



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN
Y OPERACIONES**

**“Modelo de Producción Más Limpia para mejorar el
desempeño ambiental y productivo de la empresa
Termovent”.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES

Autor:

JUAN PABLO ESPINOZA LEÓN

Director:

ANDREA CECILIA SORIA ÁLVAREZ

CUENCA - ECUADOR

2017

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO.....	ii
INDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE TABLAS.....	vi
INDICE DE ANEXOS.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	2
1.1 Introducción de la empresa Termovent.....	2
1.2 Objetivos del diagnóstico.....	2
1.3 Descripción del proceso productivo junto a sus respectivos diagramas de materiales y energía.....	3
1.3.1 Descripción del proceso productivo.....	3
1.3.2 Preparación de material.....	5
1.3.3 Laminado.....	5
1.3.4 Corte.....	8
1.3.5 Termo fusión.....	10
1.3.6 Limpieza.....	12
1.3.7 Accesorios.....	14
1.3.8 Pisa vidrios.....	15
1.3.9 Corte de vidrio.....	17
1.3.10 Cámaras.....	18
1.3.11 Encristalado.....	21
1.4 Tabla de consumo de materia prima e insumos.....	23
1.5 Estado de gestión.....	26
1.6 Marco legal aplicable.....	28
1.6.1 Base legal.....	28
1.6.2 Normas jerárquicas superiores.....	28
1.6.3 Normativa general.....	29
1.6.4 Ordenanzas.....	30

1.6.5 Normas reglamentarias	31
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	32
2.1 Concepto de Producción Más Limpia (PmL)	32
2.1.1 Beneficios de la Producción Más Limpia	33
2.1.2 PmL en América Latina y Ecuador.....	33
2.2 Esquema para la elaboración de un Plan de Producción Más Limpia	34
2.2.1 Herramientas para la ejecución del plan	35
CAPÍTULO 3: DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA GENERAR PmL	38
3.1 Oportunidades de Producción Más Limpia (PmL)	38
3.1.1 Fortalezas	41
3.1.2 Oportunidades	41
3.1.3 Debilidades	42
3.1.4 Amenazas	42
3.2 Priorización de las causas de los problemas	43
3.2.1 Identificación de las causas de los problemas.....	44
3.3 Descripción de alternativas	46
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS, Y ELABORACIÓN DEL MODELO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA EMPRESA TERMOVENT	53
4.1 Análisis Cualitativo de las Alternativas de Producción más Limpia.	53
4.2 Análisis Cuantitativo de las Alternativas de Producción más Limpia	58
4.2.1 Definición de Criterios de Ponderación	58
4.2.1.1 Evaluación Económica.....	59
4.3 Elaboración del Modelo de Producción Más Limpia, para mejorar el desempeño ambiental y productivo de la empresa Termovent.....	68

CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	83

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Diagrama del proceso productivo	4
Figura 1.2: Proceso de corte de lámina	5
Figura 1.3: Calibración de la laminadora - Laminación	6
Figura 1.4: Diagrama de laminación	7
Figura 1.5: Corte de perfil y hierro.	8
Figura 1.6: Diagrama de corte.....	9
Figura 1.7: Proceso de Termo fusión	10
Figura 1. 8: Diagrama de termo fusión	11
Figura 1 9: Limpieza de estructura.....	12
Figura 1.10: Diagrama de limpieza.....	13
Figura 1.11: Colocación de accesorios.....	14
Figura 1.12: Diagrama de accesorios	14
Figura 1.13: Corte de pisa vidrio.....	15
Figura 1.14: Diagrama Pisa vidrios.....	16
Figura 1.15: Traslado y corte de vidrio	17
Figura 1.16: Diagrama corte de vidrio	18
Figura 1.17: Armado de cámaras	19
Figura 1. 18: Diagrama de cámaras.....	20
Figura 1.19: Encristalado	21
Figura 1.20: Diagrama encristalado	22
Figura 3. 1: Consumo de materias primas.....	44
Figura 3. 2: Diagrama del perfil laminado	45
Figura 3. 3: Diagrama del vidrio	46

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Consumo Energía.....	24
Tabla 1.2: Residuos Sólidos.....	24
Tabla 1.3: Costos promedio de los residuos sólidos.	25
Tabla 1.4: Origen de los residuos.....	25
Tabla 1.5: Cantidad de residuos según su origen.....	26
Tabla 1.6: Cantidad de dinero desperdiciado según su origen.....	26
Tabla 3. 1: Consumo de materias primas y promedio.....	43
Tabla 3. 2: Relación entre las alternativas de PmL con el origen de los residuos	50
Tabla 3. 3: Porcentaje de ahorro después de aplicar las alternativas de PmL.....	51
Tabla 4. 1: Ahorro económico promedio mensual por la implementación de las alternativas de PmL.....	59
Tabla 4.2: Evaluación técnica.	65
Tabla 4.3 Evaluación Ambiental.....	67

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Corte de hierro.....	83
Anexo 2: Fase de calibración de la máquina y luego proceder a la termo fusión.....	83
Anexo 3: Colocación de los espaciadores en el vidrio.....	84
Anexo 4: Sellado, para evitar que en un futuro se empañe dentro de la cámara.	84
Anexo 5: Materia Prima e Insumos.....	85
Anexo 6: Perfil dañado por no ser compatible con las importaciones actuales.	85
Anexo 7: Llegada de perfiles y accesorios de importación.....	86
Anexo 8: Descarga de los perfiles nuevos.	86
Anexo 9: Obra lista para instalación 1.	87
Anexo 10: Obra lista para instalación 2.	87
Anexo 11: Estructuras dañadas en el transporte 1.	88
Anexo 12: Estructuras dañadas en el transporte 2.	88
Anexo 13: Transporte de vidrio.	89
Anexo 14: Vidrio roto en el transporte.	89
Anexo 15: Desecho de retazos de vidrio.....	90
Anexo 16: Desechos de retazos de perfil laminado.	90
Anexo 17: Sistema neumático en mal estado.....	91
Anexo 18: Diseño de producción.....	91
Anexo 19: Precio plástico para la parte superior de la fábrica.....	92
Anexo 20: Precio de pliego de foamix para empaquetar estructuras terminadas.	92
Anexo 21: Pliego de foamix para empaquetar estructuras terminadas.	93
Anexo 22: Precio plástico stretch para empaquetar estructuras.....	93
Anexo 23: Rollo de manguera necesario para colocar plástico en la parte superior de la fábrica.....	94
Anexo 24: Rollo de alambre necesario para colocar plástico en la parte superior de la fábrica.....	94
Anexo 25: Resumen de Reporte de producción octubre 2015.....	95
Anexo 26: Resumen de reporte de producción noviembre de 2015.	95
Anexo 27: Resumen de reporte de producción diciembre 2015.	96
Anexo 28: Resumen de reporte de producción de enero 2016.....	97
Anexo 29: Resumen de reporte de producción de febrero 2016.....	98

Anexo 30: Resumen de reporte de producción de marzo 2016.	99
Anexo 31: Proforma de fundir el área de laminación.	100
Anexo 32: Consumo mensual promedio de vidrio claro de 6mm y laminado de 3mm+3mm.....	100
Anexo 33: Taller eléctrico Castillo.	101
Anexo 34: Tecnintegral.....	101
Anexo 35: Recicladora del Sr. Gustavo Malo (contenedores para vidrio)	102

**“MODELO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA MEJORAR EL
DESEMPEÑO AMBIENTAL Y PRODUCTIVO DE LA EMPRESA
TERMOVENT”.**

RESUMEN

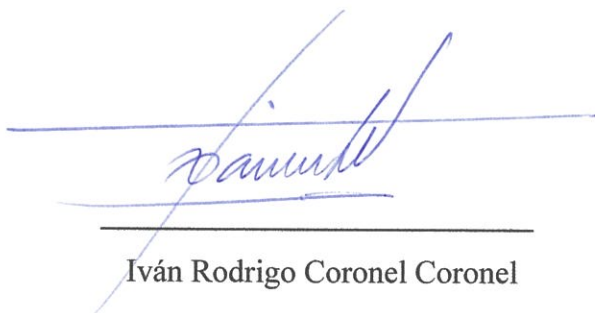
El objetivo de este estudio es, elaborar un plan de producción más limpia para mejorar el desempeño ambiental y productivo de la empresa Termovent. Está compuesto por cuatro capítulos, el primero y el segundo presentan información sobre la empresa y la PmL. En el capítulo 3 se aplica la metodología que corroborará en la determinación de las alternativas más viables para la empresa, misma que se sustenta en análisis cualitativos y cuantitativos junto a herramientas de gestión del plan. Posterior a ello, la parte final de este trabajo, presenta como resultado el modelo de producción más limpia para la empresa.

Palabras Clave: Producción más limpia, empresa industrial, procesos de evaluación, metodología PmL.



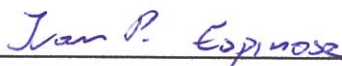
Andrea Cecilia Soria Álvarez

Directora del Trabajo de Titulación



Iván Rodrigo Coronel Coronel

Director de Escuela



Juan Pablo Espinoza León

Autor

**CLEANER PRODUCTION MODEL TO IMPROVE TERMOVENT
COMPANY ENVIRONMENTAL AND PRODUCTIVE PERFORMANCE**

ABSTRACT

This study aims to develop a cleaner production program to improve the environmental and production performance of Termovent. It consists of four chapters; the first and the second present information about the company, in addition to the Cleaner Production Program (CPP). Chapter 3 applies the methodology based on qualitative and quantitative analyses, in order to validate the selection of the most feasible alternatives for the company, along with the management tools for the plan. Subsequent to this, the cleaner production model for the company is presented as the final outcome of this work.


Keywords: Cleaner Production, Industrial Company, Evaluation Processes, CPP Methodology.

Andrea Cecilia Soria Álvarez
Thesis Director

Iván Rodrigo Coronel Coronel
School Director

Juan P. Espinoza

Juan Pablo Espinoza León
Author


Miguel Aiteaga
UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas

Lourdes Crespo
Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Espinoza León Juan Pablo

Trabajo de Titulación

Ing. Andrea Cecilia Soria Alvarez. Msc.

Febrero, 2017.

**“MODELO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA MEJORAR EL
DESEMPEÑO AMBIENTAL Y PRODUCTIVO DE LA EMPRESA
TERMOVENT”**

INTRODUCCIÓN

Parte del éxito de la Producción más Limpia (PmL) en el sector empresarial, se debe a los rendimientos económicos que brinda, puesto que reduce costos por optimización de materias primas e insumos en general, minimización en el tratamiento de residuos, aumento en las ganancias, entre otros. De igual manera, ofrece varios beneficios operacionales al aumentar la eficiencia de los procesos, mejorar las condiciones de seguridad y salud ocupacional y reforzar la motivación en el personal (Centro de Producción Más Limpia Nicaragua, 2016).

En América Latina, se ha comprobado que a pesar de los beneficios que presenta la aplicación de planes de Producción más Limpia, no se los ejecuta pues son percibidos como un gasto y no como inversión. En Ecuador sucede lo mismo, hace apenas tres años se creó un ministerio encargado de este sector, el cual ha realizado ciertas estrategias y actividades en ciudades como Quito y Guayaquil, por su campo industrial; mientras que en Cuenca se han realizado algunas. En efecto, este estudio pretende demostrar cuán trascendental es el tema para las empresas industriales en base a los beneficios que pueden obtener, entre estos, el bienestar de las personas quienes laboran en éstas, así como la conservación del medioambiente. En alusión a ello, el objetivo del estudio es “elaborar un modelo de producción más limpia para mejorar el desempeño ambiental y productivo de la empresa Termovent”. Para concretar dicha añoranza, la investigación utiliza métodos cuantitativos como cualitativos que se orientan en una guía general de PmL propuesta por la ONUDI. La aplicación de estos planes dependerá de las características de la empresa, es por ello

que el presente modelo también se sirve de herramientas elementales para la gestión del plan, como entrevistas e investigación de campo.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Elaborar un Modelo de Producción Más Limpia para mejorar el desempeño ambiental y productivo de la empresa Termovent.

Objetivos Específicos:

- Realizar un diagnóstico de la empresa.
- Fundamentar teóricamente los conceptos de Producción Más Limpia.
- Proponer alternativas de Producción Más Limpia.
- Evaluar las alternativas y proponer el modelo de Producción Más Limpia.

CAPÍTULO 1

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

Este capítulo inicia con el diagnóstico situacional de la empresa Termovent, lugar donde se ejecutará el proyecto. Se realiza una breve presentación sobre la misma, seguida de los objetivos del diagnóstico, posteriormente se muestra la descripción del proceso productivo, conjuntamente con los diagramas de flujo de materiales y energía acompañados de su estado de gestión; la parte final de este capítulo presenta el marco legal aplicable.

1.1 Introducción de la empresa Termovent

Termovent, es una fábrica que se encuentra ubicada en el cantón Cuenca, Provincia del Azuay, en el Parque Industrial, calle Carlos Tosi Siri 2-62. Es una instalación de un piso, ocupa 800 m² de una nave industrial cuya construcción se encuentra en buen estado. Actualmente en la fábrica, laboran doce empleados de los cuales nueve se dedican a la producción, uno se encarga de la bodega, otro es el chofer, también consta un jefe de producción. En adición, cuatro personas más trabajan en una oficina oficina, encargándose de diseño, contabilidad, ventas y del área administrativa de la empresa respectivamente. De igual manera, la fábrica dispone de un equipo de instalación conformado por cinco personas: un jefe de instalaciones y cuatro instaladores. La empresa es relativamente nueva, comenzó sus funciones en febrero de 2015, dedicándose a la comercialización, producción e instalación de ventanas y puertas de PVC.

1.2 Objetivos del diagnóstico

El objetivo principal de este estudio, es conocer la situación actual de la empresa, saber cuáles son los residuos que se generan, por qué se producen, en dónde y cuándo se originan, con la finalidad de identificar las oportunidades de PmL en la empresa.

1.3 Descripción del proceso productivo junto a sus respectivos diagramas de materiales y energía

1.3.1 Descripción del proceso productivo

El proceso inicia cuando los diseños de una obra llegan a la fábrica, se los revisa y se procede a preparar los materiales necesarios: perfil, hierro, pintura, accesorios, vidrio, etc. En caso de que dichos materiales se encuentren en stock, son entregados al proceso de corte, caso contrario, se procede a laminar el perfil.

La laminación consiste en fijar la lámina al perfil crudo mediante un proceso que utiliza pegamento y temperatura. Una vez finalizado este proceso, los materiales se entregan al área de corte donde se cortan los perfiles y el hierro en las dimensiones acordadas. A continuación, el material cortado se transfiere a la sección de termo fusión, en donde se coloca el hierro dentro del perfil sujetándolo con tornillos, con el fin de reforzarlo, y finalmente, en acordancia con los diseños, se unen por medio de calor para formar las estructuras. Terminado este proceso, se los lleva al área de limpieza para remover los excesos de plástico derretido ocasionados durante la termo fusión, seguido por procesos de pintura, colocación de vinil, felpa, entre otros, según los diseños. Mientras se realiza la limpieza se toman las medidas de los vidrios y pisa vidrios, se colocan los accesorios requeridos por el diseño; se corta el pisa vidrio y el vidrio, en el caso de necesitarse cámaras se arman y sellan para proceder a encristalar las estructuras. Una vez encristalada la estructura, se procede a almacenarla para su despacho.

A continuación, el diagrama del proceso: (Ver figura 1.1)

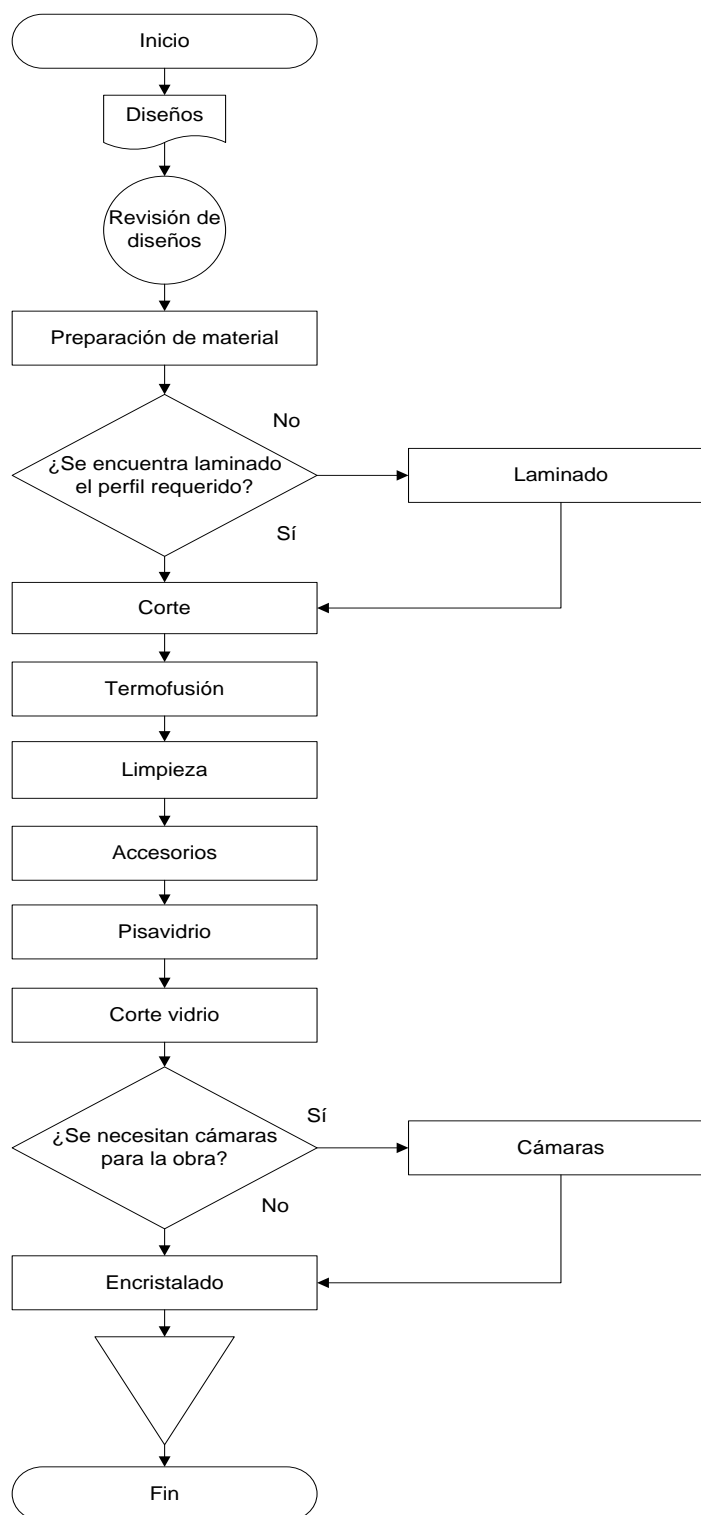


Figura 1.1: Diagrama del proceso productivo

1.3.2 Preparación de material

Se entregan los diseños a producción, ellos se encargan de revisar y preparar todo el material para la obra.

1.3.3 Laminado

Se examinan los requerimientos de laminado, en caso de que no haya una lámina cortada del tamaño para el perfil solicitado, se procede a cortar una nueva; para esto, se introduce el rollo de material en la cortadora, se calibran las cuchillas a la medida pertinente, se colocan unos cartones circulares en los que la lámina se enrolla, y se pone a correr la máquina hasta obtener la cantidad necesaria de lámina. (Ver figura 1.2)

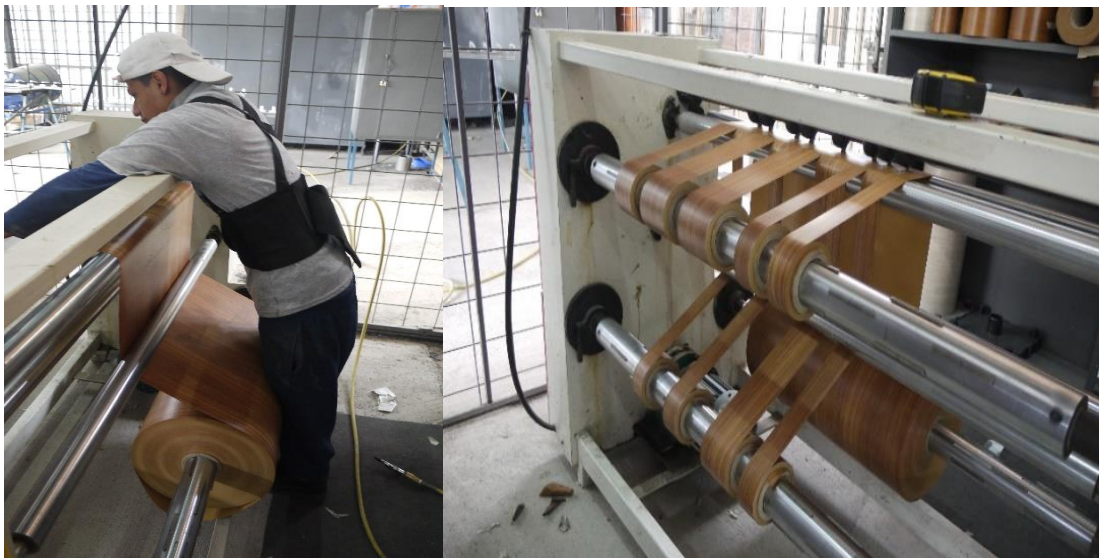


Figura 1.2: Proceso de corte de lámina

En el caso de disponer de una lámina con las medidas solicitadas, se obvia el paso anterior y se calibra con la llave hexagonal la laminadora para el tipo de perfil a usar. Al finalizar ese proceso, se prepara el pegamento mezclando Primer, Llama Roja y vulcanizante. A continuación, se pone en marcha la laminadora, proceso que requiere la participación de dos personas, una que se encargue de colocar el activador halogenizante en los perfiles (permite que el pegamento sea más efectivo) y los introduce en la máquina, y otra persona que es responsable de mantener el nivel

adecuado de pegamento para la laminación y acomodación de los perfiles laminados. Finalmente, éstos son trasladados al área de almacenamiento.

Una vez que se hayan laminado todos los perfiles se procede a limpiar el contenedor de pegamento con disolvente y con esto se acaba el proceso de laminación.



Figura 1.3: Calibración de la laminadora - Laminación

Entradas de materiales y energía

Salidas de materiales y energía

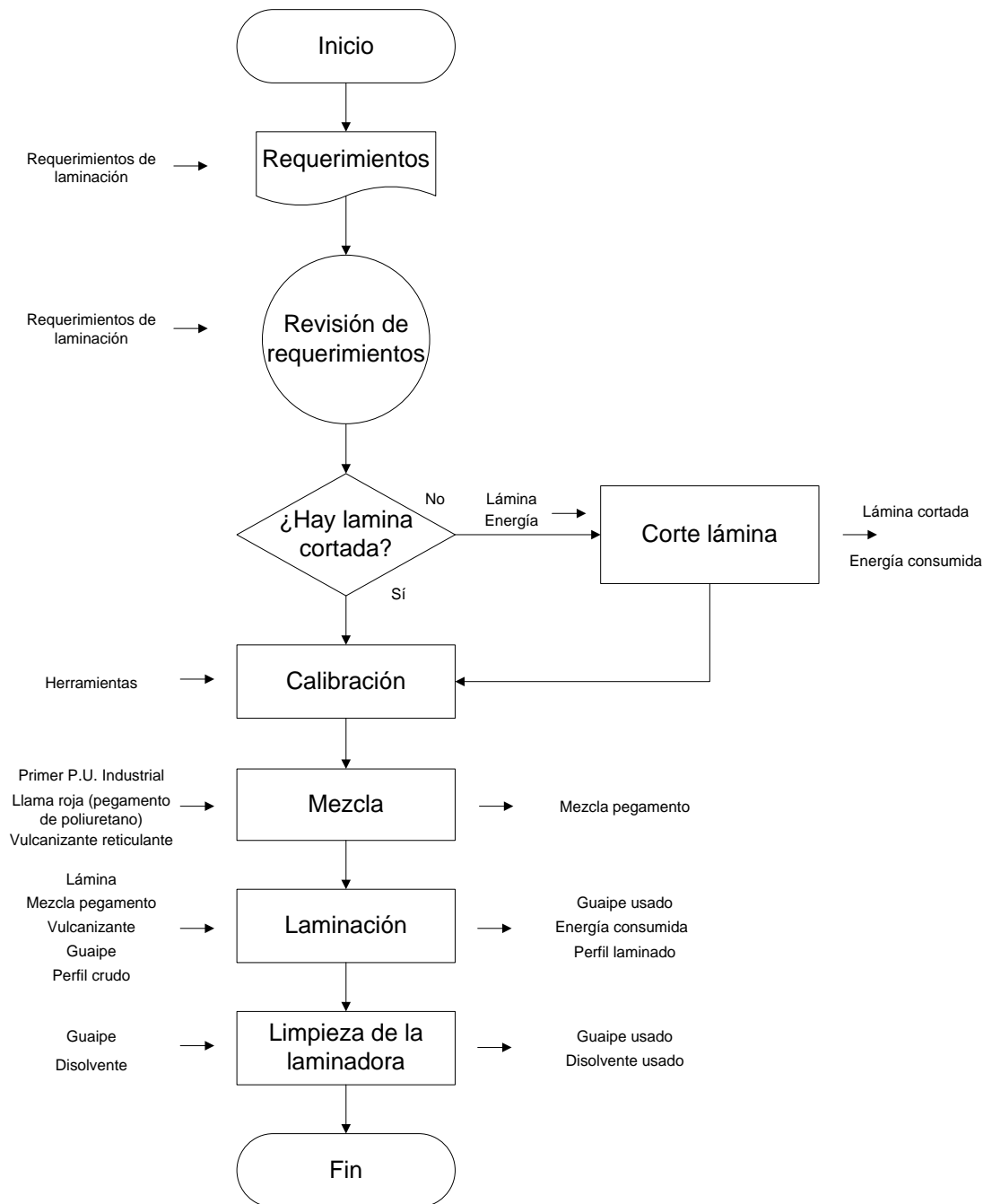


Figura 1.4: Diagrama de laminación

1.3.4 Corte

En esta fase se requiere revisar nuevamente los diseños para proceder a cortar el perfil. En caso de ser necesario, se perforan las salidas de agua, los huecos para las manijas, etc. Se corta el hierro y se pasa a la siguiente etapa.

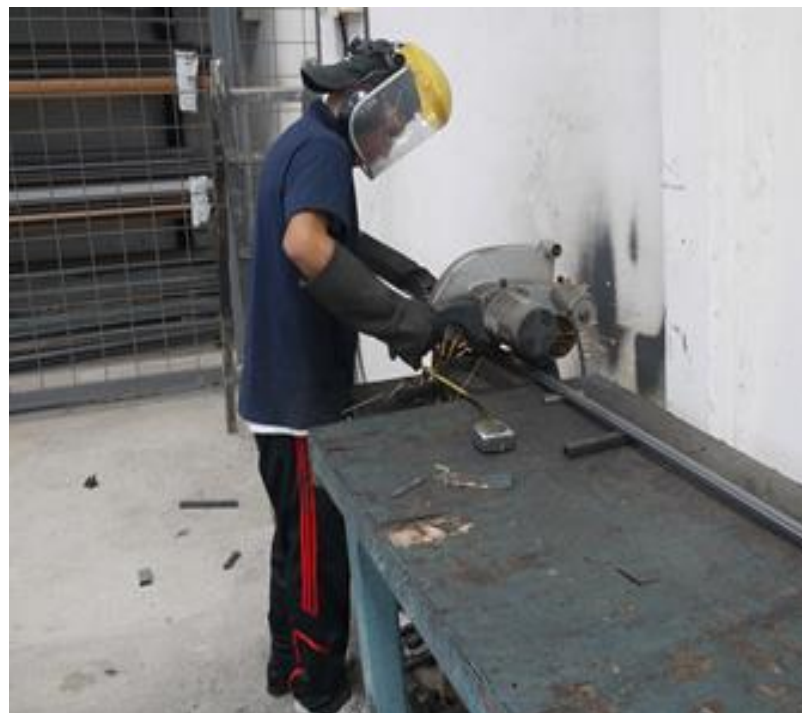


Figura 1.5: Corte de perfil y hierro

Entradas de materiales y energía

Salidas de materiales y energía

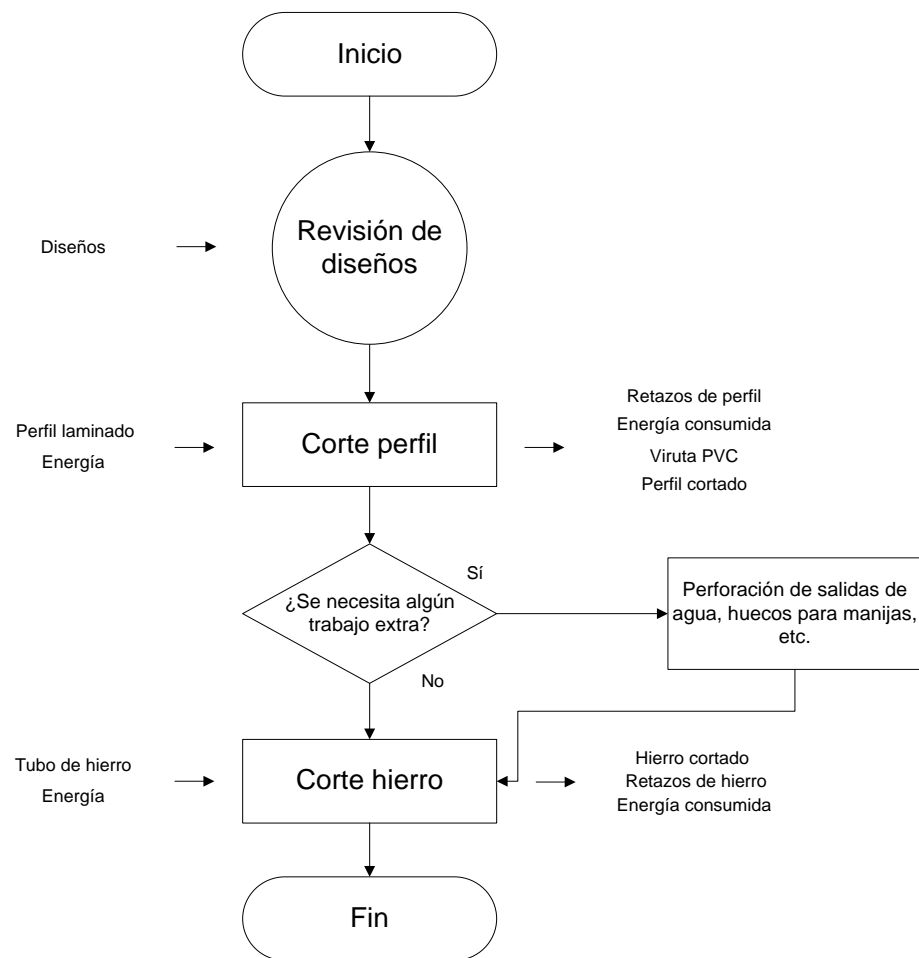


Figura 1.6: Diagrama de corte

1.3.5 Termo fusión

En esta parte del proceso, se revisan los diseños, se atornilla el refuerzo de hierro al perfil, se calibra la máquina según el tipo de perfil y se termo fusiona.

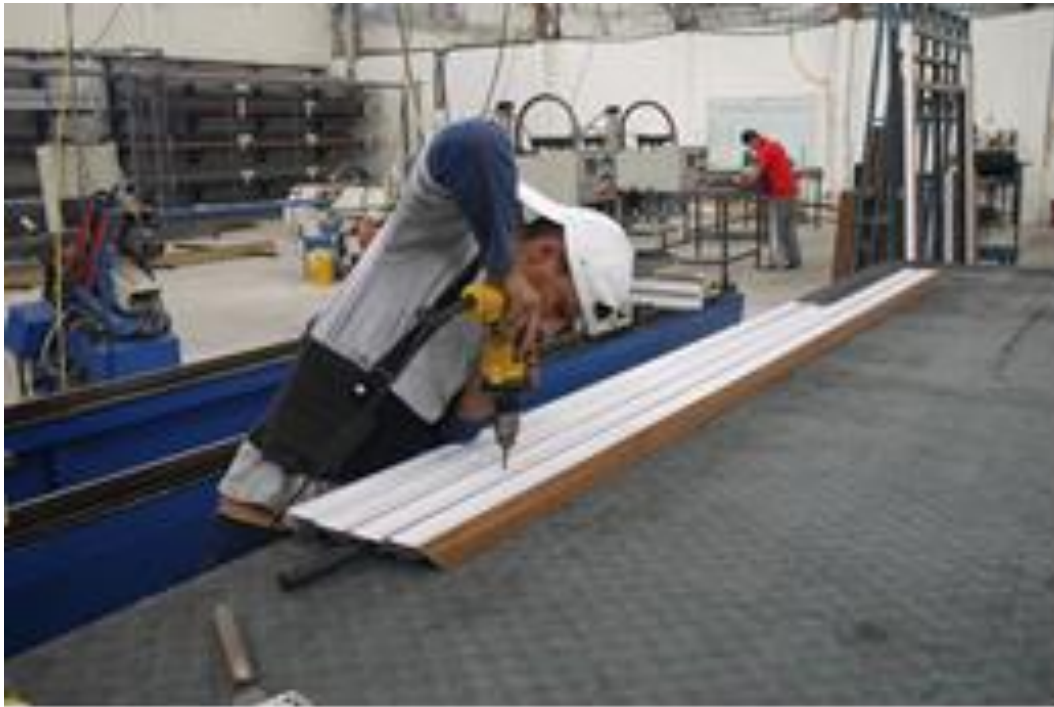


Figura 1.7: Proceso de Termo fusión

Entradas de materiales y energía

Salidas de materiales y energía

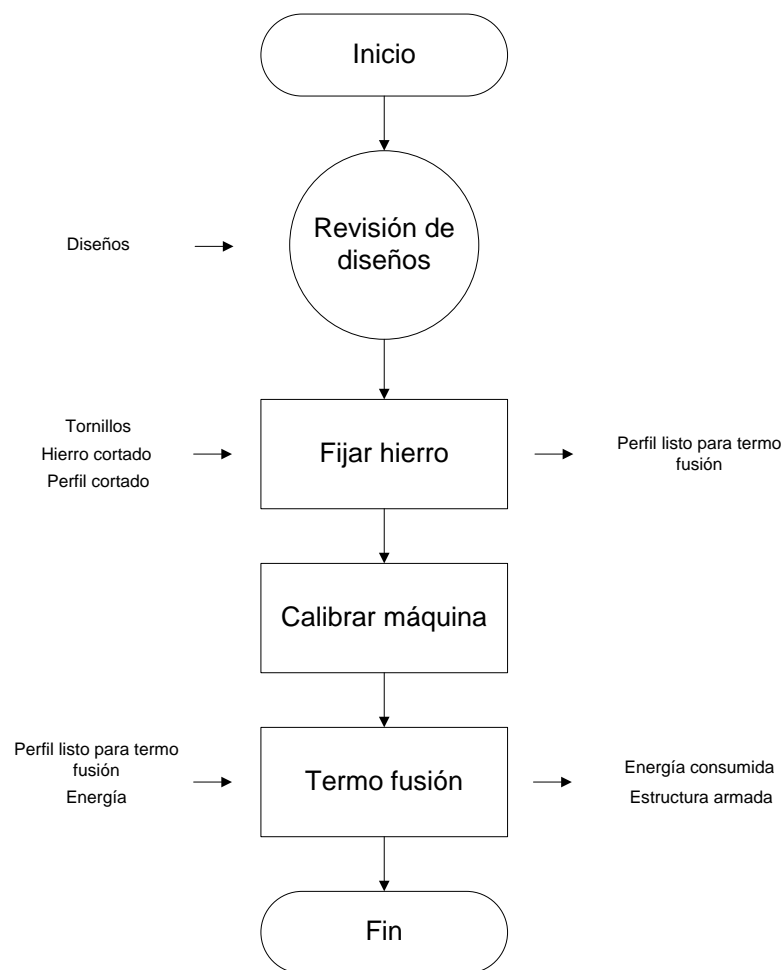


Figura 1. 8: Diagrama de termo fusión

1.3.6 Limpieza

En esta fase del proceso, se revisan las estructuras, se remueven las rebabas de la termo fusión y se pintan las áreas necesarias. En caso de que el sistema sea corredizo se coloca la felpa y el enganche, caso contrario se obvia el paso anterior y se coloca vinil en las estructuras para trasladarlas al área de accesorios.



Figura 1 9: Limpieza de estructura

Entradas de materiales y energía

Salidas de materiales y energía

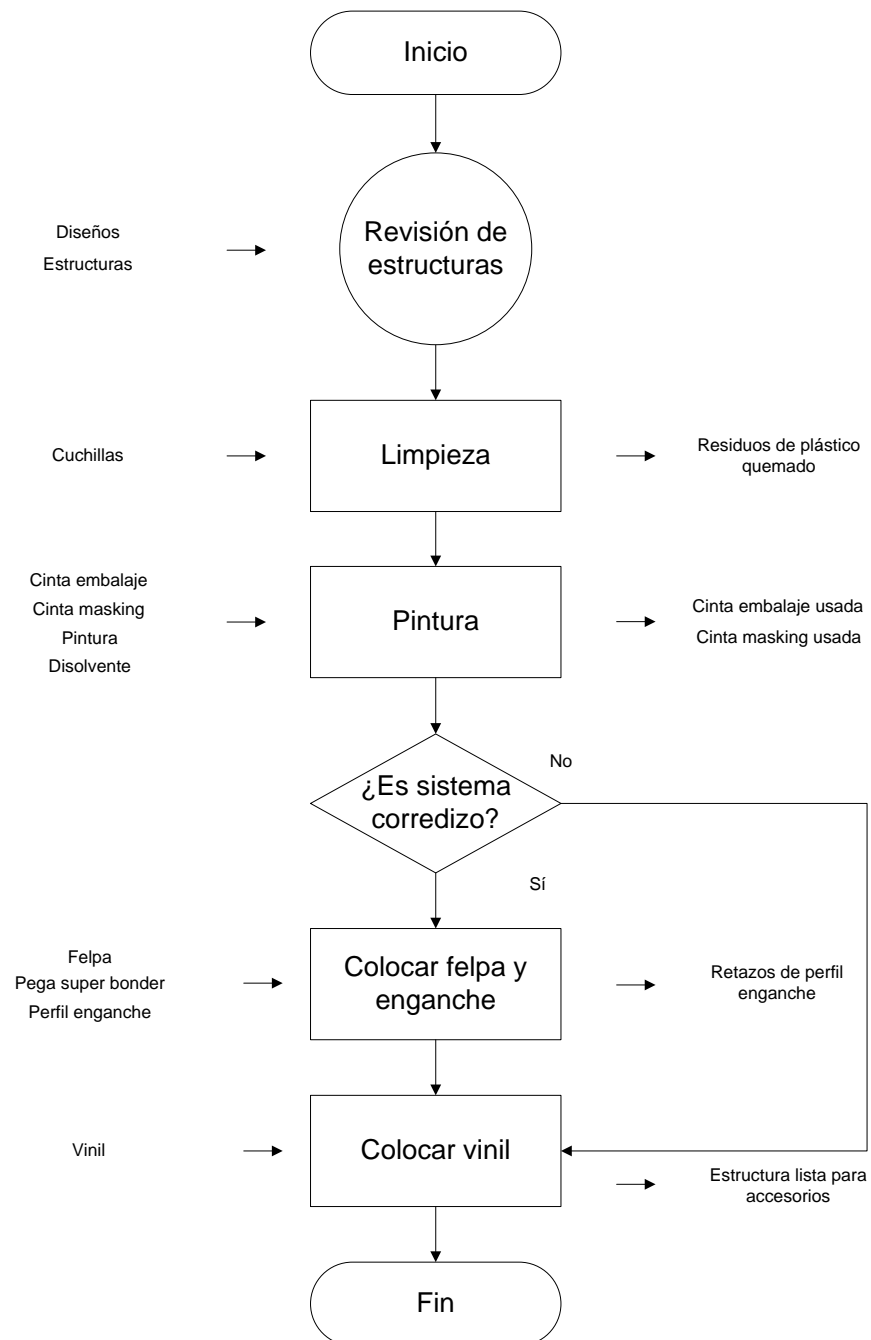


Figura 1.10: Diagrama de limpieza

1.3.7 Accesorios

En esta área se colocan los accesorios adecuados al diseño, atornillándolos para que queden fijos, para luego pasar al proceso de encristalado.



Figura 1.11: Colocación de accesorios

Entradas de materiales y energía

Salidas de materiales y energía

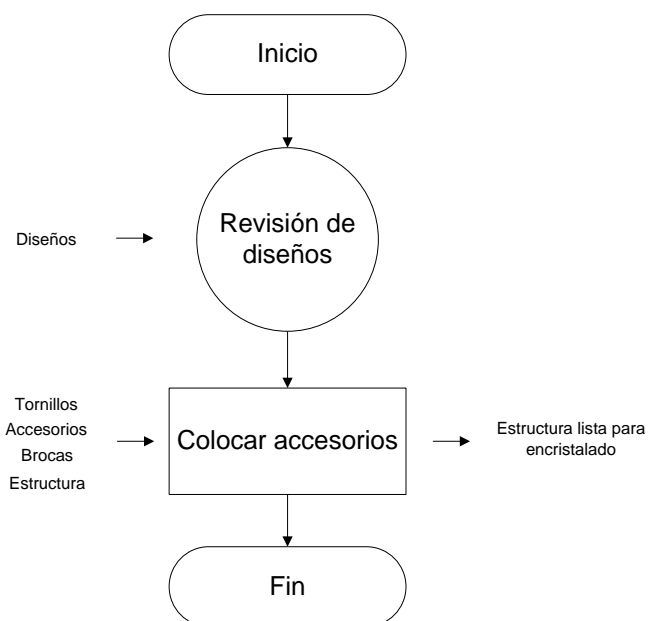


Figura 1.12: Diagrama de accesorios

1.3.8 Pisa vidrios

Se toman las medidas y según estas se corta el pisa vidrio, finalmente se coloca el vinil.



Figura 1.13: Corte de pisa vidrio

Entradas de materiales y energía

Salidas de materiales y energía

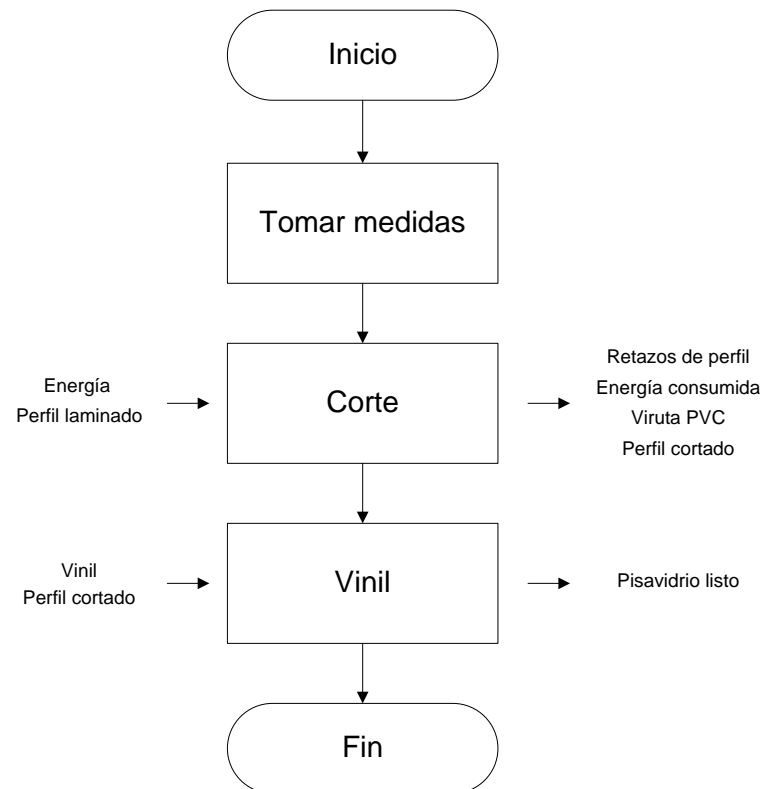


Figura 1.14: Diagrama Pisa vidrios

1.3.9 Corte de vidrio

Se revisan las medidas de corte y traslada la plancha de vidrio a la mesa de corte, se trazan las líneas de guía y se corta. La siguiente fase es el área de encristalado o la de cámaras.



Figura 1.15: Traslado y corte de vidrio

Entradas de materiales y energía

Salidas de materiales y energía

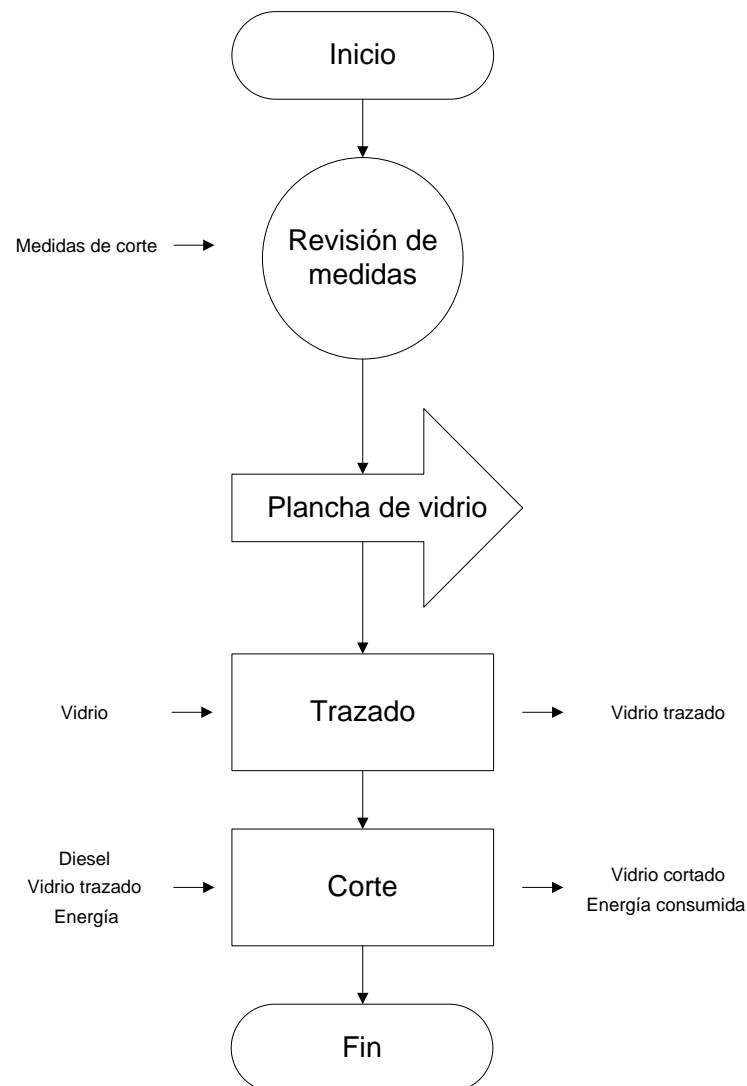


Figura 1.16: Diagrama corte de vidrio

1.3.10 Cámaras

En el caso de que se requieran cámaras se procede a limpiar los vidrios, puesto que no debe quedar ningún rastro de suciedad en el interior de las cámaras. A continuación, se cortan los espaciadores según el tamaño del vidrio, se llenan con sílica gel, para evitar que en un futuro se empañe dentro de la cámara. Los espaciadores se arman con esquineros plásticos y pegan a los vidrios con cinta doble faz, se arman las cámaras juntando los dos vidrios a los espaciadores y se sellan con silicón, una vez que se seca se procede a encristalar.



Figura 1.17: Armado de cámaras

Entradas de materiales y energía

Salidas de materiales y energía

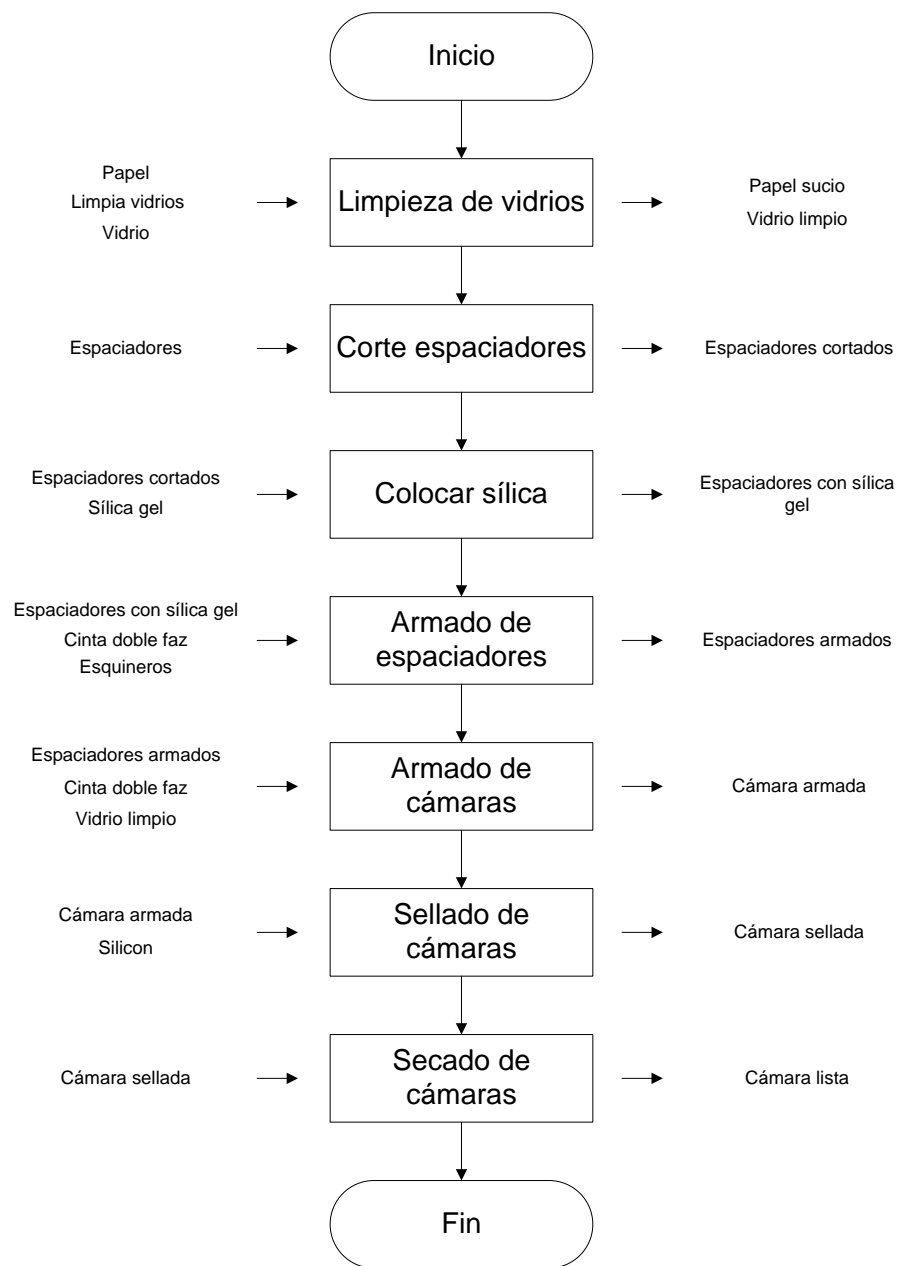


Figura 1. 18: Diagrama de cámaras

1.3.11 Encristalado

Se colocan alzas protectoras de vidrio en la estructura de PVC, se dispone el vidrio o cámara en la estructura, se los fija con pisa vidrios y almacena hasta que el equipo de instalación dé la orden de enviar las estructuras.



Figura 1.19: Encristalado

Entradas de materiales y energía

Salidas de materiales y energía

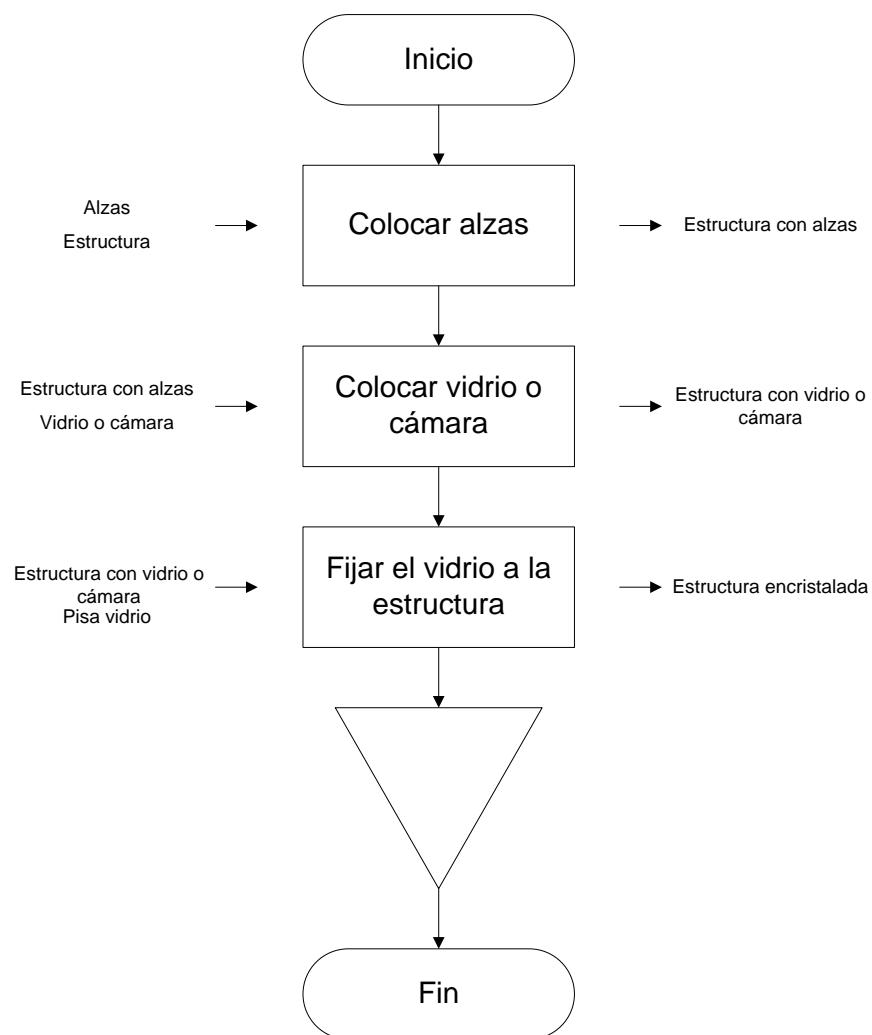


Figura 1.20: Diagrama encristalado

1.4 Tabla de consumo de materia prima e insumos

Una vez que se han definido y presentado los procesos de producción en sus fases de ingreso y egreso de material, se procede a cuantificar la materia prima consumida y los residuos producidos, con el fin de obtener información concreta para elaborar las futuras propuestas.

En base a reportes de bodega del consumo mensual de materiales, se elaboró la siguiente tabla en donde se muestran las principales materias primas e insumos que se utilizan en la planta:

Tabla 1.1: Materia Prima e Insumos

MATERIA PRIMA Y MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD CONSUMIDA POR MES EN PROMEDIO	USO PROVISTO O LUGAR DE USO	DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS
ENERGÍA	KWH	1014,00	Procesos y servicios varios	
GUAÍPE	Gramos	1593,67	Laminación	Basura común
LÁMINA	m ²	269,26	Laminación	Basura común
PRIMER P.U. INDUSTRIAL	Galones	4,67	Laminación	Basura común
LLAMA ROJA	Galones	4,67	Laminación	Basura común
VULCANIZANTE	Litros	1,33	Laminación	Basura común
DISOLVENTE	Litros	14,76	Laminación	Basura común
PERFIL LAMINADO	UNIDADES	260,33	Corte	Basura común
TUBO DE HIERRO	UNIDADES	151,83	Corte	Basura común
VIDRIO	m ²	488,07	Corte de vidrio	Basura común
PISAVIDRIO	UNIDADES	161,67	Pisa de vidrio	Basura común
PAPEL	UNIDADES	1,17	Cámaras	Basura común

Consumo de agua:

En el proceso productivo no se utiliza agua, motivo por el cual no hace falta hacer un análisis del consumo de agua.

Consumo de energía eléctrica:

A continuación, se detalla el consumo mensual de energía eléctrica: (Ver tabla 2.1)

Tabla 1.1: Consumo Energía

CONSUMO DE ENERGIA		
MES	CONSUMO KW/h mes	COSTO \$/mes
Oct	967	\$ 172,40
Nov	689	\$ 115,13
Dic	1030	\$ 168,21
En	1082	\$ 247,51
Feb	1098	\$ 265,83
Mar	1218	\$ 259,47
Total	6084	\$ 1.228,55
Promedio	1014	\$ 204,76

Residuos sólidos:

En la siguiente tabla se detalla el promedio de los residuos que se producen. Los valores de los promedios se obtuvieron de comparar cuanto material se sacó de bodega para las obras, con la cantidad real que contienen las obras.

Tabla 1.2: Residuos Sólidos

RESIDUO	ORIGEN	UNIDAD	CANTIDAD PROMEDIO MENSUAL	DISPOCISIÓN
LÁMINA	LAMINACIÓN	m ²	30,37	BOTADERO MUNICIPAL
PERFIL LAMINADO	CORTE	Perfiles	60,68	BOTADERO MUNICIPAL
TUBO DE HIERO	CORTE	Tubos	3,90	BOTADERO MUNICIPAL
VIDRIO	CORTE DE VIDRIO	m ²	65,65	BOTADERO MUNICIPAL
PISAVIDRIO	PISA VIDRIO	Perfiles	13,94	BOTADERO MUNICIPAL

Disposición de residuos dentro de la fábrica

Dentro de la planta, los residuos sólidos no son clasificados para su disposición final, todos los residuos producidos son depositados en el botadero municipal.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de dinero que el desecho mensual de residuos representa para la fábrica en promedio.

Tabla 1.3: Costos promedio de los residuos sólidos

MATERIAL	UNIDAD	DESPERDICIO PROMEDIO	COSTO UNITARIO	COSTO DEL DESPERDICIO
LÁMINA	m ²	30,37	\$ 10,00	\$ 303,87
PERFIL LAMINADO	Perfiles	60,68	\$ 23,71	\$ 1.438,57
TUBO DE HIERRO	Tubos	3,90	\$ 5,11	\$ 19,92
VIDRIO	m ²	65,65	\$ 9,92	\$ 650,98
PISAVIDRIO	Perfiles	13,94	\$ 6,32	\$ 88,06
			TOTAL	\$ 2.501,40

Se estima que estos residuos se producen por los siguientes motivos en las respectivas proporciones:

Tabla 1.4: Origen de los residuos

	Perfil Laminado %	Vidrio %	Pisavidrio %
MAL LAMINADO	18%		23%
DAÑOS EN ALMACENAMIENTO	19%	12%	35%
NO SE UTILIZAN LOS RETAZOS	22%	35%	11%
SE QUEDAN OBSOLETOS POR DIFERENTES IMPORTACIONES	9%		23%
DAÑOS EN EL TRANSPORTE	16%	36%	
DAÑOS POR REPARACION DE CAMARAS		10%	
OTROS	16%	7%	8%
	100%	100%	100%

En la Tabla 1.5 no se incluye la material lámina porque su cantidad de residuos se relaciona con el perfil laminado y el pisa vidrio. De igual manera, no se ha incluido al tubo de hierro debido a que su costo no es representativo.

Los porcentajes representados en OTROS corresponden a factores como cambios de diseño, errores de los empleados, errores en medidas de producción, productos defectuosos, etc.

Los datos de la Tabla 1.5 permiten calcular la cantidad de residuos según su origen:

Tabla 1.5: Cantidad de residuos según su origen

	Perfil Laminado %	Perfil Laminado (unidades)	Vidrio %	Vidrio (m ²)	Pisavidrio %	Pisavidrio (unidades)
MAL LAMINADO	18%	10,92			23%	3,21
DAÑOS EN ALMACENAMIENTO	19%	11,53	12%	7,88	35%	4,88
NO SE UTILIZAN LOS RETAZOS	22%	13,35	35%	22,98	11%	1,53
SE QUEDAN OBSOLETOS POR DIFERENTES IMPORTACIONES	9%	5,46			23%	3,21
DAÑOS EN EL TRANSPORTE	16%	9,71	36%	23,63		
DAÑOS POR REPARACION DE CAMARAS			10%	6,56		
OTROS	16%	9,71	7%	4,60	8%	1,11
	100%	60,68	100%	65,65	100%	13,94

Con los datos obtenidos en la tabla 6.1 se puede calcular la cantidad de dinero que la empresa gasta debido a los residuos:

Tabla 1.6: Cantidad de dinero desperdiciado según su origen

	Perfil Laminado %	Perfil Laminado \$	Vidrio %	Vidrio \$	Pisavidrio %	Pisavidrio \$
MAL LAMINADO	18%	\$ 258,94		\$ -	23%	\$ 20,25
DAÑOS EN ALMACENAMIENTO	19%	\$ 273,33	12%	\$ 78,12	35%	\$ 30,82
NO SE UTILIZAN LOS RETAZOS	22%	\$ 316,49	35%	\$ 227,84	11%	\$ 9,69
SE QUEDAN OBSOLETOS POR DIFERENTES IMPORTACIONES	9%	\$ 129,47		\$ -	23%	\$ 20,25
DAÑOS EN EL TRANSPORTE	16%	\$ 230,17	36%	\$ 234,35		\$ -
DAÑOS POR REPARACION DE CAMARAS		\$ -	10%	\$ 65,10		\$ -
OTROS	16%	\$ 230,17	7%	\$ 45,57	8%	\$ 7,04
	100%	\$ 1.438,57	100%	\$ 650,98	100%	\$ 88,06

Los aceites usados en el compresor no son entregados a ETAPA, se los vierte en el suelo de la fábrica.

1.5 Estado de gestión

Gestión de logística e inventarios

El manejo de inventarios en la empresa se realiza por medio del programa Microsoft Excel, una herramienta eficaz, sin embargo, la implementación de un programa diseñado específicamente para el manejo de contabilidad e inventarios permitiría tener un mejor control de la bodega y recursos de la empresa.

Gestión de actividades de producción

Actualmente la fábrica no cuenta con una hoja de control de actividades, los operarios manejan todo según su experiencia. La política de la empresa con respecto a los servicios es entregar el producto final al consumidor; debido a que trabajan con el método PEPS (Primero en Entrar Primero en Salir), sin embargo, este proceso se pasa por alto en varias ocasiones puesto que se da preferencia a ciertos clientes, causando desorden dentro de la fábrica y malestar en los usuarios.

Gestión de la calidad

El control lo realizan los mismos empleados al momento de enviar las estructuras a las obras, puesto que existe un rango de variación en las dimensiones de las estructuras; en caso de que éstas sobrepasen el nivel se efectúan las correcciones respectivas.

Gestión de la ingeniería y el mantenimiento

La fábrica carece de un plan de mantenimiento, por este motivo, éste es básicamente correctivo, es decir, una vez que una máquina presenta un problema se procede a su reparación correspondiente.

Control de costos y de la productividad

Se maneja un software desactualizado con el motivo de cotizar las obras que llegan, el cual no cuenta con los precios de las últimas importaciones ni los costos reales de producción. En efecto, es primordial reemplazar dicho sistema lo antes posible debido a que se pueden presentar pérdidas para la empresa o exagerar el precio al cliente. En ambos casos su uso resulta en situaciones económicamente negativas.

Grado de cumplimiento con la normativa ambiental

Se cumple con las normas que exige el estado ecuatoriano respecto a desechos materiales, ya que los residuos de este proceso no necesitan de los servicios de ETAPA o EMOP.

Condiciones de seguridad e higiene laboral y salud ocupacional

Los empleados disponen del equipo de protección necesario, y los escasos artículos a los que se ha destinado esta función no cumplen con las normas de seguridad, por lo que urge adquirir el equipo completo para todo el personal de la fábrica.

La señalética en toda la fábrica es nula. Es imperativo dotarla de ella.

1.6 Marco legal aplicable

A continuación se describe el marco legal aplicable para Termovent.

1.6.1 Base legal

El cuidado del medio ambiente y uso adecuado de los recursos naturales, promueven una mejor calidad de vida para los seres humanos y deben ser considerados en la implementación de todo tipo de proyecto. La constitución de la República del Ecuador describe como mandato político el cuidado del medio ambiente y menciona lo siguiente:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Major, 2008)

1.6.2 Normas jerárquicas superiores

La Constitución de la República del Ecuador, publicada en el Registro Oficial no. 449 del lunes 20 de octubre de 2008, como Ley Suprema de la República, contempla disposiciones sobre el tema ambiental:

De los derechos de la naturaleza: Art. 71, “Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observan los principios

establecidos en la Constitución, en lo que proceda. El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.” (Narváez, 2014)

El Estado garantiza a los ciudadanos: Art. 72, “En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas” (Narváez, 2014)

El Art 74, “Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado” (Narváez, 2014).

Adicionalmente, y con respecto a temas medioambientales, se han suscrito tratados y convenios internacionales reconocidos por el Estado ecuatoriano, en cuyos enunciados se destacan:

- Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural de la UNESCO. 1972.
- Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica, Rio de Janeiro 1992.
- Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES), 1975.
- Convención relativa a las Zonas Húmedas de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de las aves acuáticas, 1990. (Narváez, 2014)

1.6.3 Normativa general

- La ley de Gestión Ambiental no.37, publicada en el Registro Oficial 245 del 30 de julio de 1999, establece los principios y directrices de la política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores públicos y privados en la gestión ambiental; y,

señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia (Narváez, 2014).

- La Ley determina que la autoridad nacional será ejercida por el Ministerio de Medio Ambiente, que deberá actuar como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (abicozar, Vias , 2014).
- Ley de Régimen Municipal (R.O. 331, suplemento del 15 de octubre de 1971), que en su Título V, obliga a las municipalidades a formular planes reguladores de desarrollo urbano. (abicozar, Vias , 2014)

En el numeral 36 del Art. 64 de la Ley de Régimen Municipal obliga las municipalidades adoptar los perímetros urbanos que establezcan los planes reguladores. (Narváez, 2014)

- Ley Orgánica de las Juntas Parroquiales.

1.6.4 Ordenanzas

- Ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca: *Determinaciones para el uso y ocupación del suelo urbano*. Publicada el 26 de agosto de 1998.
- Reforma, actualización, complementación y codificación de la ordenanza que sanciona el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Cuenca. *Determinaciones para el uso y ocupación del suelo urbano*. 19 de mayo de 2003.
- Reforma y codificación de la Ordenanza de creación y funcionamiento de la Comisión de Gestión Ambiental, que el Art. 3 Literal i) determina que corresponde a la comisión de Gestión Ambiental de Cuenca: *“Coordinar, supervisar, aprobar y dar seguimiento a los Estudios de Impacto Ambiental (DIA), en proyectos tanto públicos como privados que se ejecuten dentro de la jurisdicción del cantón Cuenca”*.
- Ordenanza para la aplicación del Subsistema de Evaluación del Impacto Ambiental dentro de la jurisdicción del cantón Cuenca.

- Ordenanza que regula el cobro de Tasas por Servicios Técnicos Administrativos que ofrece la Comisión de Gestión Ambiental. (Narváez, 2014)

1.6.5 Normas reglamentarias

- Texto unificado de la legislación secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) (R.O .no.–Edición Especial del 31 de marzo de 2003).

El texto unificado, está compuesto por nueve libros con sus respectivos títulos y capítulos:

- Libro I. De la autoridad ambiental
- Libro II. De la Gestión Ambiental
- Libro III. Del régimen Forestal
- Libro IV. De la Biodiversidad
- Libro V. De los Recursos Costeros
- Libro VI. De la Calidad Ambiental

Normas conexas:

- Código Civil
- Código Penal
- Código del Trabajo. (Narváez, 2014)

Una vez que se ha identificado a la empresa, las materias y la forma en que lleva a cabo sus procesos, se tiene un panorama claro de su estado de gestión. La empresa Termovent presenta algunas falencias con respecto a los lineamientos de Producción Más Limpia, por lo cual es viable la elaboración de propuestas PmL cuya finalidad es la mejora en el desenvolvimiento de la empresa, y sobre todo la búsqueda de integridad de las personas que la conforman.

Con el fin de profundizar más en la investigación, a continuación, se presenta una compilación bibliográfica de las áreas que tienen estrecha relación con el tema de estudio.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

En esta sección se presenta el marco teórico de la Producción Más Limpia, discutiéndose conceptos generales, así como los beneficios que presenta la implementación de esta metodología, y una breve reseña sobre PmL en Latinoamérica y Ecuador. Una vez expuestos dichos temas, se expone un esquema para la elaboración de un Plan de PmL, seguido por la presentación de herramientas para su ejecución.

2.1 Concepto de Producción Más Limpia (PmL)

Los inicios de este modelo se remontan precisamente al año 1981, cuando las Naciones Unidas presentaron el programa para la protección del medio ambiente, el cual se desarrolló hasta que en 1988 se dió a conocer formalmente bajo la denominación de Producción Más Limpia (PML). Desde esa época hasta la actualidad ha ganado más fuerza en las diversas industrias del mundo (UNIDO, Prévex , & Sánchez-Osuna , 2007).

En ese contexto, el concepto de “Producción Más Limpia” se define como un conjunto de aplicaciones de estrategias ambientales preventivas con vinculación a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y disminuir los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente (Introducción a la producción más limpia, 2010).

Para conseguir los resultados esperados, la PmL, se fundamenta en una “metodología práctica, aplicable a cualquier sector de la producción y los servicios cuyo fin es incrementar la eficiencia y eficacia de los procesos productivos, reducir los riesgos potenciales que puedan afectar la integridad de los seres humanos y el ecosistema, y lograr la sostenibilidad del desarrollo económico. Tradicionalmente se aplica control de contaminación en el manejo ambiental posteriormente a fases productivas (después del evento, reacción y tratamiento), al contrario, la PmL es proactiva con una filosofía de anticipar y prever” ((ONUUDI), Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, 2015)

2.1.1 Beneficios de la Producción Más Limpia

Parte del éxito de la PmL en el sector empresarial, se debe a los beneficios económicos que brinda, puesto que reduce costos por medio de la optimización de materias primas e insumos en general, minimización en el tratamiento de residuos, aumento en las ganancias, entre otros. De igual manera, ofrece varios beneficios operacionales, pues aumenta la eficiencia de los procesos, y mejora las condiciones de seguridad y salud ocupacional reforzando la motivación en el personal (Centro de Producción Más Limpia Nicaragua, 2016). Esta práctica, además, mejora la imagen corporativa de la empresa, lo que genera un mejor posicionamiento de los productos en el mercado, cuya finalidad es el crecimiento de las ventas (Organization, Prévez, & Sánchez-Osuna , 2007).

2.1.2 PmL en América Latina y Ecuador

El concepto de Producción más Limpia tiene ya 20 años parte en la ONUDI. Se define como preventivo pues todos los fundamentos con los que trabaja están basados en, “el uso más eficiente de ahorro de materia prima y ahorro de costos, que son necesidades de la industria y brinda acceso a nuevos mercados” (ANDES, 2013). En Suramérica, son 11 países los que manejan este esquema, el pionero fue Chile, así lo afirma Petra Schwager, experta de la Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo industrial (ANDES, 2013). Estos países han encontrado resultados positivos tras su implementación, de acuerdo a César Barahona, un representante del Centro de Producción más limpia de Nicaragua, en este país “800 empresas que aplican la metodología de producción más limpia, consiguieron en 15 años aumentar 7% la competitividad (producen más con lo que antes hubieran desechado) han reducido 20% el consumo energético, 30% menos consumo de agua, 17 % menos desechos sólidos” (ANDES, 2013).

En Ecuador, desde la década pasada se han aplicado con fuerza estrategias para el funcionamiento de PmL en el sector industrial, el Ministerio de Industrias y Productividad ha creado el “Centro de eficiencia de recursos y producción más limpia en Ecuador” cuyo objetivo es: Contribuir al desarrollo industrial sostenible del Ecuador, mediante la difusión de conceptos, métodos, y prácticas de Uso Eficiente de Recursos y Producción más Limpia para conseguir el uso eficiente de recursos y

mejorar el desempeño ambiental de las empresas y las organizaciones en el sector público y privado, para generar conciencia y cambio en los patrones de consumo y gasto (Miniterio de Industrias y Productividad, 2014). Sobre su eje de trabajo ha realizado programas de capacitación y programas de estudio, en ciertas industrias de las ciudades de Quito y Guayaquil.

“En realidad es una necesidad para el país, no solamente es un tema ambiental, pues acoge temas como eficiencia energética, reducción de consumo de energía, uso y desperdicio de insumos” (ANDES, 2013). Dichos elementos aseguran que el modelo de PmL, no es un paradigma que se enfoca únicamente en el contexto ambiental que es imperante, sino también es un modelo complejo, cuya eficacia inicia en el ser humano y se concreta el crecimiento de la industria.

La metodología usada implica involucrar a la empresa y los trabajadores en los procesos. Según la experta en PmL Petra Schwager, el entrenamiento de los trabajadores provoca cambios no solo visibles en la empresa sino en sus casas (ANDES, 2013). En adición, ella calcula que los costos de las empresas en sus producciones pueden reducirse hasta en un 30% con inversiones pequeñas que se amortizan en 3 años. “Es tener menos desechos, que contienen energía y materia prima”, explica. El concepto se aplica a cualquier sector y servicios, turismo, hospitales, depende de las necesidades del país (ANDES, 2013).

2.2 Esquema para la elaboración de un Plan de Producción Más Limpia

El desarrollo del plan de PmL se fundamenta en la metodología que sugiere la ONUDI (2013), el cual se constituye de las siguientes fases:

Colecta de datos

Flujo de masa, flujo de energía, costos y seguridad. Éste es uno de los pasos básicos y más importantes. Esta fase requiere la recolección de una descripción adecuada de la situación actual, por lo que a menudo consume mucho tiempo. Mientras mejor se conozcan los procedimientos y datos reales, mejor será la aplicación de las opciones adecuadas de PmL.

Reflexión.

Dónde y por qué se generan desechos. Después de la colecta de datos, éstos se analizan y reflejan según los principios de PmL, de manera que pueda determinar con exactitud cuándo se generan y la forma en que se los contrarresta.

Generación de opciones

A partir del análisis se generan las opciones de PmL, en efecto 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.

Análisis de viabilidad

Se analiza la viabilidad económica, técnica y ecológica de las opciones seleccionadas

2.2.1 Herramientas para la ejecución del plan

Para complementar el plan de producción más limpia, es imprescindible la aplicación de herramientas que generen información oportuna en la toma de decisiones, dichas técnicas actúan en ciertas etapas y están descritas a continuación:

Etapas de Colecta de datos

Esta etapa se ha documentado Capítulo 1 del presente documento, para lo cual se usaron las herramientas de observación directa, encuestas a los empleados, datos de registros en bodega, información de reportes de producción, informes, etc.

Etapas de Reflexión

Las herramientas de esta fase se desarrollan en el Capítulo 3, con el fin de elaborar una estrategia PmL que permita analizar e identificar las potenciales ventajas y desventajas de una empresa industrial, que justifiquen la conveniencia de la aplicación de esta herramienta. A más de ello esta estrategia tiene relación directa con el grupo de interés (integrantes de la empresa); por lo que el análisis de Fortalezas, Obstáculos, Debilidades y Amenazas (FODA), se llevará a cabo a través de observación directa y entrevistas con los miembros de la empresa. Se espera que el resultado de estos procesos ofrezca propuestas con resultados favorables para el futuro de la empresa.

En la fase de reflexión es necesario realizar un análisis que priorice los factores críticos relacionados al tema de estudio. Se considera imposible y poco práctico el pretender resolver todos los problemas, o atacar todas las causas que se presentan en un proceso, motivo por el cual la presente investigación aplicará *El diagrama de Pareto*, “un gráfico especial de las barras, su campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes” (Prezi, Varela, Canales, Ramos, & Solorzano, 2015). El diagrama se sustenta en el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que solo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto genera muy poco del efecto total. De la totalidad de problemas de una organización, solo unos cuantos son realmente importantes (Gutiérrez, Calidad Total y Productividad, 2007, p. 179).

Etapas de Generación de Opciones

La siguiente técnica se ejecutará en el Capítulo 3. La determinación de las causas de los problemas es crucial para identificar la forma en la que se va a intervenir en la empresa. Para ello se utilizará el *diagrama Causa - Efecto* o diagrama de *Ishikawa*, que “es un método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas” (Gutiérrez, Calidad Total y Productividad, 2007, p. 192).

Etapas de análisis de viabilidad

Las evaluaciones descritas a continuación se presentarán en el Capítulo 4. Se analizarán los aspectos económicos, técnicos y ecológicos.

- Para conocer la *viabilidad económica* de las propuestas se tomará en cuenta el monto de la inversión, sus costos y los ingresos que éstos darán, de manera que se represente la rentabilidad de PmL.
- Para la *evaluación técnica* se analizará el mejoramiento productivo y la eficiencia de los obreros, la accesibilidad tecnológica y la facilidad de empleo de las alternativas de PmL.
- Para la *evaluación ecológica* se medirá la cantidad de residuos que se han reducido mediante la aplicación de las alternativas de producción más limpia.

La aplicación de un proyecto de Producción Más Limpia trae consigo varias oportunidades a las empresas, como son, un mayor rendimiento económico, motivación para los empleados, eficiencia en los procesos, etc. Sin embargo, para que la PmL muestre sus beneficios en cualquier tipo de empresa, es necesario que se sustente en una metodología capaz de direccionar dicho proceso. En base a este precepto el siguiente capítulo presenta las alternativas de producción más limpia para la empresa.

CAPÍTULO 3

DETERMINACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA GENERAR PmL

En este capítulo se determinan las alternativas de PmL para la empresa, las cuales tienen sustento en las herramientas de gestión para elaboración de un plan de PmL. Por consiguiente, en un primer momento se revisa el estado general de la empresa para determinar las oportunidades de PmL, seguido de un análisis FODA; posteriormente se aplica un análisis de Pareto para dar prioridad a los materiales que representen un alto valor económico para la empresa. Se realizan también, diagramas de Ishikawa para identificar las causas de los problemas, y finalmente, con la información obtenida a través de todas estas herramientas se procede a enunciar las alternativas de PmL.

3.1 Oportunidades de Producción Más Limpia (PmL)

La Producción Más Limpia pretende ahorrar materias primas y energía para potenciar el desarrollo de la empresa, disminuir los riesgos para los empleados y contribuir con el medioambiente. Basándonos en dicho precepto exponemos las oportunidades de PmL identificadas en las áreas de interés:

a) Laminación

- Desperdicio de láminas en el momento del corte.
- Pérdida de tiempo, energía y activador, a causa del polvo que existe en esta área.
- Pérdida de tiempo a causa del clima lluvioso, puesto que se mojan los perfiles crudos de PVC y el obrero tiene que secarlos para que la lámina se adhiera al perfil de manera adecuada; en muchos casos cuando no se logra secar completamente el perfil, se estropea el laminado.

b) Corte

- Se obvian los sobrantes de retazos de perfil y hierro de obras anteriores al momento de despachar.
- Desperdicio de cinta de embalaje cuando se cortan los perfiles del mismo tamaño, en el momento de los destajes.

- Los retazos pequeños de PVC y hierro son desechados directamente a la basura.
- La perforadora de salidas de agua se encuentra en mal estado, esto causa que el proceso tome más tiempo del requerido.

c) Corte pisa vidrio

- En el momento del despacho no se toman en cuenta los retazos de pisa vidrio.
- Los pedazos pequeños de pisa vidrio son botados directamente a la basura.

d) Accesorios

- Muchas veces no hay stock del accesorio adecuado para la obra, motivo por el cual hay que adaptarlo. Esto puede causar problemas en el futuro y la fábrica tendría que reponer esas estructuras.

e) Vidrio

- Cuando se realiza el corte de vidrio se generan retazos que son desechados directamente a la basura.

f) Cámaras

- El lugar en donde se realiza este proceso está expuesto a polvo y suciedad, motivo por el cual los obreros se demoran más limpiando los vidrios, y ocupan más papel y limpiavidrios. En varias ocasiones envían la cámara con partículas de polvo o suciedad en la parte interior, lo que crea mal estar en los clientes y pérdidas para la fábrica ya que éstas se tienen que arreglar.
- La pobre iluminación del área de cámaras evita que se puedan detectar con más precisión y en menos tiempo las partículas de polvo y la suciedad en los vidrios.
- En el área de cámaras existen goteras, éstas no permiten que se pueda realizar el trabajo de una manera adecuada cuando llueve, en el caso de que la lluvia sea fuerte se tiene que parar el proceso.

g) General

- Las obras no llegan completas, entregándose los diseños por partes, esto hace que no se optimice al máximo el uso de recursos. Las máquinas se calibran más

de una vez, se realizan dos o más viajes para una misma obra, y se retrasa el cobro de la obra afectando la liquidez de la empresa.

- El sistema neumático de la fábrica tiene muchas fugas, lo que genera que el compresor trabaje todo el tiempo sin ser necesario. El compresor necesita mantenimiento, debido a que por los años de uso no es tan eficiente.
- El sistema eléctrico está mal diseñado, exponiendo a los empleados a graves riesgos, y dificultando el apagado de las máquinas, motivo por el cual permanecen prendidas innecesariamente además de que los empleados no apagan las máquinas una vez que finaliza la jornada de trabajo.
- No existe un protocolo para el momento del despacho, por este motivo, frecuentemente se estropea el producto terminado y debe ser reingresado a producción para arreglos, o causa fallas en el vidrio, el cual debe ser reemplazado con las consecuentes pérdidas de tiempo y dinero.
- Las canales de la nave industrial son muy pequeñas, por lo que cuando llueve fuerte entra agua a la bodega, lo que puede ocasionar que algunos productos se estropeen.
- La lámina de los perfiles se ralla cuando es almacenada por mucho tiempo.
- El comprar perfiles a diversos proveedores, ocasiona que existan diferentes niveles de calidad entre unas obras y otras; a más de ello, estos no son compatibles entre ellos, ocasionando que los sobrantes de las importaciones no se puedan utilizar.
- En el momento del transporte se rompen las planchas de vidrio debido al mal estado del caballete del camión o a que no está amarrado de una manera adecuada.
- En repetidas ocasiones, las planchas de vidrio se rompen en el transporte pues tienen más de 2,2 metros de alto debido al tamaño del caballete del camión.
- En el momento del transporte se estropea una cantidad considerable de estructuras debido a la fricción de las sogas con la lámina.

Herramientas de gestión

Análisis FODA

En esta fase de la investigación se aplica la herramienta estratégica del FODA, la cual permite puntualizar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, que tienen mayor incidencia en el ámbito interno y externo de empresa. En consecuencia de dicho análisis se podrán determinar soluciones viables.

Se mantiene una metodología generalizada para la determinación de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA). La misma que inicia con una investigación de campo en la fábrica, en donde a través de la observación directa y un registro se anotaron los procesos, posteriormente se ejecutaron entrevistas al jefe de instalaciones y a los obreros; durante este proceso se solicitó a los encuestados identificar las fortalezas y debilidades de la fábrica en cada área. A continuación, se expone el FODA de la empresa Termovent:

3.1.1 Fortalezas

- La fábrica cuenta con la tecnología adecuada para realizar el producto.
- Los empleados conocen muy bien el proceso debido a los años de experiencia en este tipo de empresas.
- El producto tiene buena aceptación en el mercado.
- Existe apoyo de gerencia para el mejoramiento de la calidad.
- Hay liquidez en la empresa (capital).

3.1.2 Oportunidades

- Posibilidad de expandir el mercado por todo el país.
- Posibilidad de trabajar con nuevas técnicas y materiales.
- Alianzas con almacenes de decoración.
- Mejorar la eficiencia con poca inversión.
- Ganar dinero por medio del reciclaje.
- Facilidades de importaciones.

3.1.3 Debilidades

Con el fin de detectar las debilidades que impiden el crecimiento de Termovent, se llevó a cabo una investigación de campo por parte del autor, misma que se presentó a breve rasgo en el Estado de Gestión (en el capítulo anterior), sin embargo, en esta parte de la investigación se la expone de manera íntegra, en efecto, las “debilidades” que inciden en el desenvolvimiento de la empresa, son:

- Falta de comunicación entre las áreas de ventas, producción e instalación.
- La cotización en el momento de la venta no es exacta.
- El sistema contable no es el adecuado.
- No hay una persona encargada de los Recursos humanos.
- Existen varias falencias en el tema de Seguridad industrial.
- Falta de lugar de almacenamiento para el producto terminado.
- Agilidad en el momento de las compras.
- El clima afecta a la producción.
- Manejo inadecuado de los desperdicios.
- Cambio constante de proveedores.
- Cambios frecuentes en las fechas de entrega de obras, lo que incide en la pérdida de ingresos para la empresa.

3.1.4 Amenazas

- Inestabilidad del país.
- Los precios de la competencia.
- Restricciones en importaciones.
- Recesión en la construcción.
- Repuestos de maquinaria.

Análisis del FODA

Del análisis FODA se especifican las áreas y aspectos en los que la organización es fuerte, y se identifica en donde, y en qué radican sus mayores debilidades. Asimismo, se determinan las áreas o aspectos de mayor oportunidad y qué situaciones externas representan los mayores riesgos para el éxito de la organización (Gutiérrez, Calidad Total y Productividad, 2007) .

A manera de síntesis, en la estrategia del FODA, se evidencian los fundamentos principales para la ejecución de propuestas potenciales; a su vez, también se visualizan debilidades y las posibles amenazas, mismas que tras la creación de un plan se las evitará o se las receptorá de un modo que no alteren la estabilidad de la empresa. En la parte final de este capítulo se mencionan las alternativas de mayor trascendencia según el FODA.

3.2 Priorización de las causas de los problemas

A continuación, se presenta el gráfico de Pareto realizado a partir del consumo mensual promedio de la materia prima, haciendo un énfasis en los materiales que representan mayor valor económico para la empresa. La identificación de éstos es fundamental para la elaboración de propuestas, a las cuales se les dará la debida prioridad de acuerdo a su notoriedad económica. (Ver tabla 3.1)

Tabla 3. 1: Consumo de materias primas y promedio

MATERIA PRIMA Y MATERIALES	PROMEDIO MENSUAL CONSUMIDO
PERFIL LAMINADO	\$ 6.171,49
VIDRIO	\$ 4.839,97
LAMINA	\$ 2.693,90
PISAVIDRIO	\$ 1.021,56
TUBO DE HIERO	\$ 775,20
ENERGIA	\$ 204,76
PRIMER P.U. INDUSTRIAL	\$ 79,24
LLAMA ROJA	\$ 69,16
DISOLVENTE	\$ 35,43
VULCANIZANTE	\$ 28,87
PAPEL	\$ 19,83
WAIPE	\$ 15,94

Con el fin de comprender de la mejor manera los datos presentados en la tabla, se construyó un gráfico en donde se pueden visualizar los materiales más usados y sus respectivos valores. (Ver Figura 3.1)

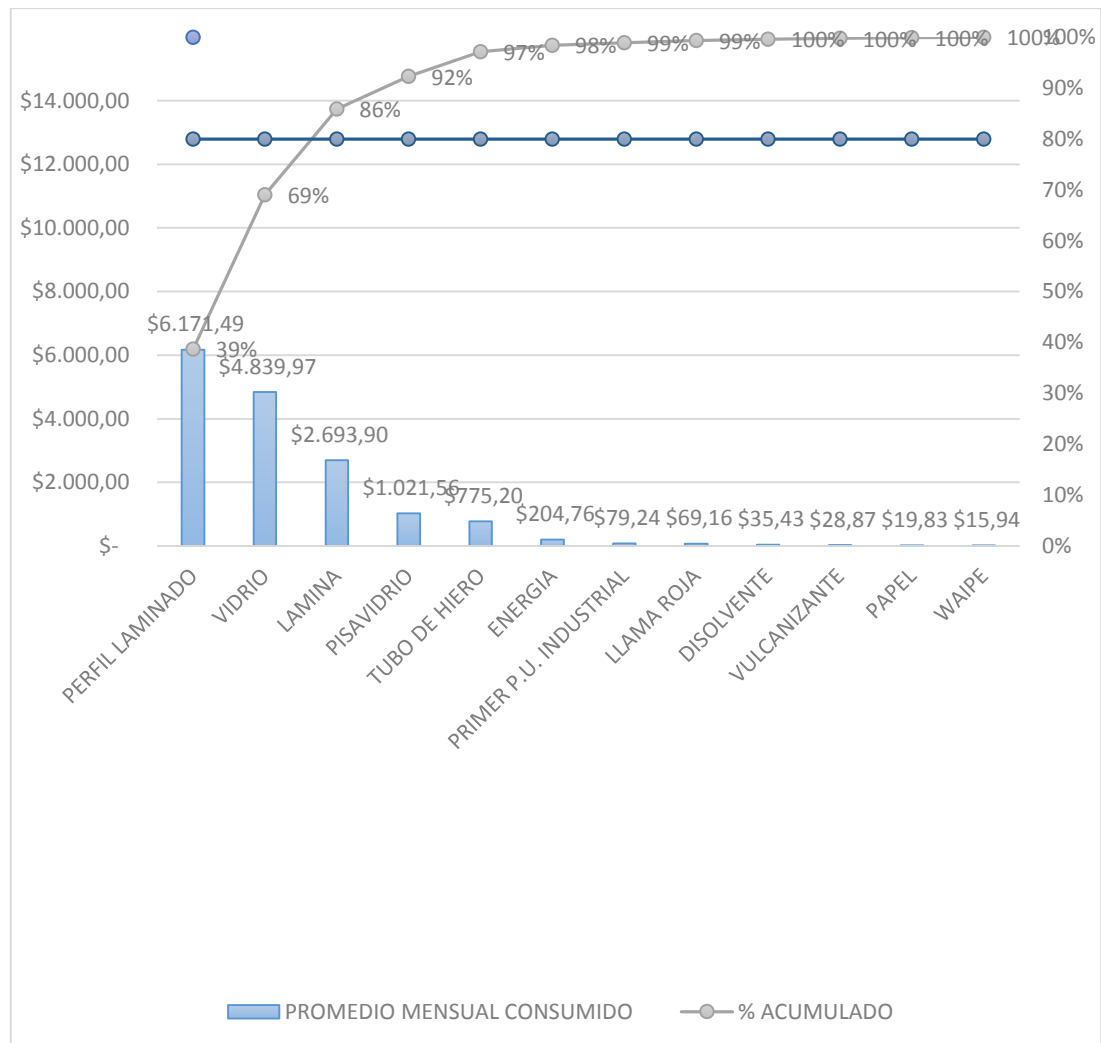


Figura 3. 1: Consumo de materias primas

En el gráfico se pueden apreciar los materiales que representan un mayor costo mensual para la empresa, determinando que estos son el perfil laminado y el vidrio, ambos materiales fundamentales en la elaboración del producto principal de la empresa, cabe mencionar que son los que acaparan a la mayoría de los otros materiales usados en el proceso.

3.2.1 Identificación de las causas de los problemas

Para identificar las causas de los problemas, se ha aplicado el diagrama Causa - Efecto o diagrama de Ishikawa del método de las 4M, que consiste en agrupar las causas potenciales en cuatro ramas: método, mano de obra, material y maquinaria. Estos cuatro elementos definen de manera global todo el proceso, y cada uno contribuye en

parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 4M. Entonces, la pregunta básica para este tipo de construcción es: ¿Qué aspecto de esta *M* se refleja en el problema analizado? (Gutiérrez, Calidad Total y Productividad, 2007).

Bajo este precepto, se exponen ilustraciones sobre los problemas detectados en Termovent:

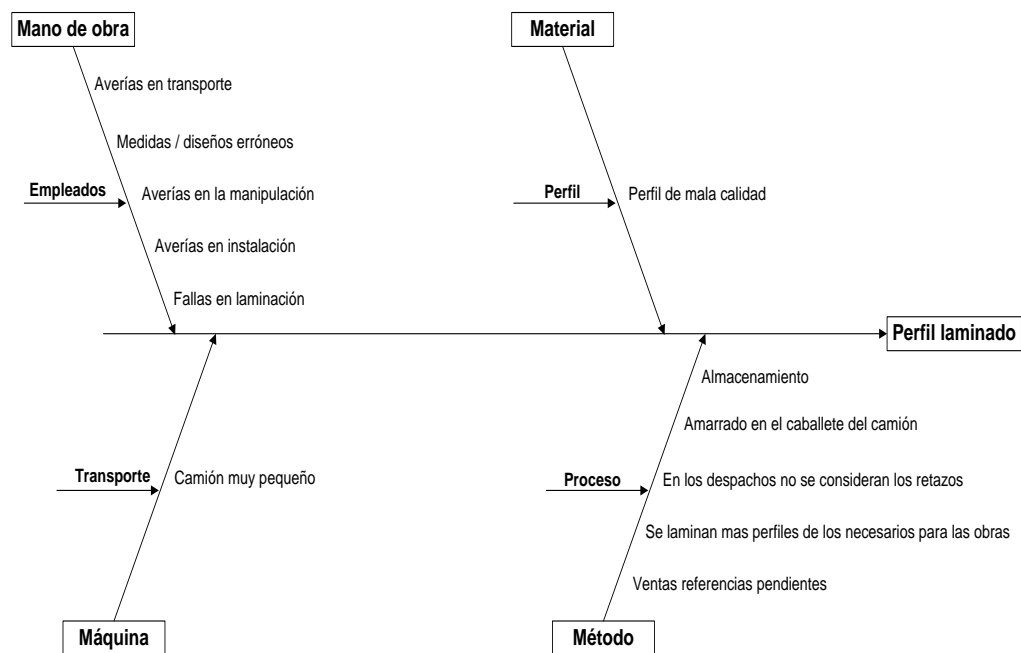


Figura 3. 2: Diagrama del perfil laminado

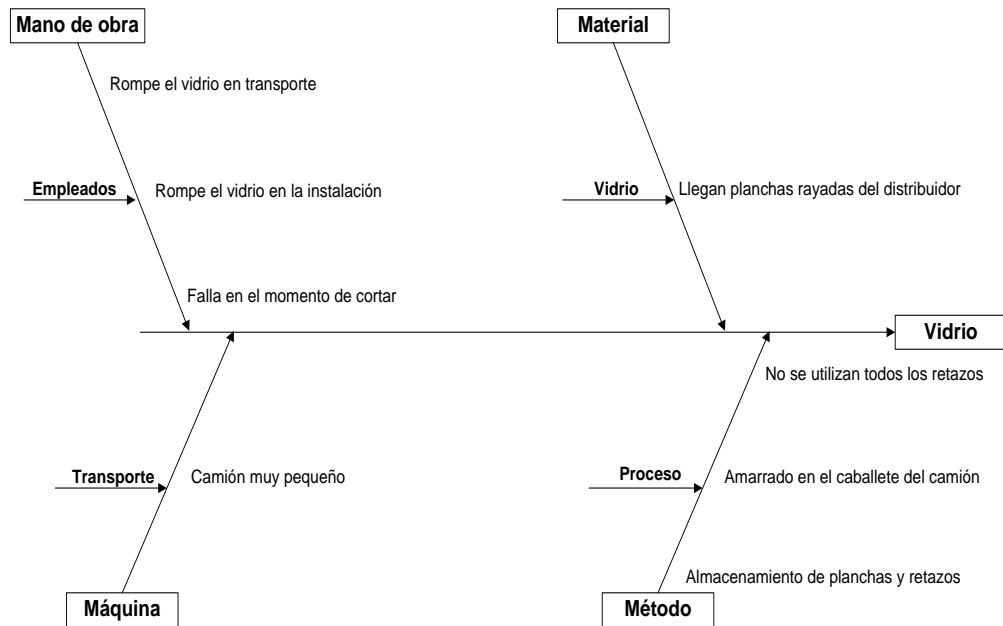


Figura 3. 3: Diagrama del vidrio

En los diagramas se aprecia, la existencia de causas similares para los problemas del perfil y del vidrio. Cabe indicar que para llegar a esta determinación fue primordial la ayuda de la investigación de campo, la técnica entrevista al jefe de instalación y a los integrantes de la fábrica. A continuación, se presentan las soluciones a los problemas identificados.

3.3 Descripción de alternativas

En las etapas previas de este estudio se detectaron algunas falencias en la empresa, una vez que se han identificado, es necesario se presente una breve descripción de las alternativas más relevantes para las mismas, cabe indicar que en esta sección se las describirá a breve rasgo, pues se trabajará con mayor amplitud en el siguiente capítulo. Bajo dichos argumentos, las alternativas de PmL para la empresa Termovent, son:

1. Fundir el piso del área de laminación.

El primordial objetivo de esta solución es disminuir el polvo que existe en el área, pues con ello se ahorra tiempo, energía, y se logra un lugar de trabajo más limpio y seguro para los empleados. Adicionalmente, esta acción permitiría que el perfil no ingrese con polvo a la laminadora, asegurando de una manera más fuerte la lámina al perfil y evitando defectos en el producto y por lo tanto, prolongando su tiempo de vida útil.

2. Colocar plástico en la parte superior de las paredes de la fábrica.

La lluvia afecta a diferentes áreas de la empresa que son totalmente abiertas, contando únicamente con una malla de protección, por lo que se cree conveniente colocar plástico en toda el área superior de las paredes de la empresa. Mediante esta solución se aseguraría que no se mojen los accesorios de la bodega cuando hay lluvia evitando que estos se oxiden. De igual manera, se agilizaría el proceso de laminado debido a que actualmente los perfiles de agua se mojan y el obrero tiene que secarlos para laminar, pues de no estar completamente secos, el activador no trabaja de manera eficiente, presentando la posibilidad de estropear el laminado. Finalmente, la colocación del plástico también protege al área de cámaras cuando la lluvia no es tan fuerte pero también podría provocar algún daño o accidente si llega a estar en contacto con el sistema eléctrico de la fábrica.

3. Evitar laminar perfiles que no se vayan a usar inmediatamente.

En esta parte se sugiere evitar el almacenamiento del perfil por tiempos prolongados, ya que la lámina se estropea y se echa a perder el perfil, además de que no se requeriría un espacio para almacenar perfil laminado.

4. Cambiar el método de despacho.

Para aplicar un “procedimiento adecuado” en el despacho de materiales se cree conveniente que se revisen los retazos de perfil, después, los perfiles laminados, y finalmente se laminen los perfiles requeridos. De esta manera se utilizarían los retazos de obras anteriores y evitaría el almacenamiento de perfil laminado.

5. Cambiar el método de requerimiento de perfiles.

Se propone el cambio de método por la laminación de los perfiles completos, de esta manera se pueden usar los retazos en obras futuras. En el caso de perfiles que no se puedan utilizar, no se los laminaría completamente, cortándolos antes de laminar en la medida exacta requerida para la obra de manera que se ahorre mano de obra, materiales, energía y lámina, de esta forma solo se desperdiciaría el perfil crudo, no los otros materiales y la lámina.

6. Utilizar un solo proveedor de perfiles.

Con esta alternativa se pretende mantener la calidad, además de conservar el mismo tipo de perfil, debido a que normalmente no son las distintas marcas no son compatibles entre ellas, ocasionando la existencia de sobrantes de importaciones antiguas que terminan siendo desechados a la basura pese a estar completamente nuevos.

7. Enviar empacadas las estructuras.

Dicha solución asegura que las estructuras lleguen en buen estado a su destino.

8. Asegurar con templeones en el momento de los envíos.

Con la aplicación de esta norma, se espera evitar que las estructuras se lastimen (esto sucede normalmente con la soga que se usa). La aplicación de templeones conseguirá que las estructuras se mantengan firmes, evitando roces entre unas y otras láminas. En relación a ello, cuando se transporte vidrio también iría de una manera más segura.

9. Enviar las estructuras encristaladas.

Como se discutió en el Capítulo 2, el caballete del camión es pequeño en relación a algunos de los vidrios que transporta, cuando esto ocurre existen más probabilidades de que el vidrio se rompa. Por lo tanto, se sugiere enviar encristalado el vidrio, de manera que la estructura lo proteja y llegue íntegro a su destino.

10. Comprar el vidrio cortado.

Con ello se evitaría la abundancia de retazos de vidrio dentro de la fábrica, en algunos casos los trozos pequeños de vidrio son desechados directamente a la basura pues no se cuenta con un lugar para su almacenamiento. En caso de adquirir vidrios cortados, el problema de los retazos se eliminará y la distribuidora podrá dar un mejor uso a este material.

11. Reciclar el vidrio.

En esta alternativa se sugiere que el vidrio roto sea entregado a una empresa recicladora con el fin de que se reutilice el material. A pesar de que la venta de vidrio no genere ganancias representativas, la empresa estaría contribuyendo a generar nuevas materias.

12. Reciclaje del perfil.

Esta alternativa presenta los mismos beneficios mencionados en el reciclaje del vidrio.

13. Hacer una cabina en el área de cámaras.

Esta aplicación disminuirá el excedente de polvo en el área de cámaras, evitando que las goteras afecten el proceso y mejorando la iluminación. De esta manera, las cámaras permanecerían en óptimas condiciones, brindando un producto de calidad, y se evitaría la devolución de productos a la fábrica con motivo de sustitución por otros, debido a la suciedad o polvo dentro de la cámara.

14. Arreglar el sistema neumático de la fábrica.

El propósito de esta función, es hacer que el compresor trabaje menos tiempo para alargar su tiempo de vida útil, ahorrar en el mantenimiento y consumir menos energía.

15. Apagar las máquinas en el instante que se dejen de utilizar.

Se deben apagar todas las máquinas cuando no se las esté utilizando para evitar consumir energía innecesariamente.

Una vez que se tienen definidas las alternativas de PmL se pueden relacionar con los diferentes motivos causantes del desperdicio en la siguiente tabla:

Tabla 3. 2: Relación entre las alternativas de PmL con el origen de los residuos

ALTERNATIVA	MOTIVO DEL DESPERDICIO
Fundir el piso del área de laminación	MAL LAMINADO
Colocar plástico en la parte superior de las paredes de la fábrica.	MAL LAMINADO
Evitar laminar perfiles que no se vayan a usar inmediatamente.	DAÑOS EN ALMACENAMIENTO
Cambiar el método de despacho.	NO SE UTILIZAN LOS RETAZOS
Cambiar el método de requerimiento de perfiles.	NO SE UTILIZAN LOS RETAZOS
Utilizar un solo proveedor de perfiles.	SE QUEDAN OBSOLETOS POR DIFERENTES IMPORTACIONES
Enviar empacadas las estructuras.	DAÑOS EN EL TRANSPORTE
Asegurar con tempones en el momento de los envíos.	DAÑOS EN EL TRANSPORTE
Enviar las estructuras encristaladas.	DAÑOS EN EL TRANSPORTE
Comprar el vidrio cortado.	NO SE UTILIZAN LOS RETAZOS
Reciclar el vidrio.	NO SE UTILIZAN LOS RETAZOS
Reciclaje del perfil.	NO SE UTILIZAN LOS RETAZOS
Hacer una cabina en el área de cámaras.	DAÑOS POR REPARACION DE CAMARAS
Arreglar el sistema neumático de la fábrica.	FALTA DE MANTENIMIENTO
Apagar las maquinas en el instante que se dejen de utilizar.	MALAS INSTALACIONES / FALTA DE INTERES

En la Tabla 10.3 se muestra el porcentaje de ahorro de material después de aplicar las alternativas de PmL.

Tabla 3. 3: Porcentaje de ahorro después de aplicar las alternativas de PmL

ALTERNATIVA	MOTIVO DEL DESPERDICIO	PORCENTAJE DE AHORRO DE MATERIAL		
		Perfil laminado %	Vidrio %	Pisavidrio %
Fundir el piso del área de laminación	MAL LAMINADO	7,6%		14,1%
Colocar plástico en la parte superior de las paredes de la fábrica.	MAL LAMINADO	6,1%		6,2%
Evitar laminar perfiles que no se vayan a usar inmediatamente.	DAÑOS EN ALMACENAMIENTO	11,4%		33,4%
Cambiar el método de despacho.	NO SE UTILIZAN LOS RETAZOS	9,1%	15,5%	
Cambiar el método de requerimiento de perfiles.	NO SE UTILIZAN LOS RETAZOS	7,6%		5,3%
Utilizar un solo proveedor de perfiles.	SE QUEDAN OBSOLETOS POR DIFERENTES IMPORTACIONES	9,9%		20,2%
Enviar empaçadas las estructuras.	DAÑOS EN EL TRANSPORTE	8,4%		
Asegurar con templones en el momento de los envíos.	DAÑOS EN EL TRANSPORTE	3,8%	12,0%	
Enviar las estructuras encristaladas.	DAÑOS EN EL TRANSPORTE		18,9%	
Comprar el vidrio cortado.	NO SE UTILIZAN LOS RETAZOS		14,6%	
Reciclar el vidrio.	NO SE UTILIZAN LOS RETAZOS			
Reciclaje del perfil.	NO SE UTILIZAN LOS RETAZOS			
Hacer una cabina en el área de cámaras.	DAÑOS POR REPARACION DE CAMARAS		8,6%	
Areglar el sistema neumático de la fábrica.	FALTA DE MANTENIMIENTO			
Apagar las maquinas en el instante que se dejen de utilizar.	MALAS INSTALACIONES / FALTA DE INTERES			

Con esta información se puede determinar de manera acertada, el impacto que van a tener las alternativas de PmL sobre los desperdicios producidos en la fábrica.

La aplicación de un Plan PmL, es un proceso meticuloso que basa sus cimientos en una serie de análisis previos. Al ser articulados de manera sistemática, estos tienen como fin determinar con precisión los principales problemas de PmL en la empresa y a su vez identificar las soluciones más factibles; cuyo resultado será favorable siempre y cuando partan de un análisis estructurado.

CAPÍTULO 4

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS, Y ELABORACIÓN DEL MODELO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA LA EMPRESA TERMOVENT.

Introducción

El objetivo de este capítulo es obtener el modelo de producción más limpia para la empresa Termovent, en efecto, se realiza un análisis de viabilidad cualitativo y cuantitativo, que evaluará los aspectos económicos, técnicos y ecológicos de las alternativas de producción más limpia, posterior al análisis se efectuará el modelo de PmL para la empresa.

4.1 Análisis Cualitativo de las Alternativas de Producción más Limpia.

El presente estudio parte con un análisis cualitativo de las alternativas de PmL, el mismo que fue elaborado con algunas herramientas de gestión del plan, como entrevistas y observación directa. En base a ello, en las siguientes líneas se analizará en orden numérico las ventajas y desventajas de las alternativas de Producción más Limpia:

1. Fundir el piso del área de laminación.

Ventajas. Esta acción evita que haya exceso de polvo en el área de laminación, es decir, mantiene el área limpia facilitando el barrido y orden. A más de ello, permite que el proceso de laminado sea más rápido pues reduce el tiempo de limpieza de perfiles, y ayuda a que la lámina se pegue mejor al perfil evitando posibles fallas en el futuro.

Desventajas. El costo económico de la implementación de esta solución es un factor primordial, pues implica una inversión en un lugar que es posiblemente temporal para la empresa, puesto que el local donde se encuentra la fábrica es alquilado.

2. Colocar plástico en la parte superior de las paredes de la fábrica.

Ventajas. Esta función tiene el fin de mantener secos los accesorios y materiales de la bodega y mantener limpios los perfiles, pues protege del polvo y humo externos. Sobre todo, en caso de lluvias, los mantiene resguardados (secos), haciendo del laminado un proceso ágil y un producto mejor. También ayuda en general a mantener un ambiente seco, evitando daños o accidentes que se pueden ocasionar por el contacto de agua lluvia con el sistema eléctrico, beneficio que afectaría primordialmente al área de cámaras en el caso de que las lluvias no sean fuertes.

Desventajas. La ventilación del lugar sería afectada, pues quedaría cerrada completamente, y en áreas como las de laminado y limpieza se utilizan disolvente y sustancias similares.

3. Evitar laminar perfiles que no se vayan a usar inmediatamente.

Ventajas. Esto ahorra espacio y evita que los perfiles laminados se estropeen en el almacenamiento; dicha actividad permite que se reduzca la cantidad de residuos sólidos y se ahorre dinero.

Desventajas. Al no tener un stock de perfil laminado, no se puede empezar a cortar inmediatamente sino que se debe laminar el perfil.

4. Cambiar el método de despacho.

Ventajas. Se tomarían en cuenta los retazos de perfiles, de esta manera la empresa ahorraría dinero pues en lugar de desecharlos, los utilizaría para nuevas obras generando menos residuos sólidos. Adicionalmente, se lograría laminar menos perfiles, acción que incide en ahorrar material, tiempo y energía. Finalmente, este cambio no tiene ningún costo económico.

Desventajas. Incidiría en el tiempo, debido a que siempre se tienen que laminar los perfiles al no tener un stock.

5. Cambiar el método de requerimiento de perfiles.

Ventajas. Optimizar el uso de materiales, guardando los retazos de perfiles y pisavidrios para que se puedan utilizar en otras obras; y laminando solo lo necesario.

De esta manera se economiza lámina, energía, trabajo y demás materiales necesarios para el proceso.

Desventajas. Repercute en el tiempo de cálculo para el requerimiento de los perfiles, pues si no es exacto o se lamina de más, se sigue produciendo el mismo desperdicio, o se lamina menos desperdiciándose tiempo y recursos; a más de ello, implica calibrar la laminadora y volver a preparar todos los materiales para los perfiles faltantes.

6. Utilizar un solo proveedor de perfiles.

Ventajas. Manteniendo un solo proveedor se puede obtener mayores descuentos en un futuro, también se mantiene un solo tipo de perfil que ayuda a estandarizar procesos, medidas, etc. Al importarse de varios proveedores, los perfiles no son compatibles, ocasionando un desperdicio.

Desventajas. La empresa cerraría sus puertas a proveedores que le podrían proporcionar beneficios adicionales a los que se obtiene actualmente con el proveedor.

7. Enviar empacadas las estructuras.

Ventajas. Al enviar empacadas las estructuras, se evita que estas se estropeen en el transporte, y se tengan que sacar nuevos perfiles, vidrio, etc. El empacado, también significa ahorro en transporte, pues no se tiene que traer de vuelta la estructura y tampoco reenviarla. Al tener que reingresar obras que ya están listas se atrasa la instalación, lo que crea malestar en los clientes y repercute en la imagen de la empresa.

Desventajas. Cuando se empacan las estructuras se toma más tiempo, se necesitan más obreros para que realicen esta tarea, sacrificando adelantos en otras obras; esta solución también representa un costo adicional en el material que se utiliza para empacar y la generación de desechos sólidos.

8. Asegurar con templones en el momento de los envíos.

Ventajas. Con los templones, asegurar las estructuras tomaría menos tiempo y sería más eficaz, adicionalmente, la forma del templón no lastimaría las estructuras como lo hacen las sogas usadas actualmente.

Desventajas. Los templones no son efectivos en todos los casos.

9. Enviar las estructuras encristaladas.

Ventajas. Al enviar todo encristalado, la estructura sirve de protección para el vidrio, permitiendo que no se rompa ni se raye en el transporte.

Desventajas. Toma más tiempo debido a que se deben encristalar todas las estructuras.

10. Comprar el vidrio cortado.

Ventajas. Es conveniente comprar el vidrio ya cortado, debido a que la empresa no asumiría el costo de retazos, lo que significa que se reducen los residuos sólidos y se ahorra dinero, mientras que el distribuidor, puede usar los retazos generados para clientes que requieren vidrios pequeños.

Desventajas. Es más costoso que el vidrio por planchas y causa una dependencia de la empresa sobre los tiempos de entrega del proveedor, puesto que si se demoran en despachar el vidrio, se atrasan las obras, o si llega un vidrio en mal estado, la empresa se queda con una obra incompleta hasta que llegue la reposición.

11. Reciclar el vidrio.

Ventajas. Con esta solución se aporta a la mejora medio ambiental, puesto que se reutiliza un material que actualmente se deshecha directamente a la basura. También se evita el transporte de la fábrica al botadero, y la empresa recibiría un pago por el material.

Desventajas. No existen recicladoras de vidrio en Cuenca por lo que se debe almacenar el vidrio hasta que el transporte de la recicladora esté en la ciudad.

12. Reciclaje del perfil.

Ventajas. Tiene los mismos beneficios descritos en el punto anterior.

Desventajas. No existen recicladoras de perfil en Cuenca por lo que se debe almacenar el perfil hasta que el transporte de la recicladora esté en la ciudad.

13. Hacer una cabina en el área de cámaras.

Ventajas. Esta acción corrige todos los defectos que se tiene en el área: evita el exceso de polvo en el espacio de laminado, que la lluvia afecte la elaboración de las cámaras, y mejora la iluminación.

Desventajas. La única desventaja es el costo económico, ya que es una inversión en un lugar alquilado.

14. Arreglar el sistema neumático de la fábrica.

Ventajas. Se ahorra energía, debido a que el compresor trabaja menos, se reduce el sonido dentro del lugar de trabajo de los obreros, se ahorra en mantenimiento y se prolonga la vida útil del compresor.

Desventajas. Ninguna.

15. Apagar las máquinas en el instante que se dejen de utilizar.

Ventajas. Se ahorra en energía y se da un menor uso a las máquinas, lo que alarga su vida útil y reduce su mantenimiento.

Desventajas. En algunas áreas de la fábrica resulta incómodo debido a que las instalaciones eléctricas no están diseñadas de la mejor manera.

Como se puede apreciar, en la mayoría de los casos las ventajas tienen mayor peso que las desventajas, por consiguiente, al aplicar estas alternativas la empresa estará ahorrando materias primas y energía, lo que se traduce en reducción de gastos y por ende, en una mayor rentabilidad, mientras se mantiene seguridad en el lugar de trabajo para los empleados y se colabora con el medio ambiente.

4.2 Análisis Cuantitativo de las Alternativas de Producción más Limpia

A continuación se presenta un análisis cuantitativo de las alternativas de PmL, para ello se toman en cuenta tres factores de mayor relevancia para este tipo de estudio: el económico, el técnico y el ecológico. Para que las alternativas presentadas puedan ser implementadas deben cumplir con estos tres factores, es decir, la empresa debe beneficiarse económicamente, pues de no ser este el caso los propietarios no van a aprobar su implementación. Técnicamente tienen que aportar al mejoramiento productivo y la eficiencia de los obreros, la empresa debe contar con accesibilidad tecnológica y la facilidad de empleo de la misma. Finalmente, para la evaluación ecológica se analizará en cuánto se disminuyen los residuos producidos por la fábrica.

4.2.1 Definición de Criterios de Ponderación

a) Beneficio económico

Para determinar este beneficio, se analiza el monto de la inversión en las alternativas propuestas y los ingresos que las implementaciones de estas generarán, de manera que se pueda determinar el posible beneficio económico de las propuestas.

b) Beneficio técnico

Se encarga de analizar el avance productivo, la eficacia de los obreros, la facilidad de tecnología y la pericia de aplicación de las alternativas de PmL; también evalúa otros factores operativos dentro y fuera de su contexto, como el manejo de los recursos y las herramientas.

c) Beneficio ambiental

Se basa en el análisis total de la cantidad de contaminación o impactos a reducir, o en efecto, la remisión del flujo de residuos que poseen contaminantes o elementos perjudiciales con el medioambiente.

4.2.1.1 Evaluación Económica

La evaluación económica es primordial, pues al tratarse de un negocio, los propietarios desean saber los beneficios que obtendrán de la inversión en las alternativas de PmL (considerando los rubros y criterios explicados anteriormente). A continuación, se expone la evaluación económica de todas las alternativas:

Para la evaluación económica es necesario saber el beneficio económico de cada alternativa.

Tabla 4.1: Ahorro económico promedio mensual por la implementación de las alternativas de PmL

ALTERNATIVA	Perfil laminado \$	Vidrio \$	Pisavidrio \$	TOTAL
Fundir el piso del área de laminación	\$ 107,88		\$ 12,95	\$ 120,82
Colocar plástico en la parte superior de las paredes de la fábrica.	\$ 86,30		\$ 5,66	\$ 91,97
Evitar laminar perfiles que no se vayan a usar inmediatamente.	\$ 161,82		\$ 30,74	\$ 192,56
Cambiar el método de despacho.	\$ 129,45	\$ 97,40		\$ 226,85
Cambiar el método de requerimiento de perfiles.	\$ 107,88		\$ 4,85	\$ 112,73
Utilizar un solo proveedor de perfiles.	\$ 140,24		\$ 18,61	\$ 158,85
Enviar empaçadas las estructuras.	\$ 118,67			\$ 118,67
Asegurar con tempiones en el momento de los envíos.	\$ 53,94	\$ 75,76		\$ 129,69
Enviar las estructuras encristaladas.		\$ 119,04		\$ 119,04
Comprar el vidrio cortado.		\$ 91,99		\$ 91,99
Reciclar el vidrio.				
Reciclaje del perfil.				
Hacer una cabina en el área de cámaras.		\$ 54,11		\$ 54,11
Arreglar el sistema neumático de la fábrica.				
Apagar las maquinas en el instante que se dejen de utilizar.				

Con los datos de la tabla 11.4 se analizó los costos que representa implementar las alternativas de PmL en relación con los beneficios que estos traen.

1. Fundir el piso del área de laminación.

El costo total de fundir el piso del área de laminación es de \$1976,20, este valor fue obtenido de la empresa Hormiobra (ver anexo 31). La fundición incluye 15m³ de hormigón (210 kg/cm² de resistencia) cuyo precio es de \$110,00/m³, mano de obra que cuesta \$10,00/m³ de hormigón, malla electro soldada de 4mm de espesor que tiene un valor de \$22,60/cu, se necesitan 7 unidades de malla electro soldada para cubrir toda el área de laminación y encofrados que tienen un valor de \$0,30/m, se necesitan 60 m en total.

Aplicando esta alternativa la empresa ahorraría en promedio \$120,82, en caso de que la alternativa sea implementada, la empresa recuperaría la inversión en 16 meses.

2. Colocar plástico en la parte superior de las paredes de la fábrica.

Para colocar plástico en la parte superior de la fábrica, se necesitan 60 metros de plástico que tienen un valor de \$1,79/m (ver anexo 19). Se necesita, además, un rollo de manguera, el cual tiene un valor de \$11,00/100m (ver anexo 23), un rollo de alambre que tiene un valor de \$1,95 el rollo de 76 metros (ver anexo 24), y contratar a dos obreros por el periodo de dos días, quienes cobran \$26,00/día (costo tomado de datos referenciales de obreros). Sumando todos estos costos se obtiene un total de \$224,35.

Aplicando esta alternativa la empresa ahorraría en promedio \$91,97 lo que quiere decir que si la alternativa es implementada la empresa recuperaría la inversión en 2 meses.

3. Evitar laminar perfiles que no se vayan a usar inmediatamente.

Para llevar a cabo esta alternativa no es necesario invertir dinero, debido a que es un cambio en el proceso de laminación. Se estima que la fábrica ahorraría \$192,56 mensuales aproximadamente.

4. Cambiar el método de despacho.

Para la ejecución de esta alternativa no es necesario invertir dinero ya que es un cambio en el proceso de despacho de materiales. Se estima que la fábrica economizaría \$226,85 mensuales aproximadamente.

5. Cambiar el método de requerimiento de perfiles.

En la aplicación de esta alternativa no es necesario invertir dinero, pues es un cambio en el proceso de requerimiento de perfiles. Se estima que con dicho cambio la fábrica ahorraría \$112,73 mensuales aproximadamente.

6. Utilizar un solo proveedor de perfiles.

Para poner en práctica esta alternativa no es necesario invertir dinero, debido a que es un cambio en el proceso de compras. Se estima que la fábrica economizaría \$158,85 mensuales aproximadamente.

7. Enviar empacadas las estructuras.

Para aplicar esta alternativa se estima un gasto mensual de \$249,80, este gasto proviene de los siguientes rubros: plástico stretch que cuesta \$4,06/kg (ver anexo 22), es necesario comprar 18kg de plástico por mes, foamix que tiene un valor de \$2,26 el pliego (ver anexo 20), se requieren 12. Para aplicar esta alternativa también se debe considerar una persona encargada de empacar. Esta persona dispondría del 25% de su tiempo para esta operación, este 25% del tiempo de un obrero representa un gasto de \$149,80 ya que un obrero mensualmente le cuesta a la empresa \$597,78.

Con esta alternativa la empresa ahorraría \$118,67 mensuales los cuales no alcanzan para cubrir los gastos que representan. Sin embargo, no se descarta la alternativa ya que al enviar empacadas las estructuras, la empresa mejoraría su imagen en el mercado. Una opción viable es también aplicar la alternativa de manera parcial; empacando solo las estructuras que tienen mayores riesgos de daño, por ejemplo, estructuras grandes o instalaciones fuera de la ciudad.

8. Asegurar con templeones en el momento de los envíos.

Para aplicar esta alternativa la empresa debe comprar cinco templeones. La empresa Tecnintegral tiene a la venta templeones a un costo de \$43,00/cu. Con esta alternativa, la empresa ahorraría \$129,69 mensuales, lo que quiere decir que la inversión estaría cubierta en menos de 2 meses. Se puede decir entonces que la alternativa es viable.

9. Enviar las estructuras encristaladas.

Para poder enviar las estructuras encristaladas no hace falta una inversión en herramientas o maquinaria, pero si se debe estimar el costo del tiempo de mano de obra. Cada obrero le cuesta a la empresa un valor de \$597,78, si se destina el 25% del tiempo del obrero la empresa estuviera invirtiendo \$149,60 mensualmente y obtendría un beneficio mensual de \$119,04 cantidad con la cual no se cubren los gastos mensuales. Pero al igual que en la alternativa número 7, esta alternativa no se puede descartar ya que tiene otros beneficios y de igual manera se puede decidir en qué casos vale la pena enviar encristaladas las estructuras y en cuales no hay peligro de que se rompan los vidrios.

10. Comprar el vidrio cortado.

La diferencia de costo entre el vidrio comprado por planchas y el vidrio cortado es de \$0,88/m² si es vidrio claro de 6mm, y de \$1,90/m² si es vidrio claro laminado de 3mm + 3mm, estos precios fueron facilitados por la empresa Providrio, la cual provee de vidrio a Termovent. En la fábrica se usan mensualmente un promedio de 308m² de vidrio claro y 53,71m² de vidrio laminado de 3mm + 3mm lo que nos da un total de \$271,04 en vidrio claro cortado y \$102,6 en vidrio cortado laminado de 3mm+ 3mm. La suma de estos dos nos da un total de \$373,64, resultando en un ahorro mensual de \$91,99. Esta alternativa no tiene vialidad por motivos económicos, y porque la empresa dependería de los tiempos de entrega de los distribuidores.

11. Reciclar el vidrio.

Para implementar esta alternativa se necesitan comprar dos contenedores para almacenar el vidrio hasta que llegue el camión de la recicladora. El costo de cada contenedor es de \$100,00. Este precio fue obtenido de la recicladora del Señor Gustavo Malo (ver anexo 35). Se calcula que el valor que la empresa economizaría en transporte de vidrio hacia el botadero será de \$17,25 al mes, y lo que ganaría de la venta del

material sería prácticamente irrelevante. A pesar de esto, la inversión de los contenedores es pagable en menos de 1 año, por lo que la implementación de la alternativa tiene viabilidad económica.

12. Reciclaje del perfil.

Para poder implementar esta alternativa se debe fabricar un contenedor de almacenamiento de residuos de los perfiles en la parte de afuera de la fábrica. Los materiales para la construcción del contenedor pueden reciclarse de los sobrantes de otras obras de la misma fábrica, por lo que no se necesitará gastar en ellos. Para la mano de obra en construcción, se calcula un gasto de \$44,76 por el pago de 4 horas de trabajo de tres empleados de la fábrica. Con la implementación del contenedor, la empresa ahorraría \$34,50 mensuales correspondientes al gasto de transporte de los desechos al botadero. El dinero que se recibe a cambio del material reciclado, es prácticamente irrelevante, no obstante, la alternativa es viable ya que la inversión se cubriría en más de un mes.

13. Hacer una cabina en el área de cámaras.

Para hacer una cabina en el área de cámaras no se necesita invertir en materiales ya que al igual que en la propuesta número 12, se pueden utilizar materiales sobrantes de otras obras. Se debe calcular la mano de obra, cada obrero de la fábrica le cuesta a la empresa \$3,74 la hora, en total se necesitarán cuarenta horas de trabajo, lo que representa \$149,60 Como se indica en la Tabla 11.4, con esta alternativa la empresa se ahorraría \$54,11 mensuales, por lo tanto, la inversión sería cubierta en menos de 3 meses demostrándose su viabilidad económica.

14. Arreglar el sistema neumático de la fábrica.

Para arreglar el sistema neumático de la empresa, los señores del taller eléctrico Castillo (ver anexo 33) estimaron un gasto de \$75 en mano de obra y aproximadamente \$50 en repuestos, de los \$75 de mano de obra \$30 es el costo de la evaluación del sistema y 45\$ sería el costo de arreglo en caso de ser aprobado. El total de este arreglo sería de \$125. El dato de cuanto ahorraría la empresa se desconoce pero no es un gasto representativo para la empresa, sin embargo la implementación de esta alternativa la beneficiaría puesto que el sistema se encuentra en mal estado, como se puede observar

en el (anexo 17); el compresor trabaja por más tiempo, consume más energía, necesita mantenimientos más frecuentes y tiene menor vida útil.

15. Apagar las máquinas en el instante que se dejen de utilizar

Para aplicar esta alternativa no se necesita invertir dinero, en el caso de que se la aplique y tenga resultados positivos, se podrían considerar cambios en el sistema eléctrico en un futuro, con el fin de agilizar el apagado de las máquinas.

16. Resumen de la evaluación económica:

Como se puede observar en el análisis económico todas las alternativas son viables económicamente a excepción de estas tres: Enviar empacadas las estructuras, enviar las estructuras encristaladas y comprar el vidrio cortado.

A las últimas, se las debe analizar técnica y ambientalmente, pues si bien es cierto que no presentan beneficios económicos, existe la posibilidad de que presenten beneficios representativos de carácter técnico y/o ambiental.

4.2.1.2 Evaluación Técnica

La evaluación técnica toma en cuenta los factores operativos de acuerdo a los criterios expuestos, para evaluar se utilizó una escala de ponderación del 1 al 5, siendo 1 la de menor y 5 la de mayor aporte. A continuación, se presenta una tabla con la evaluación técnica de acuerdo a los factores mencionados anteriormente, cabe recalcar que de esta tabla se excluyó a la accesibilidad tecnológica, pues no es necesaria para evaluar las alternativas propuestas. (Ver tabla 4.2).

Tabla 4.2: Evaluación técnica

Alternativas de Producción	Evaluación Técnica				Promedio
	Mejoramiento productivo	Eficiencia de los obreros	Facilidad de Empleo		
Alternativas de Producción Más Limpia					
Fundir el piso del área de laminación	4	3,5	5	4,17	
Colocar plástico en la parte superior de las paredes de la fábrica.	3	3	5	3,67	
Evitar laminar perfiles que no se vayan a usar inmediatamente.	2	2,5	5	3,17	
Cambiar el método de despacho.	2	2,5	3,5	2,67	
Cambiar el método de requerimiento de perfiles.	2,5	2	3	2,50	
Utilizar un solo proveedor de perfiles.	3,5	3	5	3,83	
Enviar empacadas las estructuras.	3	2	2	2,33	
Asegurar con templones en el momento de los envíos.	3,5	4	4	3,83	
Enviar las estructuras encristaladas.	2	2	3	2,33	
Comprar el vidrio cortado.	2,5	3	2,5	2,67	
Reciclar el vidrio.	2,5	3,5	5	3,67	
Reciclaje del perfil.	2,5	3,5	5	3,67	
Hacer una cabina en el área de cámaras.	4	4,5	5	4,50	
Arreglar el sistema neumático de la fábrica.	3,5	2,5	5	3,67	
Apagar las maquinas en el instante que se dejen de utilizar.	2,5	2	5	3,17	

En la tabla 12.4 se puede observar que aplicar las alternativas es positivo técnicamente. Se observa también que las tres alternativas que no presentaban beneficios económicos (enviar empacadas las estructuras, enviar las estructuras encristaladas y comprar el vidrio cortado), son las que obtienen los valores más bajos en la evaluación técnica por lo que si no trae un beneficio ambiental representativo no es factible implementarlas.

4.2.1.3 Evaluación Ambiental

En cuanto a la evaluación ambiental, la eliminación absoluta de residuos sólidos como el perfil y vidrio es imposible, por lo que se enfocará en reducirlas de una manera considerable y reciclar el material sobrante. Al respecto se presenta una tabla que nos muestra las cantidades de desechos antes de la implementación de las alternativas de PmL y después de las alternativas de PmL. (Ver tabla 4.3: Evaluación ambiental).

Tabla 4.3 Evaluación Ambiental

	Cantidad de desechos producida actualmente			Cantidad de desechos producidos despues		
Alternativas de Producción Más Limpia	Perfil	Vidrio	Pisavidrio	Perfil	Vidrio	Pisavidrio
1 Fundir el piso del área de laminación	6,07		2,23	4,61		1,96
2 Colocar plástico en las paredes del área de laminado.	4,85		0,98	3,69		0,86
3 Evitar laminar perfiles que no se vayan a usar inmediatamente.	9,10		5,30	6,92		4,66
4 Cambiar el método de despacho.	7,28	11,82		5,53	10,16	
5 Cambiar el método de requerimiento de perfiles.	6,07		0,84	4,61		0,74
6 Utilizar un solo proveedor de perfiles.	7,89		3,21	6,00		2,82
7 Enviar empaçadas las estructuras.	6,68			5,07		
8 Asegurar con tempones en el momento de los envíos.	3,03	9,19		2,31	7,90	
9 Enviar las estructuras encristaladas.		14,44			12,42	
10 Comprar el vidrio cortado.		11,16			9,60	
11 Reciclar el vidrio.						
12 Reciclaje del perfil.						
13 Hacer una cabina en el área de cámaras.		6,56			5,65	
14 Arreglar el sistema neumático de la fábrica.						
15 Apagar las maquinas en el instante que se dejen de utilizar.						

Como se puede observar en la tabla 13.4, los residuos producidos por la fábrica aplicándolos con las alternativas PmL se llegarían a reducir drásticamente, y la

mayoría de los desechos cuya emisión es imposible de reducir, serían reciclados. En el caso de las dos últimas alternativas presentadas en la tabla, arreglar el sistema neumático de la fábrica y apagar las máquinas cuando no se encuentren en uso, contribuirán en la parte ecológica pues reducen el consumo de electricidad y el mantenimiento.

Conclusiones de la evaluación cuantitativa de las alternativas de PmL

En cuanto a las evaluaciones económica y técnica se puede decir que todas las alternativas son viables a excepción de las tres alternativas mencionadas previamente. En cuanto a la evaluación ecológica todas traen beneficios ambientales. En el caso de las tres alternativas que no son viables no se las va a descartar del todo ya que en algunos casos si representan una buena opción económica y técnica y en todos los casos son buenas opciones ecológicas. Por lo tanto se las va a aplicar solo en los casos en los que la persona responsable de producción, en conjunto con la persona responsable de instalación considere que es necesario aplicarlas. En cuanto a las otras alternativas se puede concluir que benefician a la empresa ahorrando un total de \$1087,59 mensuales, y al medio ambiente, ya que se dejarían de desechar aproximadamente 38,74 perfiles, 45,73m² de vidrio y 11,4 pisa vidrios mensualmente y el material sobrante sería reciclado.

4.3 Elaboración del Modelo de Producción Más Limpia, para mejorar el desempeño ambiental y productivo de la empresa Termovent.

A continuación, se presenta el Modelo de PmL que debe aplicar la empresa Termovent para mejorar su desempeño ambiental y productivo:

Fase 1: Planificación y Disposición.

Actividad 1. Aceptación y compromiso de la dirección para ejecutar el plan:

- Destacar los beneficios económicos.
- Ilustrar los beneficios ambientales
- Identificar otros beneficios externos.
- Valorar el mejoramiento de la imagen de la empresa.

Actividad 2. Estructuración del equipo de producción más limpia.

- El equipo debe estar formado por 2 o más personas dependiendo del tamaño de la empresa.
- El equipo debe ser capaz de identificar oportunidades, desarrollarlas e implantarlas.
- El equipo tiene la responsabilidad del logro de las metas establecidas.
- El equipo debe tener conocimiento, creatividad y autoridad.
- El equipo debe estar formado por personas de todas las áreas.
- El equipo debe coordinar las actividades del programa de PmL.

Actividad 3. Definición de los objetivos de PmL para la empresa.

- Los objetivos deben ser pertinentes, viables, medibles y/o verificables, realistas, alcanzables, flexibles y/o adaptables, claros, consistentes y temporalizados.
- Deben presentar mejoras técnicas, económicas y ambientales significativas.

Fase 2. Diagnostico situacional.

Actividad 4. Descripción de la empresa:

- Ubicación de la empresa:
 - Provincia.
 - Ciudad.
 - Sector.
 - Dirección exacta.
- Espacio físico de la empresa.
- Tipo de construcción de la empresa.
- Cantidad de empleados en la empresa.
- Ocupación de los empleados de la empresa.
- Fecha de inicio de las labores de la empresa.
- A qué se dedica la empresa.

Actividad 5. Establecimiento de los objetivos del diagnóstico.

- Los objetivos planteados deben contestar las siguientes preguntas.

- ¿Cuánta materia prima usamos?
- ¿Cuántos desechos se producen?
- ¿De qué parte/s del proceso provienen?
- ¿Qué productos desechados son peligrosos y tienen que ser controlados y por qué?
- ¿Qué porción de la materia o el material del proceso se convierte en desecho?
- ¿Cuáles son los costos de eliminación de desechos y pérdida de materias primas?

Actividad 6. Descripción de los procesos productivos de la empresa, detallando las entradas y salidas de sus materiales.

- Cada proceso debe tener claro.
 - ¿Qué datos necesita?
 - ¿De dónde se obtienen?
 - ¿Qué fuentes de información existen en la compañía?
- Descripción detallada del proceso completo de producción y de cada uno de los procesos productivos de la empresa por separado.
 - Inspeccionar detenidamente el proceso productivo.
- Se utilizan diagramas de flujo
 - Se colocan imágenes para ayudar a comprender mejor los procesos.
 - Se coloca en cada actividad sus entradas y salidas de materiales y energía.
 - Enlistar entradas y salidas de materias primas e insumos en cada etapa del proceso.

Actividad 7. Descripción del consumo de materia prima e insumos.

- Se recomienda utilizar información de bodega siempre que se esté seguro de que esta información es completamente verídica.
- Se calcula la cantidad consumida por mes en promedio de las materias primas con sus respectivas unidades.
 - Analizar costos de consumo de materiales e insumos en cada etapa del proceso.
 - Especificar en qué área es utilizado cada material.
 - Especifica la disposición final de los residuos de material que se producen en los procesos.
- Detallar el promedio mensual de consumo de agua.
- Detallar el consumo promedio mensual de energía eléctrica.
- Detallar las cantidades de residuos promedio mensuales producidos.
- Detallar cuanto representan económicamente los residuos mensuales promedio.
- Detallar en que procesos se producen y en que proporciones se producen los residuos.
- Detallar la cantidad de residuos según su origen.
- Detallar las cantidades de residuos sólidos que produce cada proceso con sus respectivas unidades. Para esto se saca un promedio mensual y se especifica la disposición de cada residuo.
- Detallar la cantidad de material desperdiciado según su origen.
- Detallar la cantidad de dinero desperdiciado según su origen.
- Si se utilizan otros materiales en mantenimiento, limpieza, y otros. Aun cuando estén fuera del proceso, se los considera si debe considerar si son peligrosos o si sus residuos necesitan de un tratado especial, como por ejemplo los aceites.

Actividad 8. Descripción del estado de gestión.

- Detallamos ¿Qué se hace? ¿Qué no se hace?
 - Logística e inventarios.
 - Actividades de producción.
 - Calidad.

- Ingeniería y el mantenimiento.
- Control de costos de la productividad.
- Grado de cumplimiento con la normativa ambiental y condiciones de seguridad e higiene laboral y salud ocupacional.

Actividad 9. Descripción del marco legal aplicable.

- Base legal.
- Normas jerárquicas superiores.
- Normativa general.
- Ordenanzas y normas reglamentarias.

Fase 3. Marco teórico.

Actividad 10. Descripción del marco teórico.

- Introducción detallada de todo lo que va a abarcar el marco teórico.

Actividad 11. Identificación del concepto de Producción Más Limpia y sus beneficios.

- Se coloca el concepto de PmL.
- Se detallan los beneficios económicos que la PmL puede traer a las empresas.
- Se detallan los beneficios técnicos que la PmL puede traer a las empresas.
- Se detallan los beneficios ecológicos que la PmL puede traer a la empresa.
- Además se pueden agregar otros beneficios como la motivación al personal, el mejoramiento de la imagen de la empresa, etc.

Actividad 12. Descripción del esquema para la elaboración de un Plan de Producción Más Limpia.

- Colecta de datos.
- Reflexión.
- Generación de opciones.
- Análisis de viabilidad.

Actividad 13. Descripción de las herramientas para la ejecución del plan de PmL

- Herramientas para la etapa de colecta de datos.
 - Observación directa.
 - Encuestas a los empleados.
 - Datos de registros en bodega.
 - Información de reportes de producción.
 - Informes.
 - Etc.
- Herramientas para la etapa de reflexión.
 - Análisis FODA.
 - Diagrama de Pareto.
- Herramientas para la generación de opciones.
 - Diagrama de Ishikawa.
- Herramientas para el análisis de viabilidad.
 - Montos de inversión, sus costos en relación a los ingresos que estos generan.
 - Análisis del mejoramiento productivo y la eficiencia de los obreros, la accesibilidad tecnológica y la facilidad de empleo.
 - Análisis de la implantación de las alternativas para conocer en cuanto se redujo la emisión de residuos.

Fase 4. Determinación de las alternativas para la elaboración de un Plan de PmL.

Actividad 14. Determinación de las alternativas para generar Producción Más Limpia.

- Con toda la información obtenida en la Fase 2 se enumeran las oportunidades de PmL que se tiene en la empresa.

Actividad 15. FODA.

- Fortalezas. aspectos a favor con que cuenta la organización para generar el diferencial competitivo necesario para su desarrollo.

- Oportunidades. circunstancias que se espera que ocurran en el entorno y que podrían tener un impacto positivo en la organización.
- Debilidades. aspectos que requieren ser potenciados para mejorar el desempeño organizacional y lograr competitividad.
- Amenazas condicionantes que, en el caso de que ocurrieran, tendrían influencia negativa sobre la organización.

Actividad 16. Elaboración de la priorización de las causas de los problemas mediante un diagrama de Pareto.

- Se utilizan los datos de la Fase 2.
 - El diagrama parte del consumo mensual promedio de la materia prima.
- Con el diagrama se establecen cuáles son los materiales más representativos para la empresa por lo tanto sobre los cuales se deben trabajar.
 - El diagrama debe ser claro.

Actividad 17. Identificación de las causas de los problemas mediante diagramas de Ishikawa.

- Se utiliza el diagrama de causa – efecto sobre los materiales más representativos que se obtuvieron con el diagrama de Pareto.
 - Se aplica el método de las 4M.
- Se agrupan causas potenciales en 4 ramas.
 - Métodos de trabajo.
 - Know how / Proceso.
 - Mano de obra.
 - Personal.
 - Materiales.
 - Proveedores / Socios comerciales.
 - Materias Primas.
 - Maquinaria.
 - Tecnologías.
- Se realiza el diagrama causa - efecto.

- Puede ser más de uno dependiendo de cuantos sean los materiales más representativos obtenidos con el Pareto.
- Se concluye con un resumen de los resultados obtenidos con los diagramas de Ishikawa.

Actividad 18. Descripción de las alternativas de Producción Más Limpia.

- Con toda la información obtenida se procede a enumerar las alternativas de PmL
 - Se puede utilizar una lluvia de ideas.
 - Considerar ideas de todo el personal de la fábrica no importa que no sean del equipo de PmL.
 - Ejemplos de opciones de PmL ya implementados.
 - La minimización de desechos y emisiones pueden ser:
 - Reducción de la fuente.
 - Modificación del producto.
 - Modificación del proceso.
 - Buenas prácticas.
 - Selección de nuevos materiales.
 - Nuevas tecnologías.
 - Reciclaje interno.
 - Reciclaje externo.

Actividad 19. Una vez que se tienen definidas las alternativas se muestra cada una sobre cual problema actúa.

- Se crea una tabla con todas las alternativas de PmL y la información obtenida en el diagnóstico situacional para tener claro cada alternativa sobre qué problema actúa.
- Con esta tabla más la información obtenida del porcentaje de los motivos de los residuos se crea una tabla para tener claro en qué porcentaje nos ayuda cada alternativa de PmL

Fase 5. Evaluación de las alternativas de Producción Más Limpia.

Actividad 20. Descripción de las evaluaciones que se van a realizar.

Actividad 21. Elaboración del análisis cualitativo de las alternativas de Producción Más Limpia

- Se describen las ventajas y desventajas de cada alternativa de PmL.

Actividad 22. Elaboración del análisis cuantitativo de las alternativas de Producción Más Limpia

- Evaluación económica.
 - Se analiza el monto de la inversión que se va a hacer para implementar la alternativa.
 - Se analizan los ingresos que la alternativa van a dar después de ser implementada.
 - Con los dos datos anteriores se verifica si es viable o no la alternativa de PmL.
- Evaluación técnica.
 - Se analiza que mejoramiento productivo y en que ayuda a la eficiencia de los obreros la alternativa de PmL.
 - Se analiza la accesibilidad tecnológica que hay en el lugar del negocio para implementar las alternativas de PmL.
 - Se analiza el grado de dificultad que tiene la implementación de las alternativas.
- Ambiental.
 - Se evalúan la cantidad absoluta de contaminación que la empresa emite actualmente con respecto a lo que contaminaría después de implementar las alternativas de PmL.

Actividad 23. Selección de las alternativas de PmL a llevarse a cabo.

- Según los resultados obtenidos en de las evaluaciones económicas, técnicas y ambientales se seleccionan las que cumplan con estos tres parámetros.

Actividad 24. Elaboración del plan general de PmL para Termovent.

- Se seleccionan las alternativas a ser implementadas.
- Se selecciona en qué orden se van a implementar las alternativas.
 - Se podría usar una tabla de ponderación de variables según las necesidades de la empresa.
 - Se establece un cronograma.
 - Se establecen los recursos necesarios para implementar las alternativas.
 - Se establecen las personas responsables de implementar.
 - Y se selecciona un medio de verificación.

Actividad 25. Aplicación del plan de Producción Más Limpia.

- Preparación.
 - Especificaciones técnicas detalladas.
 - Planeación apropiada para reducir el tiempo de implementación.
 - Financiamiento.
- Implementación.
 - Control apropiado de la implantación.
 - Inicio de operaciones.

Actividad 26. Seguimiento del plan en la empresa.

- Cambios en el consumo de materiales.
- Cambios en la cantidad de residuos y desechos.
- Cambios en el consumo de insumos, agua y energía.
- Cambios en la rentabilidad del negocio.
- Cambios en los procedimientos operativos.
- Cambios en las condiciones laborales.
- Cambios en el cumplimiento de la legislación.

Se recomienda seguir los pasos desde la Actividad 1 para su implementación. Debido al alcance de este proyecto de tesis, el modelo presentado comienza desde la actividad

3. De igual manera se recomienda ejecutar las actividades 24, 25 y 26 si se van a implementar las alternativas de PmL.

Posterior a ejecutar los respectivos procedimientos de evaluación de las alternativas, se ha elaborado el Modelo de Producción más Limpia para la empresa Termovent, mismo que se encuentra detallado cronológicamente a fin de que se pueda seguir e identificar minuciosamente cada fase del proceso.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- A lo largo de este estudio se pudo realizar un diagnóstico de la empresa, en el cual se detalló el proceso productivo, se determinaron los flujos de materiales y energía, se determinó el estado de gestión de las áreas de interés y el marco aplicable. Con esta información se comprobó que la empresa tiene muchas falencias en sus instalaciones, procesos y manejo de desechos.
- Se fundamentaron teóricamente los conceptos de Producción Más Limpia en donde se dejó claro el concepto de PmL, se enumeraron los beneficios que esta trae y se describió el esquema para elaborar un Plan de PmL detallando las herramientas necesarias para la ejecución del Plan.
- Con toda la información recopilada hasta el momento se realizaron las alternativas de PmL y se las analizaron con las herramientas en la etapa de reflexión para poder obtener alternativas que implementen PmL.
- Se han evaluado cualitativamente y cuantitativamente las alternativas de PmL para determinar si cumplen con los requerimientos económicos, técnicos y ambientales necesarios para su implementación.
- Por último se detallaron todas las actividades realizadas y se creó un modelo de PmL capaz de mejorar el desempeño ambiental y productivo de la empresa Termovent.

Recomendaciones:

- La ejecución de un Plan de PmL, es un proceso que puede requerir inversión económica y cambios en los procesos, los cuales pueden recibir resistencia por parte de los dueños de las y empleados de las empresas en caso de que no estén informados de los beneficios que pueden obtener, por lo tanto, se recomienda informar a todos los empleados previo a la realización de un plan de PmL.
- Con este trabajo se pudo verificar que no todas las alternativas de PmL necesitan de una inversión económica, por lo tanto, si los dueños de la empresa no aprueban la ejecución e inversión económica en un plan de PmL, estas aún pueden ser implementadas.
- Tomando en cuenta que la prioridad empresarial es la ganancia monetaria, el cuidado medio ambiental adquiere un segundo plano, por este motivo se recomienda buscar estrategias que promocionen a los planes de Producción Más Limpia, de tal manera que los empresarios comprendan que contaminar menos también proporciona rentabilidad. El cuidado del medio ambiente es responsabilidad de toda persona u organización para mejorar el entorno que nos rodea.
- Una vez implantado el plan de PmL es importante dar seguimiento para verificar que se estén obteniendo los resultados esperados y aplicar un sistema de mejoramiento continuo para ser cada día más eficientes.

BIBLIOGRAFÍA

- (ONUDI), Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (10 de 2015). *Docslide*. From Docslide: <http://docslide.us/documents/72857-manual-de-pml-para-el-sector-industrial-citrcola.html>
- abicozar. (25 de Octubre de 2014). *Vias* . From Club Ensayos: <https://www.clubensayos.com/Ciencia/Vias/2139832.html>
- Abril, L. (2008). *Estudio de caso para la aplicación de la producción más limpia*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- ANDES. (abril de 2013). *Agencia Pública de Noticias de Ecuador y Suramérica*. From Agencia Pública de Noticias de Ecuador y Suramérica: <http://www.andes.info.ec/es/economia/produccion-mas-limpia-apuesta-ecuatoriana-aumentar-eficiencia-industrias.html>
- Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador . (2008). *Constitución del Ecuador*. Quito.
- Centro de Producción Más Limpia Nicaragua. (2016). *¿Que es producción más limpia?* . (CPML, Editor) From Qué es PML: <http://www.pml.org.ni/index.php/produccion-limpia>
- Gutiérrez, H. (2007). *Calidad Total y Productividad*. México: MAcGRAW- HILL INTERAMERICANA EDITORES S.A.
- Gutiérrez, H. (2007). *Calidad Total y Productividad*. MÉXICO: MAcGRAW- HILL INTERAMERICANA EDITORES S.A.
- Introducción a la producción más limpia. (8 de 07 de 2010). *ONUDI*. From ONUDI: http://www.unido.org/fileadmin/import/71360_1Textbook.pdf
- Limpa, I. a. (26 de Diciembre de 2013). (ONUDI, Ed.) Retrieved 2016 from www.unido.org: http://www.unido.org/fileadmin/import/71360_1Textbook.pdf
- Major, J. (Octubre de 2008). *Derecho al ambiente sano* . From <https://asambleablog.wordpress.com/2008/10/14/derecho-al-ambiente-sano/>
- Ministerio del Ambiente. (07 de 2003). *Ministerio del Ambiente*. From Ministerio del Ambiente: <http://www.ambiente.gob.ec>
- Ministerio de Industrias y Productividad. (2014). *Centro de Eficiencia de Recursos y Producción Más impia en Ecuador*. Retrieved 2016 from Ministerio de Industrias y Productividad: <http://www.industrias.gob.ec/centro-de-eficiencia-de-recursos-y-produccion-mas-limpia/>

Narváez, M. S. (Septiembre de 2014). Modelo de Producción más limpia para mejoramiento del desempeño ambiental y productivo de un taller de mecánica automotriz de vehículos livianos. *Modelo de Producción más limpia para mejoramiento del desempeño ambiental y productivo de un taller de mecánica automotriz de vehículos livianos*. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay.

Organization, U. N., Prévész, L., & Sánchez-Osuna, M. (2007). *Unido.org*. (O. d. (ONU), Producer) From Unido.org: https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Pub_free/Manual_de_produccion_mas_limpia_para_el_sector_industrial_citricola.pdf

Varela, C. P., Canales, E. C., Ramos, E. J., & Solorzano, J. L. (02 de 17 de 2015). *Diagrama de Pareto*. Retrieved 2016 from Prezi: <https://prezi.com/aomwlikhj8nn/diagrama-de-pareto-nelson/>

UNIDO, Prévész, L., & Sánchez-Osuna, M. (2007). *Manual de producción más limpia para el sector industrial cítrico*. From UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION: https://www.unido.org/fileadmin/user_media/Publications/Pub_free/Manual_de_produccion_mas_limpia_para_el_sector_industrial_citricola.pdf

Varela, C. P., Canales, C. E., Ramos, E. J., Solorzano, J. L., & Torres, N. A. (17 de 02 de 2015). *Diagrama de Pareto Nelson*. From Prezi: <https://prezi.com/aomwlikhj8nn/diagrama-de-pareto-nelson/>

ANEXOS

Anexo 1

Corte de hierro



Anexo 2

Fase de calibración de la máquina y luego proceder a la termo fusión



Anexo 3

Colocación de los espaciadores en el vidrio



Anexo 4

Sellado, para evitar que en un futuro se empañe dentro de la cámara



Anexo 5

Materia Prima e Insumos

MATERIA PRIMA Y MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD CONSUMIDA POR MES EN PROMEDIO	USO PROVISTO O LUGAR DE USO	DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS
ENERGÍA	KWH	1014,00	Procesos y servicios varios	
GUAJPE	Gramos	1593,67	Laminación	Basura común
LÁMINA	m ²	269,26	Laminación	Basura común
PRIMER P.U. INDUSTRIAL	Galones	4,67	Laminación	Basura común
LLAMA ROJA	Galones	4,67	Laminación	Basura común
VULCANIZANTE	Litros	1,33	Laminación	Basura común
DISOLVENTE	Litros	14,76	Laminación	Basura común
PERFIL LAMINADO	UNIDADES	260,33	Corte	Basura común
TUBO DE HIERO	UNIDADES	151,83	Corte	Basura común
VIDRIO	m ²	488,07	Corte de vidrio	Basura común
PISAVIDRIO	UNIDADES	161,67	Pisa vidrio	Basura común
PAPEL	UNIDADES	1,17	Cámaras	Basura común

Anexo 6

Perfil dañado por no ser compatible con las importaciones actuales



Anexo 7

Llegada de perfiles y accesorios de importación



Anexo 8

Descarga de los perfiles nuevos



Anexo 9

Obra lista para instalación 1



Anexo 10

Obra lista para instalación 2



Anexo 11

Estructuras dañadas en el transporte 1



Anexo 12

Estructuras dañadas en el transporte 2



Anexo 13

Transporte de vidrio



Anexo 14

Vidrio roto en el transporte



Anexo 15

Desecho de retazos de vidrio



Anexo 16

Desechos de retazos de perfil laminado



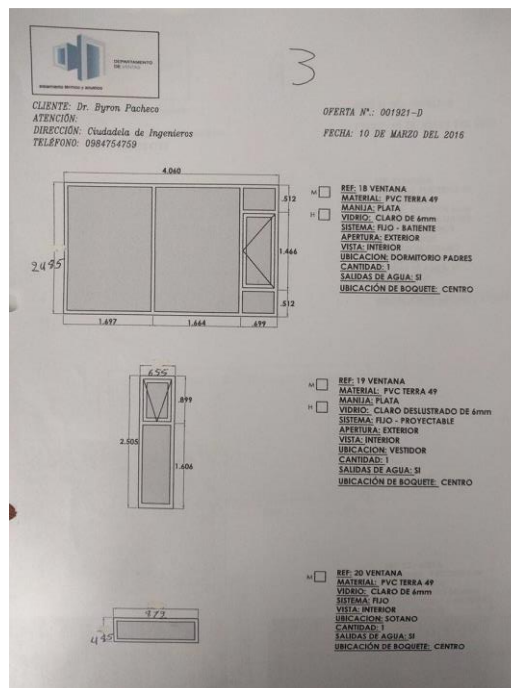
Anexo 17

Sistema neumático en mal estado



Anexo 18

Diseño de producción



Anexo 19

Precio plástico para la parte superior de la fábrica



Anexo 20

Precio de pliego de foamix para empaquetar estructuras terminadas



Anexo 21

Pliego de foamix para empaquetar estructuras terminadas



Anexo 22

Precio plástico stretch para empaquetar estructuras



Anexo 23

Rollo de manguera necesario para colocar plástico en la parte superior de la fábrica



Anexo 24

Rollo de alambre necesario para colocar plástico en la parte superior de la fábrica



Anexo 25

Resumen de Reporte de producción octubre 2015

REPORTE PRODUCCION	
OBRAS TERMINADAS	10
METROS TOTALES	340,01
FERNANDO CHICO MAL MEDIDO	11,41
Cliente	Terminado Total
EMOV EP	26,68
FERNANDO CHICO	25,73
FRANCISCO PEÑA	3,55
PEDRO ESPINOZA	104,21
PEDRO ESPINOZA 2	76,96
DIEGO SERRANO	12,30
SANTA LUCIA	25,05
SANTA LUCIA 2	65,52
DANIELA RAMOS	3,65
JUAN PABLO VIVAR	7,35
Total	340,01

Anexo 26

Resumen de reporte de producción noviembre de 2015

REPORTE PRODUCCION	
OBRAS TERMINADAS	11
METROS TOTALES	380,42
Cliente	Terminado total
GRACIELA QUINDE	13,79
MARCELO CUESTA	186,59
VICTOR ASTUDILLO	31,66
FERNANDO CHICO	11,41
SONIA MERCHAN	6,44
DIEGO CARPIO	40,04
GABRIEL REYES	23,91
SANTA LUCIA 2B	19,94
SANTA LUCIA 2C	15,63
SANTA LUCIA 3D	15,37
SANTA LUCIA 2D	15,64
TOTAL	380,42

Anexo 27

Resumen de reporte de producción diciembre 2015

REPORTE PRODUCCION	
OBRAS TERMINADAS	16
METROS TOTALES	316,865644
Cliente	Terminado total
Sta Lucia 4B	19,66756
Sta Lucia 4D	15,235816
Distribuidora Guayaquil	5,555624
Pedro Espinoza 1	22,528026
Edy Lopez	6,262181
Tony Silva	16,012095
Sta Lucia 4C	15,178425
Sta Lucia 3G	30,46294
Sta Lucia 1E	21,200635
Sta Lucia 3A	34,733273
Pedro Espinoza 2	10,031325
Pedro Espinoza 3	0,506515
Boris Tinoco	9,832372
Rodolfo Ricaurte	6,06606
Arq. Cuesta	10,342335
Ma Jose Gonzalez	93,250462
TOTAL	316,865644

Anexo 28

Resumen de reporte de producción de enero 2016

REPORTE PRODUCCION	
OBRAS TERMINADAS	20
METROS TOTALES	666,517001
Cliente	Terminado total
FLORINDA VILLACRECES	62,147347
MARIA JOSE GONZALEZ	115,00695
SANTA LUCIA 2 A	41,915836
SANTA LUCIA 4 A	40,065349
VERONICA ALVAREZ	29,191413
SANTA LUCIA 5E	27,81339
SANTA LUCIA 5B	20,763123
EDWIN OLEAS	3,98987
DOCTOR LEON	61,310066
PEDRO ESPINOZA 2	2,629899
VERONICA MAYA	15,386383
SANTA LUCIA 3B 3C	46,941326
FERNANDO VAZQUEZ	95,495703
ORDOÑES VALAREZO	58,061132
PEDRO ESPINOZA 1	9,76095
GUIDO CARRASCO	NO SE COMPLETA 100%
JUAN PABLO VIDAL	6,689505
CARPIO	16,50403
RICARDO ORDOÑEZ	2,62665
RECALDE	10,218079
TOTAL	666,517001

Anexo 29

Resumen de reporte de producción de febrero 2016

	REPORTE PRODUCCION	
	OBRAS TERMINADAS	20
	METROS TOTALES	703,301601
1	Termovent PVC	1,8
2	Edmundo Valencia 12A	6,598021
3	Sanchez dep 1	83,660639
4	Termovent PVC 0032B	16,643723
5	Sanchez dep 3	75,121816
6	Diego Carpio 037	0,33615
7	Edmundo Valencia 017	3,946869
8	Pedro Espinoza	3,811344
9	Vertical Interior	10,28311
10	Santa Lucia V5	13,548487
11	Santa Lucia 3B 3C arreglo	13,4134
12	Guido Carrasco Pendiente	19,588688
13	Guido Carrasco	119,793546
14	Fernando Vazquez	109,571718
15	Sanchez dep 4	78,290327
16	Termovent 030	1,26
17	Sanchez dep 2	93,902276
18	Santa Lucia PV1	13,44045
19	Santa Lucia 5C	24,046296
20	Santa Lucia 4C	14,244741
21		
	TOTAL	703,301601


Anexo 30

Resumen de reporte de producción de marzo 2016

REPORTE PRODUCCION	
OBRAS TERMINADAS	22
METROS TOTALES	783,870264
1 Ma Jose Gonzalez	0,23595
2 Rodrigo Celi	84,334414
3 Dori Merchan	15,323388
4 Luis Cisneros	156,598108
5 Ana Veronica Maya	19,805037
6 Juan Alvarado puerta	6,314384
7 Juan Alvarado 2	7,46376
8 Romulo Idrovo	5,357892
9 Eduardo Silva	29,23931
10 Byron Pacheco casa 1	80,009259
11 Byron Pacheco casa 2	76,816154
12 Santa Lucia 3A arregl	2,025392
13 Santa Lucia 6A	12,258492
14 Santa Lucia Suite 1	3,902541
15 Santa Lucia Suite 2	2,38974
16 Santa Lucia 6B	16,157143
17 Santa Lucia 4F	60,631109
18 Santa Lucia 5D	34,18989
19 Ines Carrasco Carrasc	17,85888
20 Edgar Aguilar	121,047933
21 Ana Maria Cordova	31,911488
22 Byron Pacheco cambi	2,4375
TOTAL	783,870264

Anexo 31

Proforma de fundir el área de laminación

						
PRESUPUESTO DE OBRA						
PARA:	SR. JUAN PABLO ESPINOZA					
DE:	ING. JAVIER HIDALGO A.					
FECHA:	CUENCA, OCTUBRE DEL 2016					
				CONTRATO		
ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	P. UNIT	TOTAL
1,00		Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm3	m3	15,00	120,00	1.800,00
2,00		Malla electrosoldada R-84	m2	7,00	22,60	158,20
3,00		Encofrado recto para losa de Hormigón	ml	60,00	0,30	18,00
						1.976,20
		Esta incluido la mano de obra				
		Atentamente,				
		Ing. Javier Hidalgo A.				
		Cel. 0989581634				
		Oficina: 2386117				
Panamericana Sur Km 1 Vía a Naranca - Cels.: 099-427764 / 097-371044 - Telfs.: 238-6117 / 2385-903						

Anexo 32

Consumo mensual promedio de vidrio claro de 6mm y laminado de 3mm + 3mm

	Total	Utilizado	Desperdicio	Total m2	Suma mensual
Claro	308,00	280,61	8,89	2236,08	307,76
Laminado	54,00	42,77	20,79	392,04	53,71

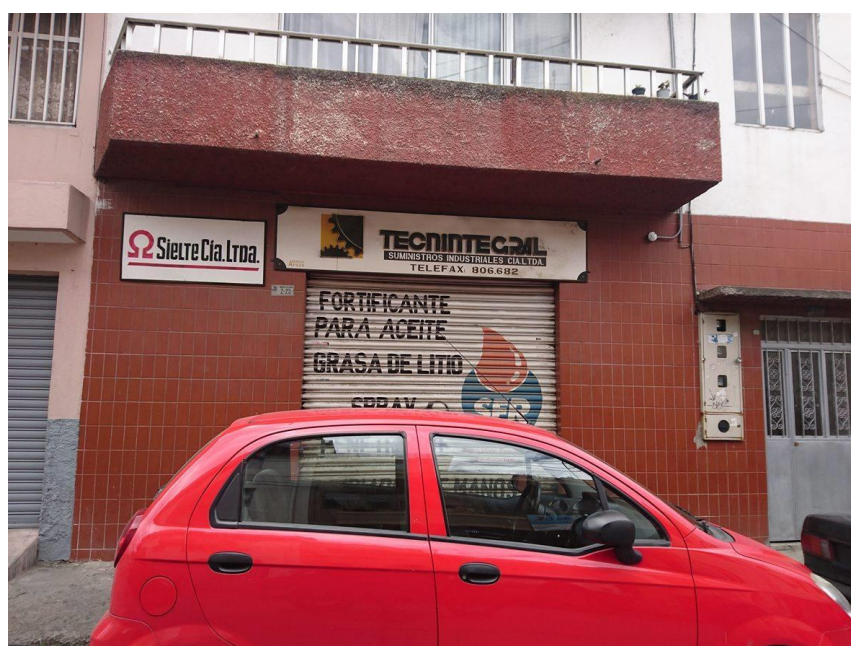
Anexo 33

Taller eléctrico Castillo



Anexo 34

Tecnintegral



Anexo 35

Recicladora del Sr. Gustavo Malo (contenedores para vidrio)

