



RESUMEN

Los poliuretanos flexibles que emplean el método discontinuo o convencional, representan a nueva forma de hacer industria en el país. Las esponjas, materias primas presentes en colchones, muebles, juguetes, confección, etc., representan un material con unas características físicas únicas que ningún otro material le puede brindar al ser humano.

Su proceso implica la utilización de materias primas costosas, que están influenciadas por el precio del petróleo, lo que hace que se inviertan grandes cantidades de dinero en materia prima. Las desventajas de este procedimiento hacen que los empresarios busquen la manera de reducir al mínimo las variaciones que afectan al proceso de producción y es aquí donde la PML juega un papel importante.

En el presente documento se hace una introducción a los poliuretanos flexibles, una descripción del sistema empresa, además de una síntesis del proceso de producción de espumas, en la que se indican las materias primas, reacciones principales y los problemas que se presentan y los costos por ineficiencias. Al final se proponen alternativas que permitirán reducir las ineficiencias.

TERMINOLOGÍA

PML	Producción Más Limpia
PUR	Poliuretano
BPM	Buenas Prácticas de Manufactura
T.D.I	Di isocianato de Tolueno
PRI	Período de Retorno de la Inversión



INTRODUCCION.....	6
OBJETIVO GENERAL.....	8
OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
1 INTRODUCCION A LA PRODUCCION MÁS LIMPIA	9
1.1 Definición.....	10
1.1.1 Objetivos de PML.....	10
1.1.2 Ventajas de la Producción Más Limpia	10
1.1.3 Enfoque de Producción Más limpia	11
1.1.4 Niveles de Aplicación de la Producción Más Limpia	12
1.1.5 Enfoque de proceso.....	13
1.1.6 Elementos de un proyecto de producción más limpia.....	14
1.1.7 Producción Más Limpia vs. Final de tubo.....	16
1.1.8 Metodología de Aplicación de PML	17
1.2 Sistema Empresa.....	18
1.2.1 Productos de Descanso Intense.....	19
1.2.2 Ubicación	20
1.2.3 Organigrama	20
1.2.4 Misión	21
1.2.5 Visión	22
1.2.6 Distribución de Planta	22
1.2.7 Lay- out.....	23
1.3 La Espuma de Poliuretano Flexible	23
1.3.1 Definición de Espuma	23
1.3.2 Aplicaciones de las espumas flexibles	24
1.3.3 Criterios de la empresa sobre la Producción Más Limpia.....	26
2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	28
2.1 Descripción General de la Producción de Espuma	28
2.1.1 Síntesis de la Producción de Espuma Flexible	29
2.1.2 Materias primas	30
2.1.3 Fundamento Químico	32
2.1.4 Dosificación y mezclado	34
2.1.5 Recorte de cáscaras.....	34
2.1.6 Medidas de control	34
2.1.7 Descripción del Proceso Productivo.....	35
2.2 Enfoque del diagnóstico.....	39
2.2.1 Consumo de Energía.....	40
2.2.2 Consumo de agua	42
2.2.3 Generación de Residuos	43
2.2.4 Emisiones al Aire	45
2.2.5 Aspectos de Calidad	45
2.2.6 Aspectos de seguridad	46
2.2.7 Aspectos tecnológicos	47
2.2.8 Aspectos Operativos.....	48
2.2.9 Consumo de materias primas.....	48
3 ANÁLISIS DEL FLUJO DE MATERIALES.....	52
3.1 Balance de Materiales	52
3.1.1 Definición de Parámetros:	53
3.1.2 El alcance del balance.....	53
3.1.3 El periodo de balance	53



3.1.4	Listar y denominar las etapas de producción	53
3.1.5	Diseñar el diagrama de flujo	53
3.1.6	Balances	54
3.1.7	Interpretación	54
3.2	Salud y Seguridad Ocupacional.....	58
3.2.1	Análisis de Riesgo	58
3.3	Costos por Ineficiencia.....	60
3.3.1	Costos relacionados con la no calidad.....	60
3.3.2	Costos por ineficiencia identificados en la producción de espumas	63
3.3.3	Causa de las ineficiencias	65
4	ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA	68
4.1	Buenas Prácticas de Manufactura	68
4.1.1	Buenas Prácticas de Manufactura para la Optimización de Procesos	70
4.1.2	Tecnologías más limpias para la optimización de procesos y productos	72
4.2	Evaluación preliminar	75
4.3	Proceso de análisis	75
4.4	Evaluación técnica	78
4.5	Evaluación económica	80
4.5.1	Período de retorno de la inversión (PRI)	80
4.6	Evaluación ambiental	81
4.7	Beneficios intangibles	83
4.8	Selección de opciones factibles.....	84
4.9	Indicadores.....	84
4.10	Reciclaje.....	85
4.10.1	Reciclaje interno	85
	CONCLUSIONES	86
	RECOMENDACIONES	87
	BIBLIOGRAFIA	89
	ANEXOS:	91
	ANEXO A: PAGOS DE ENERGIA ELECTRICA CICLA CIA LTDA.....	91
	ANEXO B: INFORME DE INSPECCION REALIZADA POR ETAPA A CICLA CIA LTDA.....	99
	ANEXO C: CUANTIFICACION DE RESIDUOS.....	102
	ANEXO D: DESCRIPCION GENERAL DE EQUIPOS DE ESPUMACION	103
	ANEXO E: RESULTADOS DE LA MEDICION DE RUIDO Y COV'S	108
	ANEXO F: OPCIONES DE PML	115
	ANEXO G: INFORMACION GENERAL	122



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL PARA INDUSTRIAS DE LA PRODUCCIÓN
Y SERVICIOS



*“MANUAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA ELABORACIÓN DE ESPONJA
EN LA EMPRESA CICLA CIA LTDA”*

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE MASTER EN GESTION
AMBIENTAL PARA INDUSTRIAS DE LA PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

AUTOR:

ING. MARCELO MANCHENO

DIRECTOR:

ING. CECILIA CASTRO

CUENCA – ECUADOR
2010



AGRADECIMIENTO

Mi gratitud a la Universidad de Cuenca y en particular a la Facultad de Ciencias Químicas y a su personal docente, por haberme cobijado bajo su manto de sabiduría, que con gran sacrificio supo tallar en mí un profesional útil para esta sociedad.

Agradezco de manera muy especial a la Ingeniera Cecilia Castro quien con paciencia, sabiduría, dedicación y esmero, supo guiarme día a día en la correcta realización de este trabajo.

Agradezco a Comercial Industrial Cicla Cía Ltda, empresa que me abrió las puertas en los inicios de mi vida profesional y a la que espero servir de la mejor manera con este documento.



DEDICATORIA

A Dios, por brindarme la oportunidad de existir, por darme Salud y Vida y ser mi guía y protector en cada momento de mi vida.

A mis padres Angel y Laura quienes me han enseñado que la verdadera riqueza es el conocimiento.

A mis queridos hermanos por su amor y comprensión.

De manera muy especial este trabajo va dedicado a Verónica por su amor y comprensión incondicional en cada instante de mi vida.

INTRODUCCION



La problemática ambiental se relaciona directamente con los impactos generados por los sectores productivos siendo éstos una de sus principales causas. Especialmente después del advenimiento de la Revolución Industrial en el siglo XIX. Dentro de las principales causas del aceleramiento de la problemática ambiental se encuentra el aumento de la población, los niveles de pobreza, el proceso de urbanización y el incremento en los patrones de consumo.

Con relación a esta última, se puede entender por patrones de consumo la caracterización de todos aquellos productos y las cantidades que una persona demanda. El incremento de los patrones de consumo genera un aumento de la producción industrial (la cual requiere insumos – recursos naturales – y procesos de transformación que demandan energía y generan contaminantes), que a su vez contribuye a un nuevo aumento del consumo, creándose así una espiral negativa que influye en la creciente presión sobre los recursos naturales.

Los sectores productivos se consideran uno de los principales generadores de la problemática ambiental a través de los distintos procesos y actividades asociadas a sus productos y servicios y, por ende, el grado de su afectación depende principalmente de estos factores además de su ubicación geográfica y su capacidad de entender, mitigar o prevenir los impactos ambientales, reflejada en la gestión ambiental empresarial.

La filosofía de Producción Más Limpia, es una respuesta práctica con resultados efectivos, de que es posible actuar responsablemente en cualquier actividad productiva que se lleve a cabo.

La producción más limpia es la vía más efectiva para diseñar y operar procesos industriales, desarrollar y producir productos y servicios. Los costos de desechos y emisiones al ambiente e impactos a la salud pueden ser evitados o minimizados por la aplicación de conceptos de producción más limpia desde el principio y aplicando estos continuamente y durante todo el ciclo de vida entero.

La lección es simple, es menos costoso prevenir la polución en la fuente que limpiarla después de que se ha producido.



OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un Manual de Producción Más Limpia aplicada a la Producción de Espumas en la empresa CICLA CIA Ltda.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

El objetivo del presente documento es:

- Realizar una Introducción a los Poliuretanos flexibles
- Realizar una descripción del proceso productivo de la empresa.
- Realizar una introducción a la Producción Más Limpia.
- Identificar ineficiencias y establecer posibles causas.
- Proponer alternativas de mejora al proceso productivo.



CAPITULO I

1 INTRODUCCION A LA PRODUCCION MÁS LIMPIA



1.1 Definición

Es la aplicación continua de una estrategia financiera, tecnológica y ambiental; preventiva e integrada a los procesos, productos y servicios, con el fin de alcanzar los mayores niveles de eficiencia, productividad, competitividad y rentabilidad de la empresa y reducir los riesgos para el ser humano y el ambiente.¹

1.1.1 Objetivos de PML

Sus objetivos son:

- Reducción de la contaminación
- Optimización de procesos
- Uso óptimo del agua, materias primas y energía
- Mejora de la tecnología
- Minimización de la contaminación
- Obtener rentabilidad de los residuos
- Costos reducidos en tratamiento de desechos

1.1.2 Ventajas de la Producción Más Limpia

La aplicación de la Producción Más limpia trae consigo las siguientes ventajas:

- Reducción de los costos de producción a través de la disminución de la cantidad de materiales y energía que se consumen.
- Disminución de los riesgos por incumplimiento de disposiciones legales.
- Mejoramiento de las condiciones de seguridad y salud de las personas.
- Mejora de la imagen pública de la empresa.
- Mejores oportunidades para acceder a los mercados que demandan productos más responsables con el medio ambiente.

¹ Aplicación de Producción Más Limpia para la Industria Textil. Manual de Consulta

- La Producción Más Limpia es un paso hacia el desarrollo económico más sostenible.

1.1.3 Enfoque de Producción Más limpia

Producción Más Limpia efectúa un abordaje a los procesos productivos con una estrategia preventiva de la Gestión Ambiental, con el siguiente enfoque y secuencia:

- Prevenir la generación en la fuente de residuos, emisiones y efluentes.
- Minimizar la generación
- Reaprovechar
- Tratar
- Disponer

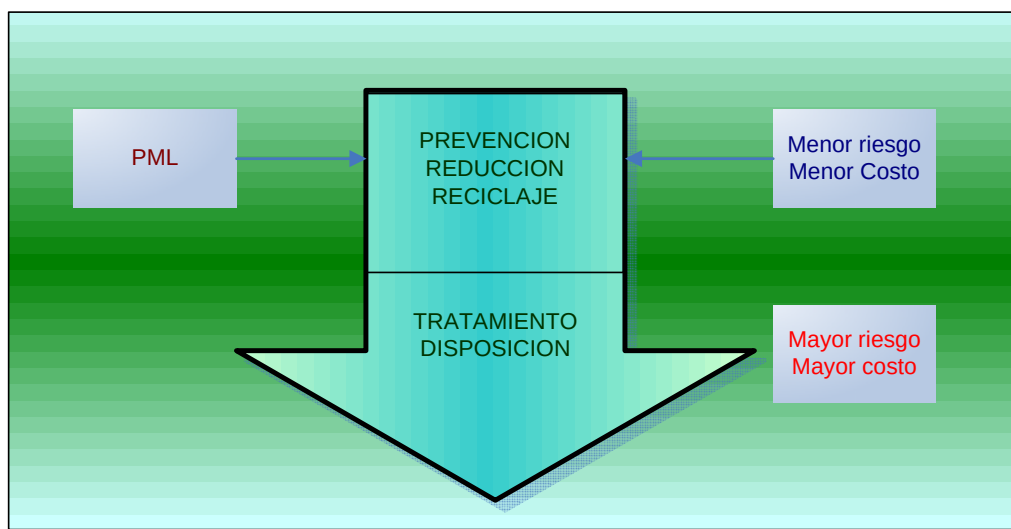
El enfoque tradicional aplica la Metodología de “*FIN DE TUBO*”, es decir manejar los residuos generados para tratarlos o disponerlos.

El enfoque de Producción Más Limpia requiere la aplicación de un criterio jerárquico en las prácticas de gestión ambiental (Figura N° 1). El orden de preferencias en la toma de decisiones sobre diseño y explotación es como sigue:

- Prevención de la generación de residuos y emisiones;
- Reciclaje;
- Tratamiento;
- Eliminación segura

Fig.1: Criterio Jerárquico en la Gestión Ambiental²

² Guía de Producción Más Limpia CET - Perú



Las alternativas de reciclaje interno se deben usar sólo cuando se hayan puesto en práctica plenamente las técnicas de prevención. El tratamiento de los residuos se debe considerar sólo cuando los residuos se hayan reciclado tanto como sea posible. El empleo del reciclaje externo y de las tecnologías “al final del tubo” sólo se debe emplear después de haber agotado los métodos de prevención de la contaminación o de Producción Más Limpia.

1.1.4 Niveles de Aplicación de la Producción Más Limpia

La aplicación de la estrategia de Producción Más Limpia no solo se limita a prevenir la contaminación por medio de una optimización de los procesos o de cambios en las tecnologías de producción. Hay que tener en cuenta que como estrategia integral la Producción Mas Limpia se aplica también a productos y servicios.

Tabla N°1: Estrategias de Producción Más Limpia³

1. Buenas prácticas operativas	• Procedimientos y Métodos de Organización • Prácticas de gestión • Segregación de residuos • Mejor manejo de materiales • Cronograma de producción • Control de inventario • Capacitación
---------------------------------------	--

³ Guía de Producción Más Limpia CET - Perú



2. Substitución de insumos	• Insumos menos tóxicos • Materiales renovables • Materiales auxiliares que aporten un tiempo de vida más largo en producción
3. Mejor control de los procesos	• Procedimientos operativos e instrucciones de los equipos disponibles y redactados en forma clara de manera que los procesos se ejecuten más eficientemente y produzcan menos residuos y emisiones • Registro de las operaciones para verificar cumplimientos de especificaciones de procesos
4. Modificación del equipo	• Mejores condiciones de operación • Equipo de producción e instalaciones de manera que los procesos se hagan con mayor eficiencia y se generen menores residuos y emisiones
5. Cambio de tecnología	• Cambios en la planta • Mayor automatización • Mejores condiciones de operación • Tecnología nueva
6. Reutilización, recuperación y reciclaje in situ	• Reutilización de materiales residuales dentro del mismo proceso para otra aplicación en beneficio de la empresa.
7. Producción de subproductos útiles.	• Transformación del residuo en un subproducto que puede ser vendido como insumo para empresas en diferentes sectores del negocio. • Diseño con menor impacto ambiental durante o después de su uso.
8. Reformulación/rediseño del producto	• Diseño con menor impacto ambiental durante su producción. • Incremento de la vida útil del producto

1.1.5 Enfoque de proceso

La aplicación de la Metodología y estrategias de Producción Más Limpia requiere que las actividades productivas tengan un enfoque de sistema, en el cual los procesos son de vital importancia.

Un proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas que interactúan y utilizan recursos para transformar entradas en salidas o productos⁴.

⁴ Aplicación de Producción Más Limpia para la Industria Textil. Manual de Consulta. Pág.11



Son recursos operacionales:

- Recurso humano; tienen influencia directa en la ejecución y control de buenas prácticas operacionales.
- Equipos y maquinaria, involucran cambios tecnológicos, buenas prácticas de mantenimiento.
- Lay – out; la adecuada disposición y secuencia de máquinas facilita el flujo de las operaciones productivas, minimizando tiempos de proceso y/o transporte.
- Materiales; la especificación adecuada de materiales y planes precisos de producción resultan en ahorros directos de materia prima y reducción de desechos.
- Insumos; al igual que las materias primas los insumos deben ser correctamente seleccionados para su aplicación específica, como también su uso correcto en cantidad y manipulación debe ser cuidadoso.
- Procesos, las especificaciones de procesos en tiempos y forma de producir son una fuente generadora de una Producción Limpia.
- Planeación y control, un proceso es una secuencia de etapas que deben ser desarrolladas y seguidas, caso contrario sus resultados son productos defectuosos y pérdidas de materia prima.

Sobre cada uno de ellos la Producción Más Limpia analiza y valúa sus condiciones con el fin de optimizar los parámetros involucrados y determinar oportunidades de mejora y prevención de la contaminación.

1.1.6 Elementos de un proyecto de producción más limpia

La **recolección de información** es un paso básico y además muy importante, en algunas empresas se puede tomar mucho tiempo, esto depende mucho del registro de la información en la empresa. Mientras mejor se haga la descripción de los procesos y procedimientos y se obtengan datos reales, mejor será la aplicación de las opciones adecuadas de PML.

La reflexión **¿Dónde y por qué generamos desechos?**, se hace con base en balances de masa, energía y agua haciendo el análisis según los principios de la PML (Prevención, ahorro, reducción).

A partir del análisis de la información se **generan las opciones de PML**. Surgirán algunas nuevas, creativas y/o ya muy conocidas, teniendo como objetivo una reducción en la fuente por medio de buenas prácticas, modificación del producto o proceso, cambios orgánicos, reciclaje interno o externo.

A las opciones de PML identificadas se les hace el **análisis de viabilidad**, técnica, económica y ambiental.

Después de proceder con los pasos 1 a 4, se planea la **implementación**, muy a menudo se llevan a cabo las opciones directamente sin el análisis de viabilidad detallado - cuando las ventajas y la viabilidad son obvias - o incluso sin la generación de opciones – toda vez que la recolección de información y la reflexión sobre la generación de residuos, hace visibles las opciones obvias de PML.

Fig. 2: Elementos de un Proyecto de PML⁵



⁵ Módulo de Producción Más Limpia



1.1.7 Producción Más Limpia vs. Final de tubo

Hasta ahora, las tecnologías ambientales convencionales han trabajado principalmente en el tratamiento de desechos y emisiones existentes (ejemplos: los filtros de aire, tratamiento de aguas residuales, tratamiento de lodos, incineración de desechos, etc.). Como este enfoque toma las cosas al final del proceso de producción, también se le llama tecnología “al final-del-tubo”. Se caracteriza esencialmente por los gastos adicionales para la compañía y un desplazamiento de problemas (ejemplos: la producción de lodo en el alcantarillado a través del tratamiento de aguas residuales, producción de yeso por el uso del gas de tiro, etc.).

La PML tiene como propósito integrar los objetivos ambientales en el proceso de producción para reducir desechos y emisiones en lo que se refiere a la cantidad y toxicidad y así reducir los costos, comparada con la eliminación por servicios externos o tecnologías al final-del-tubo, presenta varias ventajas:

- La PML presenta un potencial de soluciones para mejorar la eficiencia económica de la empresa pues contribuye a reducir la cantidad de materiales y energía usados.
- Debido a una exploración intensiva del proceso de producción, la minimización de desechos y emisiones generalmente induce un proceso de innovación dentro de la compañía.
- Puede asumirse la responsabilidad por el proceso de producción como un todo; los riesgos en el campo de responsabilidad ambiental y de eliminación de desechos pueden minimizarse.
- La minimización de desechos y emisiones es un paso hacia un desarrollo económico más sostenido.



Por consiguiente, la diferencia esencial radica en el hecho de que la PML no trata el síntoma simplemente sino que intenta llegar a la fuente del problema.

1.1.8 Metodología de Aplicación de PML⁶

La Producción Más Limpia, mas que la suma de conceptos, prácticas y herramientas, es toda una metodología que agrupa estos aspectos para el planteamiento y desarrollo de proyectos exitosos, cuyo fin es la optimización de los procesos y productos en empresas de producción y servicios, los cuales generan beneficios ambientales y económicos para las mismas.

La aplicación de la Producción Más Limpia es un proceso que obedece a la ejecución de cinco etapas correlacionadas que son:

Sensibilización: Busca contar con el compromiso de los directores de las empresas u organizaciones en el proceso de implementación.

Diagnóstico Empresarial Integral: Considera el análisis de los siguientes aspectos:

- Generalidades de la empresa
- Entorno de la empresa
- Capacidad interna de la empresa.

Identificación de puntos críticos: Busca identificar problemas y establecer prioridades, empleando herramientas como los ecobalances, análisis de costos de ineficiencias, etc.

Planteamiento de Proyectos: El diseño y presentación del proyecto de PML busca brindarle medidas cuantitativas, tanto de las acciones como de los resultados de las alternativas propuestas, y adicionalmente promocionar y concientizar sobre la aplicación de las Estrategias de PML en la empresa.

⁶ Producción Más Limpia. Paradigma de Gestión Ambiental

Implementación y seguimiento: Deben diseñarse una serie de mecanismos de seguimiento, para vigilar que el proceso se cumpla.

1.2 Sistema Empresa

La empresa Comercial Industrial CICLA Cia. Ltda. fue fundada hace 28 años, inicialmente funcionaba con el nombre de Plastimueble Cia. Ltda., hasta mayo del 2003 cuando se forma la actual compañía.

Actualmente la empresa se divide en tres marcas:



Fig. N° 3: Logotipo de Productos PURFLEX⁷

⁷ Fuente: Empresa CICLA CIA LTDA



Purflex: Es la marca bajo la cual se identifica la Espuma de poliuretano flexible de diferentes densidades que se fabrica en la empresa. La cual se utiliza principalmente para Tapicería y Colchonería.

PRODUCTOS DE DESCANSO INTENSE



Fig. N° 4: Logotipo de Productos de Descanso INTENSE⁸

1.2.1 Productos de Descanso Intense

Que a su vez se subdivide en:

1. Sistemas Modulares: que consiste en un sistema articulado que permite el movimiento automático del tren superior así como del inferior brindando un descanso integro, la empresa es pionera en el país en la producción de dichos sistemas.
2. Colchones Intense: Es la línea consolidada de la empresa y ofrece colchones de espuma, resortes y últimamente colchones de látex natural
3. Almohadas Intense: Almohadas terapéuticas de diferente y original perfilado que se adaptan a los diversos tipos de necesidades de las personas.

⁸ Fuente: Empresa CICLA CIA LTDA

MÖBEL MARK



Fig. N° 5 Logotipo de Productos MÖBEL MARK⁹

MöBel Mark: La marca del mueble, ofrece juegos de sala, dormitorio, sofá cama y somier con mecanismos patentados que los hacen únicos en el mercado.

1.2.2 Ubicación

CICLA Cia Ltda, se localiza en el cantón Cuenca, sector Parque Industrial sobre la calle Miguel Narváez No. 003 y Av. Octavio Chacón cuyas coordenadas geográficas son E 725822 N 9682940 (UTM proyección WGS84), la altitud es de 2523 msnm aproximadamente.

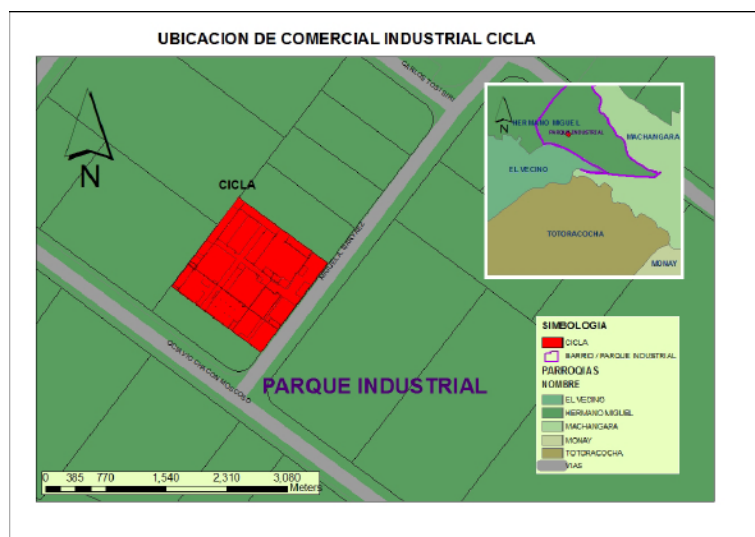


Fig. N° 6: Ubicación de CICLA CIA Ltda.¹⁰

1.2.3 Organigrama¹¹

⁹ Fuente: Empresa CICLA CIA LTDA

¹⁰ Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Ex – post.

¹¹ Fuente: Empresa CICLA CIA LTDA

Comercial Industrial Cicla es una empresa familiar propiedad de la familia Baculima Ordóñez es considerada como pequeña industria con un número de 20 empleados.

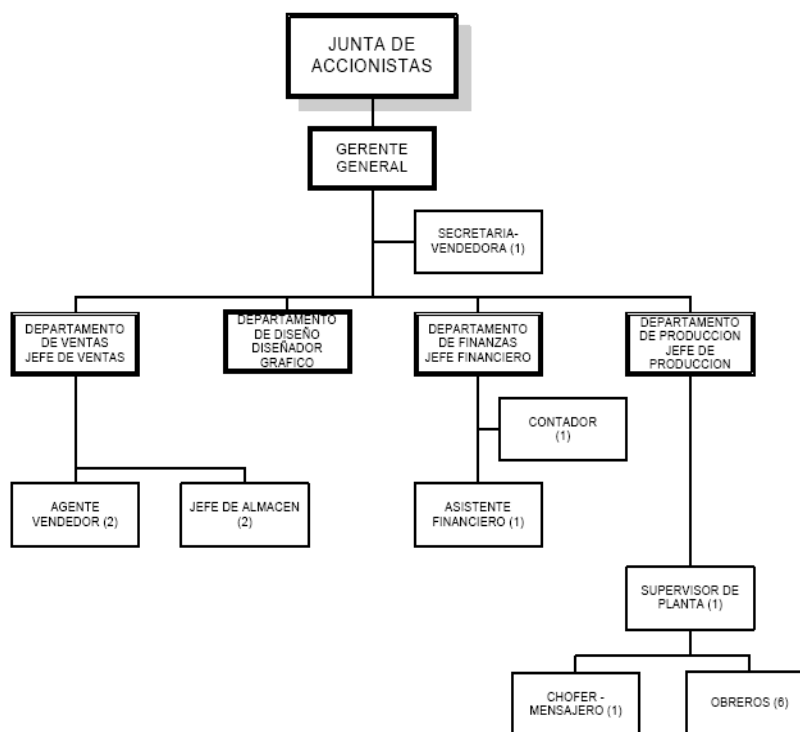


Fig.N°7: Organigrama de la Empresa

1.2.4 Misión ¹²

Nuestra misión es elaborar productos innovadores para el descanso integral que satisfagan las necesidades, de comodidad, ergonomía y sobre todo proteja la salud de las personas.

Ser una empresa socialmente justa, que reconozca el aporte de los empleados a la causa de la empresa mediante remuneraciones equitativas y que desarrolle e implemente proyectos comunitarios.

Ser un ente económicamente rentable que cumpla los requerimientos de los accionistas y que contribuya al progreso del país

Ser una organización ambientalmente sustentable que incorpore en sus procesos prácticas amigables con el medio ambiente y que concientice a sus empleados de la

¹² Fuente: Estudio de Impacto Ambiental Ex – post.



importancia de conservar los ecosistemas como fuente de un progreso sostenible y como patrimonio de futuras generaciones.

1.2.5 Visión¹³

La visión de la empresa es ser reconocidos como líderes en el mercado de los productos de descanso, que nuestra marca sea sinónimo de calidad y salud.

Que la empresa sea un centro de investigación del descanso, donde se desarrollen productos innovadores que satisfagan las diferentes necesidades de un mercado cada vez más heterogéneo.

1.2.6 Distribución de Planta

La empresa cuenta con un área total de 3600m²; distribuidas de la siguiente forma:

ZONAS		Area (m2)
Sala de exhibición		118.42
Oficinas Administrativas		139.8
Planta	Oficinas	33.37
	Producción Espuma	405.65
	Producción Aglomerado	71.82
	Cortado	171.71
	Producción Colchones	547.56
	Carpintería	372.09
	Almacenamiento	378.27
Bodegas		434.01
Mecánica		34.51
Parqueadero		239.55
Garita		18.35

Tabla N° 2: Áreas de la Empresa

¹³ Fuente: Empresa CICLA CIA LTDA

1.2.7 Lay- out

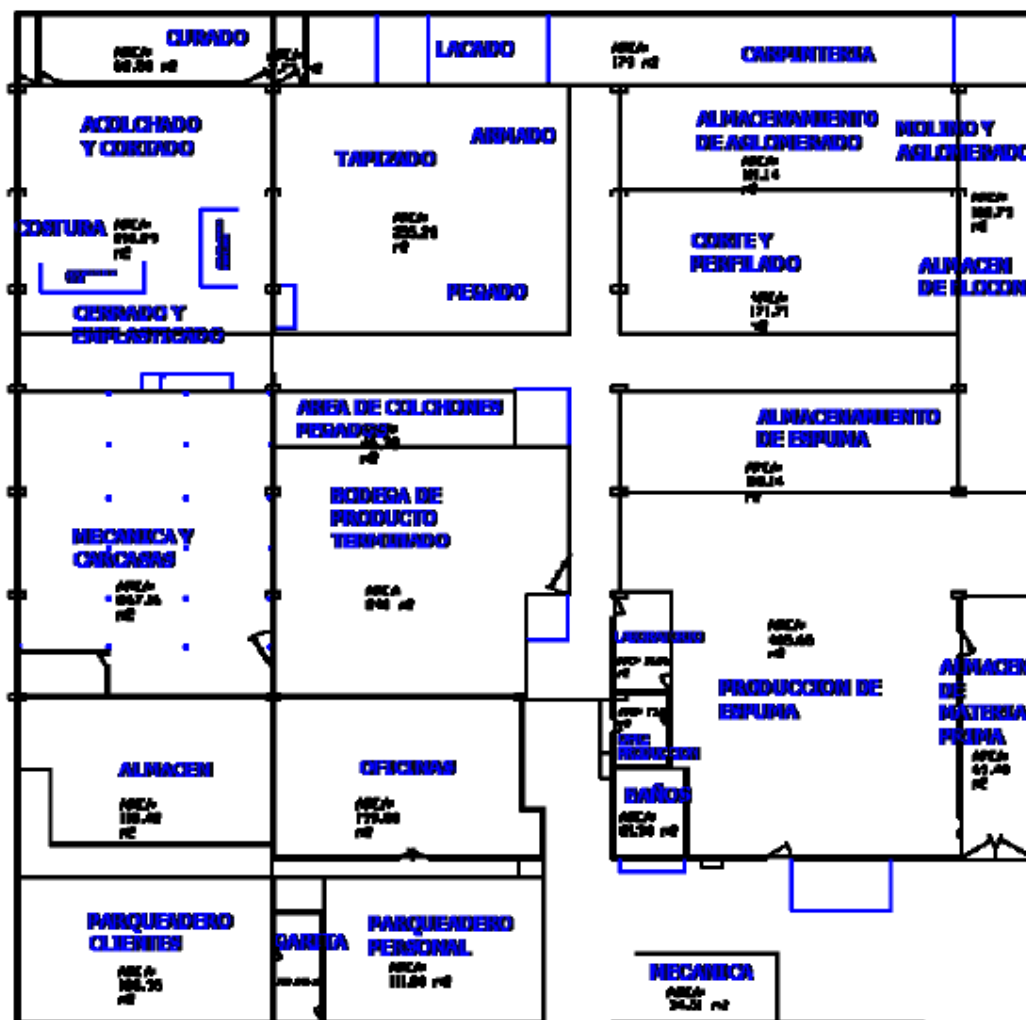


Fig. N° 8: Distribución de planta ¹⁴

1.3 LA ESPUMA DE POLIURETANO FLEXIBLE

1.3.1 Definición de Espuma

Plástico celular formado por las reacciones de expansión y polimerización¹⁵.

¹⁴ Fuente: Empresa CICLA CIA LTDA

¹⁵ Fuente: Empresa CICLA CIA LTDA



1.3.2 Aplicaciones de las espumas flexibles

Las principales características de las espumas de poliuretano flexible son:

- Bajo peso
- Alto confort
- Buena elasticidad
- Buenas resistencia al rasgo
- Optima resistencia a la fatiga
- Facilidad de corte

Las espumas de poliuretano pueden ser producidas en una amplia gama de densidades, con los más variados grados de dureza lo que le convierte en el material preferido por las industrias de muebles y colchones. Estas espumas presentan mayor resistencia a la degradación bacteriana en comparación con las elaboradas en base a látex natural.

Entre las principales áreas de aplicación se tienen:

- Colchones
- Muebles
- Almohadas
- Industria automotriz
- Calzado
- Vestuarios
- Artículos de limpieza
- Artículos de higiene personal
- Embalaje, etc.

La espuma flexible es comercializada para diferentes usos, pero también se utiliza dentro de la empresa para la confección de colchones, almohadas y sofá camas.

El proceso productivo empleado en la obtención de las espumas flexibles en bloques individuales, es conocido como “proceso discontinuo convencional”, donde se utiliza un



molde para cada bloque, es simple, económico y semejante al procedimiento usualmente empleado en el laboratorio; posee las siguientes ventajas:

- Bajo costo de capital
- Producción de pequeñas cantidades de diferentes espumas
- Las fábricas pequeñas emplean mano de obra poco especializada.
- Permite la fabricación de bloques rectangulares y cilíndricos.

Pero es necesario señalar los siguientes inconvenientes:

- Menor producción que los procesos continuos
- Pérdidas que pueden llegar hasta un 20 % debido a la piel externa muy gruesa.
- Estructura celular de menor calidad.
- Variación de las propiedades a lo largo del bloque.
- Menor repetibilidad de las propiedades de los bloques.

Esta tecnología es ampliamente utilizada en América del Sur, Asia y África, ya que estos equipos de espumación discontinua son baratos, y sobre todo por la menor inversión, a diferencia de los equipos de producción continua que son caros y sofisticados. En los años 90 se desarrollaron equipos de producción continua con variación de presión (equipos VPF) y recientemente equipos de espumación discontinua también con variación de presión, que permiten cambiar las propiedades y las densidades de las espumas a partir de una misma formulación¹⁶.

La maquinaria utilizada en CICLA se trata de una tecnología que ya cumplió su ciclo y que por las limitaciones citadas anteriormente ya no es aplicable en los países industrializados.

¹⁶ Química y Tecnología de los Poliuretanos



1.3.3 Criterios de la empresa sobre la Producción Más Limpia

La empresa ve la producción Más Limpia como una oportunidad para:

- Analizar sus procesos productivos en busca de otros más eficaces.
- Optimizar el uso de las materias prima para la producción de espumas
- Buscar materias primas que posibiliten un mayor rendimiento, y que se trate de sustancias más amigables con el medio ambiente.
- Disminuir el desperdicio por fallas en el proceso de producción.



CAPITULO II

2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El diagnóstico ambiental suministra una radiografía del desempeño ambiental de la empresa en un momento particular en el tiempo, involucra la recopilación de información sobre el consumo de recursos, las descargas al medio ambiente y las prácticas de gestión existentes en una organización para controlar los impactos ambientales asociados a sus operaciones. El diagnóstico ambiental ofrece oportunidades para:

- Optimizar el proceso
- Utilizar más eficientemente los recursos (por ejemplo, materias primas e insumos)
- Eliminar despilfarros (residuos líquidos, sólidos o atmosféricos)
- Evitar el derrame de materiales y sustancias.
- Valorizar los residuos
- Atacar los puntos débiles desde el punto de vista económico, ambiental y legal.

2.1 Descripción General de la Producción de Espuma

A continuación se resume de forma cronológica el avance de los poliuretanos:

Año	Desarrollo
1930	Alemania: fabricación en forma comercial de espuma rígida, adhesivos y revestimientos.
1940	Inglaterra y Alemania: desarrollo de elastómeros. Durante la segunda guerra mundial su desarrollo fue mínimo.
1950	Se empieza con la comercialización de la espuma de poliuretano flexible.
1960	Los clorofluorcarbonos (CFC's) son ampliamente utilizados como agentes de expansión en las espumas rígidas para aislamiento térmico.
1970	Espumas moldeadas semiflexibles y semirígidas cubiertas con materiales termoplásticos son empleadas por la industria automotriz.
1980	El desarrollo de la técnica de inyección (RIM), fue la técnica de mayor relevancia, dando impulso para el estudio de la relación entre la estructura molecular y las propiedades de los poliuretanos
1990 en adelante	Se demuestran los efectos negativos sobre la capa de ozono de los CFCs y su consecuente reemplazo con el desarrollo de sistemas libres de compuestos orgánicos volátiles (COVs) así como del reciclaje de los poliuretanos.

Fuente: *Química y Tecnología de los Poliuretanos*



Desde sus inicios (1930) hasta el 2002, el consumo mundial de los poliuretanos alcanzó los 10 millones de toneladas con un pronóstico para el 2006 de 11.6 millones de toneladas, que son los datos más recientes¹⁷.

Tabla N °3: Aplicaciones de los PUR por sectores

Sector	Porcentaje
Muebles y colchones	29 %
Otros	19 %
Construcción	16 %
Automotriz	15 %
Refrigeradores y congeladores	10 %
Zapatería entre otros	4 %
Aislamiento	7 %

Fuente: Química y Tecnología de los Poliuretanos

2.1.1 Síntesis de la Producción de Espuma Flexible

Las espumas poseen células abiertas y permeables al aire características que le confieren a estos materiales las siguientes propiedades: permeabilidad, firmeza y elasticidad, ofreciendo a los seres humanos un verdadero confort que ningún otro material pudiere ofrecerle.

Las esponjas flexibles pueden ser obtenidas en bloques o moldeadas mediante procesos continuos o discontinuos, a nivel de país la mayor parte de los productores emplea el método discontinuo, gracias a las ventajas ya indicadas anteriormente.

En CICLA, se emplea el método discontinuo a pequeña escala y dentro de una instalación destinada para el objeto. Las materias primas son mezcladas en un cilindro, en donde mediante un agitador mecánico permite homogenizar los diferentes reactivos.

¹⁷ Química y Tecnología de los Poliuretanos



2.1.2 Materias primas

Las más importantes constituyen el poliol y el TDI; pero cabe recalcar la importancia que tienen los demás reactivos en la obtención de una buena espuma.

2.1.2.1 Poliol

Son alcoholes polifuncionales conteniendo una cadena polimérica de tipo éter (C-O-C). Están representados genéricamente por la formula R-OH y sus principales características se describen a continuación:

Tabla N °4: Propiedades del Poliol

Funcionalidad	2.5 a 3
Peso molecular	3000 – 5000
Numero de hidroxilos	34 – 56
Viscosidad (25 ° C)	500 – 1000 cps

Fuente: Química y Tecnología de los Poliuretanos

2.1.2.2 Poliol copolimérico

El poliol poliéter convencional puede ser modificado con polímeros orgánicos para dar origen a productos más viscosos de coloración blanca o amarilla, que son muy eficaces para mejorar las propiedades físicas en especial el soporte de carga de las espuma de poliuretano.

Los polioles copoliméricos son compuestos conteniendo dispersiones estables de estireno y acrilonitrilo en poliol poliéter. También se los denomina como poliol grafitado y poseen las siguientes propiedades:

Tabla N °5: Propiedades del Grafitado

% Sólidos	6 - 45
Numero de hidroxilos	20 - 46
Viscosidad (25 ° C)	1100 - 6000 cps

Fuente: Química y Tecnología de los Poliuretanos



2.1.2.3 Diisocianato de Tolueno

El diisocianato de Tolueno empleado es el TDI 80:20, una mezcla de isómeros 2,4 y 2,6 en proporciones de 80:20 esto quiere decir que por cada cien partes de TDI, 80 son 2,4 y 20 son 2,6. Algunas de las propiedades físicas son presentadas en la siguiente tabla:

Tabla N °6: Propiedades del TDI

NCO	48 %
Viscosidad, 25 ° C	5 cps
Punto de congelamiento, ° C	14±1
Acidez Total	0.004 %
Densidad a 25/4° C	1.22
Punto de ebullición	250 ° C

Fuente: Química y Tecnología de los Poliuretanos

2.1.2.4 Siliconas

Compuestos que bajan la tensión superficial de los líquidos proporcionando los siguientes efectos:

- Mezcla eficiente de los componentes.
- Da estabilidad a la espuma
- Control del tamaño de la célula o poro.

2.1.2.5 Aminas

Compuestos que catalizan la reacción de expansión y sus efectos son los siguientes:

- Promover la reacción entre el agua y TDI.
- Promover la reacción del Polioliol y T.D.I
- Controlar el tiempo de crema.
- Influir en el crecimiento de la espuma.



2.1.2.6 Octoato de Estaño

Compuestos organo metálicos que catalizan la reacción de polimerización y sus efectos son los siguientes:

- Controlar la reacción del Polioli y del T.D.I
- Controla la apertura de células.

2.1.2.7 Agua

Es el agente de mayor importancia en el proceso de producción, ya que de su concentración depende la densidad de la espuma, su papel dentro de la formulación comprende:

- La úrea formada por la reacción del agua y el TDI, proporciona la dureza a la espuma.
- El gas CO_2 procedente de la reacción del agua y el TDI, reduce la densidad.
- El mayor calor generado proviene de la reacción entre el agua y el TDI, por lo que se recomienda no utilizar formulaciones con cantidades superiores a 5 partes de agua pues puede provocar el autoencendido de la espuma.

2.1.3 Fundamento Químico

El fundamento químico se basa en la gran reactividad existente entre el doble enlace del grupo isocianato y los grupos OH de los polioles, generando enlaces uretanos, que constituyen los “ligantes de las espumas flexibles”.

2.1.3.1 Reacciones

Las principales reacciones que se dan en la formación de espuma son:

2.1.3.1.1 Reacción de Polimerización

También conocida como reacción de gelificación ocurre en dos etapas, siendo la segunda influenciada por las altas temperaturas desarrolladas por el polímero durante el proceso de cura.

Fig. N° 7: Reacción de Polimerización

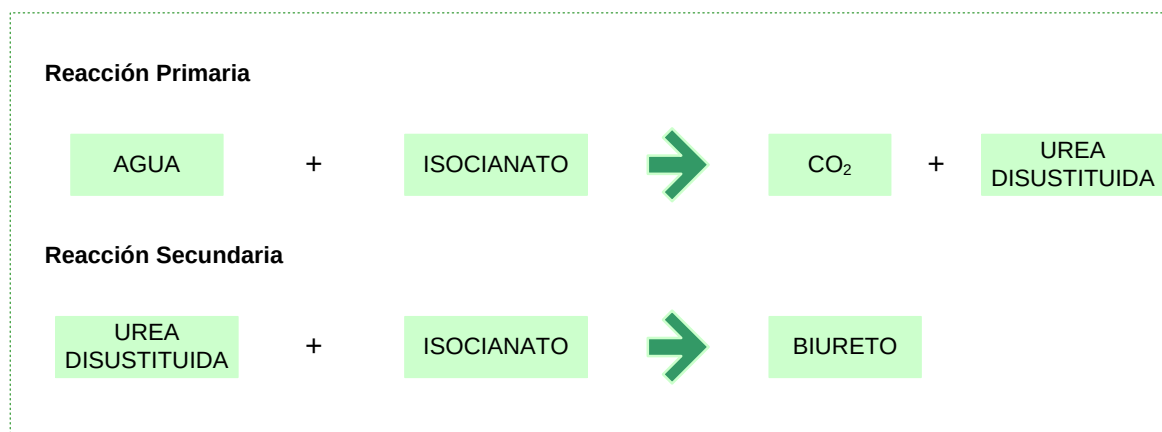


Fuente: Guía del Espumador. Basf

2.1.3.1.2 Reacción de Expansión

La reacción de expansión o de soplo también se da en dos etapas, siendo en la primera donde se forma el dióxido de carbono, que es el gas responsable de la expansión del polímero, la segunda etapa como en el caso anterior, se ve favorecida por las altas temperaturas desarrolladas por el polímero durante la cura.

Fig. N° 8: Reacción de Expansión



Fuente: Guía del Espumador. Basf



2.1.4 Dosificación y mezclado

Una vez establecida la formulación, bajo condiciones controladas de velocidad de rotación de las paletas (800 rpm), tiempo de adición de los reactivos y tiempo de mezclado, se mezclan en el siguiente orden:

1. Agua, amina y silicona se mezclan por un tiempo de 30 segundos.
2. Polirol mas la mezcla anterior se homogenizan durante 15 segundos
3. El estaño se adiciona al TDI y finalmente se mezcla a velocidad rápida de acuerdo a la densidad y concentración de la amina.

La masa aquí obtenida es vaciada en un molde de madera en donde la reacción de expansión inicia de inmediato y transcurre desarrollando calor y provocando un rápido aumento de la viscosidad. Este crecimiento se debe a la acción del gas hinchante (CO_2). El producto de la reacción presenta un grado de reticulación cada vez más avanzado, alcanzando el estado de sólido, que equivale a la consolidación de una estructura celular firme.

2.1.5 Recorte de cáscaras

Una vez constituidos y enfriados los bloques, estos son cortados para eliminar las superficies irregulares que presentan constituyendo un desperdicio, ya que se trata de producto terminado.

2.1.6 Medidas de control

Durante la reacción de formación de la espuma en bloques, las siguientes características de reactividad en el sistema, deben ser controladas:

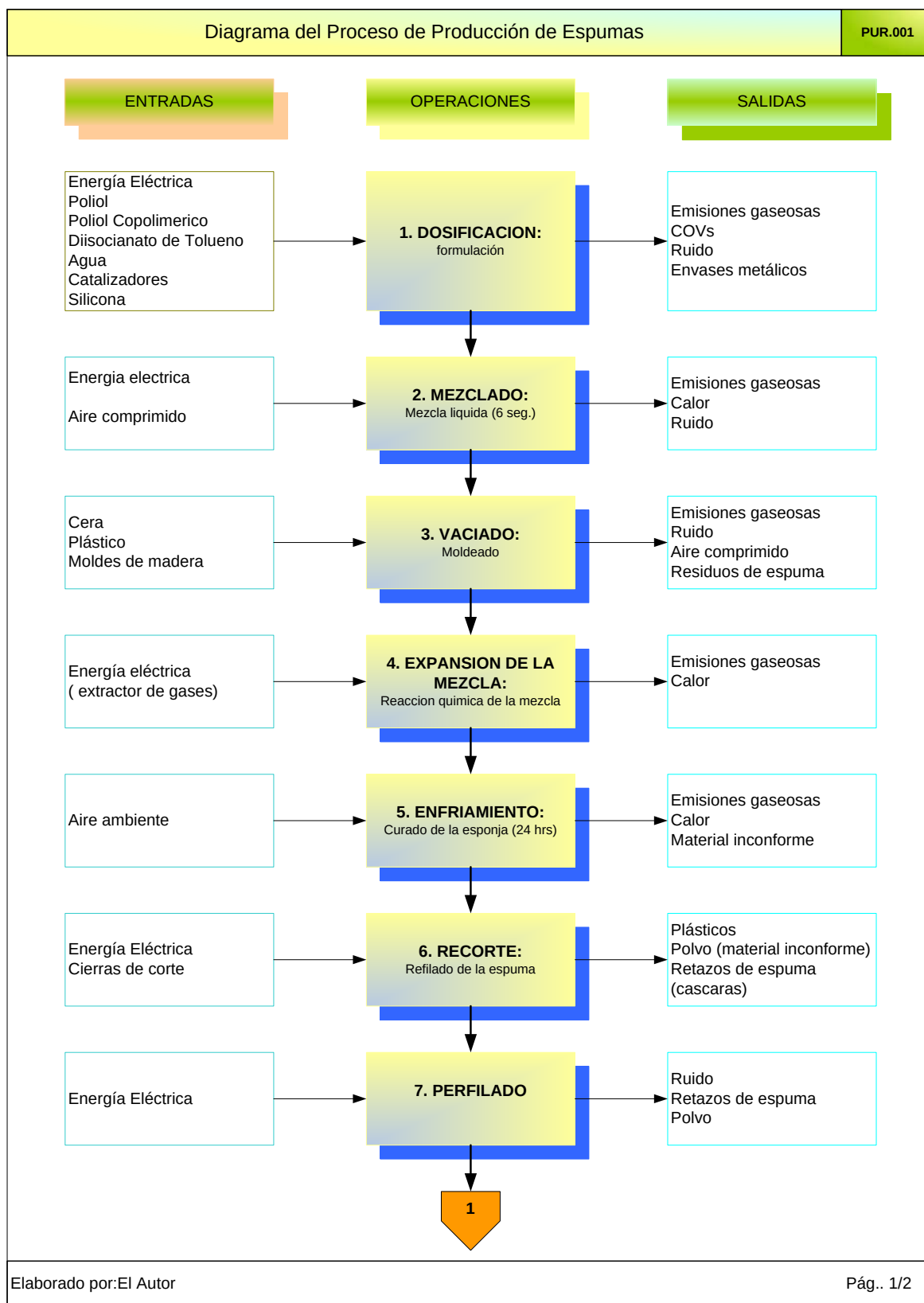
- a) Tiempo de crema: El tiempo de crema, aproximadamente 10 segundos, es el tiempo en el que el gas carbónico formado y/o los agentes de expansión auxiliares se difunden para los pequeños núcleos originales, dando una mezcla con apariencia cremosa.



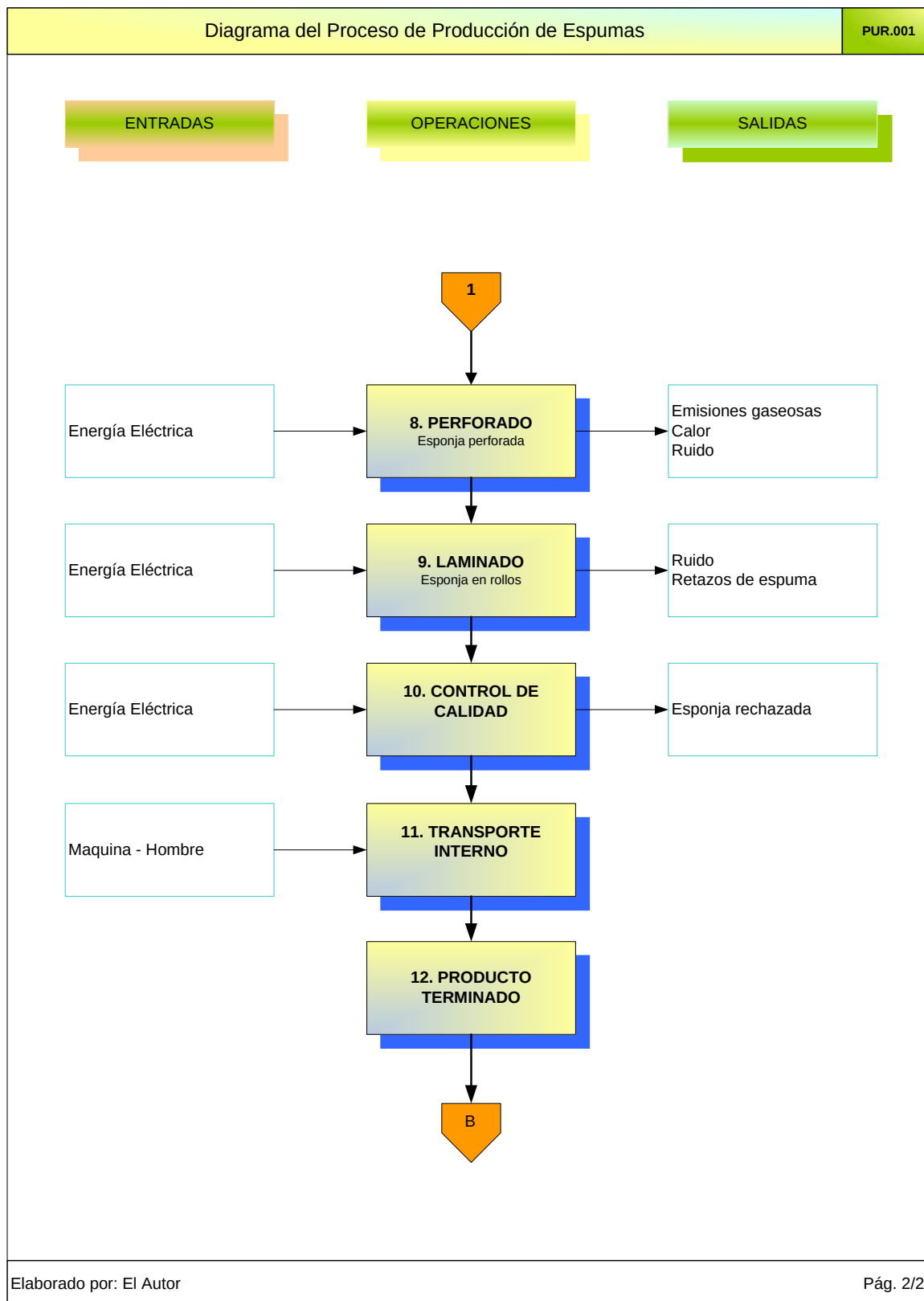
- b) Tiempo de crecimiento: Los gases se expanden como consecuencia del calor desprendido por la masa reactante, que se torna más viscosa a medida que la polimerización prosigue, un número de burbujas permanece inalterado. En el crecimiento total (aproximadamente 2 minutos) el gas presente en las células esta totalmente expandido y la espuma ocupa 70 veces el volumen original.
- c) Suspiro: Las células abiertas son formadas por la ruptura de las membranas celulares que no resisten la presión de los gases en la expansión de la espuma relajada.
- d) Tiempo de gel: La reacción de polimerización prosigue en el tiempo de gel, y es definido como el tiempo necesario para que la espuma formada presente una cierta resistencia mecánica, como resistir la penetración de una espátula.

2.1.7 Descripción del Proceso Productivo

A continuación presentamos el diagrama de flujo para la producción de la espuma:



Continúa





La elaboración de la esponjas, se lleva a cabo en las siguientes operaciones:

- 1) Las materias primas empleadas son: Diisocianato de Tolueno (TDI), poliol poliéter, poliol copolimérico, colorantes (dependiendo del tipo de esponja), catalizadores, agentes de soplado, agentes tensoactivos. Todas estas sustancias se dosifican en proporciones establecidas según la formulación. En años pasados la adición de poliol y TDI se realizaba de forma automática a través de dos ductos separados, hoy en día la adición del diisocianato de tolueno se la realiza de forma manual. Esta etapa se llama **formulación y dosificación**.
- 2) Las materias primas adicionadas se unen en un “mixer” o espumadora, la que favorece la homogenización por medio de un mezclador de eje vertical, lo que proporciona agitación mecánica eficiente, esta etapa en el flujograma se denomina **Mezclado** y es la más importante, pues la reacción química que se produce, constituye el fundamento mismo del proceso y del cual prácticamente depende la calidad del producto terminado y que se efectúa a temperatura ambiente, en un tiempo aproximado de 10 segundos.
- 3) Una vez mezclados los componentes, la mezcla fluida es depositada en una plataforma de madera que a manera de molde, la contiene durante unos pocos segundos, antes de que ocurra un aumento significativo de la viscosidad de la mezcla. A esta etapa se le denomina vaciado.
- 4) Los moldes provistos de superficies planas laterales articuladas, luego son desplazados a una zona de enfriamiento, donde se lleva a cabo el proceso de expansión de la mezcla; aquí la masa fluida se transforma en un sólido esponjoso. Durante la expansión se generan gases, los cuales son evacuados mediante un extractor. Esta etapa se denomina **expansión** y tiene una duración de entre 120 a 600 segundos, dependiendo de la densidad de la espuma y de la temperatura en la zona de producción.
- 5) Una vez completada la expansión y que la esponja sea capaz de mantener su forma, estos son trasladados a una nueva zona de enfriamiento dentro de la planta, a temperatura ambiente, en donde permanecen por el lapso de 24 horas, hasta que se completen las reacciones y la espuma adquiera la consistencia final. Esta etapa se denomina **Enfriamiento**



Cuando la dosificación no ha sido la adecuada, se presentan fallas en el proceso, los bloques pueden dañarse, ocasionando material que no cumple con las especificaciones.

- 6) Una vez desmontados los moldes, los bloques presentan irregularidades a manera de cáscaras, las que son refileadas empleando cortadoras y una vez conformado los bloques regulares, son cortados en planchas según el uso que se vaya a dar. Esta etapa se denomina Recorte y se generan retazos de esponja.
- 7) Las planchas obtenidas del corte, son sometidas a procesos de Control de Calidad, para verificar su densidad, dureza, elasticidad y otras características.
- 8) Las planchas de esponja pueden ser ya empleadas en la elaboración de los colchones o también ser insertadas en una perfiladora para obtener esponjas perforadas, este proceso emplea moldes de madera, produciendo planchas con perforaciones de diferente forma y tamaño, generándose recortes de esponja de las más variadas formas. Estas planchas perforadas son empleadas en la elaboración de determinados tipos de colchones y para la confección de almohadas.
- 9) Luego son transportadas a una bodega para su almacenaje, constituyendo el Transporte Interno.
- 10) En estas condiciones se tiene ya un producto terminado: Esponjas.

2.2 Enfoque del diagnóstico

El sector productivo, con el fin de cumplir con su objetivo, es usuaria de una gran cantidad de recursos para transformar elementos de entrada en productos. En este proceso de transformación se generan pérdidas que representan recursos que se están desperdiciando.

El impacto que tienen las actividades industriales sobre el medio ambiente son sobre todo: el consumo de energía, el uso de agua, la generación de gases al ambiente y la producción de residuos sólidos.



2.2.1 Consumo de Energía

El desarrollo actual y prospectivo del sector industrial en el Ecuador, ante una economía cada vez más abierta y globalizada requiere de acciones encaminadas a reducir costos, aumentar la competitividad de las empresas y contribuir a la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente. La eficiencia energética es una de las principales áreas de oportunidad para reducir costos, proteger el medio ambiente e incrementar la productividad del sector industrial ecuatoriano y constituye un elemento esencial dentro de la PML.

Los procesos de producción y el uso de la energía constituyen la causa fundamental del deterioro ambiental. Dentro de la empresa, este recurso se distribuye en las siguientes operaciones:

- Mezclado de catalizadores
- Producción de espuma (mixer)
- Corte horizontal y vertical
- Trituración de residuos de esponja



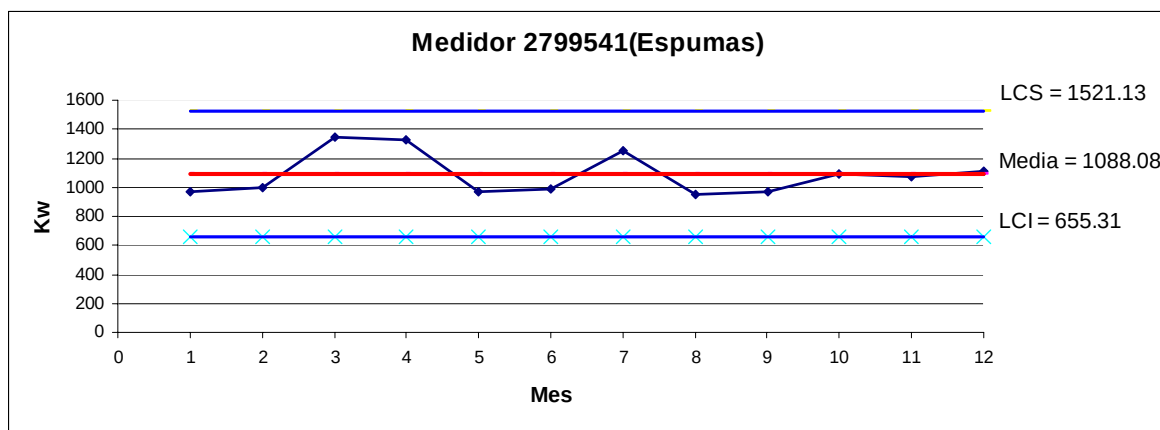
El cuadro adjunto muestra el consumo de Energía durante el 2009, correspondiente al área de Producción de Espumas.

Tabla N° 7: Consumo de Energía: Enero – Diciembre 2009

Medidor	2799541
Mes	Consumo
Enero	969
Febrero	1001
Marzo	1348
Abril	1326
Mayo	974
Junio	984
Julio	1251
Agosto	950
Septiembre	973
Octubre	1096
Noviembre	1077
Diciembre	1108

Fuente: La Empresa CICLA CIA Ltda.

Gráfico N° 1: Consumo de Energía Eléctrica Planta de espumas



Elaborado por: El Autor



Si sometemos los datos a un control estadístico, podemos observar que todos los puntos caen dentro de los límites de control superior e inferior. Si realizamos un análisis más puntual, se pueden observar tres puntos que se encuentran por encima de la media, esto se debe básicamente a que en esas épocas se construía y terminaba con la construcción y adecuación del nuevo laboratorio. Los demás puntos se mantienen por debajo de la media, con leves incrementos para fin de año, debido a un incremento en la producción. De este análisis se puede manifestar que el consumo de energía en la planta de producción de espumas es bajo.

En el [anexo "A"](#) se adjuntan copias de los pagos de energía eléctrica.

2.2.2 Consumo de agua

En la actividad manufacturera, el agua es un insumo o materia prima indispensable para las diferentes etapas del proceso de fabricación. Los requerimientos en cuanto a su calidad inicial dependen del uso final, así como la cantidad consumida en cada etapa. El consumo de agua dentro de la empresa se concentra en las siguientes operaciones

1. Como materia prima para la producción de espuma
2. Limpieza de los implementos y equipos de espumado.
3. En los baños del personal de la empresa.

Según el informe emitido por ETAPA durante la inspección realizada a la empresa en diciembre del 2009, el cual manifiesta de forma resumida: "El agua, tomada de la red pública es empleada para aseo y servicios higiénicos; y que en el proceso productivo no se observa la utilización de agua, por lo tanto en el mismo no se generan efluentes líquidos industrial"; y que mediante verificación del sistema de alcantarillado, "el mismo corresponde al uso de agua indicado", lo que permitió determinar que se trata de una industria seca.

En el [anexo "B"](#) consta el detalle de la inspección realizada por ETAPA.



2.2.3 Generación de Residuos

La Organización de Cooperación y Desarrollo (OCDE) denomina residuos *sólidos a aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo, que no han alcanzado un valor económico en el contexto en el que son producidos*¹⁸.

Esta definición es de gran importancia al poner de manifiesto que el concepto de residuo es dinámico, es decir, lo que hoy es un residuo que no sirve para nada, mañana puede ser materia prima de un proceso productivo, como consecuencia de que se haya desarrollado la adecuada tecnología de recuperación e integración en el proceso productivo, o que se den las circunstancias económicas que favorezcan la comercialización de los productos recuperados.

La generación de residuos sólidos es el resultado del aprovechamiento ineficiente que el hombre hace de los recursos naturales. Toda producción se basa en la transformación de unas materias primas extraídas del medio natural, en productos útiles para el consumo humano, dando lugar a unos subproductos o residuos no utilizables y que entran de nuevo en el medio ambiente al deshacerse de ellos el hombre. Hay que destacar que los productos útiles obtenidos una vez usados se convierten a su vez, por lo general, en residuos que también son devueltos al medio ambiente. En estas circunstancias el ciclo natural de la materia se mantiene permanentemente abierto con los riesgos que ello conlleva.

2.2.3.1 Residuos Sólidos Industriales

*Se denominan en general residuos industriales, los residuos sólidos, líquidos y pastosos producidos por las industrias básica y transformadora. Estos residuos son extraordinariamente variados en sus características, siendo por lo general acumulados y eliminados de forma intermitente por los establecimientos industriales*¹⁹.

A continuación se exponen los principales residuos resultantes de la producción de espuma:

¹⁸ Tratado Universal del Medio Ambiente Vol. IV. Pág. 395

¹⁹ Tratado Universal del Medio Ambiente Vol. IV. Pág. 409

- Envases y otros contenedores de materias primas o insumos.
- Telas
- Plástico
- Piel de esponja, resultante de la limpieza de moldes.
- Cera
- Espuma no conforme.

2.2.3.2 Residuos líquidos

Dentro de los residuos líquidos industriales, se identifican los siguientes:



- Descarga incompleta de materia prima: Polioli, T.D.I., octoato de estaño.
- Derrame de materia, producto de una incorrecta manipulación.
- Errores de formulación.

Foto N°1: T.D.I reaccionado con la humedad

2.2.3.3 Residuos peligrosos

Dentro de esta categoría tenemos:



- Envases del T.D.I.
- Guantes
- Trapos

Foto N° 2: Envase de T.D.I

En el [Anexo "C"](#) se identifican y cuantifican los residuos generados durante la producción de espuma.



2.2.4 Emisiones al Aire

El proceso de reacción y curado de la espuma generan problemas de emisión de gases y olores, especialmente durante la expansión de la espuma.

El ruido se concentra en actividades de mezcla de reactivos, perfilado de la espuma y en las operaciones de molido de retazos.

2.2.5 Aspectos de Calidad

Como se mencionó anteriormente, el proceso de producción de espuma empleado en CICLA, es del tipo discontinuo, en donde las ventajas que presenta, se ven contrastadas con los problemas que el proceso conlleva.

La espuma representa la materia prima para industrias como la colchonería y tapicería en donde, la duración, calidad y confort etc., dependen en gran medida del tipo de espuma que se utilice. La competencia que existe en este mercado, obliga a la empresa a optimizar sus procesos, a buscar la forma de ahorrar recursos, por lo que el aspecto calidad es un parámetro a tener en cuenta al momento de identificar oportunidades de mejoramiento y de reducción de la contaminación.

Entre los principales problemas que se presentan durante la producción de espumas se enlistan a continuación²⁰:

- Errores de formulación.
- Error en el pesado de componentes.
- Variación de la temperatura de los componentes.
- Variación de la temperatura ambiente.
- Contaminación de la materia prima.
- Mezcla ineficiente de los componentes.
- Materias primas inadecuadas o poco afines.

²⁰ *Entrenamiento técnico de Espumas de Poliuretano Flexibles Momentive. Junio 2007*



2.2.6 Aspectos de seguridad

Toda actividad productiva implica riesgos asociados a los procesos de transformación de las materias primas y los productos. Estos riesgos pueden ser de diferentes tipos, pero la mayoría están asociados a la salud del trabajador y el medio ambiente.

La espuma, es un material altamente inflamable, por lo que las medidas de seguridad deben estar encaminadas a precautelar las instalaciones y la integridad de los trabajadores. Además para conocer y controlar los riesgos a los que se exponen los trabajadores, estos deben ser debidamente identificados y en base a los resultados obtenidos, proponer medidas tendientes a minimizarlos.

En general los problemas de seguridad que se tienen son los siguientes:

- Falta de señalización
- Falta de un plan de emergencia en caso de incendio.
- Equipo de lucha contra incendios insuficiente.
- Falta de instrucciones para manejo de productos químicos.
- Falta de orden y mantenimiento en general.
- Falta de capacitación al personal



2.2.7 Aspectos tecnológicos

Principales equipos empleados en el proceso productivo

Tabla N °8: Procesos y Equipos

Cantidad de Equipos	Nombre de la Etapa del Diagrama	Equipo	Capacidad nominal	Unidad	Año de fabricación o instalación	Fecha de la última reforma
1	Mezclado	Espumadora (mixer)	100	Kg	1977	2004
1	Recortado	Cortadora horizontal			1990	2003
1	Recortado	Cortadora vertical			1990	2003
1	Laminado	Peladora			1992	2004
1	Perfilado	Perfiladora de contornos			1992	2004
1	Perforado	Perforadora (eje vertical)			1992	2004

Fuente: CICLA Cia Ltda

Evaluación de procesos y equipos

- La dosificación de las materias primas no es automática, permitiendo así la volatilización y el desperdicio de las mismas.
- Por ser las materias primas sustancias volátiles, durante la formación de esponja, se liberan sustancias gaseosas tóxicas, las mismas que son eliminadas por la chimenea. En esta etapa los obreros disponen de mascarillas y ropa de protección.
- Los bloques de esponja formados, presentan superficies irregulares a manera de “cáscaras”, piel gruesa, que deben ser recortados originando desperdicios ya que se trata de un producto elaborado.
- Se dispone de un área física lo suficientemente amplia, permitiendo un fácil acceso y movilización al personal de planta que labora dentro de la nave.
- Las máquinas se encuentran en buen estado de operación, satisfacen plenamente los requerimientos de la capacidad productiva de la industria, esto

no significa sin embargo que no se pueda disponer de una maquinaria mas actualizada.

Ver [anexo "D"](#) descripción de equipos

2.2.8 Aspectos Operativos

Las espumas que se elaboran dentro de la empresa comprenden densidades entre 12 y 32 Kg/m³, siendo la más alta de 100 Kg/m³ y el cual emplea retazos de espuma para su elaboración, entre las principales aplicaciones destacan la tapicería y colchonería.

Tabla N ° 9: Productos Elaborados

Espuma	Densidad (Kg/m ³)	Uso
Celeste	12	Tapicería
Blanca dura	15	Confección de hombreras
Redonda	15	Colchonería
Gris	18	Tapicería
Látex	21	Tapicería
Azul	21	Tapicería
Verde	25	Tapicería
Amarilla	25	Tapicería
Lila	25	Tapicería
Rosada	30	Tapicería
Ploma	32	Colchonería
Aglomerado	100	Tapicería/colchonería

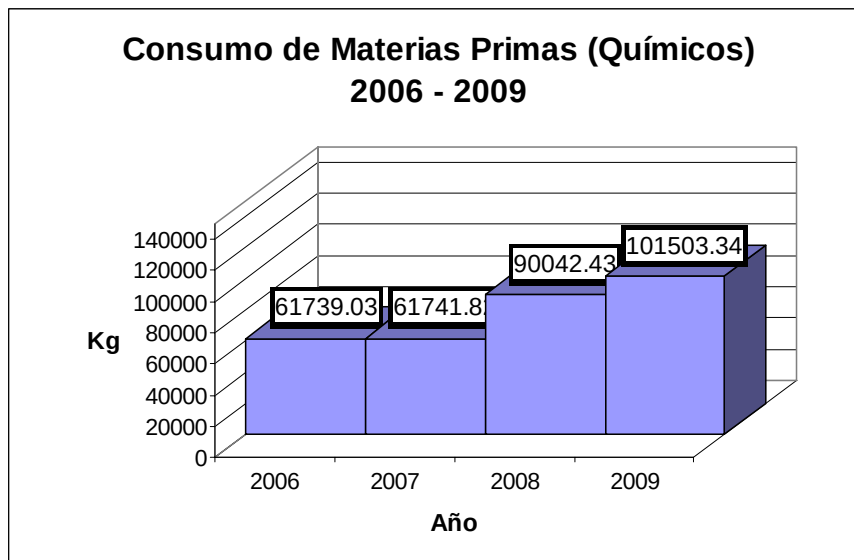
Fuente: CICLA CIA LTDA

2.2.9 Consumo de materias primas

Durante el año 2009 existió demasiada inestabilidad en el precio de las materias primas en donde la incertidumbre con la que se manejaba el mercado hacía que los precios no se mantengan estables. Esta inestabilidad en gran parte debida a la crisis mundial marcó la tónica del año, y que en conjunto con las medidas aplicadas por el gobierno, encaminadas a incentivar la producción nacional provocó un incremento en la producción y consumo de materias primas, tal como se muestra en el gráfico adjunto.



Gráfico N° 2: Consumo de Productos Químicos 2006 – 2009



Elaborado por: El Autor

Del gráfico adjunto se observa que durante los años 2006 – 2009 se tiene un incremento en el consumo de materia prima, específicamente de productos químicos.

En la tabla N°10, se indica el consumo de materiales e insumos durante el 2009, en donde se utilizó un precio promedio para las materias primas principales, debido a factores ya antes mencionados.



Tabla N°10 : Consumo de materias Primas 2009

Materia Prima	Cantidad	Unidad	\$/Kg	\$	Presentación
Poliol Poliéter	54998.50	Kg	2.55*	140246.04	Tanque plástico/ metálico
Di isocianato de Tolueno	28257.18	Kg	4.92*	139025.32	Tanque metálico
Poliol Copolimérico	15911.23	Kg	3.09*	49165.70	Tanque metálico
Silicona L-540	850.48	Kg	6.50	5528.12	Tanque metálico
Amina	52.05	Kg	12.50	650.63	Caneca plástico
Octoato de Estaño	111.78	Kg	18.53	2071.28	Caneca plástica
Cloruro de metileno	329.49	Kg	1.55	510.71	Tanque metálico
Colorante verde	19.72	Kg	22.53	444.29	Caneca plástica
Colorante azul	11.56	Kg	13.56	156.75	Caneca plástica
Colorante rojo	13.90	Kg	13.56	188.48	Caneca plástica
Colorante amarillo	13.80	Kg	18.53	255.71	Caneca plástica
Colorante negro	18.66	Kg	13	242.58	Caneca plástica
Colorante cafe	8.56	Kg	13	111.28	Caneca plástica
Plástico 5 micras	108.81	Kg	2.52	274.20	Caneca plástica
Cera	189.46	Kg	1.99	477.44	Tanque metálico

*precio promedio 2009

TOTAL	100881.28	Kg	339191.78	\$
-------	-----------	----	-----------	----

Fuente: CICLA Cia Ltda
Elaborado por: El Autor

Autor: Ing. Marcelo Mancheno



CAPITULO III

3 ANÁLISIS DEL FLUJO DE MATERIALES

Una herramienta muy importante en la implementación de un sistema de PML y que ayuda a la elaboración de los balances de materia y energía es el análisis de flujos, el cual permite tener claridad de cada uno de los pasos que se involucran en el proceso productivo para determinar con más facilidad, bien sea, la descripción del proceso en sí o los beneficios y problemas que en éste se generen.

El análisis de flujo es una herramienta de inventario usada para identificar todas las posibles fuentes de generación de desechos o consumos excesivos de materiales y energía. En algunas ocasiones se utiliza como una herramienta para identificar oportunidades de mejoramiento del proceso.

3.1 Balance de Materiales

Se entiende como balance de materiales la identificación y contabilización de todos los materiales y la energía que entran y salen de un proceso o fábrica, independientemente de su forma y composición²¹. El balance de materiales se basa en la primera ley de la termodinámica sobre la conservación de la masa y en su forma más simple, el balance de materiales puede equilibrarse de la siguiente manera:

Materia que entra = Materia que sale + Producto / consumo + Almacenamiento / acumulacion

1. Definir el alcance y objetivo del análisis y parámetros que serán monitoreados.
2. Definir el alcance del balance
3. Definir el límite de tiempo del balance
4. Listar y nombrar la secuencia del proceso.
5. Diseñar el diagrama de flujo: Flujo de materiales - aproximación cualitativa.
6. Balances: Flujo de materiales - aproximación cuantitativa.

²¹ *Cómo llevar a cabo un Diagnóstico Ambiental para la Identificación y Aprovechamiento de Oportunidades de PML en las PYME. Guía de Consultores.*



7. Interpretación de resultados y conclusiones.

Los pasos del 2 al 5 son denominados también como "análisis de sistema". En este análisis se identifican los elementos relevantes del sistema y la relación que hay entre ellos. En detalle los pasos son los siguientes:

3.1.1 Definición de Parámetros:

Seleccionar que parámetros o categorías ambientales se va a considerar en el balance de materiales, por ejemplo: el balance de materiales tendrá en cuenta materias primas y materiales auxiliares empleados en el proceso de producción.

3.1.2 El alcance del balance

El alcance de un balance puede comprender la compañía como un todo o referirse a procesos individualizados. Su definición dependerá del objetivo a analizar que se persiga: Primero, la compañía es estudiada como un todo y para identificar las posibilidades de intervención, los procesos a su vez deberán ser divididos en etapas simples e individualizadas.

3.1.3 El periodo de balance

Un balance da resultados exitosos al escoger un periodo de balance representativo. Este periodo puede ser un balance anual, mensual, un lote de producto o una semana de producción, el periodo de balance depende de la magnitud del consumo de la materia prima o insumo y del tiempo que demora la transformación de la materia prima a estudiar.

3.1.4 Listar y denominar las etapas de producción

En esta fase, los procesos son divididos en etapas relevantes de acuerdo a su estructura funcional y finalmente se representan en un diagrama de flujo. Este diagrama puede estar basado en actividades, en un equipo, en unidades de producción o en centros de ganancia económica. Como elementos gráficos, se utilizan los rectángulos para indicar las etapas del proceso de producción y flechas para los flujos de materiales que entran y salen de cada etapa.

3.1.5 Diseñar el diagrama de flujo

Todos los datos relevantes en cuanto a flujo de materiales se representan (componentes, valores, volúmenes, fuentes de datos, relevancia ecológica), de igual



manera, todos los datos importantes referentes a la secuencia del proceso o características funcionales del equipamiento que en él interviene deberán ser documentados, tales como temperatura y tamaño de un lote de producto a procesar. Estos diagramas pueden ser utilizados para bosquejar el concepto de la administración de la eliminación de desechos.

3.1.6 Balances

Al igual que en el balance total, el principio de la conservación de masa deberá ser mantenido para cualquier elemento del sistema definido como "etapa de producción". En un sistema considerado en estado estable de operación, la entrada de masas en un elemento que ejecuta un proceso deberá ser equivalente a la salida, es decir, todas las materias primas y materiales auxiliares que entran al proceso deberán salir de éste en forma de un producto, un residuo o una emisión. Por esta razón deberán ser calculadas en unidades de masa (kg.).

3.1.7 Interpretación

Interpretar un diagrama de flujo significa seguir las trayectorias de materiales (ilustrando el punto exacto donde se generan los residuos, estableciendo las relaciones entre materias primas y residuos) así como; introducir indicadores en la forma de relaciones de eficiencia (relación costo-eficiencia) y relaciones de comportamiento (eficiencia real en comparación con la eficiencia teórica proyectada) tanto para la compañía considerada como un todo como para las etapas del proceso.

Comparar la información concerniente a la eficiencia real de un proceso con valores de referencia, hace más fácil la detección de puntos débiles. Para su análisis posterior estos deben ser clasificados por orden de prioridad, lo cual eventualmente inducirá una discusión sobre el proceso internamente en la compañía. Al actualizar sistemáticamente los datos de proceso se crea un instrumento para su control técnico, lo cual permite documentar el desarrollo alcanzado en cuanto al uso de materiales utilizados y sus flujos.



Tabla N° 11: Balance de materiales Utilizados en la producción de Esponja del mes de Diciembre de 2009

ENTRADAS			PROCESO PRODUCTIVO	SALIDAS		
Materias primas, insumos y auxiliares	Agua	Energía	Etapas	Efluentes líquidos	Residuos sólidos	Emisiones atmosféricas
Polioli: 3869.58 Kg. Polioli Grafitado: 956.12 Kg T.D.I: 1943.58 Kg Silicona L-540: 58.02 Kg Amina DABCO: 2.93 Kg Octoato de Estano: 8.35 Kg Cloruro de Metileno: 36.68 Kg Colorante Negro: 0.18 Kg Colorante Verde: 1.27 Kg Colorante Amarillo: 0.18 Kg Colorante Azul: 0.15 Kg Colorante Rojo: 0.10 Kg Colorante café: 1.8 Kg	138.356 Kg	Energía Eléctrica	DOSIFICACIÓN		Envases	Emisiones gaseosas no determinadas
Mezclador de eje vertical		Energía Eléctrica	MEZCLADO	0.144 m ³ de agua de limpieza	38.9 Kg de espuma en polvo	Emisiones gaseosa
Cera : 9.51Kg Plástico producción: 15.87 Kg Molde de Madera		Energía eléctrica	VACIADO			Emisiones gaseosa
		Energía Eléctrica	EXPANSION DE LA MEZCLA		Fugas de espuma	6.99 % de Materia Prima
Aire ambiente			ENFRIAMIENTO		Material inconforme	Emisiones gaseosa



					15.87 Kg plástico 75.42 Kg residuos	
		Energía Eléctrica	RECORTE		546.32 Kg Corteza de espuma	Ruido Material particulado
		Energía Eléctrica	PERFILADO		Corteza de espuma	Ruido
Muestras de Espuma		Energía Eléctrica Aire comprimido	CONTROL DE CALIDAD		Producto Inconforme	
		Hombre – maquina	TRANSPORTE INTERNO			



Continuación

ENTRADAS	SALIDAS	
Materias Primas: 7017.296 Kg	Producto Terminado : 243.49 m³ = 5868.109 Kg de Espuma	
Total Entradas: 7042.67 Kg	Total de Salidas: Emisiones : 490.68 Kg Recortes de espuma: 546.32 Kg Espuma en polvo: 38.9 Kg Retazos de plástico: 15.87 Kg Residuos de limpieza: 75.43 Kg Espuma : 5868.10 Kg Total: 7035.30 kg	<u>Diferencia : 7.37 Kg</u>

Fuente: CICLA CIA LTDA

Elaborado por: El Autor

Como base del análisis se ha tomaron las siguientes consideraciones:

- Los datos indicados corresponden a un mes de producción.
- El presente balance no contempla las mediciones de energía, debido a que los consumos son pequeños y por lo tanto no es de interés su evaluación.
- Todas las mediciones fueron realizadas empleando una balanza romana.
- La cantidad de emisiones, han sido obtenidas como promedio de los índices de evaporación que constan en las formulaciones y que no pueden ser publicadas.
- Se considera que el total de emisiones se generan en la Etapa de Expansión de la Mezcla, es decir mientras se produce la transformación de la mezcla líquida en el molde a una fase sólida.
- La cera y el plástico se colocan para evitar que la espuma se adhiera al molde.

La diferencia que se encuentra en el balance, es posible que este asociada a pérdidas que se dan durante el proceso productivo.

3.2 Salud y Seguridad Ocupacional

3.2.1 Análisis de Riesgo

En cualquier proceso productivo es importante identificar aquellas situaciones que representen riesgos no solo en la producción, sino también las que puedan afectar a la comunidad o nicho que utiliza el producto o servicio ofrecido por la empresa.

Esta herramienta sirve para identificar y evaluar los problemas ambientales y de salud producida por la realización de actividades peligrosas y el manejo de sustancias tóxicas.

En la tabla N° 12, se identifican los riesgos a los que están expuestos los trabajadores.



Tabla N°12: IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DE RIESGO OCUPACIONALES

Etapa del Proceso de Producción	Factores de Riesgo	Descripción	Consecuencia	Medida actual de control del riesgo	Trabajadores expuestos		Método de Control
					#	hrs	
Dosificación	Físicos	Piso resbaladizo	Caída	Ninguna	2	6	Uso de zapatos con planta antideslizante
	Químicos	- Líquidos - Sustancias irritantes	- Irritación en general - Enfermedades pulmonares por inhalación de gases	Uso del EPP	2	6	Cambio periódico de filtros, guantes y botas.
	Ergonómicos	- Levantamiento y transporte de pesos. - Postura inadecuada.	- Lesiones de columna. - Dolores musculares	Ninguna	2	6	Reducir las distancias de transporte de materias primas. Solicitar ayuda cuando el peso sea mayor al que pueda levantar.
Producción de espuma (vaciado, expansión)	Físico	Piso resbaladizo	Caída	Ninguna	4	6	Limpiar las zonas donde se derrama líquidos.
		Térmico (calor)	- Aumento de la temperatura corporal y/o en la temperatura del ambiente. - Sequedad en piel y ojos.	El área de producción tiene ventilación natural	7	8	Colocar un ventilador cercano al área de curado.
		Ruido	- Trauma acústico - Malestar, irritabilidad. - Disminución progresiva de la audición.	Uso de tapones u orejeras	7	8	Realizar Mantenimiento preventivo de los equipos.
	Químico	- Líquidos - Sustancias irritantes. - Vapores - Humos	- Irritación de ojos y piel. - Enfermedades pulmonares. - Problemas respiratorios.	Utilizar el EPP	4	6	Revision periódica del equipo de protección personal.
	Ergonómico	- Posturas incorrectas - Esfuerzo físico	- Movimientos repetitivos. - Dolores musculares. - Problemas circulatorios. - Dolores de espalda. - Cansancio físico	Ninguna	4	8	- Establecer un programa de rotación del personal. - No mantener la misma posición por espacios de tiempo muy largos .
Enfriamiento	Físico	Térmico	Quemadura	Utilizar guantes	2	6	Dar mayor tiempo para desmolde de bloques Utilizar siempre guantes



En el [anexo "E"](#) constan un fragmento de las mediciones de ruido y de emisiones realizados como parte del diagnóstico ambiental realizado en la empresa, en donde se puede observar que la empresa cumple con la normativa vigente.

3.3 COSTOS POR INEFICIENCIA

El análisis de los costos por ineficiencia tiene su origen en el hecho de que la contaminación proveniente de procesos productivos es resultado del manejo ineficiente de los insumos de producción, como son la materia prima, la energía, el agua u otros aditivos, y los costos del manejo de estos insumos en el caso de no ser aprovechados adecuadamente²².

Estas ineficiencias se muestran en los costos relacionados con el manejo ambiental, los costos de no calidad y los costos de oportunidad por el no aprovechamiento de recursos. Se hará énfasis en los costos de la no calidad.

Los costos de no calidad incluido en los costos de ineficiencia se relacionan con las pérdidas en materia prima, hora de máquina y mano de obra (operativa y/o administrativa) requeridas en la producción de bienes que no pueden ser comercializadas por su máximo valor agregado. Además, estos productos que no cumplen con los estándares de calidad, representan costos de oportunidad por ventas no realizadas y por la capacidad no aprovechada.

Una manera de definir la ineficiencia es el grado de aprovechamiento de los recursos requeridos para producir un producto o servicio. Así, *los costos de ineficiencia se definen como los gastos que no fueron estrictamente necesarios para obtener los mismos beneficios²³.*

3.3.1 Costos relacionados con la no calidad

- Pérdida en materia prima: Gasto de materia prima no convertida en producto y no aprovechada.
- Pérdida en hora/máquina: Gasto de hora/máquina en la transformación de materia prima no convertida en producto. Dentro del valor de esta pérdida se puede considerar también el gasto en energía y otros insumos utilizados en el proceso de transformación del material no aprovechado.

²² Producción Más Limpia. Paradigma de Gestión Ambiental. Pág. 157

²³ Producción Más Limpia. Paradigma de Gestión Ambiental. Pág. 168

- Pérdida en mano de obra operativa: El gasto relacionado con el operario en la “producción” del desperdicio.
- Pérdidas de ingresos potenciales por aprovechamiento del material/producto desperdiciado: Al lado de representar un gasto en materia prima, el mismo material/producto representa un valor potencial en el caso de ser aprovechado de manera eficiente. El hecho de no ser aprovechado también se puede considerar como una pérdida que se relaciona con la ineficiencia.

Entre los problemas de calidad que con mayor frecuencia se presentan en las esponjas se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla N°13: Resumen de defectos mas frecuentes en las esponjas.

Aspectos	Descripción
	Explosiones laterales y frontales, problemas mas frecuentes en espumas que utilizan cloruro de metileno
	Explosión lateral
	Explosión frontal superior
	Explosión superior
	Bloques irregulares, especialmente en la parte superior

Elaborado por: El Autor

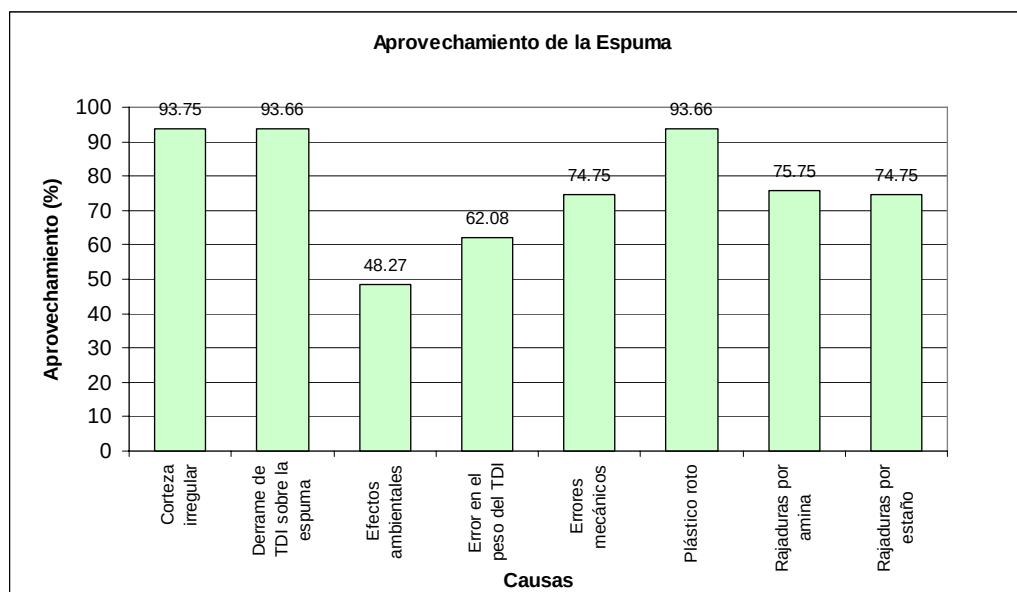
Se podrían indicar más defectos pero este no es el objetivo del presente trabajo, es que haremos un resumen de defectos y su frecuencia, el porcentaje de aprovechamiento así como del desperdicio generado:

Tabla N°14: Defectos de la espuma y % de aprovechamiento

Causa de las fallas	% Defectos	% Aprovechado	% Desperdicio
Corteza irregular	13.6	93.75	6.25
Derrame de TDI sobre la espuma	1.82	93.66	6.34
Efectos ambientales	1.82	48.27	51.73
Error en el peso del TDI	3.6	62.08	37.92
Errores mecánicos	2.7	74.75	25.25
Plástico roto	0.9	93.66	6.34
Rajaduras por amina	0.9	75.75	24.25
Rajaduras por estaño	3.6	74.75	25.25

Elaborado por: El Autor

Gráfico N° 3: Defectos vs % Aprovechamiento de la Espuma



Elaborado por: El autor

En el gráfico adjunto, se pueden observar que cuando la causa de los problemas se debe a efectos ambientales, el desperdicio es mayor a lo que realmente se utiliza.



3.3.2 Costos por ineficiencia identificados en la producción de espumas

Para determinar los costos por ineficiencia, se utilizaron datos del mes de diciembre del año 2009.

Tabla N°15: Producción Diciembre 2009

Mes : Diciembre 2009	
Numero de bloques	110 = 242.98 m ³
% defectuosos	0.88
% desperdicio	22.24
Costo de materiales	2848.14
% evaporación	7.93
Recortes de Espuma (Kg)	974.60 (9.31%)

Elaborado por el Autor

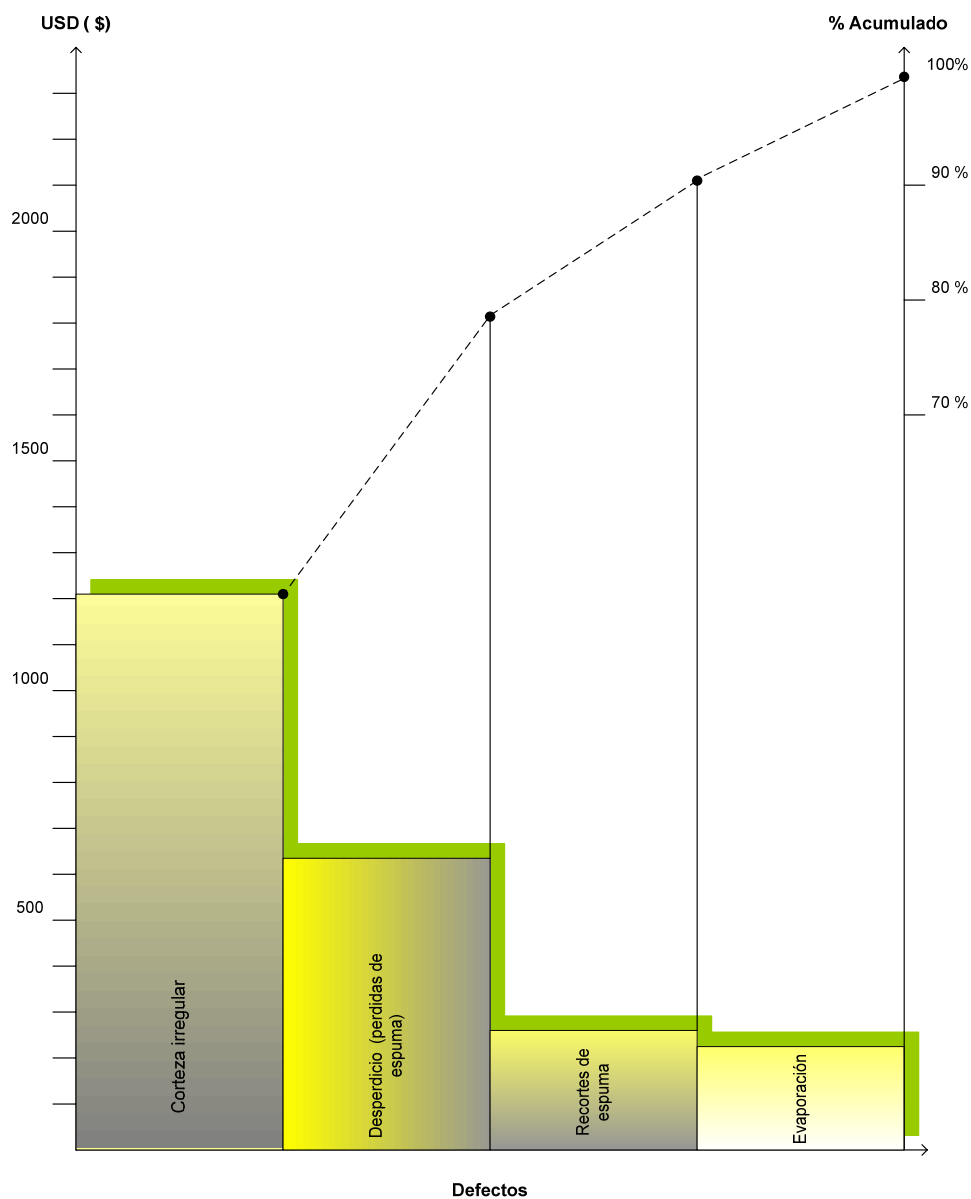
De los datos anteriores se obtienen los siguientes Costos por ineficiencia:

Tabla N°16: Costos por ineficiencia

Rubro	Cálculo Total	Precio USD	%	% acumulado
Corteza irregular	6.25 X 242.98 X 79.11	1201.38	51.65	51.65
% desperdicio (pérdidas de espuma)	22.24 % X 2848.14	633.43	27.23	78.89
Recortes de espuma	9.31% X 2848.14	265.21	11.40	90.29
Evaporación	7.93 % X 2848.14	225.85	9.71	100
TOTAL		2325.87	100	

*El costo promedio del m³ de espuma se encuentra en 79.11 \$/m³

Elaborado por: El Autor

Gráfico N° 4: Diagrama de Pareto**DIAGRAMA DE PARETO DE COSTOS DE INEFICIENCIA ENCONTRADAS EN LA PRODUCCION DE ESPUMAS**

Elaborado por: El autor

Del resultado anterior se puede resumir que alrededor del 80% de la ineficiencia que se presentan en la producción de espumas, corresponden a corteza irregular y al desperdicio de espuma, por lo que las opciones de mejora se enfocaran a su reducción.



3.3.3 Causa de las ineficiencias²⁴

Una vez obtenido el balance de materia y energía de los procesos unitarios prioritarios, éste debe de ser utilizado como la herramienta básica para identificar las causas de la generación de emisiones y residuos o los factores responsables de las ineficiencias en estos procesos.

Con esta base puede determinarse que variables hay que cambiar y/o modificar para lograr una adecuada actividad productiva. Estas variables pueden deberse a diversos factores tales como:

1. Causas relacionadas con la materia prima que afecta la actividad productiva:

- Calidad de materias primas
- Escasez de materiales
- Sistema de administración de compras
- Inadecuado almacenamiento

2. Causas relacionadas con la tecnología:

- Falta de mantenimiento e inadecuada operación
- Mal diseño del proceso o del equipo
- Mala disposición de las instalaciones
- Tecnología obsoleta

3. Causas relacionadas con las prácticas operativas:

- Falta de personal calificado
- Desmotivación de los empleados

4. Causas relacionadas con los residuos

- No se tiene un programa de reuso o reciclaje

²⁴ *Guía de Producción Más Limpia CET - Perú*



- No se tiene una estimación de costos por el concepto de generación de residuos

Con esta información se obtiene el siguiente resultado para la producción de espuma.

Tabla N° 17: Defectos y sus posibles causas

Defecto	Causa debida a:
Calidad	Proceso : ➤ Proceso discontinuo ➤ El 80 % aproximadamente del proceso es manual ➤ Formulación errónea. ➤ Moldes obsoletos ➤ Mezcla ineficiente Materia Prima: ➤ Materia prima contaminada ➤ Sensible a cambios de temperatura ➤ Incompatible con los demás reactivos ➤ Temperatura incorrecta de las materias primas Personal: ➤ Cansancio físico y mental ➤ Ambiente contaminado ➤ Errores en el pesado ➤ Falta de capacitación ➤ Excesiva rotación del personal Mantenimiento : ➤ Falta de un programa de mantenimiento ➤ Maquinaria que ya cumplió su ciclo de vida Ambiente ➤ Ambiente frío
Cáscara gruesa	➤ Excesiva nucleación (aire en la mezcla) lo que acarrea fallas en la estructura celular. ➤ Temperatura de las materias primas



- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">➤ Errores mecánicos.➤ Falta de limpieza de moldes |
|--|--|

Elaborado por: El autor

CAPITULO IV

4 ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

Las principales consideraciones para el desarrollo de las alternativas de PML se enfocan hacia su aplicabilidad práctica (enmarcadas en el contexto de la empresa y su capacidad técnica y económica), y el nivel de detalle de su descripción que facilitará la toma de decisiones sobre su implementación (decisiones concretas, con un presupuesto que incluya el cálculo del retorno de la inversión, y una estimación de los efectos ambientales positivos).

Las alternativas deben ser de carácter preventivo, enfocadas a la disminución de las ineficiencias descubiertas en los procesos críticos. Las mejores alternativas son aquellas que tienen un retorno de la inversión más rápido, y estas son las que nacen del cambio en la gestión del proceso, o las que generalmente nacen de las buenas prácticas de manufactura.

El retorno de la inversión o período de recuperación es el tiempo necesario para que la inversión hecha para la implementación de la alternativa sea compensada con los ahorros generados en el proceso, luego de la implementación. A menor tiempo de retorno, mejor será la alternativa propuesta.

4.1 Buenas Prácticas de Manufactura

Las buenas Prácticas Preventivas pueden definirse como un conjunto de medidas enfocadas a la adecuada gestión y organización de la empresa, y a la optimización



*tanto de recursos humanos como materiales, con el fin de disminuir residuos y emisiones*²⁵.

La importancia de las buenas prácticas radica en que son medidas de carácter preventivo que buscan atacar las causas de los problemas a través de medidas sencillas y económicas, sin recurrir a mecanismos tecnológicos que no puedan ser costeados, en su mayoría, por pequeñas o medianas empresas. Las buenas prácticas se ajustan muy bien a los principios de la Producción Más Limpia, ya que buscan que el empresario haga un uso eficiente de sus recursos y ayude a la minimización de los residuos sin recurrir a medidas de “fin de tubo”.

Las Buenas Prácticas de Producción se enfocan básicamente para establecer:

- *Sistemas de inspección en todos los procesos críticos de la producción y muestreos planificados*; lo que permite reducir las pérdidas de materias primas y productos y garantizar la calidad de la producción.
- *Programa de mantenimiento preventivo planificado* en todas las áreas para evitar fugas, pérdidas de recursos y mantener la tecnología instalada en óptimas condiciones.
- *Disciplina tecnológica* para asegurar el eficiente manejo de todos los recursos, el orden de los puestos de trabajos y el cumplimiento de los programas de trabajo planificados.
- *Entrenamiento* a los trabajadores responsables de realizar las diferentes actividades productivas antes de desempeñar las funciones inherentes a sus respectivos puestos de trabajo, así como garantizar la participación de estos trabajadores en eventos y talleres sobre PML, temas técnicos y ambientales.
- *Disponer de todas las normativas* ambientales, jurídicas y medios para cumplir con las normas de higiene y seguridad de los trabajadores.
- *Establecimiento de Sistemas de Gestión y certificaciones* para las producciones tales como las normas ISO 9001:2000 en la que puede actuar como certificadora la Sociedad Bureau Verita, entre otras.
- *Mejor control del proceso*, resultan de gran ayuda los registros estadísticos de los consumos diarios de los diferentes insumos como agua, energía eléctrica,

²⁵ *Producción Más Limpia. Paradigma de Gestión Ambiental. Pág. 208*

combustibles, materia prima y recursos auxiliares que utiliza la industria durante la ejecución de los procesos productivos.

4.1.1 Buenas Prácticas de Manufactura para la Optimización de Procesos

La administración de los procesos de producción tiene como objetivo la aplicación de técnicas de ahorro de insumos, como la energía, el agua y las materias primas, estas técnicas de ahorro se denominan Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

La asimilación de tecnologías más limpias es un paso posterior dentro de la aplicación de la Producción más Limpia. Esto implica la inversión en equipos que aumentan la eficiencia de los procesos, haciéndolos más económicos y generando menos residuos. A diferencia de las tecnologías de “fin de tubo”, las inversiones en tecnologías son recuperables, ya que en su operación se generan ahorros que eventualmente cubren la inversión.

Tanto las buenas prácticas como las tecnologías limpias son aplicables a todos los procesos productivos de la empresa, como son: a) gestión de proveedores, b) almacenamiento, c) alimentación, d) proceso productivo, y d) manejo de residuos²⁶.

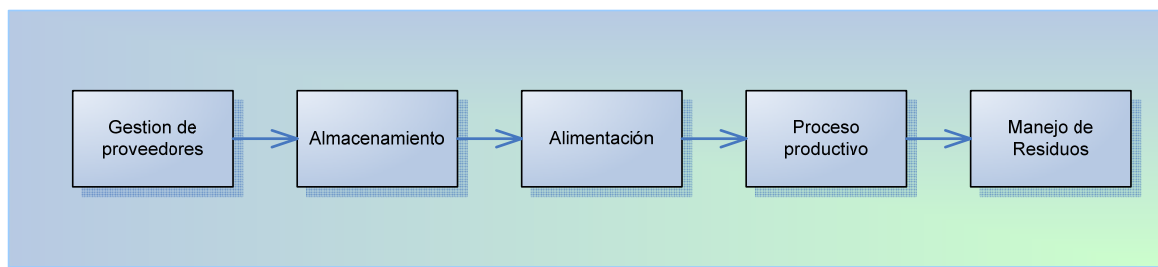


Fig. N°9: Ciclo productivo en una empresa

Los resultados de las intervenciones en cada una de las etapas del ciclo productivo difieren en cuanto a su alcance y las medidas que se deben diseñar.

4.1.1.1 Gestión de Proveedores

Aunque no sea tan “visible”, se genera un impacto importante en la calidad del producto y en la eficiencia total de la empresa. Una adecuada selección de

²⁶ Producción Más Limpia. Paradigma de Gestión Ambiental. Pág. 209



proveedores de materia primas e insumos tiene que ver en muchos casos con una mayor vida útil de equipos y máquinas, con una mejor calidad y aprovechamiento de las características de las materias primas y con la reducción de contaminación causada por impurezas, además le permitirle al empresario optar por materiales de bajo impacto ambiental.

4.1.1.2 Almacenamiento

Con una adecuada gestión, se permite que las materias primas e insumos no sufran daños por su mala ubicación, su manejo y rotación deficiente, que escapen o pierdan sus propiedades por utilizar recipientes inadecuados o por mala ventilación, entre otras razones.

4.1.1.3 Alimentación

Entendida como el transporte de materias primas desde el lugar donde están almacenadas hasta donde ingresan al proceso de producción, es una etapa a la que se relaciona poco con las ineficiencias de los procesos productivos. Sin embargo, existe la probabilidad de que durante el transporte se generen residuos e impactos ambientales negativos derivados de las acciones de carga, traslados y descarga de las materias primas.

4.1.1.4 Proceso productivo

Las mejoras que en esta etapa puedan aplicarse, dependen de las características propias de cada proceso y empresa.

4.1.1.5 Residuos

Los residuos que se generan durante todos el ciclo del proceso productivo causan problemas ambientales, pérdidas de materiales y de energía, y motivan inversiones para controlar la contaminación.



4.1.2 Tecnologías más limpias para la optimización de procesos y productos

La adopción de Tecnologías Más Limpias es un nivel de la Gestión ambiental que, por lo general, se adelanta a la puesta en marcha de la Buenas Prácticas de Manufactura. Implica la inversión en equipos que aumentan la eficiencia de los procesos, haciéndolos más económicos y generando menos residuos.

La implementación de Tecnologías mas Limpias requiere una capacidad técnica y financiera que permita definir las mejores alternativas para la empresa. El desarrollo de esa capacidad incorpora diversas actividades y estrategias: visitas a ferias, orientación por parte de gremios y proveedores de maquinaria y acompañamiento de consultores especializados.

La adopción exitosa de Tecnologías Más Limpias en la empresa, depende del análisis de variables como:

1. Nombre de la tecnología
2. Ventajas económicas, funcionales y ambientales.
3. Costo de inversión
4. Descripción de la tecnología
5. Especificaciones Técnicas
6. Cálculo de retorno de la inversión
7. Datos de contacto de proveedores.

En todo caso, la adopción de tecnologías limpias debe obedecer a una necesidad identificada y estudiada en el interior de la empresa, y no simplemente a la fuerza de innovación del mercado.

A continuación se resumen un conjunto de BPM para la producción de Esponja:



BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA PARA EL USO EFICIENTE DE MATERIAS PRIMAS
Empresa: CICLA CIA LTDA **Sección: ESPUMAS**

	POLITICA	PLANEACIÓN	OPERACIÓN	CONTROL	REVISIÓN
GESTIÓN DE PROVEEDORES	Incentivar en la medida de lo posible a aquellos proveedores comprometidos con el control de calidad y la gestión ambiental mediante la inclusión de estos criterios dentro de los utilizados para la selección de proveedores	Llevar a cabo un estricto control de los proveedores y de la calidad de las materias primas e insumos que se reciben , con el fin de asegurar la calidad del producto final.	Llevar a cabo un control estricto de las materias primas y el sistema de distribución del proveedor deben ser compatibles con los requerimientos de almacenamiento, transporte, manejo y alimentación del proceso de la empresa.	Realizar evaluaciones periódicas al proveedor considerando: tiempos de entrega, disponibilidad de materias primas y calidad de materias primas	- Revisar las estadísticas de producción y evaluar los resultados obtenidos . - Reenviar las materias primas rechazadas al proveedor, quien asumirá los costos de transporte y manejo
ALMACENAMIENTO	Instrumentar un Programa de almacenamiento e inventario, que permita conocer en todo momento la cantidad, tipo y emplazamiento de materiales disponibles para su adecuada administración.	- Lograr que los inventarios de materias primas respondan al programa de producción y los de productos a la demanda de los clientes para evitar acumulaciones. - Mantener la zona de almacenamiento limpia a fin de evitar afectaciones a los materiales y productos, y en seco para evitar la generación de residuos industriales líquidos.	- Programas una adecuada rotación , uso y control de la materia prima. - Evitar mezclas de materias primas e insumos con otros productos o residuos.	- Reciclar, comercializar las materias primas e insumos caducos, contaminados, danados o que no puedan ser utilizados en el proceso. - Implementar un programa de almacenamiento que permita el monitoreo del estado de las materias primas	Efectuar revisiones periódicas (semanal) del Programa de Almacenamiento y verificar el estado de las materias primas.
ALIMENTACIÓN O TRANSPORTE INTERNO A LOS PROCESOS	Establecer procedimientos claros y estandarizados para el transporte interno y manejo de las materias primas.	Revisar periódicamente el estado de los equipos y herramientas utilizados en el proceso de alimentación/ transporte interno.	- Mantener despejadas las vías de movilización , y contar con el espacio suficiente para la maniobra. - Automatizar en la medida de lo posible los procesos de alimentación. - Cargar por separado cada materia prima a fin de evitar la contaminación cruzada. - Disponer de un Kit de limpieza en caso de derrames o fugas.	- Implementar los procedimientos de transporte y manipulación de materias primas. - Verificar el estado del kit de limpieza.	Llevar un registro de las pérdidas que se generan en las diferentes operaciones de manejo y alimentación de las materias primas. En el deben consignarse las cantidades y las razones aparentes de dichas pérdidas.

Autor:

Elaborado por: El Autor

Pág.. 1/2



BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA PARA EL USO EFICIENTE DE MATERIAS PRIMAS
Empresa: CICLA CIA LTDA **Sección: ESPUMAS**

	POLITICA	PLANEACIÓN	OPERACIÓN	CONTROL	REVISIÓN
PROCESO DE PRODUCCIÓN	- Disponer de una política rigurosa respecto a la calidad de sus materias primas, insumos y productos, que establezca las características de estos, los criterios de calificación así como el porcentaje máximo de aceptación del proceso.. - Orientar la formulación de cada tipo de espuma en función del grado de afinidad entre materias primas (ver anexo) - Modernizar el equipo de espumado mediante la automatización de procesos críticos como lo es el vaciado de Diisocianato de Tolueno. (ver anexo) - Implementar un sistema de precalentamiento de materias primas	- implementar un Programa de mantenimiento Preventivo y de calibración de todos sus equipos y maquinaria, acorde a las características del proceso que incluya la capacitación a los operarios. - Implementar un programa de control de procesos	- Controlar los parametros relevantes de operacion para cada etapa de los procesos de produccion: Volumen del molde Concentracion de reactivos. Temperatura de Materias Primas Presion de aire Velocidad de Mezcla Tiempo de inyeccion. Tiempo de reaccion Descenso del bloque - Verificar el tipo, marca y disponibilidad de materias primas. - Capacitar al personal sobre las características de las materias primas y las precauciones a tomarse en cuenta.	- Elaborar estadísticas de defectos en la espuma y sus posibles causas. - Proveer al sistema de espuma de medidores de caudal y temperatura. - Cronometrar los tiempos de reaccion de la espuma. - Verificar que los procedimientos manuales sean ejecutados con las debidas normas de seguridad.	Establecer indicadores de productividad y desempeño del proceso para identificar en que momentos y bajo que condiciones estos pueden varian y el por qué de su variación.
MANEJO DE RESIDUOS	Generar procesos mas amigables con el medio ambiente.	Implementar modificaciones al proceso tendientes a reducir desperdicios.	- Equilibrar la formulacion de la espuma tomando en consideracion la temperatra ambiente, tipo de maquina y densidad. - Emplear otro tipo de desmoldante. - Separar los residuos de acuerdo a las características fisicoquímicas, propiedades, riesgo, vida media útil, requerimientos de tratamiento,etc.	- Verificar nivel de contraccion de la espuma. - Verificar temperatura de materias primas. - Cronometrar tiempo de reaccion - Monitorear los tiempos de agitacion y mezcla. - Clasificar y etiquetar los residuos generados y ubicados de acuerdo a la normatia vigente.	- Pesar las cortezas de la espuma. - Efectuar mediciones del espesor de la corteza. - Elaborar estadísticas, para determinar el tipo de espuma con mayor corteza. - Monitorear la cantidad del residuos generados por lote de producción.

Auto

4.2 Evaluación preliminar

Con la finalidad de determinar la factibilidad, técnica, económica y ambiental, las opciones de Producción Más Limpia seleccionadas deben de ser sometidas a las siguientes evaluaciones:

- Opciones técnicas vs. Procedimientos
- Opciones relativamente sencillas vs. opciones complejas
- Opciones de bajo, medio o alto costo

Para cada medida de Producción Más Limpia seleccionada, se debe determinar el tipo de evaluación (técnica, ambiental, y/o económica) necesaria para tomar una decisión sobre su viabilidad, y la profundidad con la que se realizarán las evaluaciones consideradas necesarias.

Por ejemplo, una medida de Producción Más Limpia basada en la sustitución de insumos o en un cambio tecnológico en una operación unitaria posiblemente requiera de una evaluación técnica, ambiental y económica detallada, mientras que una medida sencilla basada en la motivación de empleados posiblemente necesite solamente una rápida evaluación ambiental y económica.

4.3 Proceso de análisis

Una vez identificadas las oportunidades de mejora, hay que proceder a evaluar la viabilidad dentro de la empresa. El objetivo de este análisis consiste en proporcionar información básica a la empresa sobre las implicaciones técnicas y económicas que ello supondría.

De este modo, y en función de una serie de factores, como es el caso de los recursos económicos, los recursos humanos, la cultura organizativa, etc., la empresa puede decidir la estrategia de implantación de las diferentes alternativas propuestas.



Para que esta evaluación siga un orden lógico, analizaremos en primer lugar la **viabilidad técnica**, ya que según el resultado de este análisis, la alternativa que se desea implantar podría ser rechazada.

Si después de esta evaluación de la viabilidad técnica se concluye que no existen grandes dificultades para que se implante, se procederá a evaluar la **viabilidad económica**, para proporcionar a la empresa una información adecuada sobre los aspectos económicos que implicaría la aplicación de la alternativa.

En la *Figura N°10*, se muestran los criterios que se aplican en el proceso de análisis de las viabilidades; dichos criterios son indicativos, y pueden ser modificados en función de las necesidades de la empresa y de las regulaciones existentes en el país.

PROCESO DE ANALISIS DE VIABILIDADES

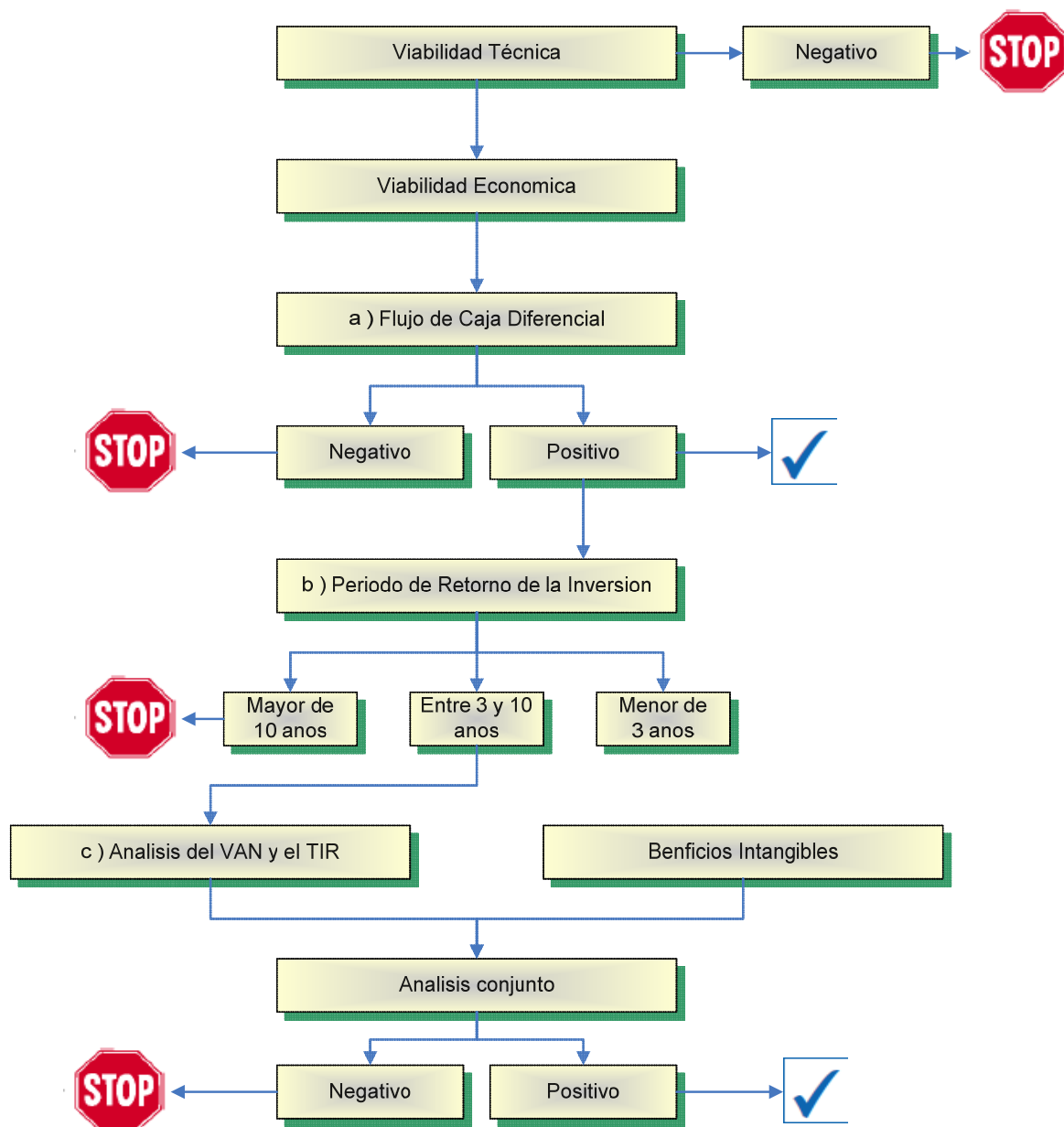


Fig. N° 10: Proceso de Análisis Económico

Fuente: Diagnóstico Ambiental de Oportunidades de Minimización



4.4 Evaluación técnica

Al realizar la evaluación técnica, se debe tener en cuenta la particularidad de cada empresa, puesto que está sujeta a condiciones especiales que podrían suponer la imposibilidad de implantar la alternativa analizada debido a las condiciones particulares de la misma.

Los aspectos que es preciso analizar, como mínimo, son los siguientes:

- Los cambios que las alternativas aplicadas pueden suponer sobre el producto, y que varían la función para la cual éste fue diseñado.
- La disponibilidad de espacio en la planta para las instalaciones adicionales que se requieran.
- El tipo de preparación que se precisa para las instalaciones adicionales, así como los servicios que se necesitarán para su implantación (agua para procesos, agua para refrigeración, vapor, electricidad, aire comprimido, gas inerte, etc.).
- El tiempo necesario para la instalación y la puesta en marcha, detallando la disminución de la producción que se producirá por la parada de la línea afectada.
- La flexibilidad del nuevo proceso en la fase de producción de cara a introducir nuevos cambios en un futuro.
- Conocimiento suficiente de la tecnología propuesta, grado de especialización necesaria y personal que se requiere para que funcione.
- Disponibilidad de los suministradores para los nuevos procesos, así como para los nuevos equipos y materiales que se utilizarán.
- Mantenimiento que necesiten los nuevos equipos, y proveedores para llevarlo a cabo.
- Implicaciones legales y administrativas de todos los cambios.

Para este tipo de evaluación, se recomienda utilizar previamente la siguiente lista de chequeo:



LISTA DE CHEQUEO PARA LA EVALUACION TECNICA ²⁷					
Empresa: _____		Elaboró: _____		Fecha: _____	
Puntos a Evaluar	Si	No	No se Sabe	No Aplica	Observaciones
¿Es sencillo redefinir los nuevos procedimientos de producción con la nueva alternativa de P+L?					
¿Para el caso de cambio de materias primas propuesto, es fácil definir las especificaciones para las nuevas materias primas e insumos?					
¿La alternativa de P+L afecta sin ningún trauma importante los procedimientos de producción?					
¿Se van a necesitar servicios industriales (agua, aire comprimido, electricidad, vapor, etc.)?					
¿La alternativa de P+L afecta significativamente a los procedimientos de producción?					
¿La opción mantiene o mejora la calidad del producto o servicio?					
¿Se afecta la capacidad de producción o servicio de la empresa?					
¿Se requiere interrumpir la producción?					
¿Se requiere contratar nuevo personal?					
¿Se requiere entrenamiento adicional al personal que ya tiene la empresa?					
¿Se requieren trámites administrativos y legales para la alternativa?					
¿Se requieren servicios de laboratorio?					
¿Se requiere aumentar las tareas de control de calidad?					
¿Se requiere aumentar la capacidad de almacenamiento de materiales/productos?					

²⁷ Alternativas de PML en las PYME del sector servicios. Guía para consultores



Concepto: *La alternativa de PML propuesta se puede llevar a cabo con los medios tecnológicos disponibles:*

Si__ No__ Dudosa__

4.5 Evaluación económica

Este análisis tiene como objetivo valorar los principales aspectos económicos que implicaría la implantación de la alternativa para la empresa.

Existe gran cantidad de herramientas que han sido desarrolladas, pero la más básica y, al mismo tiempo, la más adecuada es el período de retorno de la inversión.

4.5.1 Período de retorno de la inversión (PRI)

Lo definimos como el tiempo necesario para que el flujo de caja diferencial acumulado compense la inversión realizada para el proyecto²⁸.

Definimos el flujo de caja diferencial como el ahorro neto imputable a la implantación de la alternativa propuesta en comparación con el actual proceso productivo.

De este modo, el empresario puede conocer el momento a partir del cual los cambios introducidos en su empresa empezarán a generar beneficios netos.

Lo calculamos del siguiente modo:

$$PRI = \frac{INVERSION\ REALIZADA}{FLUJO\ DE\ CAJA\ DIFERENCIAL}$$

²⁸ Diagnóstico Ambiental de Oportunidades de Minimización. Ministerio del Medio Ambiente de España.



El resultado de este cambio es un período de tiempo, y lo valoraremos como económicamente atractivo cuando sea inferior a tres años. Si este PRI fuese superior a tres años, proponemos que la empresa profundice en el análisis económico.

Los conceptos de valor actual y valor futuro, flujo de caja, valor actual neto, y tasa interna de retorno son métodos más sofisticados y son utilizados para realizar evaluaciones de medidas complejas o costosas que requieren un análisis económico más detallado.

La mayoría de empresas utilizan la tasa interna de retorno (TIR) para priorizar proyectos de inversión que están compitiendo por financiamiento.

4.6 Evaluación ambiental

Este tipo de evaluación esta destinada a cuantificar el grado de reducción en la generación de emisiones, residuos, consumo de energía, consumo de materia prima etc.

Una buena alternativa es comparar los balances de materiales y energía actuales y proyectados de la operación unitaria con el fin de evaluar el impacto ambiental de la opción, para luego eliminar las opciones que no tienen un impacto ambiental favorable.

Como criterio de selección debe de darse mayor peso a aquellas opciones cuya implantación, signifique una reducción de alta escala.

Para este tipo de evaluación se recomienda utilizar el siguiente check – list



LISTA DE CHEQUEO PARA LA EVALUACION AMBIENTAL ²⁹					
Empresa: _____		Elaboró: _____		Fecha: _____	
Puntos a Evaluar	Si	No	No se Sabe	No Aplica	Observaciones
¿La alternativa propuesta permite cumplir con las leyes y regulaciones aplicables?					
¿La alternativa propuesta ayuda a disminuir el impacto ambiental causado por las actividades de la empresa?					
¿La alternativa propuesta permite una disminución en el consumo de materias primas?					
¿La alternativa propuesta disminuye el riesgo de accidentes que afectan el medio ambiente?					
¿La alternativa propuesta mejora la imagen de la empresa y de sus productos?					
¿La alternativa propuesta mejora las condiciones laborales de los trabajadores?					
¿La alternativa propuesta mejora las relaciones con la comunidad vecina, autoridades ambientales y otras partes interesadas?					
¿La alternativa propuesta genera algún residuo sólido, líquido o gaseoso?					
¿La alternativa propuesta cambia la toxicidad, degradabilidad o tratabilidad de los residuos?					
Otros					

Concepto: *La alternativa de PML propuesta mejora el desempeño ambiental de la empresa:*

Si__ No__ Dudosa__

²⁹ Alternativas de PML en las PYME del sector servicios. Guía para consultores



4.7 Beneficios intangibles

El empresario, en el momento de tomar la decisión de implantar un cambio en su sistema productivo, precisa elementos objetivos y cuantificables para encaminar su actuación, pero no puede olvidarse nunca de una serie de beneficios que, de forma paralela, se generan para su empresa y que se derivan de este cambio. Son lo que denominamos beneficios intangibles.

Son difícilmente cuantificables y, habitualmente, sólo se pueden valorar mediante criterios cualitativos.

En muchas ocasiones, son tan importantes o más que el propio análisis de rentabilidad; de ahí que puedan ser determinantes en el momento de implantar una alternativa que aparentemente no es lo suficientemente rentable.

Los beneficios intangibles más habituales que se generan como resultado de la implantación de alternativas de prevención y reducción de la contaminación son los siguientes:

- Impacto sobre el medio ambiente.
- Mejora de la competitividad con respecto al resto del sector.
- Mejora de la calidad del producto.
- Mejora de la imagen de la empresa y de su relación con proveedores, clientes, administración y vecinos.
- Mejora del control del proceso productivo y del conocimiento para otras futuras acciones.
- Disminución del riesgo de sanciones.
- Efecto sobre la salud de los trabajadores.
- Mejora de las condiciones laborales, disminución del riesgo de accidentes y aumento de la satisfacción del personal, así como de su formación.
- Facilita el cumplimiento de la legislación futura.



- Disminución de posibles responsabilidades futuras a causa de los residuos y de las emisiones generadas por la empresa, como es el caso de accidentes en el transporte de residuos, fugas en los depósitos de almacenamiento que pueden generar contaminación de suelos, etc.

4.8 SELECCIÓN DE OPCIONES FACTIBLES

Una vez realizadas las evaluaciones, la información recopilada para cada opción debe de ser sometida a un proceso de documentación en el cual se establezcan los criterios de evaluación.

La forma de seleccionar las opciones a implantar puede hacerse en base a una clasificación por puntos, ponderando cada una de las evaluaciones.

4.9 INDICADORES

Un indicador es una medida para establecer una condición o un problema. Los indicadores sirven como apoyo para la toma de decisiones de carácter empresarial, ya sea sobre diferentes temas (planeación, operación, control y verificación), o sobre diferentes alcances (estrategias, tácticas), mediante el levantamiento y análisis de información.

Los indicadores no pueden ser considerados como valores aislados, su verdadera utilidad no esta solamente en identificar un estado técnico de algún aspecto específico, sino en la capacidad que tienen para relacionar causas y efectos en el contexto del tema de interés.

Para que un indicador cumpla este objetivo de manera efectiva debe contar con las siguientes características:

- **Relevante para el tema de medición:** El indicador debe medir el problema o condición real.
- **Entendible para sus usuarios:** El indicador debe ser claro e interpretado de una sola manera.



- **Basado en información confiable:** Los usuarios deben confiar en lo que muestra el indicador.
- **Transparente:** Debe ser posible su verificación por terceras partes.
- **Basado en información específica con relación al lugar y el tiempo:** El indicador debe reflejar condiciones específicas claras que permitan reaccionar de manera adecuada a los resultados que arrojan.

4.10 Reciclaje

4.10.1 Reciclaje interno

Por reciclaje interno se entiende la introducción de los residuos (ya sean sólidos, líquidos o gaseosos) en el proceso productivo, ya sea para que se estos se puedan utilizar en las operaciones unitarias donde se han generado o en otra etapa del proceso de producción.

Los recortes, en conjunto con los desperdicios de espuma son triturados en partículas finas de hasta 2 cm de espesor para luego ser depositadas en un tanque al que se les añade un adhesivo preparado internamente y durante un lapso de tiempo son mezclados.

Una vez alcanzada una adecuada homogenización de la mezcla, ésta es vaciada en un molde de madera en donde mediante prensas manuales son sometidas a presión hasta obtener la medida y consistencia deseada en el bloque de espuma.

Este tipo de espuma se la utiliza como núcleo de colchones, debido principalmente a su densidad ($>90 \text{ Kg/m}^3$) y dureza, parámetros que determinan la garantía del colchón.

Variables como tiempo de mezclado, velocidad de reacción de adhesivo y tiempo de prensado son importantes al momento de obtener una buena espuma.



CONCLUSIONES

Como se mencionó inicialmente, el tipo de proceso que domina en el mercado es el proceso discontinuo o de bloques en donde las ventajas que de este proceso se derivan se contrastan con los inconvenientes que acarrea el proceso tales como: rajaduras, cáscara gruesa, variación de las propiedades a lo largo del bloque, entre otras, que disminuyen la competitividad de la empresa.

El utilizar una mezcla de materias primas de diferentes casas comerciales, representa un dolor de cabeza al momento de equilibrar la formulación, por lo que es recomendable realizar un estudio sobre la afinidad entre materias primas para que en caso de faltar algún aditivo, tener una alternativa, siempre y cuando este disponible en el mercado y presente las características que se requieren en el proceso productivo.

Las propuestas aquí planteadas se basan en estudios realizados dentro de la empresa, investigación de industrias similares y a la participación de los empleados de CICLA CIA LTDA, no se indican las formulaciones, debido a que se trata de información de carácter confidencial de la empresa.

Entre las alternativas tiene su importancia el sistema de calentamiento, debido a que la reacción de la espuma necesita que las materias primas mantengan un temperatura estable, cerca de 22 °C lo cual actualmente no se tiene.

Como conclusión final, la industria de los poliuretanos que emplea el proceso discontinuo, representa un potencial de ahorro si se emplean herramientas como la Producción Mas Limpia, no solo como una medida de prevención de la



contaminación sino como una filosofía de producción, aplicada a cada etapa del proceso.

RECOMENDACIONES

A continuación se presentan un conjunto de recomendaciones generales aplicables a la producción de espuma que deberían tomarse en consideración:

Gestión de inventarios

- Comprar la materia prima estrictamente necesaria para operar durante un tiempo determinado.
- Utilizar los embalajes adecuados, al tamaño y al volumen del producto requerido y preferiblemente reciclable.
- Implantar procedimientos de control de calidad de los productos adquiridos previos a su aceptación por parte de la empresa.
- Realizar un análisis exhaustivo de cualquier nuevo proceso que se desee implantar, considerando :
 - Las características o la composición de las materias que se van a emplear.
 - Si contienen sustancias tóxicas.
 - Vida útil de los nuevos compuestos o materiales que se van a emplear.

Mejoras y sustitución de Equipos

La instalación de nueva maquinaria y la mejora de la existente representan en la totalidad de los casos un aumento de la productividad, reducción del consumo energético y el mejor aprovechamiento de la materia prima, lo que se traduce en una reducción de los residuos generados.



Sin embargo también es necesario considerar en estas decisiones los aspectos ambientales y sus costos, puesto que al obviarlos en el estudio económico se puede implantar erróneamente la mejor opción tecnológica, con un ahorro aparente, pero con un impacto medioambiental notable y a la larga más caras a causa del costo de gestión de los residuos.

A continuación se proponen algunos ejemplos de cambios que podrían aplicarse a la producción de espuma:

- Rediseñar los moldes de espuma.
- Cambiar el tipo de desmoldante por otro de mayor eficiencia.
- Optimizar el método de adición de reactivos.
- Reducir la altura de vaciado de la mezcla al molde.
- Establecer un estricto programa de mantenimiento de los equipos empleados en la producción de espumas.



BIBLIOGRAFIA

Bart van Hoof, Néstor Monroy, Alex Saer. Producción Mas Limpia. Paradigma de Gestión Ambiental. 2010

Bart van Hoof, Néstor Monroy, Alex Saer. Producción Mas Limpia. Paradigma de Gestión Ambiental. Web de apoyo.

Bart van Hoof. Effectiveness and Perspectives for regional capacity building in cleaner production engineering through the use of internet based technology

Bart van Hoof. El origen y Perspectivas de la Producción Más Limpia. Bogotá, mayo 2007

Jorge Acero Coral. Aplicación de Producción Mas Limpia para la Industria Textil. Manual de Consulta. 2005

Jairo Salgado Aramendez. Alternativas de Producción Mas Limpia en las PYME del sector Servicios.

Jairo Salgado Aramendez. Cómo llevar a cabo un Diagnóstico Ambiental para la Identificación y Aprovechamiento de Oportunidades de PML en las PYME.

Jairo Salgado Aramendez. Alternativas de PML en las PYME del sector manufacturero.

Ing. Jaime Domínguez Duran. Estudio de Impacto Ambiental Ex-Post de la Empresa "COMERCIAL INDUSTRIAL CICLA Cía. Ltda."

Tratado Universal del Medio Ambiente Tomo IV. Rezza editores, S.A. de C.V

Clovis Holanda Nogueira. Entrenamiento Técnico de Espumas. Momentive 2007. CET Perú. Guía de Producción Más Limpia.

Química y Tecnología de los Poliuretanos. Documento disponible en www.poliuretanos.com.br.

Dow Chemical. Manual de Espuma Flexible de Poliuretano.

Bayer. Fabricación discontinua de Bloques de espuma flexible de PUR basada en poliéteres.

Basf. Guía de Producción de Espuma de Poliuretano Flexible



Ing. Olga Tobon. Módulo de Producción Mas Limpia. Maestría en Gestión Ambiental para Industrias de la Producción y Servicios. Cuenca – Mayo 2009.

Ministerio del Medio Ambiente de España. Diagnostico Ambiental de Oportunidades de Minimización.

Consejería de Empleo y Desarrollo Tecnológico. Guía para una Gestión basada en procesos.

Páginas Web.

www.pmaisl.com.br. Consultado el 22 de Diciembre de 2009

www.cebds.com.br. Consultado el 15 Enero 2010.

www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/pdf/pread/guia_producción_limpia.pdf.

www.dehl.gov.au/industry/index.html.

www.p2gems.org/. Motor de búsqueda de información sobre prevención de la contaminación por tipo de proceso, actividad industrial, producto o residuo.

www.wbcsd.org/. World Business Council for Sustainable Development. Información sobre distintos sectores industriales y publicaciones sobre éstos en el área del desarrollo sustentable.

www.inem.org. Información sobre herramientas ambientales.

www.acercar.org. Pagina del programa ACERCAR de la Cámara de Comercio de Bogotá.



ANEXO A: PAGOS DE ENERGIA ELECTRICA CICLA CIA LTDA

91

92



EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR S.A.
Módulo Consumidor Contrato Fomento Fomento F.P. 3348760
Autoservicio BRS 1105094121 VALLIBO BARRA 14/03/2009
AV. HAZ ULLIO Y Pomaipuma 9811-110 9817700
MOYA DE VERTIA No. 001 013 0594452 9817700
VIG. 20 MAR 2009 11:05:10

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

Nombre: **ORDONEZ JARA MAGDALENA JIMENA** Código Cliente: **3348760**
C/RUC: 0180922801 Fecha de Pago: **14/03/2009**
Dirección del Servicio: MIGUEL A. NAVARREZ 0 **Febrero/2009**
Tarifa: **CH COMER. DURA. RORALIA** C
P: **02070010893**
Piso: **01.01.42.44 (PARQUE INDUSTRIAL 1)**
Dpto.: **W. BANCOS - PROQUERANCO**

Medidor No. 04674570 Costante: 1.000
Fecha: 984654 Desc: 1.000
Fact. Póliza (P): 984654 Fact. Corrección Demanda: 0.600000

SUMINISTRO DEL SERVICIO ELÉCTRICO

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.
Activa Media	9210	9017	196	kWh
Activa Base	1128	1106	22	kWh
Activa Base	2451	2404	47	kWh
Dmda. Pónc.	1	1	265	kWh
Dmda. Media	1	1	1	kW
React. Total	7034	6967	47	kVArh

Venta de Energía
Cargo por Comercialización 26.58
1.41

LECTURAS

Actividad	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
Energía Activa	301	346	332	304	294	297
Energía Reactiva	81	75	78	72	51	58
Demanda Máxima	4	7	5	5	4	4

Tarifa Dignidad es d
Valor cubierto por subsidio cruzado

HOJA 1/2

EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR S.A.
Módulo Consumidor Contrato Fomento Fomento F.P. 307951
Autoservicio BRS 1105094121 VALLIBO BARRA 14/03/2009
AV. HAZ ULLIO Y Pomaipuma 9811-110 9817700
MOYA DE VERTIA No. 001 013 0594452 9817700
VIG. 20 MAR 2009 11:05:10

INFORMACION DEL CONSUMIDOR

Nombre: **ORDONEZ JARA MAGDALENA JIMENA** Código Cliente: **307951**
C/RUC: 0180922801 Fecha de Pago: **14/03/2009**
Dirección del Servicio: MIGUEL A. NAVARREZ 0 **Febrero/2009**
Tarifa: **CH COMER. DURA. RORALIA** C
P: **02070010893**
Piso: **01.01.42.44 (PARQUE INDUSTRIAL 1)**
Dpto.: **W. BANCOS - PROQUERANCO**

Medidor No. 2799541 Costante: 81.600
Fecha: 1.000000 Desc: 1.000000
Fact. Póliza (P): 1.000000 Fact. Corrección Demanda: 0.600000

OTROS VALORES A PAGAR

Descripción	Valor
RUBRO	
Contribución a Bomberos	12.0
Contribución de Basura	30.8
Alumbrado Público	4.9
SUSTENTO LEGAL	
Ley de defensa contra incendios	48.8
Ordenanza Municipal	141.3
TOTAL A PAGAR	190.2

Valor Electricidad (1)+(2)
Otros valores (3)
TOTAL (1)+(2)+(3)

HOJA 2/2

ANOTA: con UN MES EN MORA en el sector urbano, o DOS en el rural, se aplicará el cargo para gestión de cobro y se SUSPENDERÁ EL SERVICIO. Con UN MES EN MORA en el sector urbano, o CUATRO en el sector rural, SE RETIENEN EL MEDIDOR.

94



EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR S.A.
RUC 09000209001 Contador General Especial, resolución N° 2827 del 26-07-1998
3257 387951 1998-07-26
Autorización SBI 1106822331 VÁLIDO hasta 31/03/10 Lun-21-Sab-2009 15:43:15
Tel. 136 2872700
Av. Max Uribe y Panamungo
NOTA DE VENTA 001-020-1631245
28/03/2009

CEITUSUR
Firma de Emisor
Firma de Cliente

INFORMACIÓN DEL CONSUMIDOR

Nombre: ORDÓÑEZ JANA MAGDALENA JIMENA Código Cliente: 3348760
C/RUC: 0100822881 Fecha de Pago: Agosto/2009
Dirección del Servicio: MIGUEL A. NARVAEZ 0 Ruta: 02070010893
Teléfono: 01.01.42.44 (PARQUE INDUSTRIAL 1)
Provincia: CANTÓN HOR. HORARIA
País: Dpto.
Toque: BANCOS - PROMERCA

Medida No.: 045/4570 Fact. Multiplic.: 1.000
Base: 957584 Fact. Descuento: 1.000
Fact. Potencia (FP): 1.000000
Penalización por pago FP: 1.000000

SUMINISTRO DEL SERVICIO ELÉCTRICO

LECTURAS

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.
Activa Media	10599	10354	249	kWh
Activa Punta	1269	1245	23	kWh
Activa Base	2746	2699	47	kWh
Demda. Punta	1	1	1	kW
Demda. Media	5	5	5	kW
React. Total	7385	7290	96	kVA

TOTAL SERVICIO ELÉCTRICO (1) 135.43
Valor cubierto por subsidio cruzado

HISTORIAL CONSUMOS

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Energía Activa	265	293	289	312	311	328
Energía Reactiva	47	49	44	56	56	74
Demanda Máxima	4	5	6	4	4	7

EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL CENTRO SUR S.A.
CEITUSUR

HOJA 1/2

96

97

98



ANEXO B: INFORME DE INSPECCION REALIZADA POR ETAPA A CICLA CIA LTDA.

Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca -ETAPA-

INFORME DE INSPECCION DE (CICLA)		Código:	DGA-GAU-I-07
		Página:	1

Con fecha 8 de diciembre del 2009, personal técnico de la Dirección de Gestión Ambiental, realizó una inspección de CICLA, a fin de contar con los elementos técnicos necesarios que permitan realizar la caracterización de los efluentes generados en la actividad productiva de la misma.

La información obtenida es la siguiente

SECCIÓN	HORARIO DE FUNCIONAMIENTO	NUMERO DE EMPLEADOS
Administración y Producción	08H00 a 17H00 08H00 a 18H30	11 7

REPRESENTANTE LEGAL	RUC	TELEFONO
Ing. María Fernanda Baculima	0190095711001	2806933

Cuadro 1.- Datos generales de la industria

PROCESO DE PRODUCCIÓN

El proceso productivo de CICLA se resume en los siguientes diagramas de flujo:

DIAGRAMA DE FLUJO DE CICLA

AREA PRODUCCIÓN DE ESPONJA

```
graph TD
    A[SILICONAS ACETATO DE ESTADNO, AMINAS AGUA] --> B[PREMEZCLA]
    B --> C[DOSIFICACION]
    D[POLIOL DISOLUCIONATO DE TOLUENO] --> C
    C --> E[MEZCLA]
    E --> F[REACCION QUIMICA]
    F --> G[CURADO 24 horas]
    G --> H[CORTE]
    H --> I[BOLSA DE PLANCHAS DE ESPONJA]
    H -- RETAZOS --> J[TRITURACION]
    J --> K[MEZCLADO]
    L[POLIOL DISOLUCIONATO DE TOLUENO, CATALIZADORES] --> K
    K --> M[PRENSADO]
    M --> N[CURADO]
    N --> O[CORTE]
```

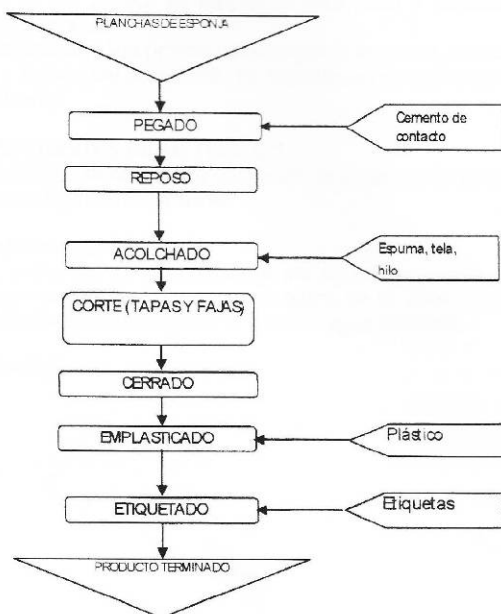
ELABORADO POR:		Fecha:	29/12/2009
Ing. Javier Crespo Vásquez Coord. Ges. Amb. Urbana de la DGA	Ing. Yolanda Torres Moscoso Coord. Lab. Ambientales de la DGA	Rev. No:	1



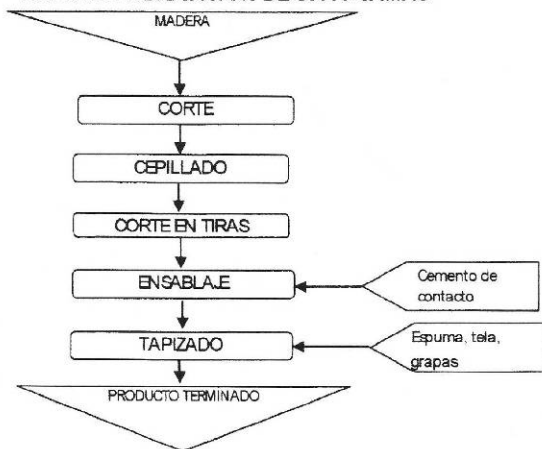
Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca -ETAPA-

	INFORME DE INSPECCION DE (CICLA)	Código:	DGA-GAU-I-07
		Página:	2

AREA DE FABRICACIÓN DE COLCHONES



AREA DE FABRICACIÓN DE SOFA-CAMAS



ELABORADO POR:		Fecha:	29/12/2009
 Ing. Javier Crespo Vásquez Coord. Ges. Amb. Urbana de la DGA	 Ing. Yolanda Torres Moscoso Coord. Lab. Ambientales de la DGA	Rev. No:	1



Empresa Pública Municipal de Telecomunicaciones Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Cuenca -ETAPA-

O	INFORME DE INSPECCION DE (CICLA)	Código:	DGA-GAU-I-07
		Página:	3

ABASTECIMIENTO DE AGUA

El agua, tomada de la red pública es empleada para aseo y servicios higiénicos, cuenta con 6 baterías sanitarias.

De acuerdo a las planillas de pago proporcionadas por la empresa, se observa que en los meses de julio y agosto del año 2009, ha existido un consumo de 44,00 m3, y 49,00 m3 respectivamente.

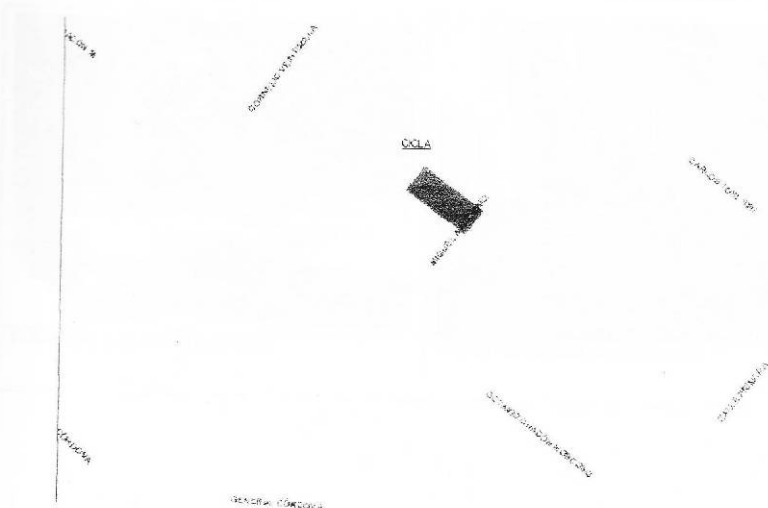
GENERACION DE EFLUENTES INDUSTRIALES

En el proceso productivo no se observa la utilización de agua, por lo tanto en el mismo no se generan efluentes líquidos industriales.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO

Se ha verificado la existencia de una descarga de aguas residuales al sistema de alcantarillado público existente en la zona, en la acera de la calle Miguel Narváez y Octavio Chacón, el mismo que corresponde al uso del agua indicado.

CROQUIS DE UBICACION



ELABORADO POR:		Fecha:	29/12/2009
Ing. Javier Crespo Vásquez Coord. Ges. Amb. Urbana de la DGA	Ing. Yolanda Torres Moscoso Coord. Lab. Ambientales de la DGA	Rev. No:	1



ANEXO C: CUANTIFICACION DE RESIDUOS

Tabla N°18: CUANTIFICACIÓN de residuos generados³⁰

Origen	Tipo de residuo	Cantidad generada	Reaprovechamiento	Disposición final
Preparación moldes	Plástico	0.429 Kg/bloque	Recirculación de material (rendimiento de hasta 3 bloques)	0.30 kg /bloque
	Residuos de espuma	0.68 kg./bloque	Ninguno	0.68 kg./bloque
Limpieza mixer	Residuos de espuma	Sólido: 2.93 Kg/lote	Ninguno	Sólido: 2.93 kg./lote
		Líquido: 11,33 Kg/lote	Ninguno	
Corte	Retazos de esponja	8.55 Kg./bloque	Espuma aglomerada para colchón. Reaprovechamiento total.	
Calidad	Defectuoso	0.88 % defectos	Agglomerado	

Vale detallar otro tipo de residuos que aunque se generan en menor volumen, representan un gran peligro. Materias primas como el TDI o diisocianato de Tolueno, no pueden ser manipuladas directamente o desechadas al alcantarillado.

Tabla N°19: Cuantificación de residuos peligrosos generados

Origen	Tipo de residuo	Cantidad generada	Reaprovechamiento	Disposición final
Envases de T.D.I	Urea	4.5 Kg./mes	0	Relleno Sanitario
Limpieza de envases	Octoato de Estaño	0.18 Kg./mes	0.18 Kg./mes ³¹	Catalizador en el aglomerado.

³⁰ No se cuantifican las emisiones líquidas y gaseosa, no se dispone de equipo de medición adecuado.

³¹ Se aprovecha como catalizador de la reacción de la espuma prensada.

ANEXO D: DESCRIPCION GENERAL DE EQUIPOS DE ESPUMACION

MIXER



Fotografía. N° 1: Mixer.

Ubicación: Zona de producción de espuma

Partes:

- 2 tanques de almacenamiento
- 1 cilindro para la mezcla.
- 1 agitador con aspas.
- 1 plataforma
- 2 estabilizadores de temperatura
- 1 tablero de control.

Objetivo: Mezclar las materias primas para facilitar la reacción química que permite la formación de espuma.

Especificaciones:

- Material: hierro
- Velocidad de paletas: 650rpm y 1800rpm.
- Mando manual y automático
- Motor: 10 HP mixer y 5 HP extractor

CORTADORA VERTICAL



Fotografía N° 2: Cortadora vertical

Ubicación: Zona de cortado

Partes:

- Mesa
- Sierra
- Tablero de encendido y apagado

Objetivo: Cortar verticalmente piezas de espuma a lo ancho del bloque

Especificaciones:

- Grueso mínimo a cortar, 1cm
- Grueso máximo a cortar 45cm
- Pupitre de mando manual.
- Cuchilla de 5.50m de largo y 1" ancho
- Motor de 5 HP
- Longitud máxima de corte: 1.30m



CORTADORA HORIZONTAL



Fotografía N° 3 :Cortadora horizontal

Ubicación: Zona de cortado

Partes:

- Mesa
- Sierra
- Tablero de encendido y apagado

Objetivo: Corte horizontal de los bloques de espuma

Especificaciones:

- Altura del bloque: máximo de 1.300mm.
- Grueso mínimo a cortar: 1cm.
- Grueso máximo a cortar: 1.30.
- Mesa de desplazamiento manual.
- Sierra de 6 m largo por 1" de ancho.
- Motor subida y bajada de 5hp de sierra
- Motor de la sierra de 5 HP

PERFILADORA (CORTADORA HORIZONTAL DE CONTORNOS)



Fotografía N° 4: Máquina de Contornos

Ubicación: Zona de cortado

Partes:

- Mesa.
- Hilo metálico.
- Panel para guías.
- Tablero de control.
- 3 extractores.

Objetivo: Cortar cualquier forma geométrica en la espuma.

Especificaciones:

- Altura del corte máximo 1250mm.
- Anchura de la zona de trabajo 1600mm.
- Longitud de la mesa 2200mm
- Potencia eléctrica absorbida 9 kw.
- Diámetro del alambre 1mm.
- Velocidad de corte promedio 3m/min.

AGLOMERADORA



Fotografía N° 5: Máquina de Aglomerado

UBICACIÓN: Zona de producción de aglomerado

PARTES:

- Molino
- Aspiradora.
- Eje con astas
- Aglomeradora con compuerta.
- Tablero de encendido y apagado.

OBJETIVO: Elaborar la espuma aglomerada.

ESPECIFICACIONES:

- Material Hierro Fundido
- Motor molino de 10 HP.
- Motor succionador: 2 HP.
- Motor mezcladora: 5 HP.
- Mando manual.



ANEXO E: RESULTADOS DE LA MEDICION DE RUIDO Y COV'S³²

Emisiones atmosféricas

Cicla no posee maquinaria que emita emisiones por combustión, pues los procesos se realizan a temperatura ambiente.

Aire Ambiente

Ambiente Confinado

El 12 y 18 de diciembre se procedió a realizar mediciones de gas ambiente, para lo cual se empleó un equipo Monitor Multigas de marca RAE modelo PGM 2000 con sensores electroquímicos para la detección de componentes inorgánicos (Oxígeno O₂, Oxido Nitroso NO_x, Monóxido de Carbono CO), un detector de fotoionización (PID), para detección de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC), y limite de explosividad (LEL); el equipo cuenta con certificado de calibración con fecha del 13 de Junio del 2008.

Los puntos en donde se realizaron las mediciones fueron los sugeridos por el departamento técnico de la CGA en ficha técnica 070-UPM-C.G.A-09; en donde se pide realizar Monitoreo de COV's durante una hora.

Punto uno: Área de producción

En la Tabla N° 20: Resultados de medición realizadas en el área de producción de Espuma, se puede ver que en ésta área no se producen compuestos orgánicos volátiles, sin embargo existe la presencia de SO₂.

³² Extracto del Diagnostico Ambiental Ex – post de la Empresa CICLA CIA Ltda, realizada por el Ing. Jaime Domínguez.



ÁREA	Área de producción			
FECHA	12/12/2009			
TIEMPO	60 minutos			
HORA INICIO	14:42:00			
HORA FINAL	15:42:00			
SENSOR	SO ₂	NO ₂	CO	COV's
UNIDADES	ppm	ppm	ppm	ppm
PICO	1,00	0,00	0,00	0,00
MÍNIMO	0,00	0,00	0,00	0,00
STEL	0,50	0,00	0,00	0,00
MEDIOS	0,65	0,00	0,00	0,00

Tabla N° 20: Resultados de Medición – Área de producción

La norma establece que el promedio aritmético de la concentración de SO₂ determinada en todas las muestras en un año no deberá exceder de ochenta microgramos por metro cúbico (80 µg/m³). La concentración máxima en 24 horas no deberá exceder trescientos cincuenta microgramos por metro cúbico (350 µg/m³), más de una vez en el año. Al realizar la corrección sugerida en la norma, se puede observar que el dióxido de azufre tiene un valor de **119, 5 µg/m³** que es inferior a la norma, es preciso recalcar que la medición se realizó durante 60 minutos.

Punto de Muestreo: Área de perfilado

Como se puede ver en la Tabla N° 21: Resultados de mediciones realizadas en el área de perfilado, no existe la presencia de contaminantes comunes.



ÁREA	Área de perfilado			
FECHA	18/12/2009			
TIEMPO	60 minutos			
HORA INICIO	11:42:00			
HORA FINAL	12:42:00			
SENSOR	SO ₂	NO ₂	CO	COV's
UNIDADES	ppm	ppm	ppm	ppm
PICO	0,00	0,00	0,00	0,00
MÍNIMO	0,00	0,00	0,00	0,00
STEL	0,00	0,00	0,00	0,00
MEDIOS	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabla N°21: Resultados de Medición – Área de perfilado

Ruido

Mediciones de ruido realizadas.

Las mediciones de ruido, hubo que realizarlas en días diferentes dependiendo del proceso productivo de la empresa.

Equipo utilizado

Las mediciones fueron realizadas con un Sonómetro SPER SCIENTIFIC 840013 TIPO II, (ver Foto N° 6: Sonómetro), con almacenamiento de datos, rango entre 30 y 130 dB, tasa de cambio de 3 dB(A), micrófono con condensador prepolarizado (tipo electret) de 0,5 pulgadas, el cual permite medir con filtros de ponderación A y B. Para todas las mediciones se utilizó la ponderación A.

El aparato dispone del certificado de calibración. El equipo cumple con normativa CE, UL, MSHA, CSA de Canadá, PTB de Alemania.



Foto N° 6: Sonómetro

Nivel sonoro /dB (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Fuente: IESS

Tabla N° 22: Límites Permitidos de Niveles Sonoros

Punto de muestreo: Área de Producción de Espuma

Las mediciones se realizaron el 11 de diciembre del 2009 en producción, esta actividad tuvo una duración de 4 horas.

El NPSeq-10c que se presenta en este punto es de 82, 7dB, que al compararlo con lo establecido en la norma por tiempo de exposición (4 horas), podemos decir que en el área de producción, CICLA cumple con la misma.

NIVEL DE RUIDO			ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA		
NPS _{Eq-10c}	82,7	dB	Media	74,1	dB
Minimo	57,5	dB	Mediana	71,1	dB
Maximo	91,2	dB	Moda	70,4	dB
NPS _{Eq-10}	82,7	dB	Desviación estándar	8,6	dB
NPS _{Eq-1}	75,2	dB	Varianza de la muestra	73,2	dB
NPS _{Eq-1}	71,0	dB	Rango	33,7	dB
NPS _{10%}	64,0	dB			

Tabla N° 23: Nivel de Ruido- Estadísticas Área de Producción

Las actividades si bien son continuas, la generación de ruido no lo es, porque durante la carga de insumos, los equipos no funcionan; al fijarse en el Gráfico N° 5: Variación de NPS - Histograma Área de Producción, se puede ver que la curva desciende hasta valores como 57,5 dB.

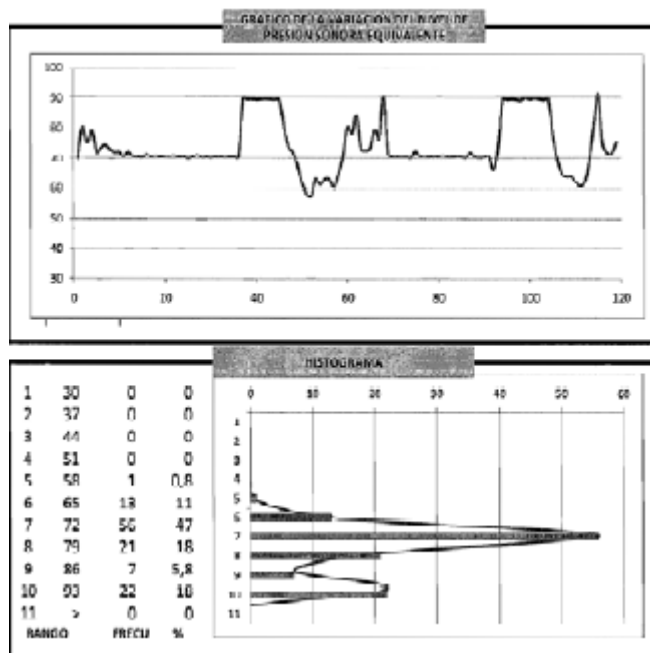


Gráfico N° 5: Variación NPS – Histograma Área de Producción de Esponja



Punto de muestreo: Área de Perfilado

Las mediciones en el área de perfilado se realizaron el 17 de diciembre del 2009. El nivel de presión sonora que presenta este punto es de 71.4 dB, el cual cumple con lo establecido en la norma, tal como refleja la Tabla N° 24: NPS - Estadísticas Área de Perfilado de Esponja.

NIVEL SE RUIDO		
NPS _{Eq-10c}	71,4	dB
Minimo	47,7	dB
Maximo	81,5	dB
NPS _{Eq-10}	71,4	dB
NPS _{Eq-1}	74,6	dB
NPS _{Eq-1}	70,6	dB
NPS _{10%}	49,5	dB

ESTADISTICA DESCRIPTIVA		
Media	66,6	dB
Mediana	71,2	dB
Moda	71,2	dB
Desviación estándar	9,3	dB
Varianza de la muestra	85,7	dB
Rango	33,8	dB

Tabla N° 24: NPS – Estadísticas Área de Perfilado de Esponja

En el Gráfico N° 6: Variación de NPS - Histograma Área de Perfilado, se puede ver que existe una disminución en donde se registra un mínimo, para luego aumentar hasta los niveles máximos, esta disminución se debe a que durante el cambio de máquina, de vertical a horizontal, éstas se apagan y por ende no se genera ruido alguno.

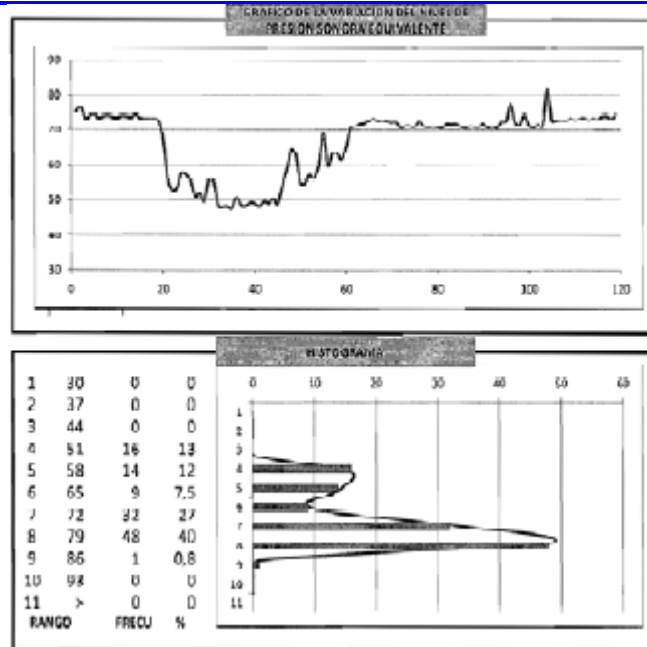
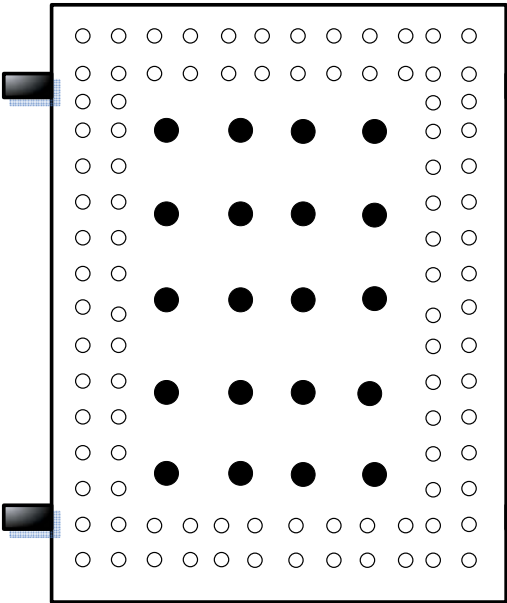


Gráfico N°6: Variación NPS – Histograma Área de Perfilado



ANEXO F: OPCIONES DE PML

Opción de Producción Más Limpia N° 1: Utilizar una Tapa con perforaciones

ALTERNATIVA DE PRODUCCION MAS LIMPIA	
Nombre de la medida: Utilizar una tapa que contenga perforaciones	Sección: Esponjas
	Descripción: Perforaciones de 3 y 5 cm de diámetro con separaciones de 5 cm. El material de la tapa es plywood de 3mm de espesor por económico y de fácil limpieza. Medidas: 140X195 mm Beneficios: • Mejor evacuación de gases • Crecimiento uniforme de la espuma. • Altura uniforme del bloque • Reducción en el espesor de la cáscara producto del corte. Nota: El material de melamina no es muy recomendable ya que en producciones de mayor volumen las rebabas que no se adhieren a la tapa tienden a caer sobre la masa en ascenso pudiendo causar daños o explosiones en la esponja.
Inversión requerida: No se ha determinado el monto a invertir por cuanto se está buscando otro material que reemplace al plywood por motivos de duración.	
Elaborado por: El Autor	Pág.: 1/1

Opción de Producción Más Limpia N°2: Remodelación de moldes

Fotografía N° 5: Estado Actual de los Moldes de Espuma

Descripción:

En la actualidad los moldes empleados en la producción de espuma se encuentran deteriorados, presentando fugas de líquido al momento de vaciar la mezcla en el molde, la esponja presenta demasiadas irregularidades en su corteza y los residuos que quedan en el piso representan un riesgo para los trabajadores, por lo que es de importancia realizar un cambio de moldes.

Tabla N° 19: Materiales para los Moldes

Medida propuesta:	Remodelación de Moldes de hacer espuma
Material a Emplear:	Plywood de 9 mm tipo C
Cantidad:	12 planchas de 1.22 X 2.14 Metros
Inversión	248.64 \$

Fuente: El Autor

Opción de Producción Más Limpia N°3: Automatización de Procesos Críticos



Fotografía N° 6: Pesado del TDI

Descripción:

El TDI, producto de vital importancia para la producción de espumas y altamente tóxico para los trabajadores, se lo incorpora al proceso de producción de forma manual, acarreando problemas como:

- Errores en el pesado, con la consecuente explosión del bloque de esponja.
- Derrames o goteos sobre la esponja, con el consecuente daño de la misma.
- Excesivo desperdicio en el lugar de pesado.
- Ambiente de trabajo contaminado.
- Residuos tóxicos.



Tabla N° 20: Opciones de Automatización

Medida propuesta:	Adquirir una bomba para la inyección del TDI
Equipo a Emplear:	Bomba marca Viking
Cantidad:	1
Inversión	2797.85 + IVA

Fuente: El Autor

Opción de Producción Más Limpia N°4: Afinidades de Materias Primas

Tabla N° 21: Afinidades de Materias primas

Tipos de Materias Primas			Grado de Afinidad		
<i>Poliol</i>	<i>Poliol Grafitado</i>	<i>TDI</i>	<i>Baja</i>	<i>Media</i>	<i>Alta</i>
Bayer	Bayer	Bayer			X
Bayer	Bayer	Dow			X
Bayer	Dow	Bayer		X	
Dow	Bayer	Bayer		X	
Dow	Dow	Dow			X
Dow	Konix	Bayer		X	
Dow	Kumho	Dow		X	
Konix	Konix	Konix		X	
Konix	Konix	Bayer			X
Konix	Dow	Konix	X		
Konix	Bayer	Bayer	X		
Kumho	Kumho	Konix	X		
Kumho	Kumho	Bayer		X	
Kumho	Dow	Kumho			X

Fuente: El Autor

Es recomendable trabajar con productos de la bayer, por cuanto ofrecen un mejor rendimiento y confiabilidad durante el proceso productivo; pero su disponibilidad en el mercado está influenciada por el precio. Materias primas como las de la Dow, especialmente el polioli, son reenvasados en la Ciudad de Guayaquil y por lo tanto tienden a sufrir alteraciones en su composición y calidad, por lo que no garantizan un producto aceptable.

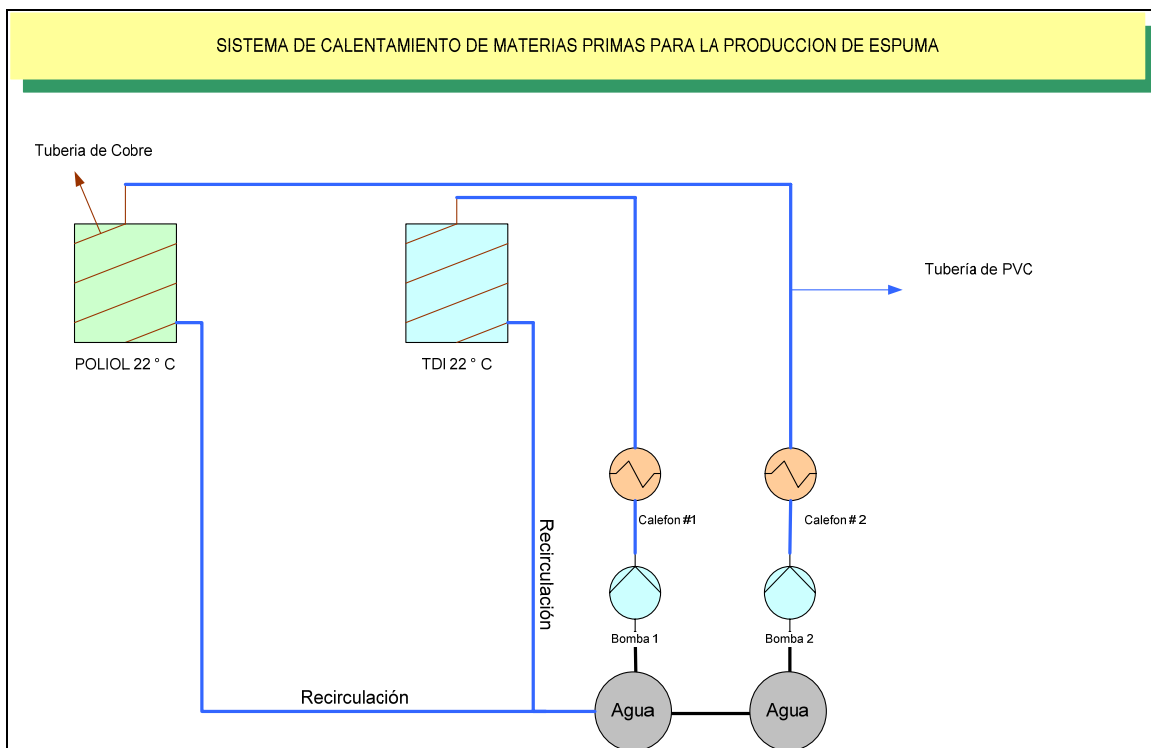


Un punto importante en la producción de espumas de poliuretano flexible, representan los productos Asiáticos, que por precios dominan el mercado. Son materias primas inestables, cuyo comportamiento varía entre cada bloque, en donde juega un papel importante el tipo de catalizador de estaño que se utilice y de las condiciones atmosféricas.

La tabla de afinidades es una guía que en base a mi experiencia en la producción de espumas he podido determinar, pero siempre se presentan pequeñas variaciones que hacen que las condiciones cambien y por lo tanto no se obtengan los resultados que en esa tabla se indican y es en donde juega la experiencia un papel preponderante.



Opción de Producción Más Limpia N°5: Sistema de Calentamiento de Materias Primas



Fuente: El Autor

Datos de Proyecto:

Tabla N° 22: Datos del Fluido

Sustancia	Capacidad	Densidad (Kg/m ³)	Viscosidad (cps)
Poliol	840 Kg	1220	3
TDI	500 Kg	1010	450

Fuente: Química y Tecnología de los poliuretanos

Tabla N° 23: Datos de la Tubería

Datos de la tubería	Diámetro	Longitud
Tubería de PVC:	2 in	15 metros
Tubería de Cobre:	2 in	5 metros

Fuente: El Autor



Tabla N° 24: Datos del Equipos

Datos del Equipo	Cantidad	Capacidad
Bombas	2	Por determinar
Calefones	2	Por determinar

Fuente: El Autor

Tabla N° 25: Datos del Combustible

Datos del Combustible
Gas de uso Industrial

Fuente: El Autor



ANEXO G: INFORMACION GENERAL

FICHA DE TECNICA DE INFORMACION DE LA EMPRESA		
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD		
Comercial Industrial CICLA Cia Ltda.		
TIPO DE SERVICIO O ACTIVIDAD		
Fabricación de colchones		
LOCALIZACION DE LA ACTIVIDAD		
PARROQUIA	DIRECCION	
Hermano Miguel	Miguel Narváez y Av. Octavio Chacon	
Sector de Planeamiento N12: Parque Industrial	COORDENADAS WGS84	X: 725822
		Y: 9682940
CODIGO CIU DE LA ACTIVIDAD		
Código internacional D3610: Fabricación de todo tipo de colchones con muelles, rellenos o provistos con algún material de sustentación.		
DESCRIPCION RESUMIDA DE LA ACTIVIDAD		
CICLA Cia Ltda tiene como actividad principal la elaboración de colchones a base esponja de poliuretano flexible y como procesos complementarios la elaboración se sofá camas y somieres.		
REPRESENTANTE LEGAL		
Ing. María Fernanda Baculima		
DIRECCION	TELEFONO/FAX	PAGINA WEB
Miguel Narváez y Av. Octavio Chacon	2806933	www.colchonesintense.com
RUC #:		
REGIMEN DE FUNCIONAMIENTO		
8 Hrs/día	Lunes a Viernes	
MERCADO	Interno	



Información sobre programas y proyectos de la empresa

Programas o proyectos	Motivo de la elección	Estado
Estudio de Impacto Ambiental	Dar cumplimiento con la Normativa Vigente.	En ejecución

Número de empleados por área

Área	Número
Producción	9
Administración	10

Eco-equipo de la empresa

Nombre	Sección	Cargo	Formación
María Fernanda Baculima	Administración	Gerente General	Ing. Comercial
Pablo Baculima O.	Producción	Gerente Producción	Ing. Industrial
Marcelo Mancheno	Producción	Jefe de Planta	Ing. Industrial
Manuel Zamora	Producción	Operario	



Flujograma del Proceso Total de la Empresa

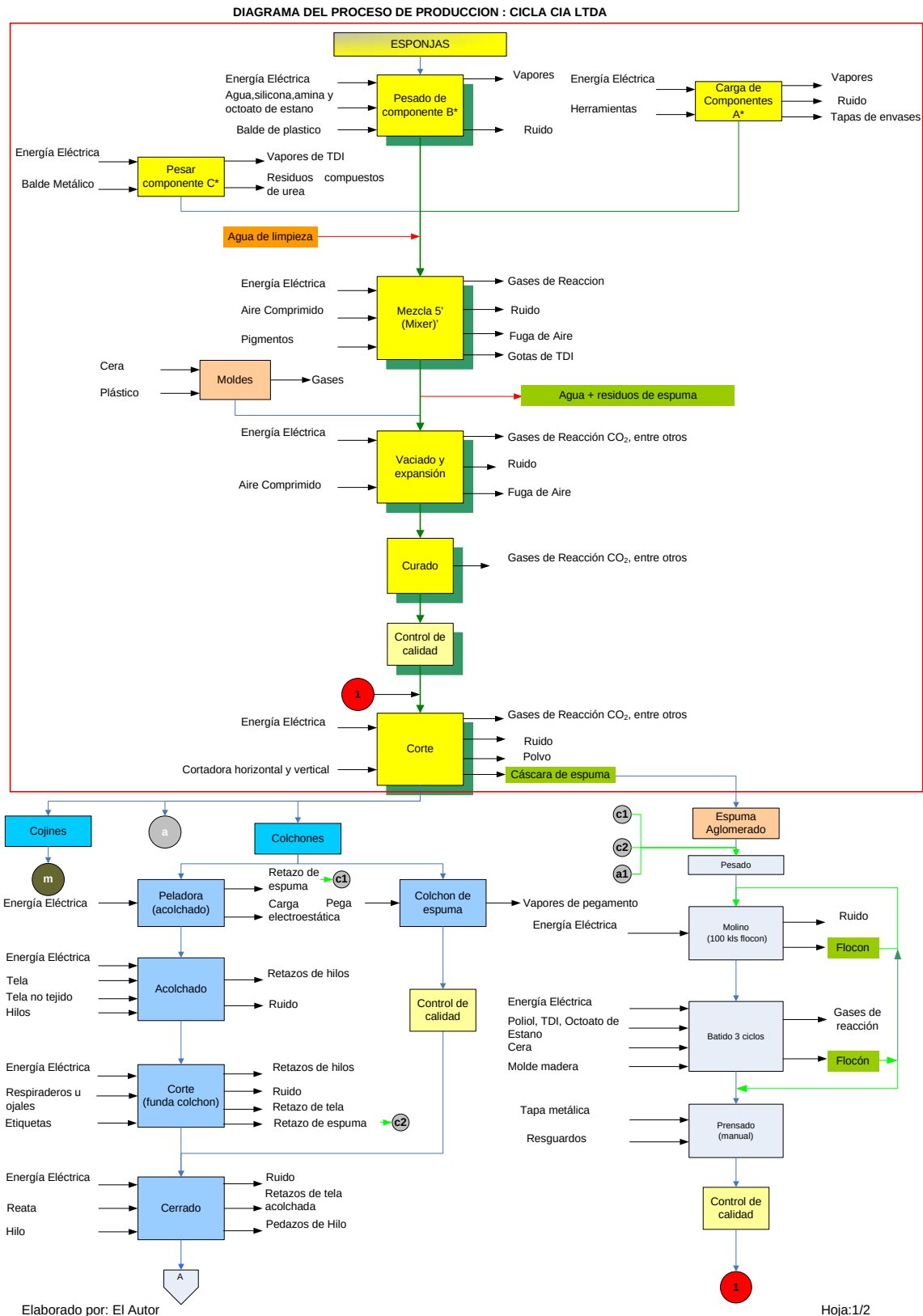




DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCCION : CICLA CIA LTDA

