto es utilizado, por ejemplo muebles, camas, utensilios de viaje, mochilas, maletas, zapatos, asientos de vehículos, entre otros.

El presente trabajo de graduación está orientado a aportar mejoras en el sistema productivo de una empresa dedicada a la producción y venta de esponja flexible, así como a mejorar aspectos de seguridad e higiene en la planta.

Primeramente, se hace un diagnóstico situacional, tomando en cuenta las diferentes áreas de que se compone la planta. Este análisis involucra procedimientos, maquinaria, herramientas, hábitos y operaciones que se desarrollan a lo largo de todo el proceso.

Posteriormente, se plantean mejoras posibles de llevar a cabo, referidas éstas a los aspectos detectados en el análisis situacional, las cuales permiten un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles.

Finalmente, se desarrolla un sistema de buenas prácticas de manufactura que plantea procedimientos mejorados y propicia condiciones más seguras e higiénicas de trabajo, los cuales pueden ser evaluados a través de un programa de verificación y mejora continua.

1. ANTECEDENTES GENERALES

Para producir espuma de poliuretano existen dos tipos de proceso: el proceso continuo y el proceso discontinuo o de cajón.

El proceso continuo lo que produce son grandes bloques de esponja, los que después son trabajados por empresas dedicadas a la producción de algún producto específico que requiera el uso de esponja flexible. Esto implica que el método continuo de producción es una producción a gran escala.

El proceso discontinuo, que será el analizado en esta fábrica, hace uso de moldes, que son llenados uno a uno para obtener los bloques de esponja de forma individual.

Entre las ventajas de utilizar el método discontinuo figuran las siguientes:

- Este método de producción es ideal para producción a pequeña escala.
- También permite cierta flexibilidad, ya que la formulación de la espuma puede variar de bloque en bloque.
- Un aspecto muy importante a tomar en cuenta es que la inversión para montar una planta de fabricación discontinua es mucho menor que la inversión necesaria para una planta de fabricación continua, dado que la maquinaria para este segundo caso es mucho más sofisticada.

Por el otro lado, en el método discontinuo prevalece un alto control del proceso productivo, dada su variabilidad. Así mismo, en este método el consumo de químicos es mayor, ya que se genera desperdicio luego de cada vertimiento del mismo en el molde.

1.1 Descripción del proceso

El proceso comienza en el *área de espumado*. Es acá donde se lleva a cabo la formulación de la espuma de poliuretano, que posteriormente se convertirá en un bloque de esponja. Para la elaboración de esta espuma se utilizan dos componentes principales, siendo éstos el diisocianato de tolueno (TDI) y el polioli, los cuales se almacenan en tanques conectados a la máquina de espumado (Figura 5, pág. 11). El TDI reacciona con el agua generando dióxido de carbono, lo que permite el efecto de espumación.

Para llevar a cabo la mezcla de los componentes principales, se hace uso de un tanque reactor con agitador (Figura 6, pág. 12), el cual consta de dos compartimientos, uno para cada componente. El diisocianato de tolueno se vacía dentro del apartado del polioli, y luego se realiza el agitación. Una mezcla resultante se obtiene después de aproximadamente seis segundos, la cual se vierte en el molde (Figura 7, pág. 12), donde se llevará a cabo el crecimiento de la misma, dando paso a la obtención del bloque.

El bloque es de un color específico, indicando con éste su densidad (expresada en kilogramos por metro cúbico), la cual depende de la cantidad de dióxido de carbono generado. La densidad es una característica fundamental del bloque producido (Tabla I, pág. 4), ya que éste está compuesto tanto de materia como de espacios vacíos.

A continuación el bloque es trasladado al *área de curado*, donde se deja por un mínimo de veinticuatro horas. Los bloques se colocan a cierta distancia uno de otro conforme van saliendo del área de espumado, sin dejar que entren en contacto uno con otro.

Posteriormente, en el *área de cuadrado*, el bloque es dividido en dos partes, cada una de las cuales recibe el nombre de “mono”. De cada mono se obtienen los diferentes tipos de planchas de esponja, lo cual se ejecuta en el *área de laminado*.

Finalmente, las planchas de esponja son empacadas de acuerdo a los pedidos respectivos. Esto último se desarrolla en el *área de empaque*.

Tabla I. Clasificación de la esponja según su densidad y sus respectivas aplicaciones

DENSIDAD (kg/m³)	RANGO	COLOR	APLICACIONES
15	14,1 a 16,0	Amarilla	Espumas flexibles de poliuretano de baja y media densidad, de baja y media resiliencia es apropiada para trabajo liviano. Diseñada para ser utilizada en tapicería, colchonería, colchoneta, acolchados de textiles y colchonetas en general. Aislamiento acústico y térmico.
18	16,1 a 18,5	Azul	
20	18,6 a 21,0	Blanca	
23	21,1 a 24,0	Verde	Espumas flexibles de poliuretano de densidad media y alta, buena resiliencia. Por su grado de dureza es apta para la fabricación de colchones, muebles y sofacamas. Bondeado de telas para para uso automotriz, fabricación de cilindros para limpiar tuberías .Aislamiento acústico y térmico.
26	24,1 a 27,0	Rosada	
30	27,1 a 32,0	Naranja	
40	38,5 a 42,0	Blanco	
60	55,1 a 62,0	Blanco	Forma parte de las espumas de gama industrial (calzado, corsetería, bondeado de textiles, elaboración de filtros), utilizada para fabricar colchones de alto desempeño y elegancia.
80	80 +/- 10	Aglomerado de espuma	La casata es un aglomerado de espuma de alta densidad (120K/m ³), que tiene como principal característica un alto factor de dureza, haciéndola un material ideal en la fabricación de productos que demanden buena resistencia a la carga para ofrecer durabilidad, comodidad y confort. Se recomienda para asientos de muebles donde se requiere excelente resistencia. Se utiliza en la fabricación de colchones ortopédicos, colchonetas, cojinería para buses y busetas.
120	120 +/- 10	Aglomerado de espuma	

Figura 1. Diagrama de flujo de operaciones del proceso discontinuo de fabricación de esponja flexible de poliuretano 1/3

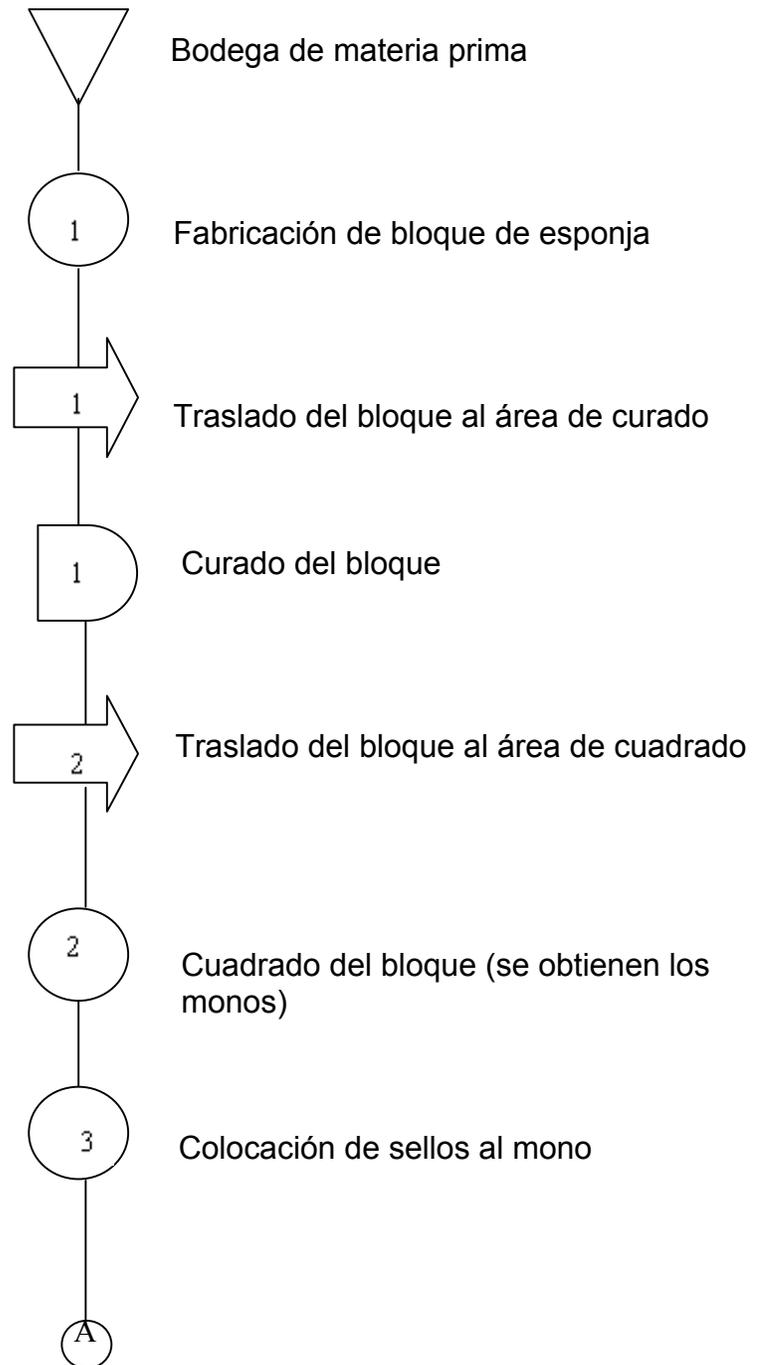


Figura 1. Diagrama de flujo de operaciones del proceso discontinuo de fabricación de esponja flexible de poliuretano 2/3

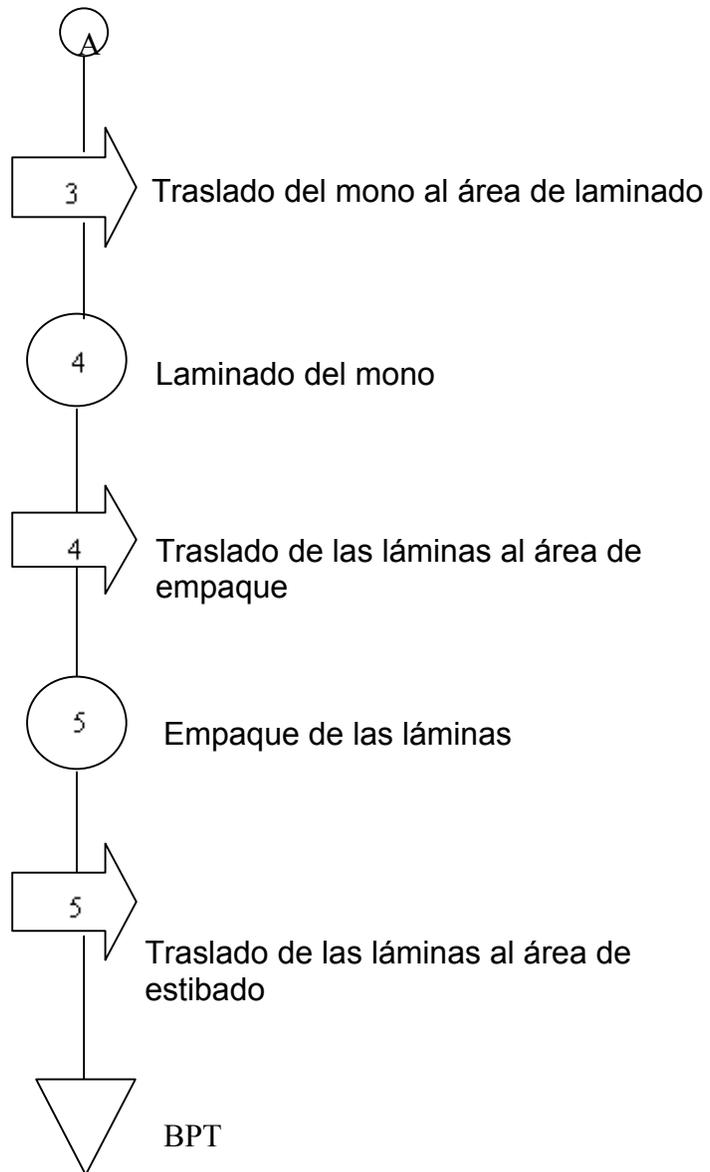


Figura 1. Diagrama de flujo de operaciones del proceso discontinuo de fabricación de esponja flexible de poliuretano 3/3

Resumen:

Evento	Número
Operación	5
Transporte	5
Demora	1

En este diagrama se presenta el proceso de fabricación de la esponja desde la bodega de materia prima hasta la bodega de producto terminado. Se aprecia como en todo el proceso sólo existe un punto de espera, siendo éste representado por la demora en el área de curado.

1.2 Áreas y estaciones de trabajo

Las áreas son aquellos ambientes en los que se divide la planta. En cada uno de estos ambientes se realizan tareas específicas. Éstas tareas se desarrollan en los módulos o estaciones de trabajo que para el efecto existen en cada área.

1.2.1 Área de Insumos

La planta cuenta con un área de insumos varios, donde es almacenado equipo herramental, respuestos de maquinaria, equipo de seguridad e higiene, entre otros. Así también, se cuenta con una segunda área para el almacenaje de tambores de TDI y poliol.

1.2.1.1 Equipo y maquinaria

Figura 2. Estantería del área de Insumos



Para el almacenaje de los insumos anteriormente citados, se cuenta para el primer caso con estanterías (Figura2), mientras que el TDI y el poliol se apilan, por un lado el TDI y por otro el poliol. El área de insumos de producción, donde se almacena el TDI y el poliol, cuenta con un montacargas (Figura3), así como con un “carro” de acarreo. El montacarga es utilizado para descargar, del camión de transporte, los tambores de TDI y poliol, así como para apilarlos.

Figura 3. Montacarga utilizado para transporte de tambores



1.2.1.2 Estaciones y puestos

En esta área no existen estaciones, dado que no corresponde al proceso de producción propiamente. Por otro lado, las personas que acceden a esta área son aquellas encargadas de la elaboración de la espuma. Esto se debe a que esta área se encuentra próxima al área de espumado, y más importante aún, es acá donde se encuentra la materia prima necesaria e indispensable para llevar a cabo el proceso de espumado.

1.2.2 Área de Producción

Es en el área de producción donde se lleva a cabo la elaboración y corte de los bloques esponja producidos. Para el desarrollo del proceso productivo, esta área cuenta con las subáreas de espumado, curado, cuadrado, y laminado.

1.2.2.1 Área de Espumado

Como se mencionó en la descripción del proceso productivo, es en esta área donde se genera el bloque de esponja, del cual posteriormente se obtendrán las planchas de esponja de poliuretano flexible.

Dado que los químicos se mezclan en un reactor con agitador y posteriormente se vierten en un molde, es permanente la presencia de aire durante el proceso de producción, lo que puede originar irregularidades en el tamaño del poro del bloque. De igual manera se hace indispensable el pesaje de cada químico para la producción de cada bloque. Este sistema (método discontinuo), manejado adecuadamente puede producir espuma de buenas condiciones y apropiada respuesta según sus distintas aplicaciones.

1.2.2.1.1 Equipo y maquinaria

Es en esta área donde el equipo de seguridad utilizado para la manipulación del TDI se hace indispensable. Como equipo de seguridad personal (Figura 4), los cuatro espumadores, así como el ingeniero encargado del área, cuentan con mascarillas con filtro, así como con lentes protectores y guantes químicos.

Es durante la reacción de los componentes que se genera la mayor cantidad de vapores, situación por la cual también existe un extractor para los mismos. Éste cumple su función primordialmente durante el decrecimiento final de la espuma.

Figura 4. Equipo de seguridad utilizado en el área de espumado



Figura 5. Tanques de almacenamiento de TDI y polioli

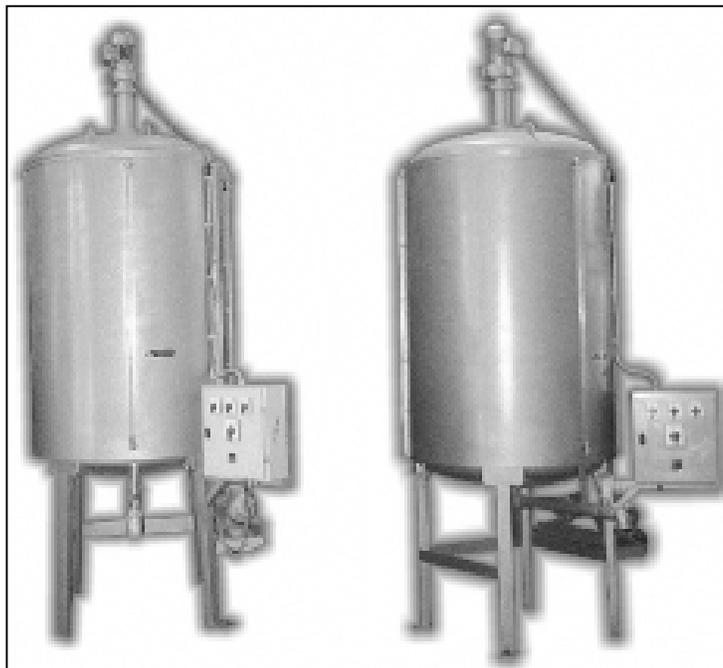
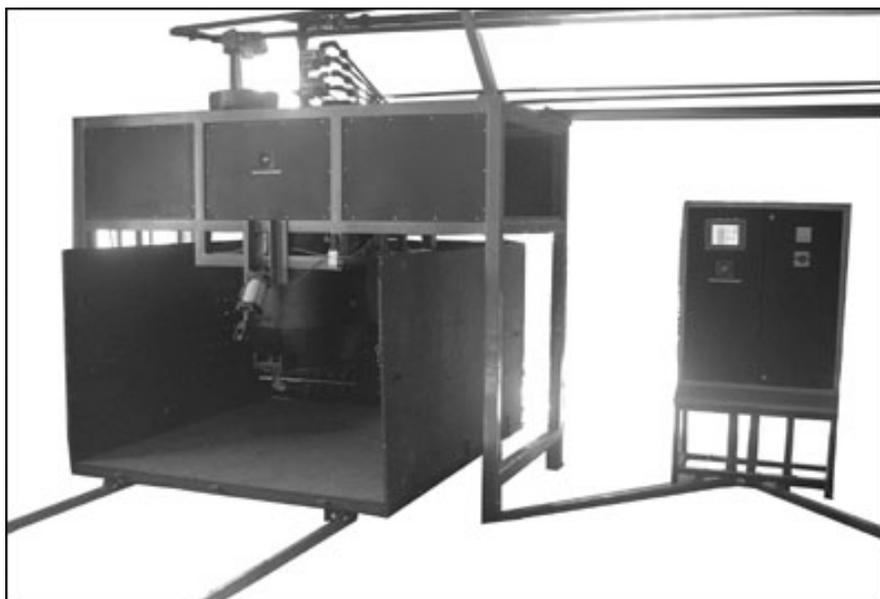


Figura 6. Tanque reactor soltando la mezcla en el molde



Figura 7. Máquina de espumado



1.2.2.1.2 Estaciones y puestos

Un espumador es el encargado de pesar el contenido necesario de agua, silicona y amina para elaborar la mezcla. Para ello cuenta con una pesa electrónica (Figura 8, pág. 14). Una vez se ha calculado la cantidad de estos insumos, se vierten en el compartimiento del polirol del reactor. Posteriormente, un segundo espumador añade el catalizador metálico (octoato de estaño) en este mismo compartimiento. En ocasiones se añade un agente auxiliar hinchante, siendo éste cloruro de metileno.

Una vez han sido vertidos todos los componentes, el espumador1 activa el reactor para la obtención de la mezcla.

El espumador2 y el espumador1, se encargan del traslado de residuos de la mezcla que se obtienen posteriormente a la descarga de la misma y del lavado del mezclador, respectivamente. Gran parte de este desperdicio queda sobre un plástico previamente colocado bajo el reactor, el cual es retirado con el desperdicio a un área a diez metros de distancia. El espumador1, por su parte, utiliza una manguera con “dispensador” a presión para la limpieza del mezclador y el espacio debajo de éste, para poder colocar un nuevo plástico, y así llevar a cabo la elaboración de un nuevo bloque.

Los espumadores 3 y 4 son los encargados de preparar el “molde” para el crecimiento de la espuma. Este molde debe ser engrasado previamente, con el fin de evitar la mayor cantidad de residuos de “gel” adheridos a las “paredes” del mismo. Estas paredes son cuatro puertas que se abren aproximadamente cuarenticinco grados con la vertical, atadas con cadenas, sin las cuales los cuatro lados del molde se pueden abrir completamente.

Esto último se realiza cuando se retira el bloque del molde para ser trasladado al área de curado (Figura 9, pág. 15).

Luego de que la espuma termina su proceso de crecimiento (Figura 10, pág. 15), los espumadores 3 y 4 abren el molde y retiran el bloque sobre un plástico que ha sido previamente instalado en la base del molde para el efecto.

Los espumadores, para la manipulación de todo los instrumentos y para realizar las diferentes operaciones de espumado, hacen uso de guantes químicos.

Una vez se ha retirado el bloque, los espumadores 3 y 4 corren el molde sobre sus rieles, lo engrasan de nuevo, cierran las puertas, y esperan el siguiente crecimiento.

Figura 8. Pesa electrónica usada en el área de espumado



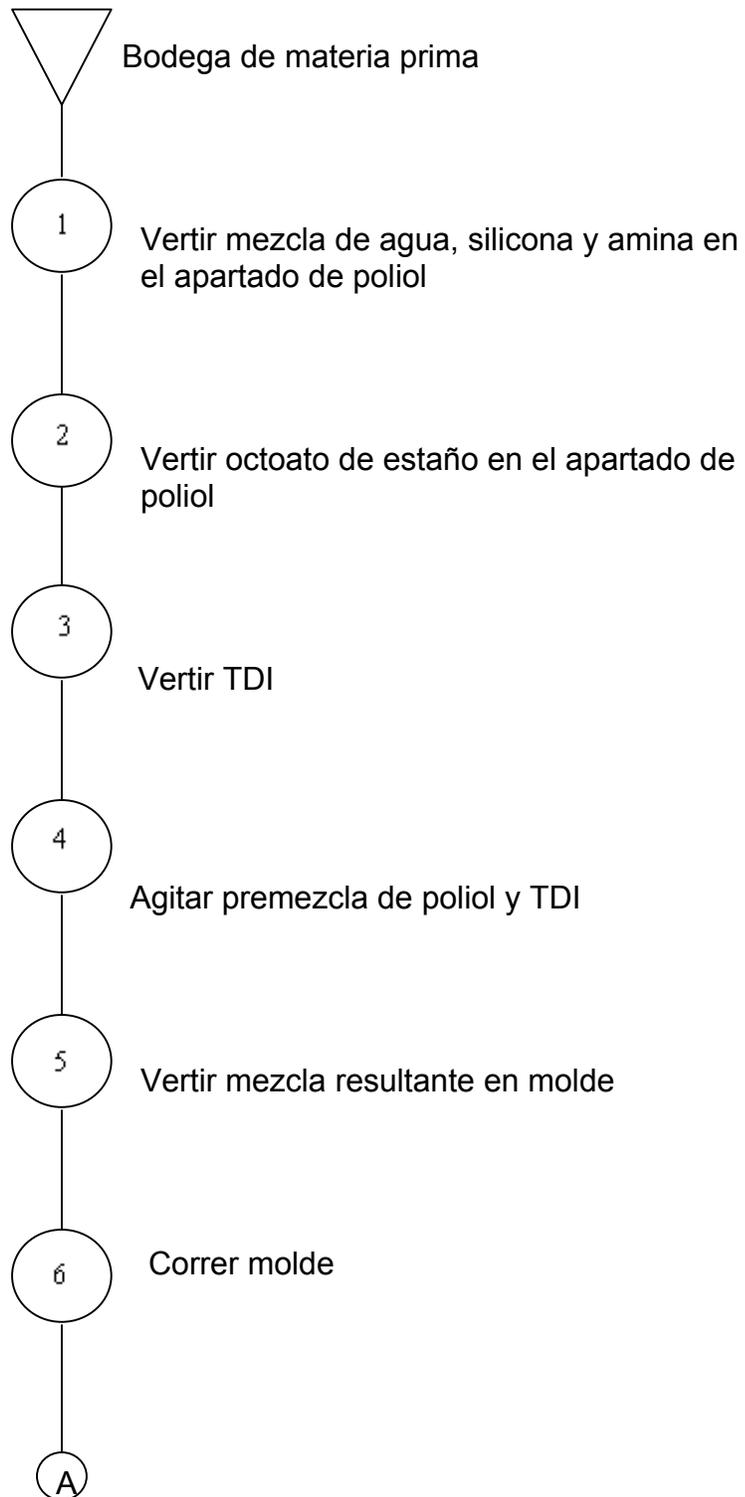
Figura 9. Bloque listo para ser trasladado al área de curado



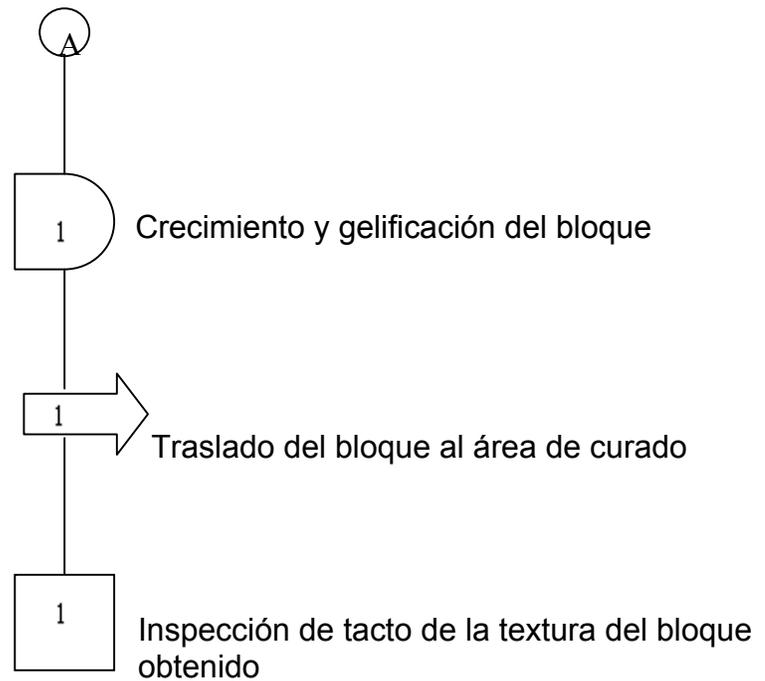
Figura 10. Espuma al término de la fase de crecimiento



Figura 11. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de espumado
1/2



**Figura 11. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de espumado
2/2**



Resumen:

Evento	Número
Operación	6
Demora	1
Transporte	1
Inspección	1

La premezcla de polioliol consiste, como se describe en el diagrama, de agua, silicona, amina y el octoato de estaño, además del polioliol propiamente. Esta premezcla reacciona con el TDI en el molde, dando lugar al crecimiento de la espuma.

1.2.2.2 Área de Curado

El bloque debe ser dejado en esta área un mínimo de veinticuatro horas para poder ser trabajado posteriormente. En esta área los bloques pueden ser apilados incluso uno sobre otro, cuando el nivel de producción así lo requiere, siempre y cuando éstos ya hayan cumplido con el tiempo de curado. En esta área se encuentra actualmente el aglutinador (Figura 12), máquina utilizada para la obtención de planchas de residuos de esponja molida (Figura 13).

Figura 12. Máquina aglutinadora



Figura 13. Esponja fabricada a partir de residuos



1.2.2.3 Área de Cuadrado

Una vez el bloque de esponja ha sido producido, es en esta área donde el mismo será transformado por primera vez. Como se indicó en un apartado anterior, es acá donde el bloque es dividido en dos partes.

1.2.2.3.1 Equipo y maquinaria

El equipo del cuadrador es básicamente un metro de medición, el cual utiliza para inspeccionar las medidas de los cortes que va obteniendo.

Los cortes los realiza la máquina cuadradora (Figura 14). La misma consta de una sierra colocada en posición vertical, la cual realiza el corte al bloque para obtener los monos (Figura 15).

Figura 14. Máquina cuadradora



Figura 15. Sobre la plataforma de la máquina se encuentra uno de los monos obtenidos



1.2.2.3.2 Estaciones y puestos

En esta área solamente se desempeña un cuadrador. Éste es el encargado de llevar a cabo las operaciones que sean necesarias para obtener los monos. Los bloques deben ser traídos aún del área de curado. Para ello el cuadrador se desplaza una distancia que puede variar de uno a ocho metros. Una vez alcanzado el bloque, éste debe ser subido en la plataforma de la máquina cuadradora. Seguidamente el cuadrador realiza operaciones de corte y de apilado del remanente de esponja, el cual es producto de los cortes que realiza. La operación de cuadrado queda concluída cuando el cuadrador baja los monos obtenidos de la plataforma de la máquina.

Los monos van siendo colocados en un área ubicada al frente de la máquina cuadradora, cercana al área de laminado. Aquí, a cada mono le es pintado un sello que identifica a la empresa fabricante, y otro que indica la densidad de la esponja del mono en cuestión

Una vez sellados los monos, éstos proceden a ser laminados en el área respectiva de acuerdo a los requerimientos de los clientes.

Figura 16. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de cuadrado de bloques 1/3

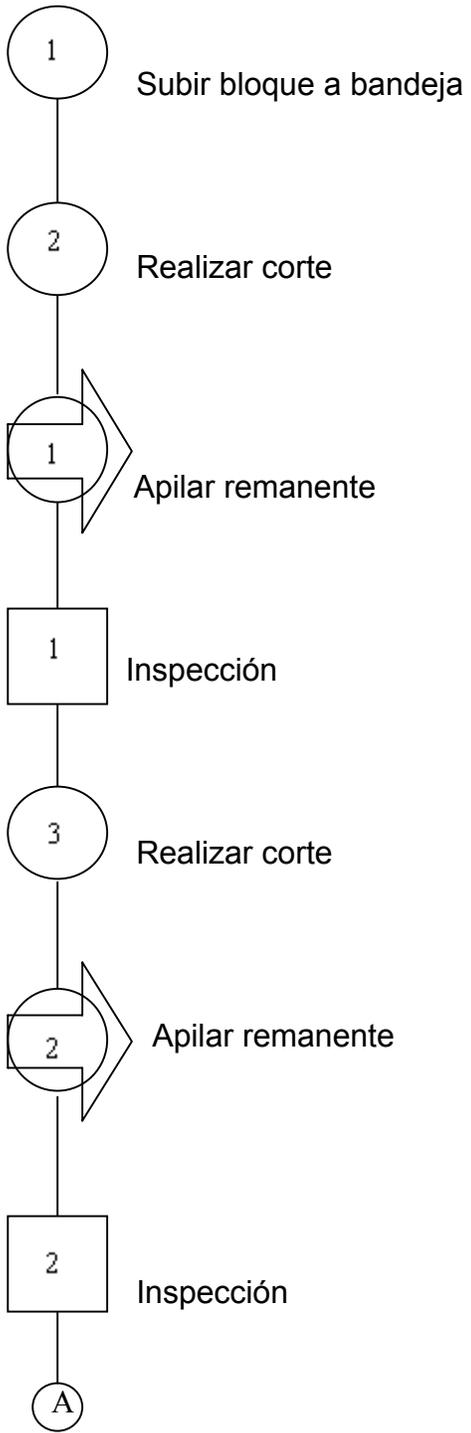


Figura 16. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de cuadrado de bloques 2/3

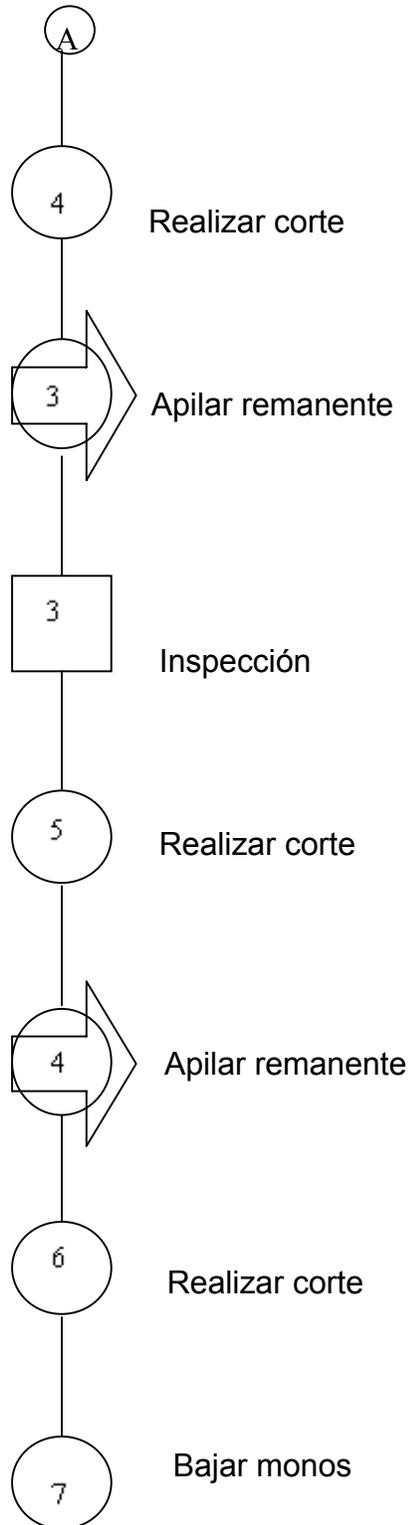


Figura 16. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de cuadrado de bloques 3/3

Resumen:

Evento	Número
Operación	7
Operación-Transporte	4
Inspección	3

Como se puede apreciar en el diagrama, después de cada corte se realiza una inspección de medida, salvo el último corte que es con el que finalmente se obtienen los monos. El apilamiento de remanente conlleva un traslado del mismo, además de su ubicación, dándose de esta forma un evento combinado de transporte y operación.

1.2.2.4 Área de Laminado

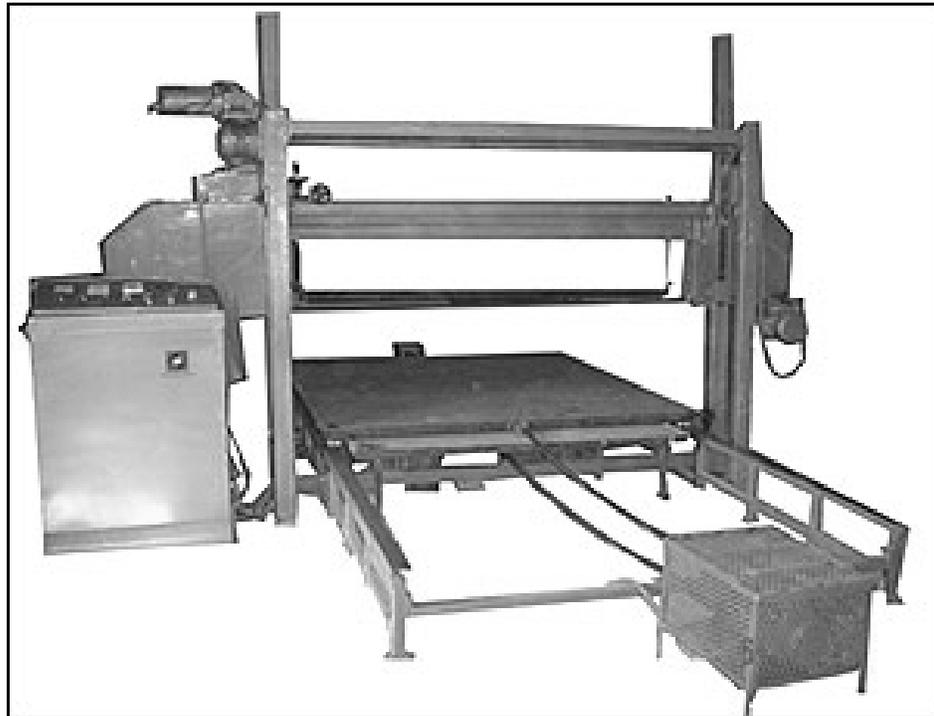
En esta área se obtienen las planchas de esponja, ya como producto final, sólo faltando ser empacadas.

1.2.2.4.1 Equipo y maquinaria

Cada laminador realiza su trabajo en su respectiva laminadora (Figura 17). Cada uno dispone también de un esmeril para limar la sierra de la laminadora cuando él lo considere necesario.

Cada una de las máquinas laminadoras es semiautomática. Ésta es programable al grosor de lámina que se desea obtener. Para ello la sierra desciende a medida que se va obteniendo cada lámina, para ubicarse en la posición correspondiente al corte siguiente. A diferencia de la máquina cuadradora, las laminadoras son máquinas de corte horizontal, debido a la posición que las sierras adoptan en ellas.

Figura 17. Máquina laminadora



Adicionalmente a las máquinas laminadoras, se cuenta también en esta área con otra máquina, de diferentes características, pero para el mismo fin. Ésta es una máquina rotativa de corte (Figura 18). La misma consta de una plataforma circular sobre la cual son enganchados los monos y que tiene la función de girar sobre su eje. Mientras la plataforma gira, los monos van siendo traspasados por una sierra de mayores dimensiones a la de una laminadora horizontal (Figura 19). De este modo se obtienen las planchas de esponja de manera completamente automática, ya que no se requiere que un operario haga girar manualmente la plataforma. Sin embargo, esta máquina no es utilizada permanentemente, sino sólo cuando el nivel de producción así lo requiere.

Figura 18. Máquina rotativa de corte

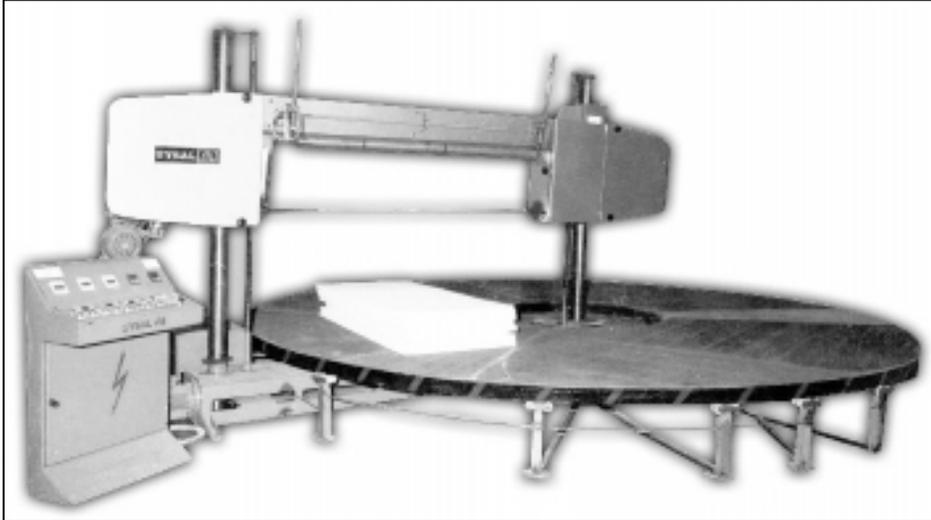
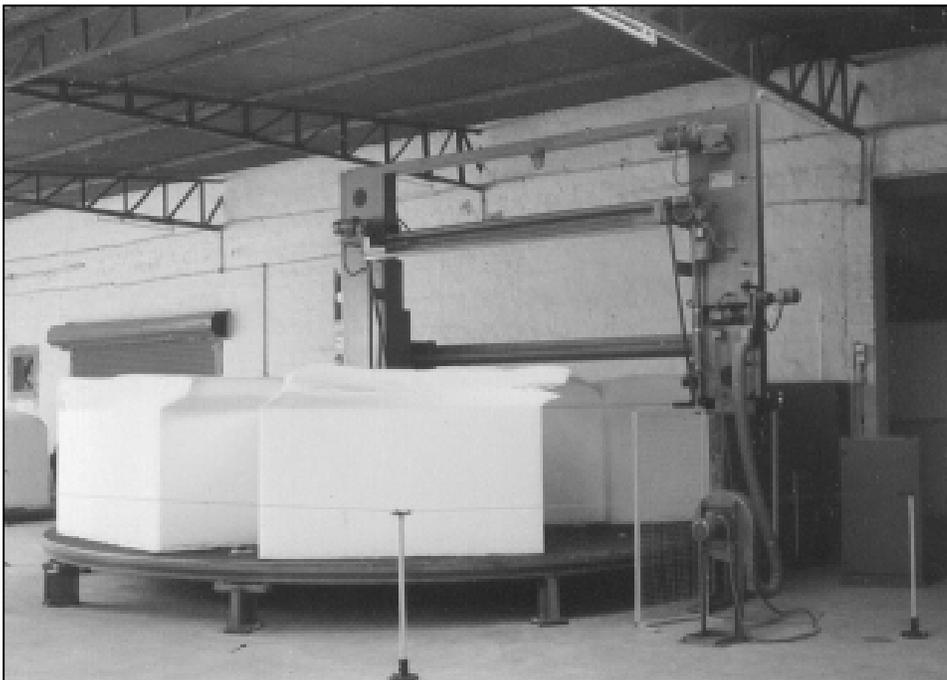


Figura 19. Monos son laminados en una máquina rotativa



1.2.2.4.2 Estaciones y puestos

Figura 20. Monos listos para ser laminados



En esta área hay dos laminadores, cada uno de los cuales tiene asignada una máquina laminadora. Una vez el cuadrador ha colocado los sellos respectivos al mono, éste es tomado por un laminador y subido en la plataforma de la máquina (Figura20). Ésta plataforma es móvil ya que está colocada sobre unas ruedas con rieles. Para realizar los cortes, la plataforma es manipulada por el laminador de manera que ésta transporte el mono a través de la sierra, e ir obteniendo de esta forma

paulatinamente las planchas. Para realizar esto, el mono es enganchado en la base de la plataforma para evitar su desajuste.

El laminador realiza los cortes de acuerdo a lo que indican sus órdenes de trabajo. En cierto momento del proceso de laminado, se hace necesario el traslado de cierto número de láminas para poder seguir trabajando el mono. Las láminas que se trasladan se han ido apilando conforme los diferentes cortes. Éstas son trasladadas al área de empaque.

Tanto las láminas superior como inferior del mono son inadecuadas para la venta. La tapa, como es llamada la lámina superior, corresponde a la parte superior de un bloque de esponja. Ésta se caracteriza por ser una superficie no lisa, sino que consta de una serie de crecimientos de forma cilíndrica. Estos crecimientos se han formado durante el crecimiento de la espuma con la ayuda de una molde plano que se coloca en la parte superior del molde. El fin de esta irregularidad en el bloque es permitir que se liberen más rápido y de mejor forma los gases y vapores que éste posee en su interior.

La lámina inferior corresponde a la parte del mono que se utiliza para su sujeción a la plataforma de la máquina laminadora. Por lo tanto, dado que el mono es enganchado con una piezas puntiagudas de hierro, la lámina inferior se convierte en una lámina ya usada prácticamente.

Estas partes del mono, que no cumplen con la calidad para ser vendidas, son utilizadas para otros fines. Una parte es destinada al molino para ser utilizada posteriormente en el aglutinador. Otras planchas son utilizadas como utensilios de limpieza de manos, máquinas o para remover residuos químicos.

**Figura 21. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de laminado
1/2**

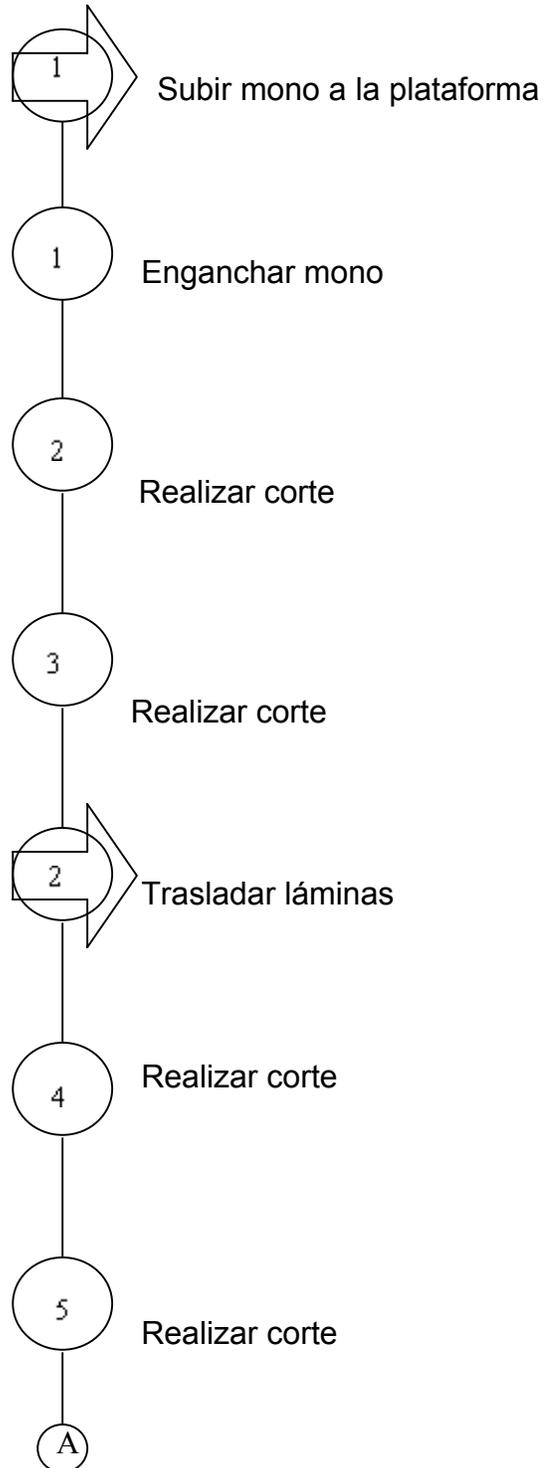
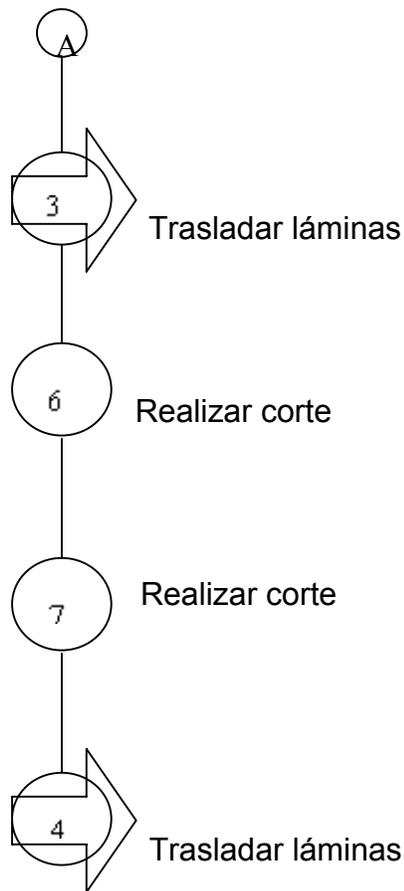


Figura 21. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de laminado
2/2



Resumen:

Evento	Número
Operación-Transporte	4
Operación	7

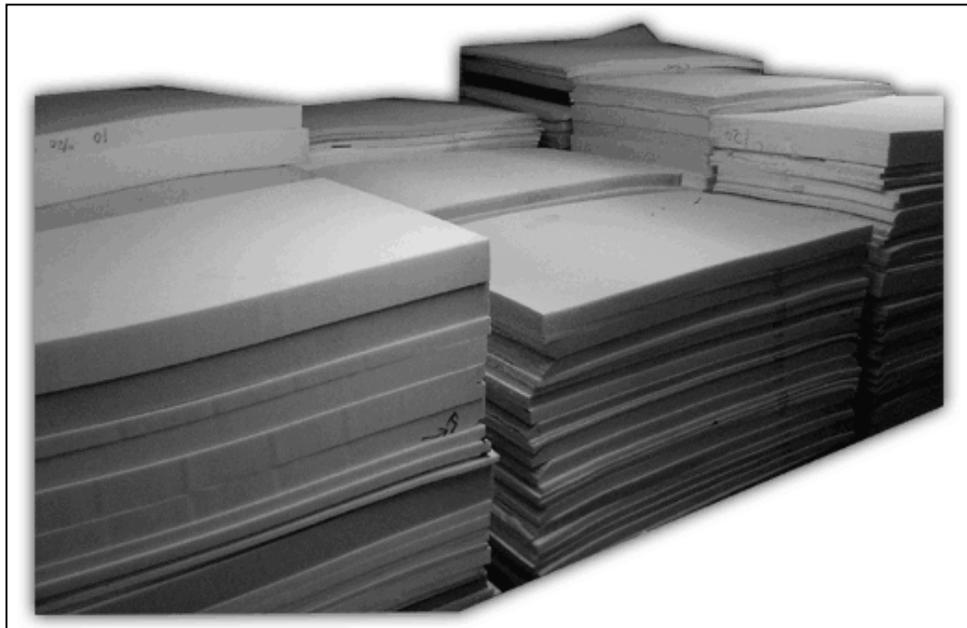
Tanto el traslado de las láminas como el subir el mono a la plataforma conllevan un traslado, las láminas son llevadas al área de empaque y el mono es traído del área de cuadrado. El número de cortes realizados dependerá del requerimiento en el pedido que se está despachando.

1.2.3 Área de Empaque

En esta área se lleva a cabo, como su nombre lo indica, el empaque de las láminas de esponja (Figura 22). Éstas se empaacan acorde a los diferentes órdenes de trabajo del día. En esta área se trabaja con la esponja ya como producto final, tal y como el cliente va a recibirla.

Un aspecto cualitativo importante de resaltar es que la esponja puede ser tanto de primera como de segunda calidad. La misma depende de la textura del bloque de esponja obtenido en el área de espumado, así como de los cortes realizados al mono en el área de laminado. En algunas ocasiones las láminas se obtienen con ciertas rajaduras, lo cual hace que sean clasificados como de segunda calidad.

Figura 22. Láminas de esponja previo a ser empacadas



1.2.3.1 Equipo y maquinaria

Cada estación de trabajo en el área de empaque consta de una mesa en la cual se despliega un plástico lo suficientemente grande para empacar las esponjas correspondientes a la orden que se está despachando. Este plástico se encuentra en un dispensador ubicado bajo la mesa, de donde es cortado cuando se necesita.

Los trabajadores de esta área hacen uso de tijeras para cortar el plástico, además de marcadores para llenar la hoja de datos correspondiente a la orden que se está trabajando. Esta hoja lleva información correspondiente al grosor de esponja, el número de láminas de que se compone la orden, y si ésta es de primera o segunda calidad, que se denota como esponja tipo A o tipo B, respectivamente.

Para sellar el empaque de plástico se hace uso de una plancha, por lo cual cada estación cuenta con una.

1.2.3.2 Estaciones y puestos

El área de empaque consta de dos estaciones de trabajo, con dos puestos cada estación. Una estación es atendida por dos operarias, y la otra por dos operarios.

En cada estación se lleva el control en una hoja de registro el número de órdenes que se van despachando, así como las características de cada orden.

Respecto a la operación de empaque propiamente, ésta comienza con la colocación del plástico sobre la mesa. Seguidamente, los operarios/as colocan un número estimado de planchas sobre el plástico. Sin embargo, este primer “cargamento” no es el exacto, por lo que se hace necesario realizar un conteo, a fin de determinar cuantas hacen falta. El siguiente “cargamento” sí es contado antes de adjuntarlo a la orden. Finalmente se realiza un último conteo para determinar si hay aún un faltante o bien un sobrante en la orden por despachar.

Una vez se han colocado el número necesario de láminas en la orden, se procede a adjuntar la hoja de datos de la misma, la cual es ubicada a un costado de la pila de planchas. Seguidamente se realizan los dobles necesarios al plástico para cubrir las planchas, pasando la plancha sobre el plástico para que al contacto con el calor los dobleces queden adheridos.

Algunas veces el tamaño del plástico no alcanza a cubrir completamente la pila de planchas, por lo que se hace necesario añadir un retazo más de plástico para sellar completamente la pila de planchas.

Por último, la orden es trasladada por ambos operarios/as de la estación al área de estibado.

Figura 23. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque
1/3

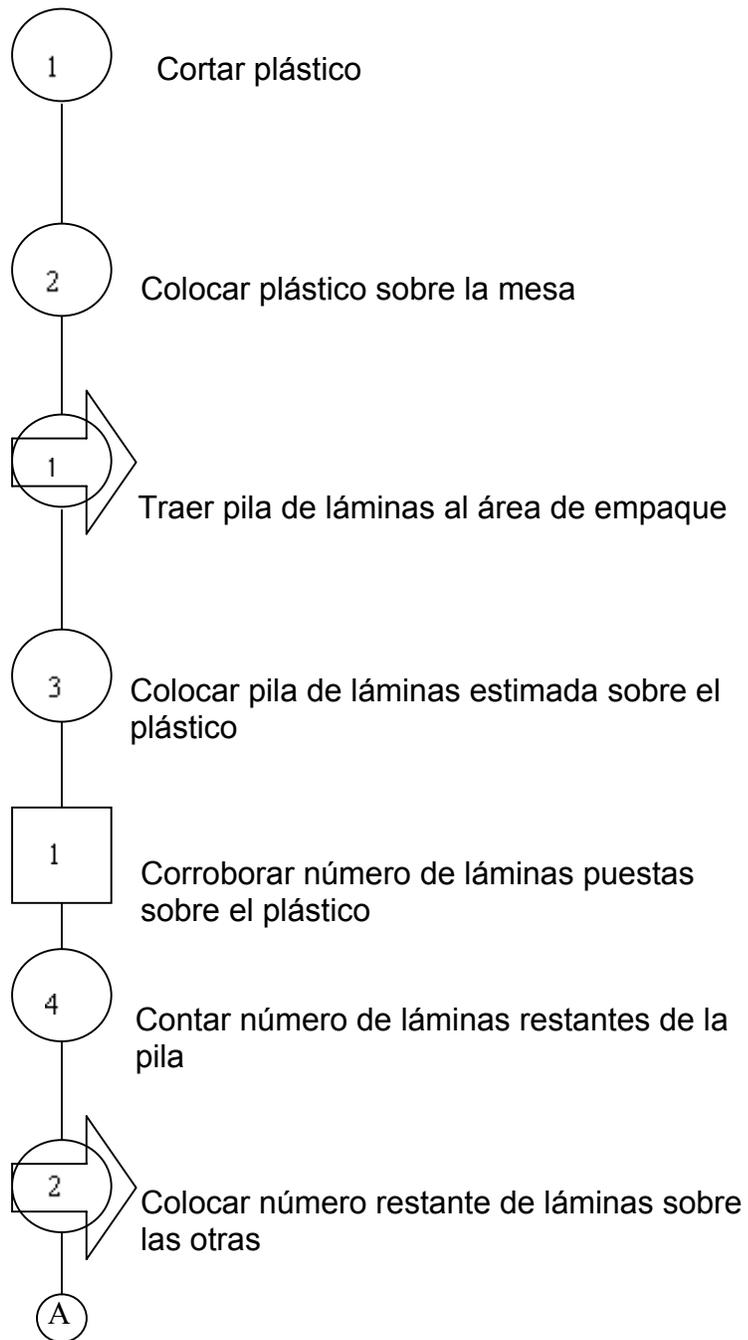
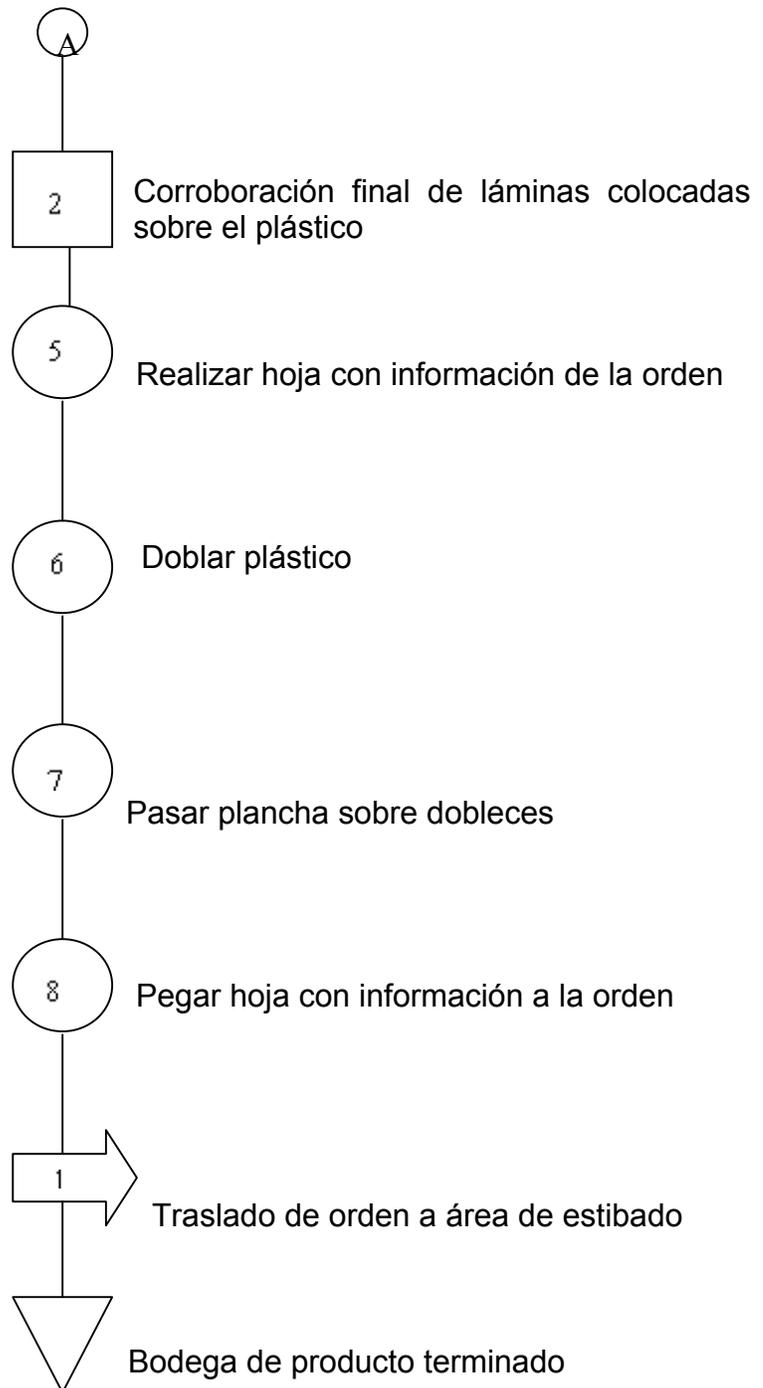


Figura 23. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque
2/3



**Figura 23. Diagrama de flujo de operaciones del proceso de empaque
3/3**

Resumen:

Evento	Número
Operación	8
Operación-Transporte	2
Inspección	2
Transporte	1

Los dos eventos combinados de operación y transporte corresponden al traslado que se realiza de las láminas, y su apilamiento para ser empacadas. Así mismo, para corroborar que el pedido esté completo se realizan dos inspecciones, una intermedia y la inspección final.

1.2.4 Área de Estibado

En esta área se ubican las diferentes órdenes que están por ser reclamadas por los clientes, por lo que se constituye en una bodega de producto terminado. Esta área, ya que corresponde a un área de despacho, se encuentra en la proximidad de la salida de la planta. Es importante mencionar que ésta no es un área de bodega propiamente, ya que en ella se encuentran solamente las órdenes próximas a despachar. El área de bodega se compone de todo un segundo y tercer nivel en la planta.

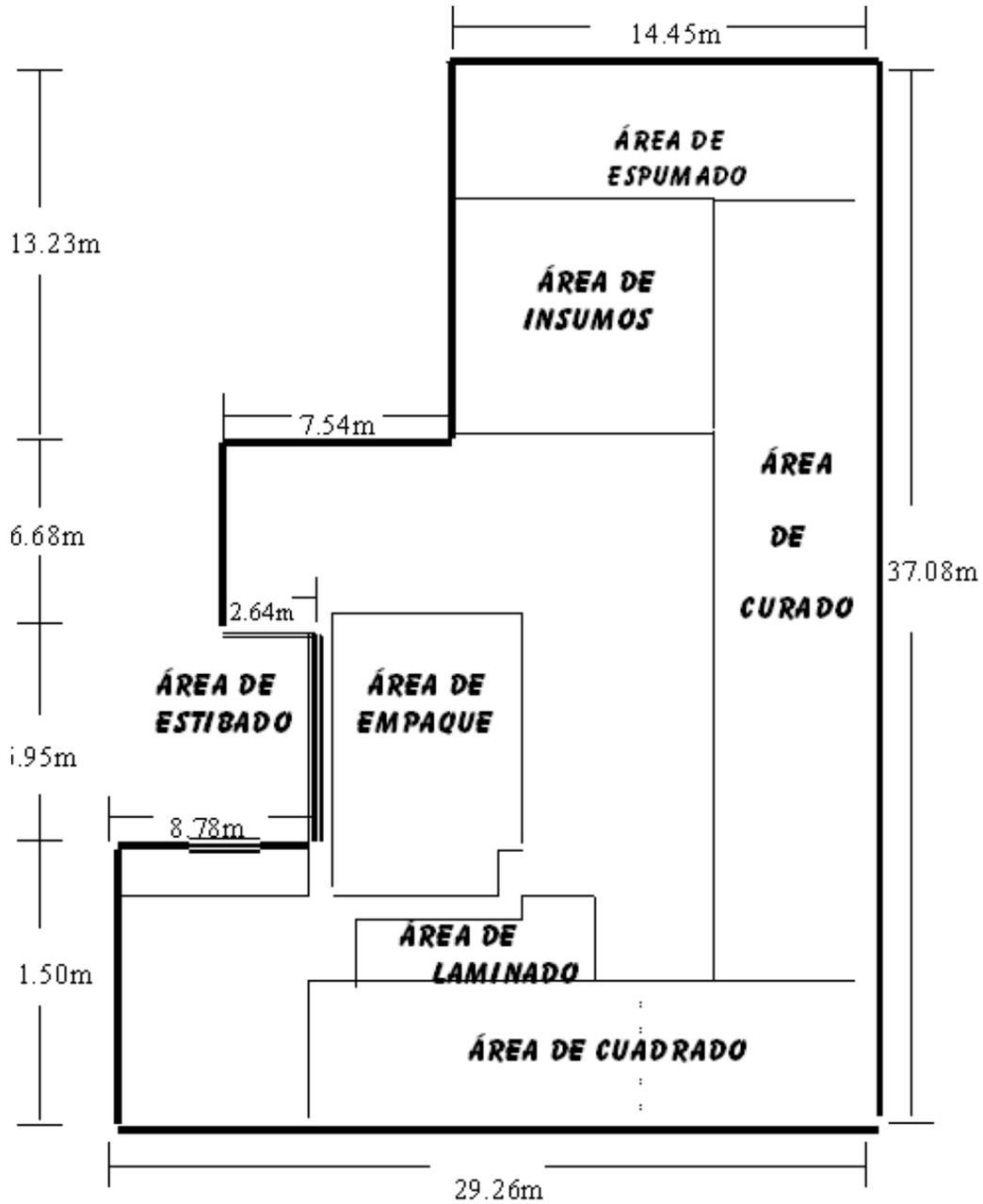
1.2.4.1 Equipo y maquinaria

En esta área no se hace uso de ninguna maquinaria ni equipo en particular, ya que los despachadores son los que llevan a cabo la tarea de trasladar las ordenes al vehículo del cliente.

1.2.4.2 Estaciones y puestos

Las personas encargadas de despachar las órdenes es personal de la bodega. Generalmente son dos personas las que se encuentran en esta área.

1.2.5 Croquis de la planta



-  Pared
-  Entrada a la Planta
-  Puerta

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

2.1 Factores de riesgo

La manipulación de compuestos que contienen grupos isocianato entrañan una serie de riesgos para la salud de los trabajadores que exigen la adopción de una serie de medidas tendentes a minimizar la presencia de sus vapores en el ambiente laboral. En la planta de producción existe un área especializada en el tratamiento de este producto (área de espumado), sin embargo sus efectos nocivos pueden extenderse al resto del área de la planta.

La distribución de la maquinaria y equipo en la planta también constituye un factor de riesgo a tomar en cuenta. Las máquinas utilizadas en la planta son de gran tamaño, sin embargo se hace necesario contar con una apropiada señalización de las mismas. Éstas deben ser utilizadas correctamente, para que no entrañen peligro para la seguridad y salud de los trabajadores.

2.1.1 Tipo de riesgo

El riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado. Según la causa o fuente de esta probabilidad, el riesgo existente en la planta de producción puede clasificarse como físico, químico o ergonómico.

2.1.1.1 Físico

Se clasifican como riesgos físicos el ruido, las vibraciones, la ventilación, la iluminación y la temperatura.

2.1.1.1.1 Ruido

El ruido es un sonido indeseable, implica una perturbación que interfiere con la información útil.

Un nivel sonoro que se mantiene sin altibajos alrededor de los sesenta decibles o por debajo de ellos no afecta el comportamiento en el trabajo de una persona normal. Sin embargo, el ruido, aún en pequeñas escalas, agota al individuo. Además, el ruido dificulta que un trabajador perciba un peligro inminente.

Las máquinas instaladas en la planta generan un nivel de ruido bajo, soportable para el oído del trabajador. Básicamente el único ruido que se genera es el provocado por las máquinas de corte, la cuadradora y las laminadoras. El ruido de los motores no es molesto, y el ruido que provocan las sierras al entrar en contacto con la esponja es un ruido fino poco perceptible.

2.1.1.1.2 Vibraciones

Un cuerpo vibra cuando realiza un movimiento oscilante respecto a una posición inicial o de referencia. La mayor parte de vibraciones en máquinas y estructuras son indeseables porque aumentan los esfuerzos y las tensiones y por las pérdidas de energía que las acompañan. Además, son fuente de desgaste de materiales, de daños por fatiga y de movimientos y ruidos molestos.

En la planta, las vibraciones existentes son prácticamente imperceptibles para el trabajador. El área donde las vibraciones son de mayor intensidad se encuentran en el área de cuadrado. Esto se debe a que sobre dicha área, en el segundo nivel, se encuentra la máquina de molido (Figura 24). Ésta, en su funcionamiento, traslada las vibraciones a través del piso de madera al primer nivel, llegando a percibirse sutilmente en el área de cuadrado.

Figura 24. Máquina de molido



2.1.1.1.3 Ventilación

Si la ventilación es adecuada, el potencial para incendio o explosión es mucho menor.

Aunque no tan eficaz para evitar la inhalación de vapores, la ventilación general puede facilitar la circulación de aire fresco y evitar acumulación de vapores en el lugar de trabajo.

La planta no presenta condiciones de calor significativo en ningún área, debido a que la ventilación proviene de grandes áreas abiertas que permiten el flujo de aire a su interior.

El portón principal de la planta da al área de estibado, y pasando esta área se encuentra la entrada al área de producción. El portón principal consiste en una reja, con lo cual se permite un flujo de aire grande, el cual llega al área de producción a través de la entrada a la misma.

Además, en la parte superior de la planta existen espacios abiertos que permiten el flujo de aire. Estos espacios se encuentran entre el techo y las paredes, los cuales son de un tamaño adecuado para contar con la ventilación requerida en la planta.

Finalmente, las máquinas instaladas no generan calor excesivo, lo cual contribuye a que no se requiera de ventilación artificial.

2.1.1.1.4 Iluminación

Las necesidades de iluminación dependen de tres factores fundamentales: la naturaleza de la tarea que se realiza, la agudeza visual del trabajador y el entorno en el cual se realiza el trabajo.

Para lograr una distribución pareja de la luz reflejada en todo el interior, los cielos rasos deben ser lo más blancos posibles. Para evitar resplandores no hay que usar pintura brillante ni resplandeciente en las paredes. Los colores pálidos son mejores que el blanco.

Es conveniente utilizar un color más oscuro para todo lo que se encuentra debajo del eje visual. Es decir, las maquinarias, herramientas, mesas, etc. deberían ser más oscuros que las paredes y de diferente color que el piso.

La iluminación actual con que cuenta la planta es lo suficientemente apropiada para las diferentes actividades que se realizan. El sistema de iluminación está compuesto de lámparas fluorescentes, específicamente de tubos color blanco frío standard. Estos tubos fluorescentes tienen una vida útil de aproximadamente ocho mil horas, y éstos no tienen un fin abrupto, sino que su rendimiento lumínico va disminuyendo paulatinamente, debido a la pérdida de eficacia de los polvos fluorescentes y el ennegrecimiento de las paredes del tubo. Es importante mencionar que las luminarias con más de un tubo no funcionan si uno de los tubos se encuentra dañado, ya que el funcionamiento de éstos es en serie.

2.1.1.1.5 Temperatura

La temperatura existente en la planta es la temperatura ambiente. Ésta no genera problemas al proceso productivo ni al desempeño normal de los trabajadores.

El polioli es un líquido inflamable, sin embargo su punto de ignición está por encima de la temperatura ambiente normal y sus vapores alcanzan concentraciones situadas dentro del rango inflamable o explosivo solo cuando éstos se calientan, por ejemplo en hornos, razón por la cual el polioli entraña un riesgo moderado de incendio.

Igualmente, el diisocianato de tolueno no hace combustión fácilmente, ya que tiene un punto de destello sobre los 135 °C.

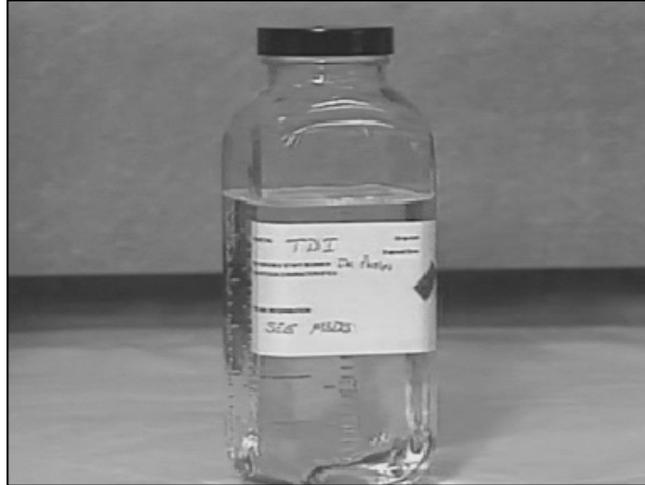
2.1.1.2 Químico

La espuma de poliuretano, en la forma en que se fabrica actualmente, puede entrañar riesgos para la salud de los usuarios y los operarios. El riesgo real proviene de la tolueno-diamina (TDA), que está probada y clasificada oficialmente como un producto altamente carcinogénico. La TDA se produce por la reacción del TDI con agua.

2.1.1.2.1 Peligrosidad del diisocianato de tolueno (TDI)

El TDI es un líquido claro que reacciona con el agua, la humedad en el aire o cualquier compuesto alcalino.

Figura 25. Frasco con TDI en su interior



El olfato no debe ser utilizado para sentir la presencia del TDI, ya que es muy penetrante y dañino para las vías respiratorias. Además, el producto toma forma de vapor a temperatura ambiente, y puede formar concentración de vapores arriba del límite recomendado de exposición.

Este químico puede provocar irritación de piel, ojos, garganta, y pulmones. Al contacto, puede ocasionar picadura, salpullido y rojez. También puede provocar presión en el pecho y tos, los cuales son síntomas de excesiva exposición.

El TDI es transportado y almacenado en tambores (Figura 26), los cuales deben ser hechos de metal con tapas de ajuste. Se utiliza el montacargas para descargar los tambores del camión de transporte, así como para su traslado al área de insumos (Figura 27). El montacargas no debe ser utilizado para levantar un tambor solamente, y éstos no deben ser apilados en más de tres niveles.

Figura 26. Tambores conteniendo TDI



Figura 27. Trabajador apilando tambores de TDI



Una vez los tambores han sido vaciados, se debe hacer lo siguiente: remover la etiqueta, neutralizar el producto residual, y hacerle una abertura al tambor para que no sea utilizado de nuevo (Figura 28). La reacción entre el TDI y el agua produce dióxido de carbono, que en un tambor cerrado, puede provocar un rompimiento violento del mismo (Figura 29).

Figura 28. Realizando abertura a un tambor



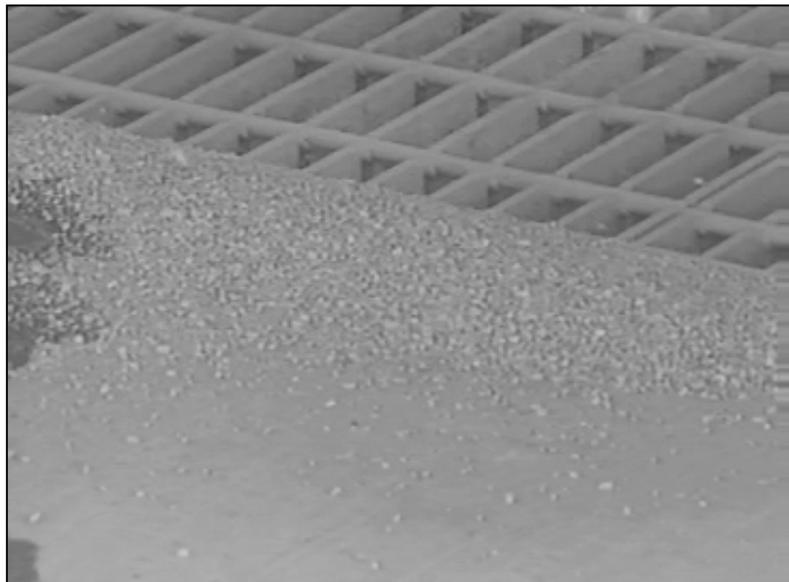
Figura 29. Tambores con riesgo de ruptura por acumulación de dióxido de carbono en su interior



En caso de derrame, se recomienda seguir las siguientes instrucciones:

- Primero se debe detener el flujo del producto. No se debe permitir que el producto derramado fluya en desagües o alcantarillados (Figura 30).

Figura 30. Material absorbente impidiendo que el derrame fluya al desagüe



- Segundo, el área debe ser descontaminada con un agente neutralizante (Figura 31). Un compuesto neutralizante aceptado es: noventa partes de agua, cinco partes de amoníaco, y cinco partes de detergente. La proporción para descontaminar es la siguiente: por cada parte de área derramada, se deben aplicar diez partes del compuesto neutralizante.

Figura 31. Compuesto neutralizante de TDI



- Tercero, el área derramada debe ser cubierta con material absorbente adicional (aserrín, arcilla, arena), como el material utilizado para detener el flujo del producto (Figura 32).

Figura 32. Material absorbente rociado sobre área derramada



- Cuarto, retirar con una pala todo los materiales utilizados en el área derramada y vertirlos en un tambor vacío. Agregar más compuesto neutralizante posteriormente.
- Quinto, llevar el tambor con el desecho a un área bien ventilada. La tapa sólo debe ser colocada, no sellada, para evitar presiones peligrosas del proceso de neutralización.

Figura 33. Retirando los materiales utilizados para limpiar el derrame



2.1.1.2.2 Peligrosidad del poliol

El poliol es un glicol, líquido viscoso, incoloro y prácticamente inodoro, de la familia de los alcoholes. Este químico tiene vapores de presión bajas y por lo tanto no se ha constituido desde el punto de vista de su inhalación, un problema industrial.

Aquellas intoxicaciones que han ocurrido se deben en general a la ingestión del químico, siendo el riñón el principal órgano afectado. Sin embargo, debido a las bajas presiones de vapor, las exposiciones por inhalación no se producen a menos que el material sea calentado o pulverizado. En estas circunstancias las nieblas y vapores son irritantes. Este producto no ha demostrado ser cancerígeno.

2.1.1.3 Ergonómico

Entre los aspectos que resultan relevantes en el análisis ergonómico figuran: la carga de trabajo mental, la toma de decisiones, el funcionamiento experto, el stress laboral y el entrenamiento y la capacitación.

Además, se deben tomar en cuenta aspectos físicos tales como: posturas de trabajo, manejo manual de materiales, movimientos repetidos, lesiones músculo-tendinosas de origen laboral y diseño de puestos de trabajo.

El riesgo ergonómico consiste básicamente en una acción, atributo o elemento de la tarea, equipo o ambiente de trabajo, o una combinación de los anteriores, que determina un aumento en la probabilidad de desarrollar una enfermedad o lesión. Entre las lesiones existen las músculo-tendinosas, un corte, fractura, desgarro, amputación, etc., el cual deriva de un evento relacionado al trabajo o a partir de una exposición aguda o crónica.

Una mayor habilidad del trabajador en la tarea permitirá que la desarrolle con economía de fuerza y movimientos, siendo estos últimos mas suaves y armónicos, evitando brusquedad y daño por este mecanismo. Inversamente, un trabajador poco entrenado o experimentado es probable que actúe con sobreesfuerzo y fácilmente llegue a agotarse y/o lesionarse.

2.1.1.3.1 Descripción ergonómica de las áreas de trabajo

2.1.1.3.1.1 Área de Insumos

La función de esta área es similar a la de una bodega. El área de insumos varios consiste en una serie de estanterías. En esta área el diseño no presenta ningún problema para acceder a los diferentes recursos que se almacenan en ella.

En el área próxima al área de espumado, donde se apilan tanto el TDI como el polioliol, los tambores se acondicionan con el uso del montacargas, que facilita grandemente el trabajo, que de otra forma sería bastante difícil realizarlo. En esta área no se encuentra ningún factor de riesgo ergonómico.

2.1.1.3.1.2 Área de Espumado

En el proceso de elaboración de la espuma, las acciones que se llevan a cabo por los trabajadores no entrañan ningún problema de índole ergonómica. Sin embargo, se recomienda que los tambores que se utilizan en esta área se ubiquen a una altura mayor a la actual (Figura 34). Esto facilitaría el vertido, ya que el espumador no se vería forzado a adoptar una postura que implique agacharse para abrir la llave de paso del tambor.

Figura 34. Altura apropiada a la que deben estar los tambores



2.1.1.3.1.3 Área de Curado

En esta área no se desempeña ningún trabajador, ya que es un área de espera para los bloques de espuma.

2.1.1.3.1.4 Área de Cuadrado

El cuadrador es prácticamente el único trabajador que opera con el bloque de esponja propiamente dicho, ya que los siguientes pasos del proceso se llevan a cabo con los monos, que tienen un tamaño menor.

Figura 35. Faja lumbar usada por el cuadrador



Para todos los movimientos que el cuadrador debe llevar a cabo hace uso de una faja lumbar (Figura 35). Subir el bloque a la plataforma de la cuadradora, girarlo y transportar los remanentes de los cortes, conllevan movimientos en los cuales el cuadrador realiza un esfuerzo normal, dado que no se transportan pesos que requieran un sobreesfuerzo. Sin embargo, este operario no sólo realiza un trabajo de índole físico sino también mental, ya que debe llevar a cabo una serie de inspecciones de las medidas del bloque. Para ello, gira el bloque, sube y baja de la plataforma y lleva a cabo las mediciones. El operario tiene una considerable práctica para llevar a cabo todas estas operaciones, por lo cual el cincho que utiliza lo ayuda a llevar a cabo diferentes movimientos, principalmente el subir el bloque en la plataforma y el bajar y subir de ella constantemente para tomar mediciones.

2.1.1.3.1.5 Área de Laminado

La operación de laminado es la operación más repetitiva de todas las que se compone el proceso productivo. Es también la única operación con nivel medio de automatización. La laminadora se programa, determinando de esta manera el grosor de los cortes que la sierra hace al mono.

Esta es la operación, como se indicó, más repetitiva, ya que la acción del operario se resume en un vaivén de movimientos del carro que porta el mono que se está trabajando.

Dado que la máquina es semiautomática, ésta va ubicando la sierra en la posición previamente programada, y el operario, al estar la sierra ubicada en la posición que le corresponde, pasa el carro con el mono a través de ella para que se realice el corte.

El movimiento de “ida” o empuje del carro conlleva un movimiento de menos esfuerzo que el de “venida” o jale del carro. En el movimiento de jalar el carro, se aprecia un mayor esfuerzo por parte del operario, ya que su posición no es óptima para el efecto. Esto debido a que el “brazo” con el que cuenta el carro le queda un poco retirado de su posición a la hora de retornar el carro por medio del “jale”. Por esto mismo es recomendable el adaptar al carro un segundo brazo que el operario puede usar de mejor manera para retornar el carro.

En la medida que se van realizando cortes al mono, el sigui/ente corte se realiza con un poco mayor de dificultad por parte de la maquina, ya que las láminas ya obtenidas van quedando una sobre otra. Por esto, el operario debe cada cierto número de láminas trasladar las mismas al área de empaque. Este traslado es de entre seis y diez metros, dependiendo de donde están siendo apiladas las láminas. Esta operación de traslado es un poco dificultosa, debido a que el espacio entre la máquina y el área de empaque está ocupado parcialmente por unas columnas. Sería mejor que esta área, a través de la cual se realiza el traslado, estuviera libre de obstáculos.

2.1.1.3.1.6 Área de Empaque

El esfuerzo físico en esta área es bajo, siendo ésta el área donde se realiza menor esfuerzo.

Los trabajadores no requieren de la realización de movimientos bruscos al momento de empacar, así como tampoco llevan a cabo cargas excesivas que impliquen un sobreesfuerzo para realizarlas. Así mismo, el hecho de que en cada estación de trabajo se desempeñen dos trabajadores hace que la tarea se realice de una mejor manera, más fácil y coordinadamente.

También, los utensilios de que hacen uso los trabajadores están dispuestos en lugares cómodos para tomarlos y soltarlos. La plancha tiene un compartimiento especial a un lado de la mesa de trabajo, lo que evita colocar dicho instrumento donde pueda causar algún accidente.

2.1.1.3.1.7 Área de Estibado

Por ser ésta un área de almacenaje, no se dan operaciones de producción en ella. Cuando los operarios transportan las láminas correspondientes a las diferentes órdenes, lo hacen colocando las láminas sobre la cabeza y llevándolas al vehículo del cliente. En algunas ocasiones lo hacen dos personas.

Como se ha mencionado anteriormente, en ésta área se encuentran los pedidos a ser despachados con mayor prontitud. Sin embargo, algunas de las láminas pasan a ser almacenadas en el área de bodega en el segundo nivel. El operario en el segundo nivel jala las planchas de esponja, ya empacadas, por medio de una lazo que a sido amarrado a dichas planchas. Este operario jala el lazo a través de una polea sujeta en el techo. Esta operación conlleva mayor esfuerzo que el de transportar la esponja a un vehículo, por lo tanto los movimientos que realiza la persona son más riesgosos de causar una lesión, especialmente de espasmo muscular en la espalda.

Por ello es recomendable que la persona que realiza esta operación siempre utilice un cincho en la cintura que la soporte al momento de realizar los movimientos de jalado que realiza.

2.2 Hábitos de higiene personal

Los espumadores cuentan con un área de lockers dentro del área de operaciones de espumado. Así también, dentro del área de la planta, se encuentra un lavamanos, ubicado entre el área de laminado y de curado. Además, se cuenta con servicios sanitarios en el segundo nivel del edificio, fuera del área de producción.

Los trabajadores más expuestos a actividades que requieran de lavado posterior son los espumadores, ya que éstos tienen contacto con químicos, grasa, así como con las mezclas que resultan del proceso de espumado. En esta área existe un lavamanos, el cual utilizan para lavarse cuando así lo requieren .

El resto de trabajadores no entra en contacto con químicos, salvo el cuadrador, que utiliza tinte para el sellado de los monos. En el área de cuadrado, el trabajador cuenta con un segundo lavamanos (el lavamanos ubicado en el área de espumado es para uso del personal de esta área solamente).

2.3 Normas y políticas

Actualmente, el trabajador desarrolla sus hábitos de higiene personal y los realiza cuando así lo considera conveniente.

Las actividades dentro de la planta representan un requerimiento de higiene personal de nivel medio, por lo cual no se han requerido hasta el momento de normas y políticas a aplicar para cumplir con tal requerimiento. Sin embargo, es conveniente hacer del conocimiento del trabajador de reglas mínimas de higiene personal, que representan un cuidado a su salud, que contribuyen al desarrollo óptimo del proceso de producción y a un adecuado mantenimiento de utensilios y maquinaria.

3. PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO AL PROCESO PRODUCTIVO

3.1 Proceso productivo

Dentro del proceso productivo se analizará el área de insumos, el área de producción propiamente, el área de empaque y el área de estibado

3.1.1 Área de Insumos

En esta área se lleva a cabo el vaciado de los tambores de TDI y polioliol, por lo que se hace necesario contar con un lugar específico para el vaciado de los mismos. Así mismo, es necesario el uso de ciertas herramientas para “descorchar” los tambores. Estas herramientas deben ser colocadas en su lugar una vez han sido utilizadas, de manera que puedan ser usadas nuevamente sin invertir tiempo en su búsqueda.

Las materias primas secundarias (amina, estaño, silicona) pueden ser almacenadas sólo por corto tiempo, por lo que no se deben hacer pedidos grandes de las mismas. Una vez abiertos, estos ingredientes comienzan a perder algunas de sus propiedades químicas.

Se debe evitar el almacenaje al aire libre, debido a las variaciones de temperatura, que pueden provocar condensación y corrosión de los tambores. La temperatura existente en esta área debe oscilar entre dieciocho y veintiocho grados centígrados. Se recomienda tener un termómetro en esta área, para tener control de la temperatura.

3.1.2 Área de Producción

En esta área se desarrolla el mayor número de actividades del proceso productivo, por lo cual se realizará un análisis en cada subárea de que está compuesta.

3.1.2.1 Operaciones en el área de Espumado

Se recomienda contar con un vertedero de desecho en esta área, ya que al finalizar la reacción de cada bloque de esponja, deben ser retirados del lugar plásticos utilizados para acumular los residuos de la formulación. Este vertedero debe ubicarse próximo al área de retiro de plásticos, de manera que estos no deban ser trasladados una gran distancia a fin de evitar dejar esparcidos residuos de desperdicio.

3.1.2.2 Operaciones en el área de Curado

En esta área se encuentra ubicado el aglutinador, máquina de gran tamaño utilizada para la conformación de planchas de esponja a base de residuos. Se recomienda el traslado del mismo al segundo nivel, próximo al molino (máquina que corta los residuos de esponja en trozos pequeños). Esta reubicación es factible, dado que el área próxima al molino de cabida al volumen del aglutinador. Con esta mejora se pretende crear un espacio mayor en el área de curado, con mayor capacidad para ubicar bloques provenientes del área de espumado. Por otro lado, el área del molino tendría mayor funcionalidad, dado que las dos máquinas involucradas en el proceso de elaboración de esponja a base de residuos estarían ubicadas en una misma área de trabajo.

3.1.2.3 Operaciones en el área de Cuadrado

El cuadrador es el encargado tanto de la operación de cuadrado como de la de sellado. El sellado consiste de dos tipos de sello, primero el sello de fábrica o marca, y el segundo que indica el tipo de corte que se realizará al mono.

El cuadrador, al terminar la operación sobre un bloque, debe colocar los monos obtenidos al frente de la máquina de cuadrado, que es el área destinada para el sellado. En ocasiones, el cuadrador ya no dispone de área para la colocación del bloque, ya que los monos previamente obtenidos no han sido ubicados de mejor manera a fin de crear espacio para los nuevos monos. Esta tarea puede ser controlada y realizada por un segundo trabajador, que no sea el cuadrador, ya que como se ha indicado, éste tiene ya a su cargo una segunda tarea aparte de la de cuadrado.

3.1.2.4 Operaciones en el área de Laminado

La operación de laminado constituye el cuello de botella del proceso productivo. Es acá donde el tiempo cobra mayor importancia, debido al tiempo que los monos esperan para ser laminados, y alguna veces en los retrasos que se dan durante la operación de laminado.

Es de mucha importancia establecer un programa de mantenimiento para las diferentes máquinas, en general para la maquinaria de la planta, y en particular para las laminadoras. Es común que se detenga el curso normal de esta operación cuando el filo de las sierras de las laminadores ya no realiza correctamente los cortes.

En este momento el laminador se detiene y con el esmeril realiza operaciones de mantenimiento a la sierra, causando de esta forma un retraso que puede ser evitado si se realizara un mantenimiento periódico a las máquinas.

Otro aspecto importante es la pérdida de tiempo que se da por hablar con algún compañero de trabajo. En algún momento del proceso es necesaria la comunicación entre los diferentes operarios, sin embargo en repetidas veces éstas se dan sin un motivo específico de trabajo, retrasando con esto el término de la operación.

3.1.3 Área de Empaque

Por el área de empaque, debido a su ubicación, pasan la mayoría de trabajadores de la planta para llegar a sus estaciones de trabajo. Esto significa que en esta área se da una movilidad constante de personal, lo que propicia ciertos momentos de desorden en el área, ocasionando interrupciones en el traslado de las láminas empacadas al área de estibado.

3.1.4 Área de Estibado

Esta área, por estar apartada del proceso productivo, no presenta ningún inconveniente al mismo.

3.2 Sistema de seguridad e higiene

Se recomienda la realización de una limpieza periódica y eficaz de las paredes, superficies, etc., que han sido contaminadas, especialmente en el área de espumado.

El riesgo de un incendio siempre se contempla, dado a que se manejan productos inflamables en la planta. La combinación de combustible, oxígeno y calor, suministran los tres componentes de la reacción de combustión que puede dar origen al fuego.

La mayoría de las personas que mueren en incendios, mueren a consecuencia del efecto tóxico del humo y de los gases calientes, y no como consecuencia directa de las quemaduras.

Se definen tres tipos de fuego, siendo estos los siguientes:

- Fuego Clase A: fuegos a base de combustibles sólidos.
- Fuego Clase B: fuegos a base de combustibles líquidos.
- Fuego Clase C: fuegos debido a gases.

En el caso de un fuego tipo A, se utiliza como agente extintor el agua, ya que apaga y enfría las brasas. En fuegos de este tipo se recomienda usar agua pulverizada, ya que se evapora más rápidamente, con lo que absorbe más calor.

Para un fuego tipo B no es posible usar agua como agente extintor, ya que ésta es más densa que la mayoría de los combustibles líquidos, por lo que éstos sobrenadarán.

Si bien se ha citado anteriormente que tanto el TDI como el poliol son dos químicos que no hacen combustión con facilidad, en el caso de un incendio en la planta, se debe tomar en cuenta que no se podrá usar agua como agente extintor. Tampoco es utilizable la espuma, ya que no es eficaz para apagar fuegos a base de solventes polares como alcoholes y acetonas.

Una primera opción es el uso de polvos químicos. Éstos no conducen electricidad a voltajes normales, por lo que pueden emplearse en fuegos en presencia de corriente eléctrica, sin embargo pueden dañar por abrasión mecanismos delicados.

Una segunda opción es el uso de dióxido de carbono como agente extintor. Éste, al igual que los polvos químicos, tampoco es conductor de la electricidad, sin embargo es asfixiante, por lo que el local debe ser ventilado una vez apagado el fuego.

Debido a los riesgos que plantea el dióxido de carbono como agente extintor, además de que los extintores no deben ser sometidos al calor, se recomienda la instalación de extintores de polvo polivalente (Figura 38, pág. 68), a base de fosfato monoamónico. Éste agente extintor es eficaz en fuegos de clase A y muy eficaz en fuegos de clase B y puede ser usado en presencia de corriente eléctrica de baja tensión.

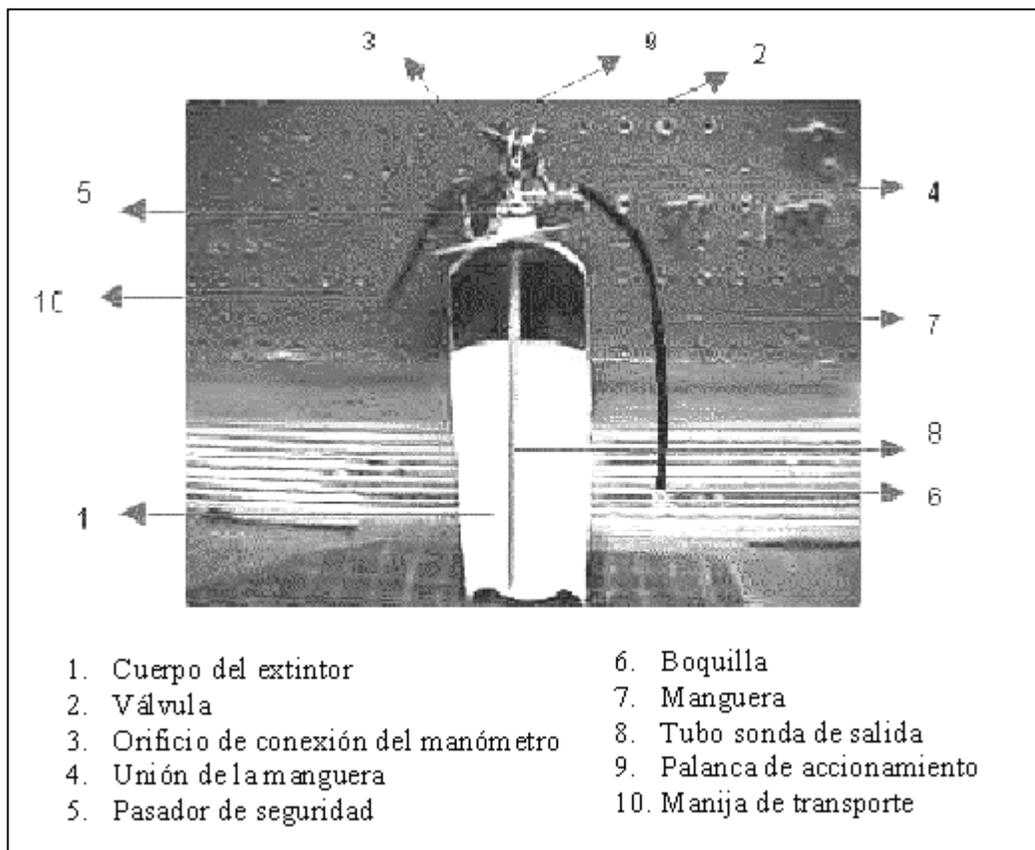
Los extintores deben ser instalados en sitios de fácil acceso, con clara identificación. Debe existir a lo menos un extintor por cada doscientos metros cuadrados de superficie a ser protegida a una altura máxima de 1.30 metros.

Si se hiciera necesario el uso del extintor, se debe recurrir al más próximo, asegurándose de que esté cargado, y sin quitar el seguro, ni intervenir el aparato, ni disparar el cartucho, llevarlo al lugar del incendio.

Seguidamente se procede al ataque del fuego. Siempre que sea posible se atacará el fuego dando la espalda a las corrientes de aire. La descarga de los extintores debe hacerse a la base de las flamas. Emplee toda la carga del extintor hasta estar seguro de que ya se extinguió totalmente el fuego. Una vez apagada la flama, no se debe dar la espalda al lugar del incendio, retírese con la vista fija en el lugar, pues en ocasiones puede reiniciarse el fuego.

A continuación se presenta una gráfica con las partes de que se compone un extintor:

Figura 36. Partes de un extintor



El extintor recomendado se identifica con un símbolo particular (Figura 37), así como también posee un color propio, siendo éste el color rojo.

Figura 37. Símbolo identificador de un extintor de polvos químicos

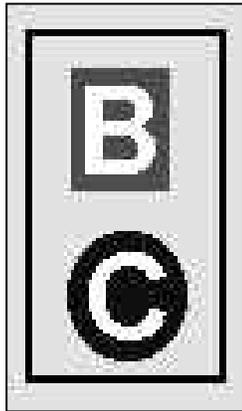
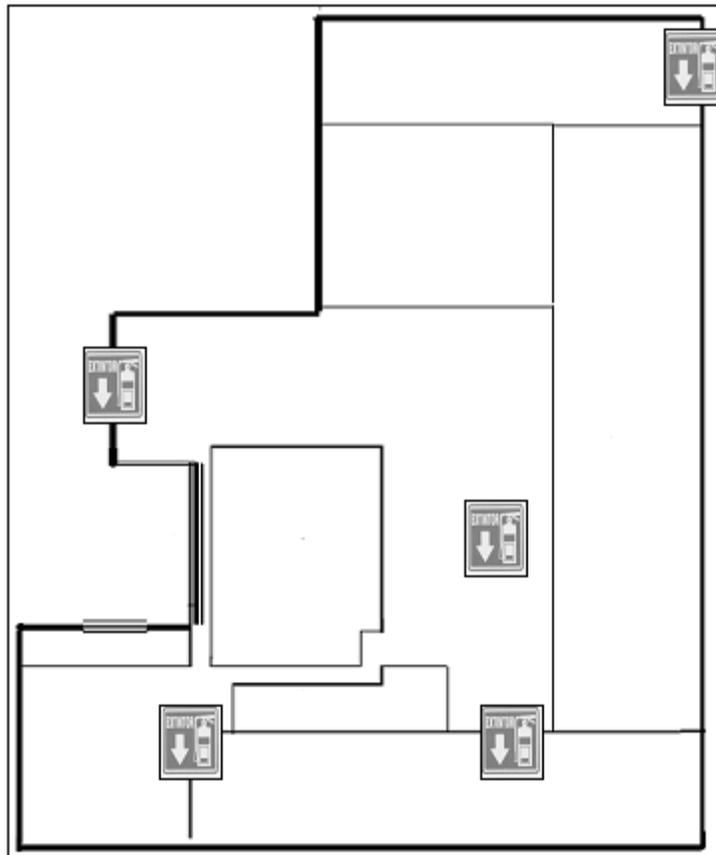


Figura 38. Extintor con polvo químico seco



En la siguiente gráfica (Figura 39), se propone una distribución de cinco extintores dentro de la planta, considerando un extintor por cada doscientos metros cuadrados de superficie:

Figura 39. Ubicación recomendada de extintores en la planta



3.2.1 Equipo de protección personal (EPP)

El EPP no debe ser usado como medio de control, sino de prevención. Se recomienda la elaboración de una guía de instrucciones de uso del equipo de protección personal, la cual esté ubicada en un lugar visible para los trabajadores.

Los artículos de protección personal deben ser almacenados y limpiados debidamente, y de ser necesario desinfectados o esterilizados con la frecuencia adecuada.

Se debe tener en cuenta que el equipo no entrafie que las condiciones de trabajo se tornen incómodas, perjudiciales para la salud y la misma seguridad. Así mismo, el EPP es de índole personal o individual, por lo que otras personas que accedan al trabajo siguen expuestas.

El EPP puede provocar una sensación de falsa seguridad, en especial cuando éste no es usado adecuadamente o cuando ha perdido su capacidad protectora, debido a un almacenamiento o mantenimiento inadecuados.

En función de las tareas que realizan, se definen tres niveles de protección personal:

Nivel 1: Consiste en un traje de intervención completo y un equipo de respiración autónoma. Esta es la protección personal adecuada cuando se realizan labores de extinción, salvamento y otras situaciones que no impliquen un contacto directo con el producto.

Nivel 2: Consta de lo citado en el nivel 1, además del traje antisalpicaduras superpuesto. Este nivel corresponde a todas aquellas situaciones y acciones que impliquen un contacto directo con el producto. Además, se empleará en forma general en la contención, taponamiento y trasvase del producto.

Nivel 3: Consiste en el traje Nuclear, Biológico y Químico (NBQ) de protección total. Se utilizará también para las acciones citadas en el nivel 2 en caso de no disponer de un traje antisalpicaduras.

3.2.2 Señalización de seguridad

Los colores de seguridad pueden formar parte de una señalización de seguridad o constituirla por sí mismos.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes colores de seguridad, su significado y otras indicaciones sobre su uso:

Tabla II. Colores de seguridad utilizados en la planta y su significado

Color	Significado	Indicaciones y precisiones
Rojo.	Señal de prohibición.	Comportamientos peligrosos.
	Peligro - alarma.	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación.
	Material y equipos de lucha contra incendios.	Identificación y localización.
Amarillo o amarillo anaranjado.	Señal de advertencia.	Atención, precaución. Verificación.
Azul.	Señal de obligación.	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde.	Señal de salvamento o de auxilio.	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.
	Situación de seguridad.	Vuelta a la normalidad.

Cuando el color de fondo sobre el que tenga que aplicarse el color de seguridad pueda dificultar la percepción de este último, se utiliza un color de contraste que enmarque o se alterne con el de seguridad, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla III. Color de contraste recomendado para cada color de seguridad

Color de seguridad	Color de contraste
Rojo	Blanco
Amarillo o amarillo anaranjado	Negro.
Azul	Blanco.
Verde	Blanco.

Cuando la señalización de un elemento se realiza mediante un color de seguridad, las dimensiones de la superficie coloreada deberán guardar proporción con las del elemento y permitir su fácil identificación.

Dentro de los tipos de señales se encuentran las llamadas señales de panel, las cuales deben contar con las siguientes características:

- Los pictogramas deben ser lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión.
- Las señales deben ser fabricadas de un material que resista lo mejor posible los golpes y las agresiones medio ambientales.

- Las dimensiones de las señales, así como sus características colorimétricas y fotométricas, deben garantizar su buena visibilidad y comprensión.

Para que las señales cumplan eficazmente con su cometido, éstas deben cumplir con los siguientes requisitos de utilización:

- Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.
- El lugar de emplazamiento de la señal debe estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se debe emplear iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.
- A fin de evitar la disminución de la eficacia de la señalización no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.
- Las señales deberán retirarse cuando deje de existir la situación que las justificaba.

A continuación se presentan las características que deben poseer las señales de advertencia:

- Forma triangular.
- Pictograma negro sobre fondo amarillo (el amarillo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).
- Bordes negros.
- Como excepción, el fondo de la señal sobre “materias nocivas o irritantes” será de color naranja, en lugar de amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares utilizadas para la regulación del tráfico por carretera.

Figura 40. Señales de advertencia comúnmente utilizadas

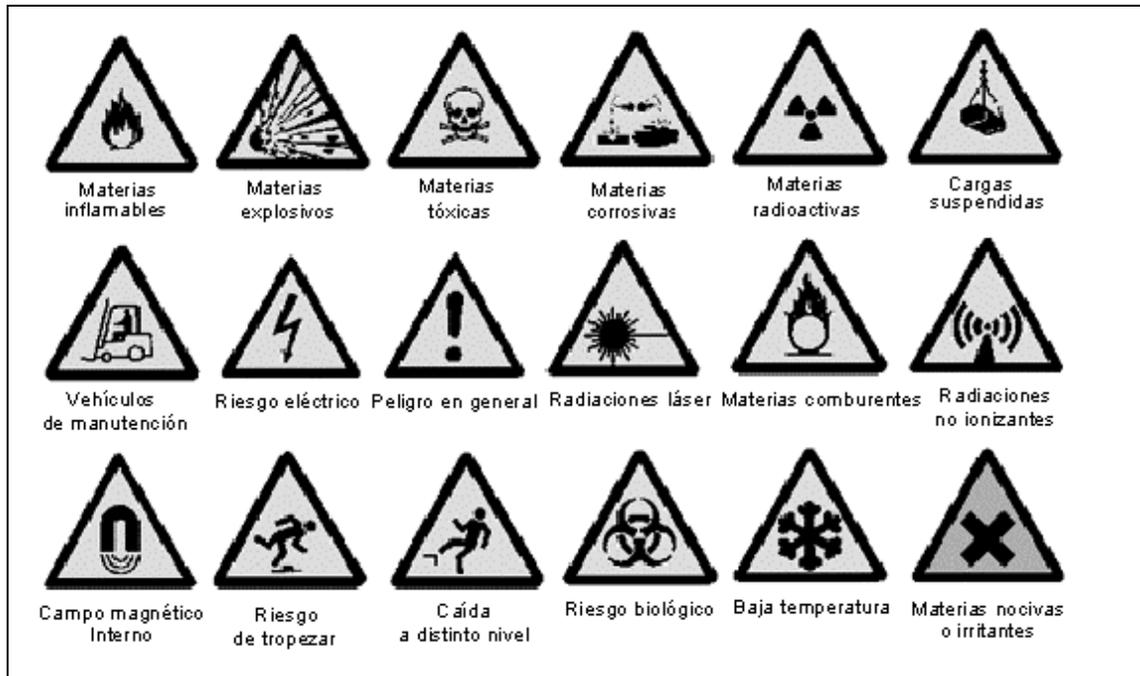
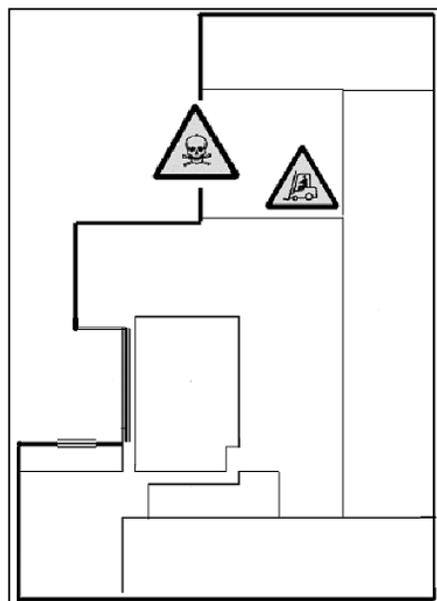


Figura 41. Recomendable ubicación de señales de advertencia en la planta



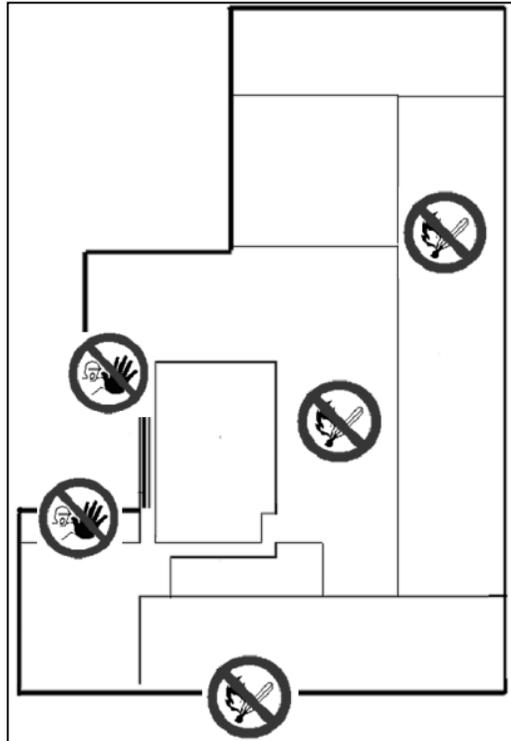
Así mismo, las señales de prohibición poseen características propias, siendo éstas las siguientes:

- Forma redonda.
- Pictograma negro sobre fondo blanco
- Bordes y banda (transversal descendente de izquierda a derecha atravesando el pictograma a 45° respecto a la horizontal) rojos (el rojo deberá cubrir como mínimo el 35 por 100 de la superficie de la señal).

Figura 42. Señales de prohibición comúnmente utilizadas



Figura 43. Recomendable ubicación de señales de prohibición en la planta



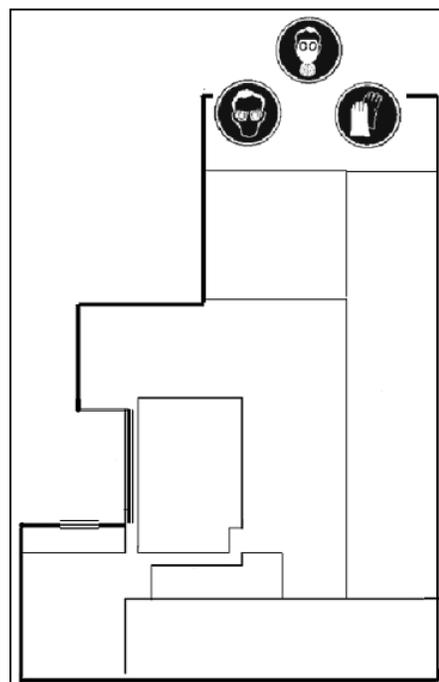
Las características de las señales de obligación son las siguientes:

- Forma redonda.
- Pictograma blanco sobre fondo azul (el azul deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).

Figura 44. Señales de obligación comúnmente utilizadas



Figura 45. Recomendable ubicación de señales de obligación en la planta



Existen señales especiales para identificar el equipo contra incendios, sus características son:

- Forma rectangular o cuadrada.
- Pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).

Figura 46. Señales de equipo contra incendio comúnmente utilizadas



Finalmente, se cuenta con las señales de salvamento o socorro, cuyas características se citan a continuación:

- Forma rectangular o cuadrada.
- Pictograma blanco sobre fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).

4. Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono o intensidad variables o intermitentes, o con un tono o intensidad continuos, se utilizarán las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.
5. El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo.
6. Una señal acústica indicará, al ponerse en marcha, la necesidad de realizar una determinada acción, y se mantendrá mientras persista tal necesidad.

3.2.3 Sistema de evacuación

Se identifican tres situaciones de riesgo, asignando una zona de intervención para cada caso:

1. Derrame sin incendio: Zona de intervención entre 50 y 100 metros.
2. Derrame con incendio: En este caso las llamas no afectan el resto de tambores y el calor radiante presente no es de importancia. La zona de intervención es de 50 metros.
3. Derrame con incendio afectando el resto de tambores (riesgo de explosión): La zona de intervención es de 300 metros, sin embargo la zona de alerta deberá situarse en un radio no inferior a los 1000 metros.

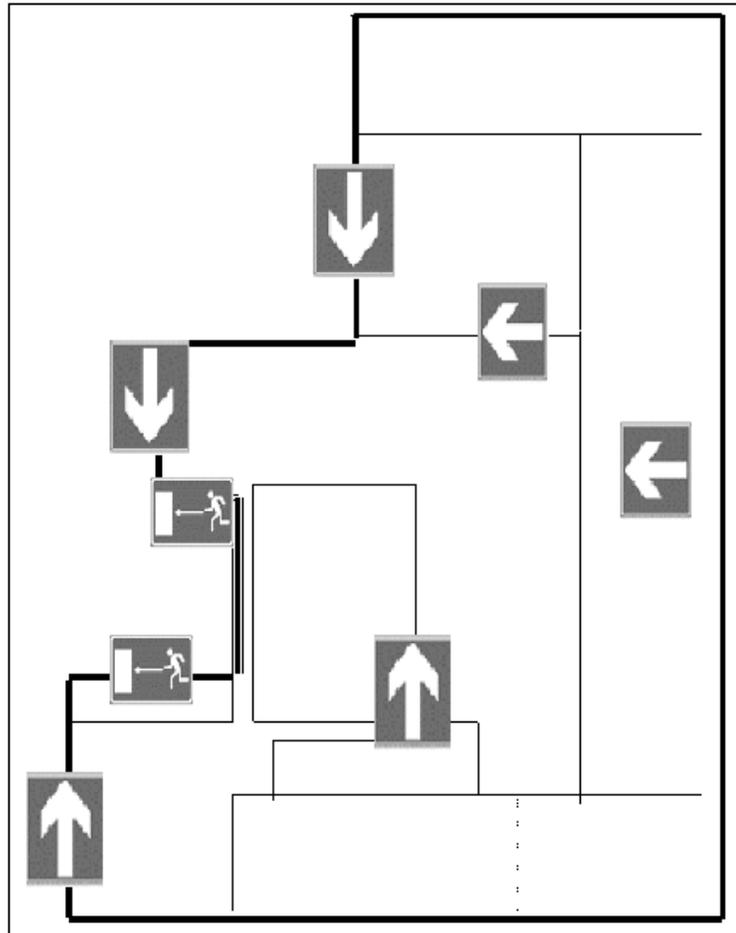
El punto de reunión en caso de una eventual evacuación se establece justo enfrente de la puerta de salida de la planta. En el proceso de evacuación, el personal debe mantenerse cerca del piso para evitar el humo y los gases tóxicos. El mejor aire se encuentra cerca del piso, así que se debe gatear de ser necesario. Si es posible, se debe cubrir la boca y nariz con un trapo para ayudar a respirar. Si las ropas prenden fuego, no se debe correr, sino tirarse al suelo y rodar. Si se le prende el pelo, se procede a meter la cabeza en agua.

Si la planta es de varios pisos, las escaleras serán la ruta primaria de escape. La evacuación de debe realizar de manera pausada, para aprovechar de mejor manera el oxígeno disponible. Una vez se encuentra en la escalera, se procede hacia el primer piso, y nunca hacia un piso mas alto. Una vez afuera de la planta, los trabajadores deben reportarse para facilitar el conteo del personal.

3.2.3.1 Rutas de emergencia

Haciendo acopio de la señalización de salvamento, se plantea la ubicación de las señales que definen la ruta que los trabajadores de la planta deberán seguir en caso de una emergencia, dependiendo de la ubicación que éstos tengan dentro de la planta.

Figura 48. Recomendable ubicación de señales de evacuación



3.2.3.2 Brigada

La brigada industrial se compone del grupo de personas que estarán encargadas de guiar al personal a un lugar seguro así como de llevar a cabo las acciones para controlar cualquier siniestro que se pudiese suscitar. Una brigada se compone regularmente del diez por ciento del personal de la planta.

Aplicando el criterio anterior, una brigada en la Empresa estaría conformada por dos personas solamente, dado que se cuenta con un personal conformado por veinte trabajadores.

Las personas que conforman la brigada deben tener el conocimiento y preparación adecuada para actuar en caso de una emergencia, sin embargo esto no implica el desconocimiento del resto del personal de esta preparación. Cada persona dentro de la planta de producción debe saber que hacer en caso de una emergencia, mientras que los miembros de la brigada serán los encargados de actuar en la mitigación directa del siniestro.

3.2.4 Medidas de seguridad personal

- Atender la señalización existente en la planta.
- No prescindir del EPP cuando está explícitamente recomendada su utilización.
- No dejar objetos y herramental en lugares inadecuados.
- Hacer del conocimiento del supervisor de situaciones nuevas de riesgo.
- No bromear ni jugar dentro de las instalaciones.
- No correr.
- No tirar basura, sobrantes de trabajos de mantenimiento, materiales o residuos peligrosos al suelo, agua o drenajes.

- Usar arnés al realizar trabajos donde exista el riesgo de caer a diferente nivel.
- No arrojar herramientas, materiales ú objetos de diferente nivel.

3.2.5 Medidas de higiene personal

La manipulación de químicos, especialmente por parte de los espumadores, conlleva el hecho de mantener una disciplina de limpieza por parte de los operarios. El lavado de manos luego de la manipulación de los químicos es muy importante, dado que en algún momento los operarios usarán sus manos para comer o posiblemente éstas entren en contacto con ojos, lo que puede provocar irritaciones innecesarias.

Además, es importante que los operarios cuenten con ropa personal específicamente para su trabajo. Ésta no debe ser usada mas de una vez seguida, ya que los vapores que se generan en la planta quedan impregnados en la ropa, por lo que es conveniente usar otra mudada el día de trabajo siguiente. Recordemos que la inhalación del TDI es la forma de contacto más tóxica y peligrosa.

Actualmente, en el área de espumado existe un compartimiento o “locker” destinado a cada espumador. Sin embargo, en esta área no es recomendable la ubicación de los mismos, debido a la proximidad de la generación de gases y vapores. La existencia de los lockers es importante, ya que crean en el trabajador un sentido de orden y limpieza en el trabajo, por lo cual se debe destinar un área especial para ello, en donde todos los trabajadores de la planta puedan guardar sus pertenencias.

4. INTRODUCCIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA AL PROCESO PRODUCTIVO

4.1 Proceso Productivo

El buen funcionamiento de un proceso productivo depende de varios factores, entre los cuales figuran una adecuada manipulación tanto de materiales como de desechos. Las buenas prácticas que se mencionarán a continuación corresponden a profesionalizar procedimientos de estos dos factores.

4.1.1 Manipulación de materiales

El proceso de adquisición de materiales responde a una planeación de la producción previamente elaborada, la cual se basa en el historial y estimación de ventas.

Un mal almacenamiento de materiales puede ser motivo de accidentes y posibles derrames de las sustancias peligrosas, además de pérdida de eficiencia y productividad. Un buen sistema de almacenamiento, ayuda a establecer un control de inventario eficiente, se podrá saber exactamente la cantidad de material que se tiene, las fechas de vencimiento, etc., manteniendo bajo control todo lo relacionado con la entrada y salida de las diversas materias primas y productos del área de insumos.

4.1.2 Manejo de desechos

En el caso de tambores con restos de químicos, trapos, esponja y otros residuos especiales que puedan significar un daño a la salud, éstos se deben mantener en depósitos cerrados, indicando su contenido, de este modo se evitará la inhalación de los solventes que contienen y su mezcla con basura corriente. Estos residuos deben ser dispuestos finalmente en lugares especiales.

A continuación, se presentan algunas recomendaciones:

- Solicitar a los proveedores que los productos, insumos o materias primas sean embalados con materiales reciclados, biodegradables o que puedan ser retornables.
- Minimizar el tiempo de almacenamiento de los materiales, gestionando los "stocks" de manera de evitar la producción de residuos, por la caducidad de productos.
- Separar los residuos y acondicionar contenedores para depositarlos de acuerdo al tipo y en función de las posibilidades de recuperación.

4.2 Seguridad e higiene

En el área de espumado, que es donde se lleva a cabo el trabajo de laboratorio dentro de la planta, es el lugar que, debido a las características del trabajo que en él se realiza, se pueden dar situaciones de emergencia ocasionadas por derrames, salpicaduras o contactos de incendio.

Por este tipo de accidentes de laboratorio que pueden afectar a un trabajador, se debe implantar una ducha de seguridad y una fuente lavaojos, así como contar con mantas ignífugas y equipo para ventilación de emergencia.

4.2.1 Área para higiene personal

En esta área se debe contar con las fuentes de agua propicias para una higiene personal adecuada, tanto de uso común como para casos de emergencia. En esta área deben estar ubicados una fuente lavaojos, un lavamanos y una regadera

Figura 49. Trabajador usando la fuente del lavaojos



Figura 50. Trabajador haciendo uso del lavamanos

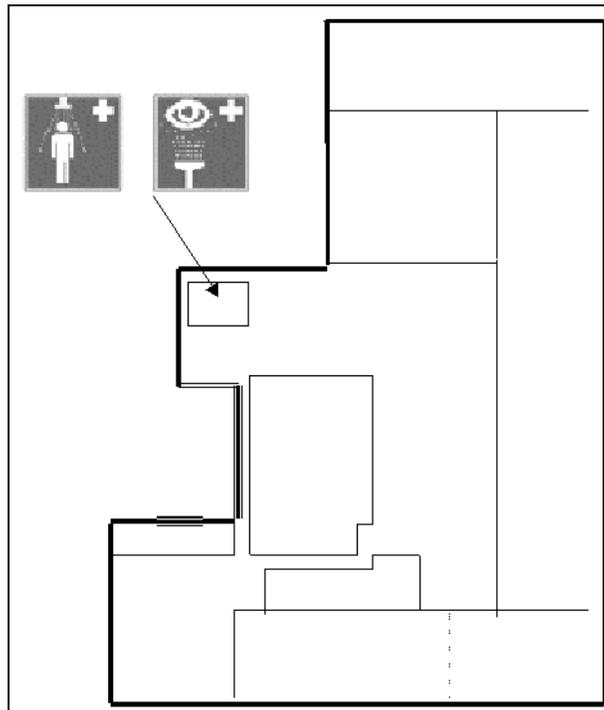


Figura 51. Regadera ubicada en el área de higiene personal



En la siguiente gráfica se muestra la ubicación recomendada para ubicar área de higiene personal:

Figura 52. Recomendable ubicación del área de higiene personal en la planta



4.2.1.1 Programa de Limpieza y Desinfección

El Programa de Limpieza y Desinfección especifica las distintas labores de limpieza y desinfección que se deben realizar en la planta. Éste considera además que las labores de limpieza son realizadas por los mismos empleados del proceso, por lo que éstos deberán ser entrenados para el efecto.

El programa propuesto contempla distintas etapas de realización, siendo éstas las siguientes:

1. Limpieza inicial: Limpiar para eliminar el polvo y la suciedad del equipo. También comprende apretar tornillería y lubricar, así como identificar posible existencia de fugas
2. Identificación de causas de suciedad en el equipo: Consiste específicamente en las causas de polvo y suciedad en el equipo.
3. Estandarización de actividades de limpieza: Establecer tiempos específicos para llevar a cabo la limpieza, lubricación y apriete, especialmente para tareas diarias y periódicas.
4. Desarrollo de habilidades de inspección general: En esta etapa el operario está en la capacidad de descubrir y corregir defectos menores del equipo.
5. Implementación de inspecciones autónomas: Consiste en el uso de listas de verificación para la inspección del equipo.

6. Organización y administración de la estación de trabajo: En esta etapa se desarrollan registros de datos, mantenimiento de piezas y herramientas.

4.2.2 Política de seguridad en la planta de producción

“En La Empresa estamos comprometidos en que todas las actividades que diariamente realizamos en la producción y comercialización de esponja flexible de poliuretano, se lleven a cabo dentro de un marco de prevención que asegure:

- La integridad física de todos los que laboramos en la compañía, clientes, contratistas, comunidad que nos rodea y el público en general.
- La conservación del medio ambiente en nuestro entorno.
- La integridad de nuestras instalaciones.
- El cumplimiento de la legislación vigente aplicable a La Empresa.

Esto a través de un Sistema de Seguridad e Higiene que promueve una cultura basada en el principio de que todos los incidentes/accidentes pueden ser prevenidos y para aquellos eventos imprevistos existen planes de emergencia que minimizan sus consecuencias.”

5. PROGRAMA DE SEGUIMIENTO DEL SISTEMA DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

5.1 Conformación de la comisión administrativa de supervisión

La evaluación corresponde a los empleadores en consulta con los trabajadores o sus representantes, o con las personas que actúen en nombre de los mismos, que sean competentes y cuenten con la información, instrucción y capacitación necesarias.

La alta gerencia debe estar comprometida con el sistema de buenas prácticas de manufactura (SBPM), asegurando la disponibilidad de recursos para mantener el sistema. Así mismo, revisará el SBPM para asegurarse de su efectividad y eficiencia. Los miembros de la comisión administrativa de supervisión deben ofrecer orientación, pautas de actuación y una visión global del SBPM.

El proceso de evaluación interna representa una inversión, pero es una inversión de alta rentabilidad. Los objetivos de una entidad y la manera en que se consiguen están basados en las distintas prioridades, juicios de valor y estilos de gestión. Estas prioridades y juicios de valor, que se traducen en normas de comportamiento, reflejan la integridad de la dirección y su compromiso con los valores éticos.

Los cambios que se puedan dar en el entorno de la empresa pueden ocasionar que el proceso de evaluación y verificación pierda eficacia, ya que éste debe ser actualizado o adaptado al nuevo contexto. Lo fundamental es identificar las condiciones que hayan cambiado y tomar las acciones necesarias ante las mismas. La gestión de cambios es un proceso muy parecido a un proceso de evaluación de riesgos. Por ejemplo, modificaciones en el entorno económico o legal pueden generar un aumento de la competencia, lo cual a su vez genera nuevos riesgos.

Las actividades de evaluación y verificación generalmente se apoyan en las políticas existentes dentro de la empresa. Un procedimiento no será útil si se lleva a cabo de forma mecánica, sin concentrarse en el objetivo por el que se ha establecido la política.

5.2 Diseño del instrumento de Evaluación y Verificación de Actividades

El instrumento de Evaluación y Verificación de Actividades no puede omitir el nombre del personal que tendrá a su cargo el llevar a cabo la evaluación. Debe estar indicada la fecha y el área donde se va a desarrollar la evaluación.

Se deben determinar los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.

Luego de desarrollada la inspección, se debe llevar a cabo la preparación de un informe de lo actuado, el cual debe incluir: las actividades que han sido objeto de evaluación, el resultado de la evaluación de dichas actividades, el tiempo real que duro evaluación, el personal que estuvo a cargo y las conclusiones.

El instrumento de evaluación debe reunir información acerca de los factores ambientales peligrosos presentes en el lugar de trabajo, del grado de exposición y riesgo, de las medidas de control adecuadas, de la vigilancia de la salud y de la capacitación y la información.

El instrumento en cuestión debe responder a una revisión, y a cambios de ser necesarios, según se presenten motivos para ello, entre los cuales pueden figurar los siguientes:

- Quejas de los trabajadores respecto de consecuencias negativas para la salud y la detección de un deterioro de la salud.
- Un accidente, incidente o suceso peligroso que entrañe una exposición a factores ambientales peligrosos o riesgos distintos contemplados en una evaluación previa.
- Disponibilidad de información actualizada sobre las situaciones de peligro o los riesgos de los factores ambientales peligrosos.
- Cambios en el proceso productivo o métodos de trabajo, así como en el volumen o ritmo de producción, que den lugar a una alteración de los factores ambientales peligrosos presentes.

5.2.1 Formato

A continuación se presenta un primer bosquejo de una hoja de evaluación y verificación de actividades, misma que deberá ser perfeccionada en la medida que se de una retroalimentación de sus resultados. Se considera iniciar un proceso de evaluación semanal y realizar un reporte de las cuatro evaluaciones mensuales.

Anverso

HOJA DE EVALUACIÓN Y VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

Fecha: _____

Hora de inicio: _____

Área: _____

Hora de finalización: _____

Evaluador: _____

Seguridad e Higiene

Existe alguna situación de riesgo detectada para el trabajador: _____

Existe orden del equipo y herramienta: _____

Utiliza el trabajador el equipo de seguridad asignado: _____

Detectó alguna acción inapropiada por parte del trabajador: _____

El nivel de limpieza es el adecuado: _____

Existió algún tipo de accidente: _____

Manifiesta el trabajador algún tipo de dificultad en el desarrollo de la operación: _____

Manifiesta el trabajador algún tipo de malestar en su salud: _____

Maquinaria

Descripción de stock de equipo y herramienta:

--

Reverso

Enumere las máquinas a evaluar y la razón de la evaluación:

--

Especifique el resultado de la evaluación por máquina:

--

Repuestos utilizados por máquina:

--

Proceso de producción

Se detectó alguna operación indebida

Si existió algún retraso o interrupción en el proceso, cual fue la causa

Se encontraba toda la materia prima necesaria en el lugar

Se obtuvo la calidad deseada del producto, si no explique

Duración total de la evaluación: _____

Recomendaciones

Además de los registros generados por las hojas de evaluación y verificación de actividades, la documentación se debe complementar con la integración y capacitación del personal y con manuales de procedimientos de evaluación y verificación.

Se debe tener en cuenta que las hojas serán completadas por operarios, por lo cual el diseño de éstas debe facilitar su interpretación y la correcta inclusión de datos.

5.3 Metodología de Evaluación y Verificación

Se deben realizar evaluaciones periódicas de las situaciones de peligro y de los riesgos para la seguridad y la salud derivados de factores ambientales peligrosos y se deben poner en práctica medidas de control necesarias para mitigar tales factores.

Cuando se introduzca un nuevo factor de riesgo, la evaluación debería llevarse a cabo antes de que los trabajadores se expongan a dicho riesgo.

El proceso de evaluación se debe realizar en tres fases, siendo éstas las siguientes:

- **Primera Fase:** Consiste en realizar una inspección del lugar, con el fin de identificar los factores ambientales peligrosos presentes o que podrían presentarse, incluyendo las sustancias peligrosas. Además, se determinan las actividades que podrían causar la exposición de los trabajadores u otras personas a los factores ambientales peligrosos identificados.

- Segunda Fase: Se lleva a cabo una recopilación de información relativa a los factores ambientales peligrosos identificados, incluyendo la proporcionada por el proveedor como la obtenida por el analista.
- Tercera Fase: Se determina si pueden eliminarse situaciones de peligro o riesgos para la seguridad y salud. En caso de no poder eliminarse, estas situaciones deben reducirse al nivel mínimo practicable que no cause lesiones si la exposición se mantiene a lo largo de la vida laboral.

La labor de evaluación y verificación deberá centrarse principalmente en la eficiencia del sistema de buenas prácticas de manufactura, más que en sucesos específicos.

Los procedimientos de verificación contribuyen a asegurar que las actividades del SBMP sean coherentes con los objetivos planeados.

5.4 Resultados de la Evaluación

Se debe llevar un registro de los resultados de las diferentes evaluaciones que se llevan durante el mes. Estos resultados deben servir como retroalimentación del proceso productivo, de manera que las evaluaciones arrojen aspectos negativos que se estén realizando, como normas que no se están cumpliendo, o algún problema desconocido que pueda surgir.

Se deben establecer y mantener procedimientos escritos para la identificación, recolección, indexación, acceso, archivado, almacenaje, mantenimiento, disposición y desecho de los registros de las evaluaciones. La información registrada no es sólo soporte documental de las acciones realizadas, sino es también un instrumento para la toma de decisiones al poder ser usada con carácter proactivo.

Se recomienda hacer un análisis mensual de las evaluaciones hechas, con el fin de poder introducir mejores prácticas constantemente y de forma permanente.

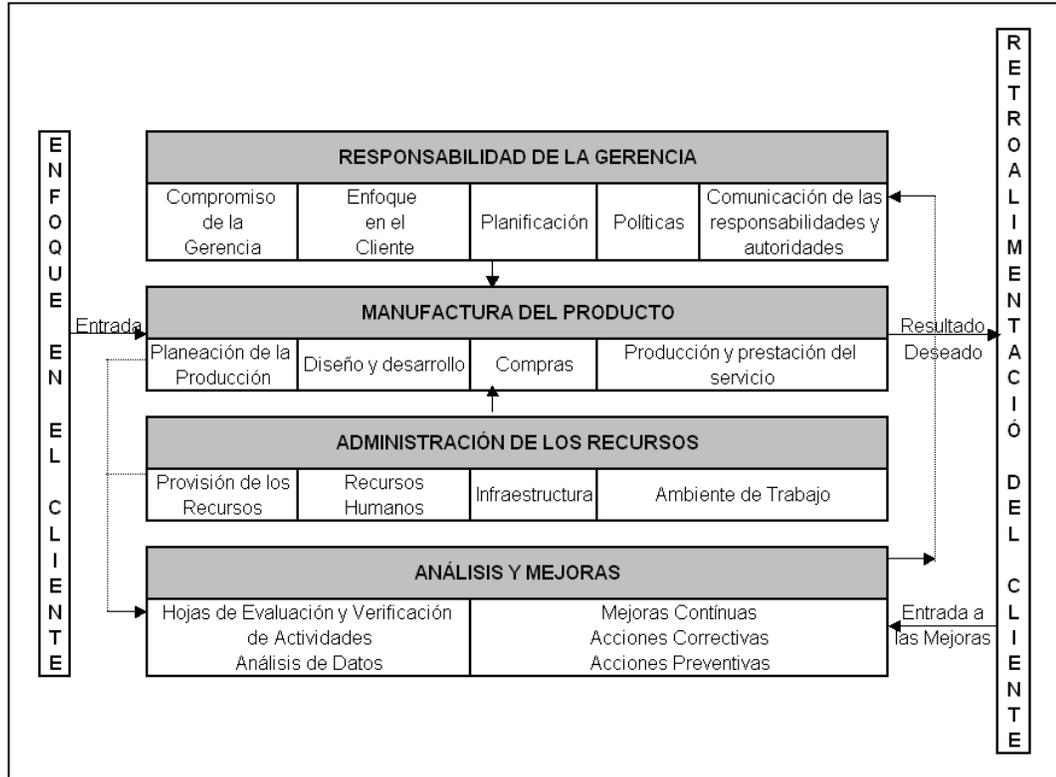
Parte importante del esquema del sistema de buenas prácticas de manufactura (Figura 53, pág. 101), es el papel que juega el cliente como agente de retroalimentación. La retroalimentación del cliente es uno de los indicadores primarios de desempeño que puede ser utilizado para juzgar la eficacia general del SBPM.

El resultado deseado de este sistema es un producto que satisfaga los requisitos de calidad y funcionalidad de los clientes o consumidores finales, por lo cual el seguimiento del proceso de retroalimentación del cliente es de mucha importancia.

Algunas formas en que se puede dar seguimiento a este proceso son:

- Evaluaciones cara a cara.
- Análisis de quejas de clientes.
- Llamadas telefónicas post-venta, cuestionarios y encuestas.

Figura 53. Esquema del Sistema de Buenas Prácticas de Manufactura



5.4.1 Publicación

Se publica un resumen de las evaluaciones mensuales. Sin embargo, lo más importante de las mismas son las recomendaciones de mejora. Estos resultados deben ser colocados en un lugar de fácil visibilidad por los trabajadores, y de ser necesario éstos deben figurar en más de un lugar dentro de la planta.

5.5 Medidas correctivas

Se toman medidas correctivas o reactivas cuando se ha dado una falta o falla respecto a las buenas prácticas establecidas en el programa.

Este tipo de medidas generalmente representa paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo el tiempo efectivo de operación. El tiempo que estará el proceso fuera de operación no es predecible.

Así mismo, las cadenas productivas se ven afectadas, es decir, los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior. Adicionalmente, las acciones correctivas representan costos por reparación y repuestos no presupuestados.

Antes de realizar una acción de corrección se debe elaborar una orden de trabajo correspondiente, la cual debe ser entregada al supervisor. La orden servirá para registrar la medida correctiva en la base de datos respectiva.

Se deben establecer y mantener procedimientos documentados para la implementación de acciones correctivas para los procesos para así prevenir recurrencias. Estos procedimientos deben ser actualizados, para reflejar cualquier cambio que resulte de acciones correctivas o preventivas.

Los procedimientos de acciones preventivas deben incluir el uso de fuentes apropiadas de información (como registros y reportes de evaluaciones) para detectar, analizar y eliminar causas potenciales de fallas respecto al SBPM.

Para realizar una acción preventiva se elabora una orden de trabajo de acuerdo a fechas previamente establecidas. Una vez realizada la orden se procede a realizar la actividad de prevención de acuerdo a la rutina de trabajo correspondiente. Para la solución de problemas se deben usar métodos disciplinados, de manera que se determinen y eliminen las causas raíz de las fallas.

CONCLUSIONES

1. Es necesaria la instalación de un vertedero de desechos en el área de espumado, para evitar de esta forma el apilamiento desordenado de residuos. En el área de cuadrado, un segundo operario puede realizar la tarea de ordenamiento de los monos salientes, a fin de evitar que el cuadrador interrumpa la operación que realiza. En el área de laminado, un mantenimiento periódico de las sierras de las laminadoras es importante para evitar retrasos innecesarios.
2. En lo referente a la distribución de la planta, la reubicación de la máquina aglutinadora en el segundo nivel de la planta ampliaría el área de curado, posibilitando, de esta forma, la ubicación de un mayor número de bloques en esta área.
3. El mayor factor de riesgo es el de incendio dentro de la planta. Si bien se requiere de elevadas temperaturas para que los químicos puedan generar fuego, se debe evitar que residuos de los mismos se esparzan en diferentes superficies. El uso adecuado del equipo de protección personal en áreas donde está obligado su uso es imprescindible para reducir la probabilidad de riesgo de accidente. Asimismo, se debe respetar la señalización existente en la planta, a fin de no provocar situaciones de riesgo innecesarias.

4. Ambos productos, el TDI y el polirol, reaccionan a temperaturas muy altas, por lo cual existe un riesgo moderado de incendio. Por el contrario, el daño que estos químicos puede ocasionar en la salud es muy alto. La tolueno-diamina (TDA) que se produce al reaccionar el TDI con agua es un producto clasificado oficialmente como cancerígeno. Por su parte, el polirol no ha demostrado ser cancerígeno y la intoxicación con este producto se da a través de la ingestión del mismo.

5. En lo que se refiere a seguridad e higiene, es indispensable contar con ambientes limpios dentro de la planta, para lo cual se propone un programa inicial de limpieza y desinfección. Seguidamente, el equipo de protección personal debe mantenerse en condiciones higiénicas adecuadas, mediante una periódica limpieza y adecuado almacenaje. Un aspecto de mucha importancia es la indumentaria de trabajo. Ésta no debe ser usada mas de una vez seguida, ya que, los vapores que se generan en la planta quedan impregnados en la ropa, por lo que es conveniente usar otra mudada el día de trabajo siguiente.

6. El sistema de señalización de seguridad propuesto consiste en una serie de señales de panel, tomando en cuenta los colores de seguridad normalmente aceptados, tanto de los pictogramas como para contraste. Dentro del sistema de seguridad se contemplan señales de advertencia, de prohibición, de obligación, de equipo contra incendio y señales de salvamento .

7. En lo concerniente al control y verificación de la mejoras propuestas, se plantea primeramente la conformación de una comisión administrativa de supervisión, conformada por empleadores y trabajadores que cuenten con la instrucción y capacitación necesarias. Seguidamente, se propone un instrumento de evaluación y verificación de actividades, mismo que deberá ser perfeccionado en la medida que se de una retroalimentación de sus resultados. Se considera la realización de una evaluación semanal y realizar un reporte de las cuatro evaluaciones mensuales.
8. La espuma de poliuretano es un material muy versátil, ya que según los aditivos y los sistemas de fabricación utilizados se pueden conseguir espumas de poliuretano de muy distintas características y destinadas a usos muy diferentes.
9. El tipo de sistema de producción que se implemente en una nueva fábrica de esponja de poliuretano flexible dependerá del capital para inversión con que se cuenta y del mercado final al que se dirija la producción. Generalmente, el sistema discontinuo es adoptado por industrias de mediano tamaño, cuya producción se orienta a consumidores finales, mientras que el sistema continuo es implementado por fábricas que proveen la esponja como materia prima de otro sistema de producción, el cual se dedica a la fabricación de productos específicos.

RECOMENDACIONES

1. Realizar, en cada lugar de trabajo permanente o temporal, evaluaciones periódicas de las situaciones de peligro y de los riesgos para la seguridad y la salud derivados de factores ambientales peligrosos y poner en práctica las medidas de control necesarias para prevenir dichas situaciones de peligro y riesgos o reducirlas al nivel mínimo que pueda conseguirse de manera razonable y práctica.
2. Un trabajador con completo conocimiento de la naturaleza del riesgo, así como del tipo, alcance y eficacia de la protección requerida debe encargarse de que los artículos de ropa de protección y EPP se almacenen, mantengan y limpien debidamente con la frecuencia adecuada.
3. Que las diferentes medidas de mejora propuestas en este trabajo de graduación sirvan de preámbulo a una certificación de calidad y medioambiental de reconocimiento internacional.
4. Actualizar, a través de la retroalimentación, la Hoja de Evaluación y Verificación de Actividades propuesta en este trabajo de graduación, a fin de que ésta cumpla, paulatinamente, de mejor manera con la mejora continua del proceso productivo.

5. Los productos a base de esponja flexible de poliuretano incluyen un sin fin de tipos y variedades. Es recomendable el desarrollo de estrategias de comercialización de esponja flexible para industrias específicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bell, Robert R. y John M. Burnham. **Administración, productividad y cambio**. 1ª ed. México: Editorial Continental México, 1996.
2. Buffa, Elwood S. **Administración de la producción y de las operaciones**. 8ª ed. México: Editorial Limusa, 1992.
3. Fayol, Henri. **Administración industrial y general: coordinación, control, previsión, organización, mando. Principios de la administración científica**. 14ª ed. Argentina: Editorial El Ateneo, 1987.
4. Jouvencel, M.R. **Ergonomía básica: aplicada a la medicina del trabajo**. España: Editorial Díaz de Santos, 1994.
5. Kotler, Philip y Gary Armstrong. **Marketing**. 8ª ed. México: Editorial Pearson Educación, 2001.
6. Martínez, Heliodoro. **Productividad y seguridad en el trabajo: problema actual de la industria**. México: Editorial Diana, 1992.
7. Niebel, Benjamín y Andris Freivalds. **Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo**. 10ª ed. México: Editorial Alfaomega, 2001.
8. Oficina Internacional del Trabajo. **Control de riesgos y accidentes mayores: manual práctico**. México: Editorial Alfaomega, 1993.
9. **Prevención de riesgos laborales: evaluación y prevención de riesgos**. Barcelona: Editorial CEAC, 2000.

10. Schroeder, Roger G. **Administración de operaciones**. 3ª ed. México: Editorial Mc-Graw Hill, 1992.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

1. http://www.ibermutuamur.es/contenido/acd/revista_bip/26/pdf/16_higiene_industrial.pdf
2. http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_148.htm
3. http://www.srt.gov.ar/BibliotecaWeb/Tematicos/Factores_riesgo_fisicos.htm
4. <http://www.edufuturo.com/educacion.php?c=3001>
5. <http://www.ilo.org/public/spanish/support/publ/xtextoh.htm>
6. http://www.itcilo.it/actrav/osh_es/m%F3dulos/kemi/copmain.htm
7. <http://www.foamex.com/>
8. http://www.pharmaportal.com.ar/tem_seguridad_08.htm
9. http://www.ciudad.cl/descargas/ambiente/info_ambiental.doc
10. http://www.pfa.org/EFC9_Handout.html
11. <http://www.monografias.com/>

12. <http://www.sozialnetz.de/ca/a/a/>

13. <http://www.sici.com.ar/>

APÉNDICE

Formas de accidente con tambores de TDI

Figura 54. El trabajador choca con el montacargas contra los tambores



Figura 55. Caída de un tambor abierto



Criterios de evaluación de sustancias peligrosas

Cuando se evalúa la peligrosidad de una sustancia se debe tomar en consideración los siguientes aspectos.

- a) Las vías de entrada piel, inhalación, ingestión.
- b) El riesgo de penetración a través de heridas en la piel o de filtraciones a través del equipo personal de protección.
- c) El riesgo de ingestión debido a los niveles de higiene personal y a las variantes culturales.
- d) Los niveles de concentración de sustancias peligrosas en suspensión en el aire.
- e) El ritmo al que se realiza el trabajo por ejemplo, las tareas penosas.
- f) La duración de la exposición por ejemplo, niveles de exposición más elevados como consecuencia de la realización de numerosas horas extraordinarias.
- g) La influencia de otros factores ambientales por ejemplo, el calor, sobre el incremento del riesgo de exposición.

Medidas de Control para Sustancias Peligrosas

Adecuado diseño e instalación.

- Proceso y sistemas de manipulación totalmente aislados.
- Separación entre el proceso peligroso y los operadores u otros procesos.
- Plantas, procesos o sistemas de trabajo que reduzcan al mínimo, supriman o limiten la producción de polvos peligrosos, humos, etc. y que limiten el área de contaminación en caso de derrame o filtración.
- Aislamiento parcial, con ventilación extractora local.
- Ventilación general suficiente.

Sistemas y prácticas de trabajo.

- Reducción del número de trabajadores expuestos.
- Reducción del período de exposición de los trabajadores.
- Limpieza periódica de las paredes contaminadas, superficies, etc.

Medios para el almacenamiento y eliminación, en condiciones de seguridad, de las sustancias peligrosas para la salud.

