

**UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**SEMINARIO DE ESPECIALIZACIÓN "SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA  
CALIDAD Y CONTROL DE PROCESOS DE MANUFACTURA"**

**"PROPUESTA DE MEJORA EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE PUNTO  
CRÍTICO EN LA PRODUCCIÓN"**

**PRESENTADO POR**

<b>ACEITUNO MARROQUIN, JULIO CESAR</b>	<b>AM100735</b>
<b>IBÁÑEZ FERNÁNDEZ, WILLIAM ALEXANDER</b>	<b>IF111680</b>
<b>MENJIVAR TOMAS, RICARDO DAGOBERTO</b>	<b>MT120271</b>
<b>ORELLANA ROMERO, VÍCTOR ALEJANDRO</b>	<b>OR130165</b>

**FACILITADOR:**

**MG. OMAR ARGUETA ARGUELLO**

**CIUDADELA DON BOSCO, SOYAPANGO, 1 DE SEPTIEMBRE DE 2017**

**UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**RECTOR  
DR. MARIO RAFAEL OLMOS, S.D.B**

**SECRETARIA GENERAL  
INGA. YESENIA XIOMARA MARTÍNEZ OVIEDO**

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
ING. OSCAR GIOVANNI DURÁN VIZCARRA**

**SEPTIEMBRE 2017  
EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA**

**UNIVERSIDAD DON BOSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**SEMINARIO DE ESPECIALIZACIÓN: SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
Y CONTROL DE PROCESOS EN MANUFACTURA**

**TRABAJO DE SEMINARIO DE GRADUACIÓN**

**FACILITADOR DEL SEMINARIO  
ING. OMAR ALBERTO ARGUETA ARGUELLO**

**ADMINISTRADOR DEL PROCESO DE GRADUACIÓN  
ING. OSCAR WENCESLAO RIVAS ZALDAÑA**

**SEPTIEMBRE 2017  
EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA**

## **DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por brindarnos el don de la razón y permitirnos la comprensión de nuestro mundo de manera magnífica.

A mis padres, Pablo Ibáñez y Darlene Fernández, que son los pilares que edificaron a la persona que soy y brindaron su apoyo en todo mi camino, este triunfo es de nosotros. A la universidad, por dar la oportunidad de expandir los conocimientos.

Al Ing. Omar Argueta, que acompañó y aportó invaluablemente, sin su apoyo no hubiera sido posible la culminación exitosa de la investigación y a todas aquellas personas que me brindaron sostén para dar lo mejor de mí, en especial a Karen García, que me motivó e impulsó a no rendirme.

Muchas gracias.

### **William Ibáñez.**

A Dios, por proveer los recursos necesarios para seguir adelante que nos permite llegar a comprender el misterio del mundo.

A mis padres, Julio Aceituno e Ivonne de Aceituno, que son padres ejemplares que guiaron, que alientan a seguir luchando hasta que logre superar ciertos obstáculos de mejor manera, por tener fe en mí.

A las personas que me acompañaron durante mi proceso de aprendizaje, que me permitieron llegar hasta aquí.

### **Julio Aceituno.**

A Dios primeramente por brindarme a lo largo de este tiempo sabiduría para tomar las mejores decisiones y por brindarme vida y salud a lo largo de estos años.

A mis padres, Victor Orellana y Angelica Romero, que con sus consejos y apoyo a lo largo de estos años han sido parte fundamental de este proceso de aprendizaje y sin los cuales no hubiera podido culminar este proceso.

Finalmente agradecer a amigos y compañeros que estuvieron a lo largo de esta carrera que de una u otra forma me apoyaron y me dieron fueras y ánimos para concluir este proceso.

### **Victor Orellana.**

A DIOS el único omnipotente y creador de todo cuanto existe que ha sido mi guía, ayuda y proveedor, en especial en mi proceso educativo culminado, con cuya gracia, fuerza y presencia continua aun en momentos difíciles, pude alcanzar este logro académico.

A MI PAPA, gran patriota, valiente y guerrero, el cual me brindó su apoyo y con cuya figura me dio ánimos, consejos para la vida y que forjo parte de mi carácter para hacer frente a los desafíos a lo largo de mi educación.

A MI MAMA, mujer luchadora la cual me dio siempre sabios consejos, animó y apoyo incondicional para salir adelante y finalizar mis estudios.

A MI FAMILIA, que siempre ha estado dispuesta a ayudarme, que siempre mostraron disposición a apoyarme y que me mantuvieron en sus oraciones además para este proceso profesional.

### **Ricardo Menjívar.**

## Índice

CAPÍTULO I- PERFIL DE INVESTIGACIÓN. ....	7
OBJETIVOS .....	10
Objetivo General.....	10
Objetivos Específicos.....	10
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
ALCANCES.....	11
LIMITACIONES .....	12
CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL. ....	12
Fibroceso .....	12
Mantenimiento Preventivo .....	13
CAPÍTULO III. LA EMPRESA. ....	15
A- IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO. ....	15
1- Título del proyecto. ....	15
2- Planteamiento del problema.....	15
3- Antecedentes. ....	15
4- Justificación del análisis.....	17
5- Descripción breve del producto más importante. ....	17
6- Clasificación del producto. ....	18
B- PLAN ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS DE LA ORGANIZACIÓN. ....	20
Misión.....	20
Visión .....	20
Valores .....	20
4- Estructura de la organización. ....	21
5- Recurso humano.....	23
6- Cronograma de trabajo. ....	25
C- ENTORNO SOCIOECONÓMICO Y LEGAL.....	27
1- Entorno económico. ....	27
2- Entorno legal.....	30
3- Entorno ambiental. ....	38
Reglamento general del medio ambiente .....	39
La ley control sobre el uso y el goce de las aguas.....	39
D- ENTORNO INDUSTRIAL.....	46
1- Influencia del cliente en el diseño del producto. ....	46

2- Categoría de proceso. ....	46
3- Matriz Hayes Wheelwhrighth.....	46
4- Análisis de procesos y puntos de control. ....	50
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS EXTERNO. ....	53
1- Clientes o segmentos de mercado objetivo.....	53
2- Tendencias del mercado.....	53
3- Diagnóstico del sector. ....	54
4- Competidores. ....	57
5- Especificaciones técnicas de los materiales necesarios para producir. ....	58
CAPÍTULO V- ESTUDIO TÉCNICO. ....	59
TAMAÑO DE LA EMPRESA.....	59
INGENIERIA E INFORMACIÓN FINANCIERA DE AREA/ DEPARTAMENTO EN ANÁLISIS.....	59
1- Proceso productivo. ....	59
CAPÍTULO VI- SISTEMA DE CALIDAD DE LA EMPRESA.....	66
Análisis de la situación actual.....	66
Problemática de gestión de calidad identificada.....	69
Cálculo del indicador de valor agregado del proceso de análisis. ....	70
ESTRUCTURA CONCEPTUAL DE LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN A REALIZAR EN LA EMPRESA. ....	72
Insumos necesarios para aplicar la propuesta.....	81
Resultados que se esperan al aplicar la gestión planteada. ....	81
Cronograma propuesto de implementación de las soluciones. ....	82
Efectos sobre el nivel de productividad y competitividad empresarial.....	84
Requerimientos del ingeniero para desarrollar la gestión. ....	85
Fuentes de consultas.....	86
GLOSARIO.....	88

## **Indice de figuras.**

Fig.1.Láminas de fibrocemento comúnmente empleadas en construcciones provisionales.....	13
Fig.2. Estructura detallada de CIIU. ....	19
Fig.3. Organigrama de empresa Plycem. ....	21
Fig.4. Organigrama de departamento de mantenimiento en Plycem.....	22
Fig.5. Indicadores económicos de El Salvador últimos 10 años. ....	28
Fig.7. Matriz Hayes Wheelwhrigh para clasificar por proceso a la empresa. ....	48
Fig.8. Matriz Hayes Wheelwhrigh.....	49
Fig.9. Proceso productivo secundario y puntos de control. ....	52
Fig.10. Proceso productivo secundario y puntos de control.....	62
Fig.11. Histograma de resistencia de láminas.....	67
Fig.12. Diagrama causa y efecto de problema identificado, las causas indicadas son el resultado de observaciones de campo y entrevistas.....	68
Fig.13. Esquema de procedimiento para realizar mantenimiento preventivo.....	74
Fig.15. Intervalo de tiempo de mantenimientos correctivos. ....	78
Fig.16. Esquema de conceptos de la vida del equipo. ....	79



## Indice de tablas

Tabla 1. Cargos y salarios a desempeñar.....	23
Tabla2. Evaluación de aspectos para la matriz producto/proceso .....	47
Tabla3. Evaluación de aspectos para determinar grado de flexibilidad.....	48
Tabla 4. Matriz de competidores de la empresa Plycem. ....	57
Tabla5. Datos técnicos del cemento Portland. ....	58
Tabla 6. Cálculo de valor agregado y no agregado.....	71
Tabla 7. Costos estimados de implementación de propuesta. ....	81
Tabla 8. Costos estimados de mano de obra para implementar mantenimiento preventivo. ....	84
Tabla 9. Especificaciones técnicas tomadas en cuenta por el departamento de calidad de Plycem.....	90
Tabla 10 . Volumen de producción de tres productos elaborados actualmente .....	90

## **CAPÍTULO I- PERFIL DE INVESTIGACIÓN.**

### **OBJETIVOS**

#### **Objetivo General**

Realizar propuestas de mejora que contribuyan a la implementación de cambios para el mantenimiento preventivo en máquinas de corte y lijado de la línea de producción de Trims de la empresa Plycem para mejorar la verificación del mantenimiento incluido en el sistema de gestión de calidad.

#### **Objetivos Específicos**

- Conocer las características de los procesos productivos y sus equipos en la empresa Plycem que permitan proponer mejoras que aseguren la seguridad y la calidad de los procesos.
- Determinar si los equipos e instalaciones en Plycem cuentan con un plan de mantenimiento adecuado, por medio de la investigación de campo y entrevistas con el personal, para proponer mejoras en este que contribuyan a la mejora continua propiciada por la verificación del funcionamiento adecuado de las máquinas y equipos.
- Identificar las causas que determinan riesgos y problemas en la calidad del producto y el proceso productivo para poder proponer acciones de prevención y correctivas.

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Para adentrar en las características y problemas de la organización, se realizará una investigación de campo, que permitirá realizar observaciones en el lugar de los hechos, esto significa que inicialmente el nivel de estudio será exploratorio por medio del cual se haga un descubrimiento de variables significativas de la situación de la empresa.

Para realizar un diagnóstico confiable se hará una observación no dirigida para confirmar la persistencia de los problemas que forman parte de los antecedentes; la observación será además del tipo no participante y en equipo, no participante porque no se formará parte de la muestra o entorno a estudiar, y en equipo porque se hará en grupo, lo que evitará la influencia del criterio o percepción personal del observador.

La entrevista a realizar será focalizada, la cual permitirá obtener datos por parte de los trabajadores, en cuanto al proceso productivo, las características del producto principal, fallas o errores ocurridos, planes de mantenimiento, etc.

Una vez recolectados los datos se hará una investigación descriptiva sobre estos, se reflejará lo que aparece en el ambiente industrial y se descubrirán las relaciones entre las variables de los problemas, será necesario tomar en cuenta el estado presente de la organización y sus experiencias.

## **ALCANCES**

El estudio de mejoras en un producto, servicio, producto, proceso productivo o ambiente laboral siempre reflejarán un beneficio que contribuya a la calidad, logrando un diagnóstico para la empresa y se emitirán propuestas de solución ante los problemas relacionados al proceso productivo, funcionamiento correcto de máquinas; por lo que la dirección o jefatura puede o no optar por implementar dichas propuestas según sus criterios y recursos disponibles.

El trabajo se constituirá en una referencia para empresas que se encuentren en situaciones similares, las cuales podrán optar por tomar en cuenta el análisis proveniente de la asociación que exista entre las variables en el contexto industrial para tomar medidas de mejora, optando por las propuestas a realizar o por otras de otras fuentes.

El alcance que tendrá el estudio será básicamente descriptivo y explicativo, inicialmente se hará un diagnóstico en el cual se especificarán las características y el perfil productivo, el alcance explicativo vendrá en cuanto se establezcan las causas de los riesgos o problemas manifestados, lo que dará paso a propuestas de solución.

La propuesta de solución consistirá en un plan de mantenimiento para estar siempre delante de alguna falla, un atraso en la línea de producción y garantizar la seguridad en las tareas.

## **LIMITACIONES**

- El acceso a la empresa Plycem solo puede realizarse en algunos días de la semana.
- La información que se pueda obtener de la empresa depende de la disposición de las jefaturas para brindarla por cuestiones de seguridad.
- El lugar en donde está ubicada la planta industrial dificulta el fácil acceso a la misma.
- Las visitas a la empresa y reuniones con el equipo de trabajo representan un gasto extra en transporte y alimentación.

## **CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL.**

### **Fibroceso**

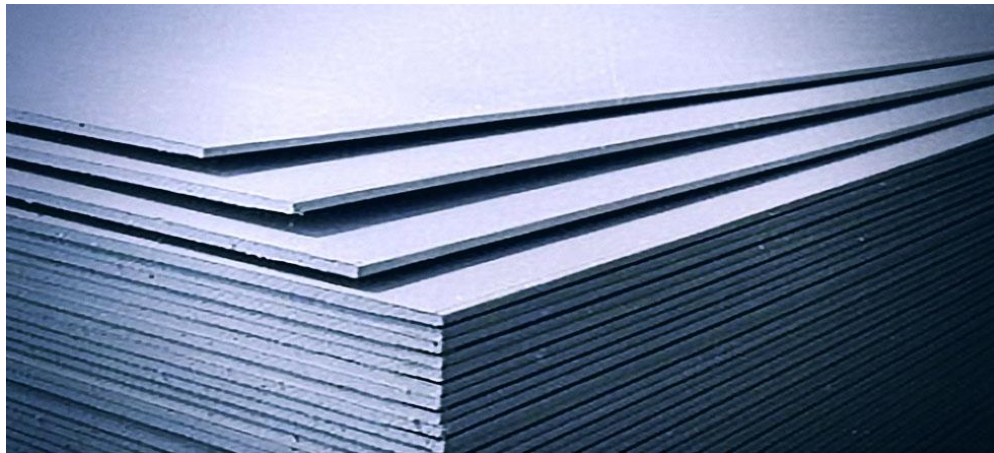
Se le denomina fibrocemento a un material muy utilizado en la construcción, compuesto por una mezcla de cemento o un aglomerante de silicato de calcio que se forma por la reacción química de un material silíceo y un material calcáreo, reforzado con fibras orgánicas, minerales y/o fibras orgánicas sintéticas (Sistemas de fachadas,2017), con las que se obtiene gran resistencia física.

La historia del fibrocemento empezó en Austria en el año 1900, cuando Ludwig Hatschek; un ingeniero austríaco inventó este novedoso material. El fibrocemento tuvo entre sus componentes originales al asbesto (amianto) el cual consiste en un grupo de fibras minerales naturales muy resistentes al fuego y al esfuerzo por lo cual era muy usado. Pero desde hace aproximadamente 35 años se empezó a dejar de lado debido a los problemas de salud que

provocaba ya que se llegó a decir que era potencialmente cancerígeno. Paulatinamente estas fibras fueron sustituidas por las de celulosa, vidrio, o fibras vinílicas sintéticas. La composición de las diferentes piezas o láminas de fibrocemento es variable y depende de cada fabricante, pero se podría decir que en promedio se requiere de entre 35 y 40% de cemento Portland y yeso, 10% de aditivos minerales y 15% de fibras; la mezcla se completa con agua. (Juan Fernando González, 2017)

Las principales características del fibrocemento son que sus placas presentan propiedades especiales en la construcción, que son fáciles de cortar y de perforar.

El fibrocemento es muy utilizado en instalaciones provisionales, como naves industriales y cobertizos debido a su bajo costo. Es un material muy económico en comparación a otros materiales. Es muy utilizado en las cubiertas para protegerlas del sol y de la lluvia ya que otra de sus características es que es un material muy impermeable, es decir tiene una alta capacidad para que el agua no fluya a través de él, es por esto que es muy recomendado para la construcción de estanques.



*Fig.1.Láminas de fibrocemento comúnmente empleadas en construcciones provisionales.*

### **Mantenimiento Preventivo**

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema (Renovetec, 2017).

Por lo general el mantenimiento preventivo se realiza sustituyendo piezas de desgaste antes del fin de su vida útil. También se realizan acciones de limpieza o lubricación. Uno de los ejemplos más comunes es el mantenimiento de vehículos, en los que se sustituye aceite, correas, filtros y otros elementos de forma programada, antes de que su desgaste provoque fallas en el automóvil.

Este sistema permite planificar la intervención, puesto que la máquina o instalación trabaja de forma correcta. Al conocer de antemano los recursos necesarios, se puede planificar una parada preventiva que afecte lo menos posible a la producción.

Con un buen mantenimiento preventivo de la maquinaria, se llega a conocer mejor el estado cada máquina, sus condiciones de trabajo y sus puntos débiles para determinar el origen de averías. Con esta inteligencia, se consigue:

- Mayor seguridad para el operario.
- Máxima disponibilidad de la maquinaria.
- Mayor productividad.
- Menor coste en mantenimiento y en reparaciones.
- Mayor duración de los equipos.

## **ISO 9001**

ISO 9001 es una norma de sistemas de gestión de la calidad (SGC) reconocida internacionalmente. La norma ISO 9001 es un referente mundial en SGC, superando el millón de certificados en todo el mundo.

La norma ISO 9001 es aplicable a cualquier organización – independientemente de su tamaño y ubicación geográfica. Una de las principales fortalezas de la norma ISO 9001 es su gran atractivo para todo tipo de organizaciones. Al centrarse en los procesos y en la satisfacción del cliente en lugar de en procedimientos, es igualmente aplicable tanto a proveedores de servicios como a fabricantes.

Los sectores internacionales siguen centrando sus esfuerzos en la calidad, con SGC específicos derivados de la norma ISO 9001, aplicables a los sectores de la automoción, aeroespacial, defensa y medicina.

La norma ISO 9001 de sistemas de gestión de la calidad proporciona la infraestructura, procedimientos, procesos y recursos necesarios para ayudar a las organizaciones a controlar y mejorar su rendimiento y conducirles hacia la eficiencia, servicio al cliente y excelencia en el producto.

## **CAPÍTULO III. LA EMPRESA.**

### **A- IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO.**

#### **1- Título del proyecto.**

Propuesta de mejora en mantenimiento preventivo de punto crítico en la producción.

#### **2- Planteamiento del problema.**

El problema clásico de la producción es el desperdicio de los productos debido a la imperfección de los productos, eso representa una buena cantidad de pérdida de ganancia ya que la empresa invierte buena cantidad de capital con el fin de obtener ganancia, también representa una pérdida de tiempo. En este caso de la empresa que hemos hecho análisis, una de las causas del desperdicio es debido a falla de corte y lijado del producto que está hecho con fibrocemento como materia prima, según la información que proporciona el técnico de calidad, eso representa un 2.22% de los desperdicios, y la suma total de pérdidas de ganancia anual de venta es de cifras altas.

#### **3- Antecedentes.**

Recuperado de página web de Plycem El Salvador (Plycem, 2017):

“En 1964, se funda la empresa en Costa Rica, fabricante de fibrocemento más importante y líder de la construcción liviana en América, con presencia comercial en 34 países de la región.

Conocida hoy como Plycem, la compañía se ha dedicado por más de cinco décadas a desarrollar y perfeccionar la tecnología de fibrocemento de la cual son pioneros, incorporando constantemente la innovación en el desarrollo de productos.

Plycem pertenece al consorcio mexicano Elementia, sólido grupo que cotiza en la BMV (Bolsa Mexicana de Valores) que reúne a las compañías más importantes del sector construcción. Elementia cuenta con 28 plantas de producción en toda la región, las cuales fabrican productos de fibrocemento, cemento, polietileno, estireno, cobre y aluminio.

Entre sus soluciones en fibrocemento, permiten ser utilizadas para la ampliación, remodelación, construcción residencial y comercial. Fabrican cubiertas para techo, entrepisos, cielos o losetas, paredes internas, paredes externas, molduras y una amplia gama de productos arquitectónicos.”

De las visitas de campo, se pudo observar el proceso primario y secundario. Cada proceso cuenta con oportunidades de mejora potenciables. En el proceso primario, se observó que la recolección del desperdicio para su reprocesamiento no se realiza de manera adecuada, debido a que muchas veces la materia no cae directamente en la banda dispuesta, si no que cae a sus alrededores y no es puesta nuevamente sobre la banda para su reprocesamiento. Otro aspecto importante es la ergonomía que cuenta la estación de trabajo, en el puesto de trabajo del operario encargado del corte del pliego de fibrocemento, no se cuenta con la correcta iluminación, lo que se puede traducir a efectos negativos en la salud ocular del operario, en mayor incidencia en los turnos nocturnos.

Sobre el proceso secundario, según comentarios de los encargados de calidad, los robots industriales, no cuentan con un sistema contra interrupciones eléctricas, por lo que, en muchas ocasiones, el programa de la trayectoria del robot se ve eliminado y se tiene que crear nuevamente, lo que retrasa la puesta en marcha de la línea de producción. Entre los puntos que más genera problemas, se encuentra la lijadora y cortadora, que, en ambos casos, no realiza su correcto funcionamiento sobre el pliego. En el caso de la lijadora, deja algunas partes sin lijar, lo que dificulta que la pintura se adhiera correctamente. La cortadora genera problemas de corte en algunas unidades por lo que su corte no es limpio.

Finalmente, existen aspectos de seguridad industrial que no se da cumplimiento, como los equipos necesarios para los operarios, la señalización de las zonas dentro de la planta para que las personas puedan transitar, los lugares en lo que ninguna persona pueda estar por un alto riesgo, fajas de motor descubiertas, inadecuado procedimiento para trabajar en alturas.



#### **4- Justificación del análisis.**

La calidad en una empresa no se mide solamente por su capacidad de generar bienes y servicios que cumplan con las especificaciones, o lo que el cliente desea, sino que se debe enfocar también a los empleados y a la sociedad, las actividades de la empresa deben tener un impacto positivo en el personal, la sociedad y el medio ambiente interno y externo. Para garantizar está en la empresa industrial en análisis, se deben tomar en cuenta varios aspectos como el estado y funcionamiento de máquinas y equipo, la periodicidad de su mantenimiento, el estado de las instalaciones, el tipo de maquinaria utilizada, la rapidez del proceso productivo, los planes implementados para la gestión de la calidad, entre otros. El ajuste correcto de estas variables contribuye a la eficiencia y productividad en el trabajo y en general al éxito empresarial, esto desde luego ayuda a generar más rentabilidad, menos gastos, desperdicios y por ende ventaja en el mercado sobre otras organizaciones similares.

Plycem no es la excepción a lo anterior por lo que se busca analizar y proponer el ajuste adecuado de variables relacionadas a las operaciones de corte y lijado de las láminas producidas que contribuyan a la calidad de las mismas y en suma a la productividad y rentabilidad esperada.

#### **5- Descripción breve del producto más importante.**

El producto principal utilizado en Plycem es el fibrocemento que se utiliza para la ampliación, remodelación, construcción residencial y comercial.

El fibrocemento es un material muy utilizado en la construcción y este se encuentra compuesto por cementos y fibras de refuerzos, con la que se obtiene gran resistencia física.

Originalmente en la fabricación de fibrocemento, era empleado el asbesto o amianto como fibra de refuerzo, sin embargo, debido a los problemas de salud que se descubrió que puede provocar en las personas este elemento, ya su empleo como fibra ha desaparecido. Así a partir del 2002, se prohibió la comercialización e instalación de amianto y productos que lo contuviesen, por lo que el fibrocemento que se comercializa actualmente es fibrocemento sin amianto (Arquigrafo, 2017).

Las placas de fibrocemento cuentan con diversas propiedades especiales en la contracción, las mismas son fáciles de cortar y de perforar.

Otra característica que presentan las placas de fibrocemento es que es un material muy impermeable, es decir tiene una alta capacidad para que el agua no fluya a través de él.

## **6- Clasificación del producto.**

El producto dentro del código SAC se encuentra en el inciso arancelario numero 68118200 el cual contiene el capítulo "Manufacturas de piedra, yeso fraguable, cemento, amianto (Asbesto), mica o materias análogas" en dicho capítulo podemos encontrar la partida "Manufacturas de amiantocemento, celulosa cemento o similares" el cual envuelve el fibrocemento que es el producto principal, acá se involucra la sub-partida e inciso arancelario "Las demás placas, paneles, losetas y artículos similares" ya que lo principal que se fabrica en PLYCEM son placas de fibrocemento.

Según la CIIU el producto se encuentra dentro de la sección C, el cual envuelve a las industrias manufactureras, acá se ubica al producto dentro de la división 23 "Fabricación de otros productos minerales no metálicos" y se ubica dentro de la clase 2399 "Fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p.", ya que no se encuentra dentro de esta clasificación un apartado dedicado especialmente a la fabricación del fibrocemento se considerara que este apartado engloba la producción de este material.

División	Grupo	Clase	Descripción
	202		Fabricación de otros productos químicos
		2021	Fabricación de plaguicidas y otros productos químicos de uso agropecuario
		2022	Fabricación de pinturas, barnices y productos de revestimiento similares, tintas de imprenta y masillas
		2023	Fabricación de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador
		2029	Fabricación de otros productos químicos n.c.p.
	203	2030	Fabricación de fibras artificiales
<b>21</b>			<b>Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico</b>
	210	2100	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico
<b>22</b>			<b>Fabricación de productos de caucho y de plástico</b>
	221		Fabricación de productos de caucho
		2211	Fabricación de cubiertas y cámaras de caucho; recauchutado y renovación de cubiertas de caucho
		2219	Fabricación de otros productos de caucho
		2220	Fabricación de productos de plástico
<b>23</b>			<b>Fabricación de otros productos minerales no metálicos</b>
	231	2310	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
	239		Fabricación de productos minerales no metálicos n.c.p.
		2391	Fabricación de productos refractarios
		2392	Fabricación de materiales de construcción de arcilla
		2393	Fabricación de otros productos de porcelana y de cerámica
		2394	Fabricación de cemento, cal y yeso
		2395	Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso
		2396	Corte, talla y acabado de la piedra
		2399	Fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p.

Fig.2. Estructura detallada de CIU.

Fuente: <http://aplicaciones.digestyc.gob.sv/Clasificadores/Sistema/Documentos/DocumentoCLAEES.pdf>.

## **B- PLAN ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS DE LA ORGANIZACIÓN.**

A continuación, se expresan la misión, visión y valores instaurados por la empresa Plycem.

### **Misión**

Hacer la diferencia en el mundo de la construcción generando valor de manera sostenible para nuestros accionistas, colaboradores, clientes y comunidades.

### **Visión**

Ser el proveedor preferido de la industria de la construcción.

Como grupo, consideramos proponer una nueva visión para la empresa, que denote la propuesta implementada.

### **Visión propuesta:**

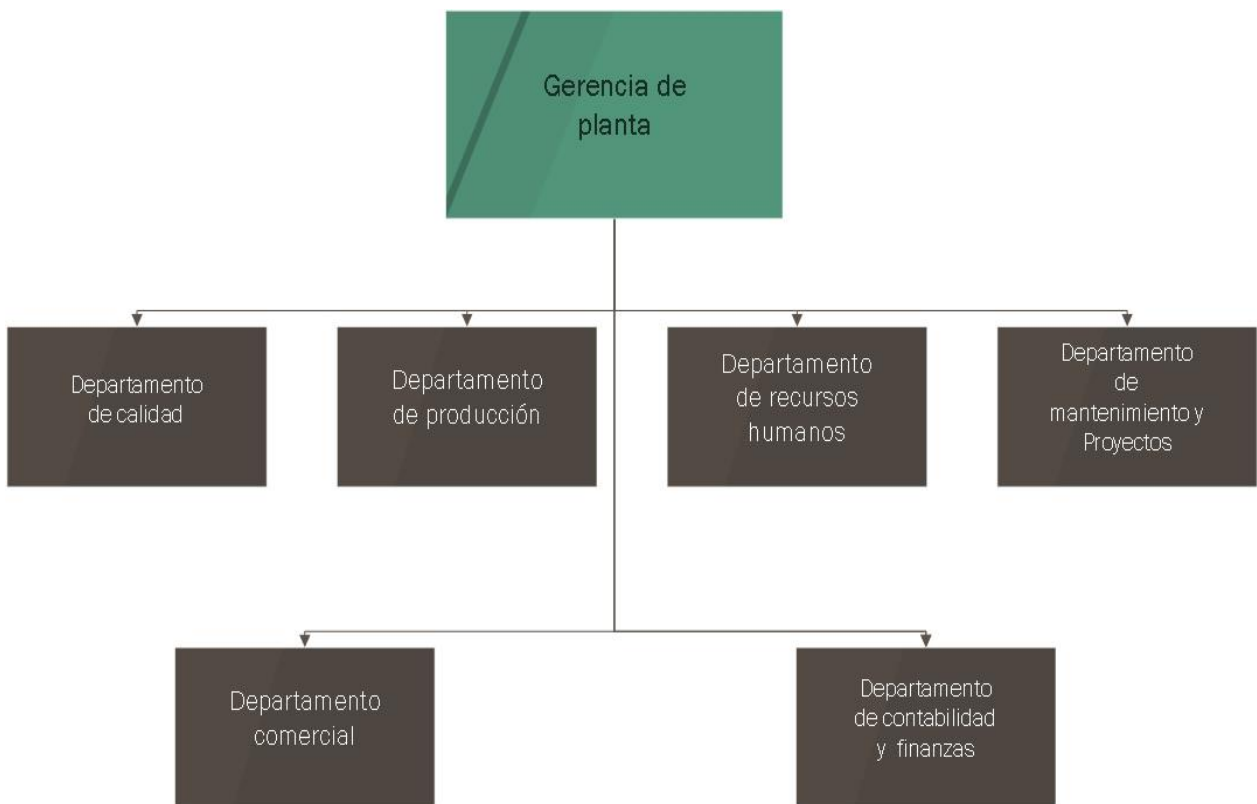
Ser el referente a nivel regional de innovación y sostenibilidad, a la vanguardia de calidad en nuestros productos.

### **Valores**

- **Integridad:** Nos enfocamos en ser una empresa que engloba todos los aspectos humanos, garantizando el bienestar interno y el que nos rodea.
- **Respeto:** Poseemos una cultura que predica la igualdad entre el personal, para establecer un ambiente armonioso en donde este, los clientes y proveedores perciban que representan parte importante del ciclo de trabajo orientado a la calidad y que hay respuesta adecuada a sus necesidades.
- **Compromiso:** Estamos enfocados en el compromiso de la mejora continua, procurando potenciar la economía local y cuidar el medio ambiente.

#### 4- Estructura de la organización.

La estructura organizativa de la empresa determina el orden de la jerarquía en las jefaturas. Permite visualizar la importancia de una correcta distribución de trabajo para la realización de la gestión de sistemas de calidad correctos, con el fin de que cada departamento contenga la visión sobre el mismo fin, la mejora constante en los procesos y dirigirse a una cultura de excelencia. El siguiente organigrama se ha asumido, con el fin de ilustrar la forma en la que podría estar establecido en la empresa.



*Fig.3. Organigrama de empresa Plycem.*

*Fuente: Visio Profesional. Elaboración propia.*

Se aprecia que la estructura organizativa tiene el mismo nivel de jerarquía, esto permite que la gestión de sistemas de calidad trabaje de manera armónica, debido a que los diferentes departamentos tienen el mismo nivel de decisión y orienta hacia un trabajo en conjunto.

La Fig.4 permite determinar una organización tentativa e idónea para un control óptimo del mantenimiento, que es una parte fundamental de los procesos de calidad.

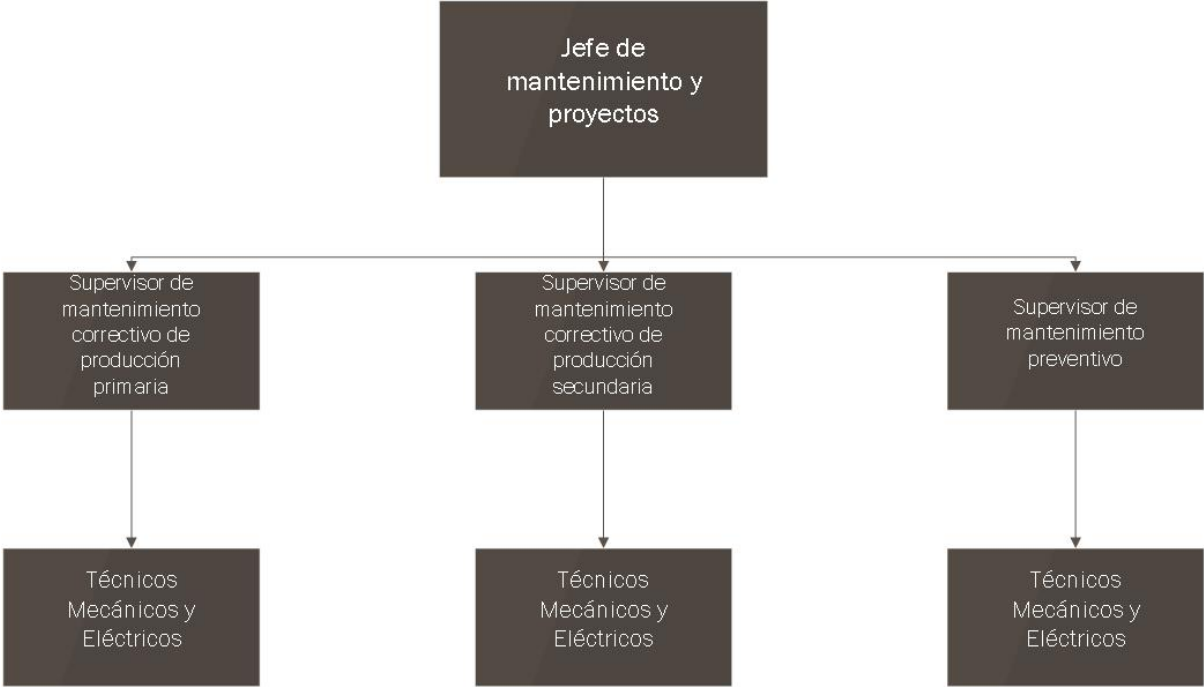


Fig.4. Organigrama de departamento de mantenimiento en Plycem.

Fuente: Visio Profesional. Elaboración propia.

El esquema anterior permite tener un control óptimo de los procesos primarios y secundarios, garantizando que, si ocurre una solicitud de mantenimiento correctivo, se logrará en el menor tiempo. A la misma vez, existe una asignación del departamento, con el fin de evaluar los mantenimientos preventivos, que debería de ser encarga de tomar datos de los tiempos que se realizan los mantenimientos, con el fin de determinar variables como mantenibilidad, fiabilidad, disponibilidad, que permitirá establecer la estrategia de mantenimientos preventivos y reducirá los mantenimientos correctivos.

## 5- Recurso humano.

Los recursos humanos detallados, son una aproximación del mínimo que debe contar la empresa para tener un correcto funcionamiento. Los salarios, son estimaciones del pago que se les entrega a profesionales por su conocimiento y entrega a la empresa, por lo que los puestos y salarios pueden distar de la realidad. Para elementos representativos, se detalla la tabla 1, que menciona los departamentos y cargos por cada uno de ellos, con su salario representativo.

Departamento	Cargo	Salario
Gerencia	Gerente	\$2,500
Producción	Jefe de producción	\$1,200
	Técnico	\$600
Calidad	Jefe de calidad	\$1,200
	Técnico	\$600
Recursos humanos	Jefe de recursos humanos	\$1,200
	Reclutador/a	\$500
Mantenimiento	Jefe de mantenimiento	\$1,200
	Supervisor	\$900
	Técnico	\$700
Departamento comercial	Jefe de departamento	\$1,200
	Publicista	\$700
Departamento de contabilidad y finanzas	Jefe de contabilidad	\$1,200
	Contador	\$800

*Tabla 1. Cargos y salarios a desempeñar.*

*Fuente: Estimación según salarios de mercado.*

A continuación, se detallan los perfiles pertinentes a la investigación desarrollada:

**Gerente:** Persona encargada de observar toda la logística, administración, y estrategia de la empresa. Tiene que conocer acerca de manejo de personal, ser ordenado y responsable. Entre las carreras adecuadas se contemplan a ingenieros industriales, administradores de empresa o carreras afines.

**Jefe de producción:** Encargado de velar por el flujo continuo y óptimo de la producción. Analista de oportunidades de mejora en la línea, como optimización de tiempos de ejecución, como planes para implementar cultura KAIZEN. Entre los perfiles de profesionales tenemos ingenieros mecánicos e ingenieros industriales.

**Técnico en producción:** Encargado de la verificación del cumplimiento de la planificación de la producción y de las mejoras propuestas. Una persona con análisis numérico y manejo de formatos. Pueden aplicar personas que tengan poca experiencia en el rubro, como ingenieros industriales y mecánicos.

**Jefe de calidad:** Responsable de ejecutar planes de calidad apoyados sobre normativas internacionales, que garanticen el cumplimiento de los requerimientos técnicos de los productos y establecer un sistema de gestión de calidad, que potencia a la empresa a la mejora continua en todos los procesos ejecutados. Personas que pueden cumplir estas características pueden ser técnicas en calidad, ingenieros industriales o mecánicos.

**Técnico en calidad:** Persona encargada de medir variables físicas que aseguren el cumplimiento de los requerimientos técnicos. Debe conocer ampliamente las técnicas para medición de variables físicas de manera fiable y conocimientos de metrología. El perfil es técnico en calidad.

**Jefe de mantenimiento:** Responsable de planificar, documentar y realizar procedimientos de mantenimiento correctivo y preventivo. Analista de oportunidades de mejora para que la producción tenga el menor número de paros durante la planificación y garante del correcto funcionamiento de la maquinaria. Entre los perfiles podemos decir ingenieros en automatización, ingenieros industriales, mecánicos, eléctricos o mecánicos.

**Supervisor de mantenimiento:** Persona encargada de velar por el cumplimiento de los planes de mantenimiento y que los procedimientos se ejecuten de manera adecuada, garantizando

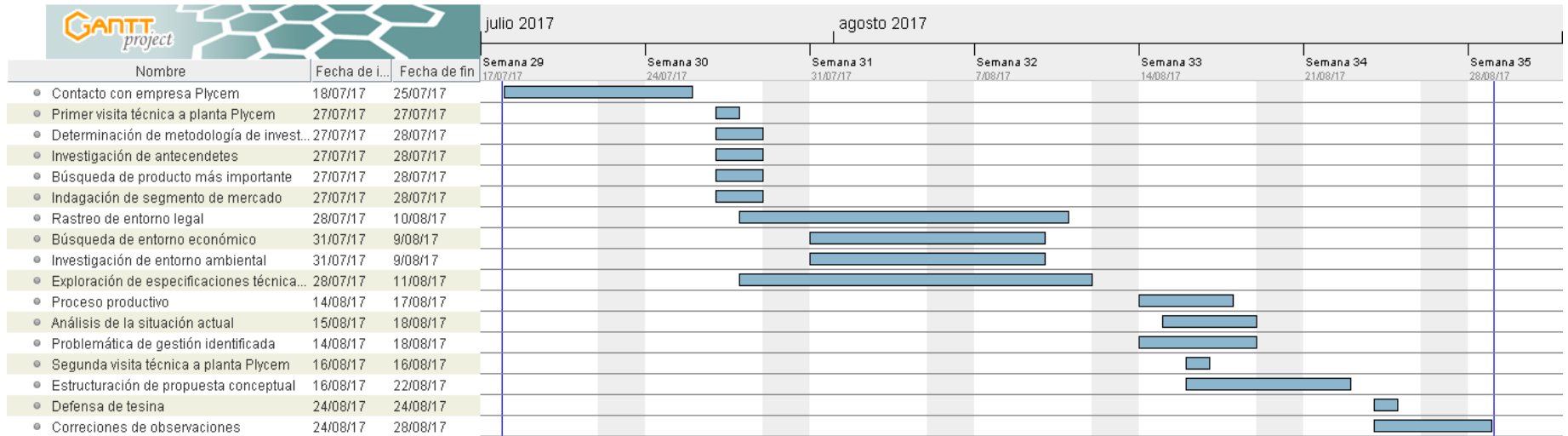


la seguridad industrial en la ejecución de los mismos. Perfil de aplicación puede ser ingenieros en automatización, industriales, mecánicos, eléctricos y mecatrónicos.

Técnico en mantenimiento: Ejecutor de los planes de mantenimiento según la planificación y si existe algún imprevisto, encargado de repararlo en el menor tiempo posible, según los estudios establecidos. Entre los perfiles que aplican esta los técnicos en mecatrónica, eléctrica y mecánica.

## **6- Cronograma de trabajo.**

El cronograma está desarrollado para la realización de la investigación de aproximadamente un mes. La investigación y las visitas estuvieron sujetas en la disposición del personal de la planta. En la siguiente figura se detalla el cronograma sobre el que se desarrollaron las actividades y la especificación de las actividades



## Tarea

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin
Contacto con empresa Plycem	18/07/17	25/07/17
Primer visita técnica a planta Plycem	27/07/17	27/07/17
Determinación de metodología de investigación	27/07/17	28/07/17
Investigación de antecedentes	27/07/17	28/07/17
Búsqueda de producto más importante	27/07/17	28/07/17
Indagación de segmento de mercado	27/07/17	28/07/17
Rastreo de entorno legal	28/07/17	10/08/17
Búsqueda de entorno económico	31/07/17	9/08/17
Investigación de entorno ambiental	31/07/17	9/08/17
Exploración de especificaciones técnicas de materiales	28/07/17	11/08/17
Proceso productivo	14/08/17	17/08/17
Análisis de la situación actual	15/08/17	18/08/17
Problemática de gestión identificada	14/08/17	18/08/17
Segunda visita técnica a planta Plycem	16/08/17	16/08/17
Estructuración de propuesta conceptual	16/08/17	22/08/17
Defensa de tesina	24/08/17	24/08/17
Correcciones de observaciones	24/08/17	28/08/17

## **C- ENTORNO SOCIOECONÓMICO Y LEGAL.**

### **1- Entorno económico.**

El entorno económico que se presenta es el salvadoreño debido a que la planta de fabricación investigada se encuentra en este territorio y el estadounidense ya que la empresa PLYCEM exporta la mayoría de sus productos hacia ese país.

#### **El Salvador**

Según la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES), el panorama económico del país está marcado por el deterioro de las finanzas públicas, la falta de acuerdos entre el gobierno salvadoreño y el sector privado para buscar posibles soluciones a los grandes retos.

También cabe mencionar la implicación que tiene el entorno internacional en la economía del país, en dicho entorno en el que predominan las políticas comerciales y migratorias que impulsa la administración del presidente Donald Trump representa un reto actual para el país, que debe adoptar las medidas adecuadas para saber timonear ante posibles tormentas.

La economía del país enfrenta un abanico de retos, y entre los principales está el superar los desacuerdos que han mantenido al gobierno salvadoreño y empresa privada en un “estira y encoge”, sobre todo por la toma de decisiones inconsultas, como, por ejemplo, el aumento del salario mínimo.

Según el tercer Análisis Socioeconómico de El Salvador (ASES) del Departamento de Economía de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas publicado el 17 de agosto de 2017, la economía salvadoreña sigue mostrando una fuerte incapacidad para absorber a la población u oferta laboral, no se generan suficientes fuentes de empleo por lo que se considera que se tiene un mercado de trabajo precario en el que cerca del 50% de los trabajadores se encuentra en el sector informal. Un tercio de los ocupados están subempleados, más de dos terceras partes no cuentan con cobertura social y 30 de cada 100, trabajan por cuenta propia.

El informe destaca que los salarios siguen siendo insuficientes para asegurar a los trabajadores condiciones de vida adecuadas.

Según economistas, basados en los resultados de la Encuesta de Hogares y Propósitos Múltiples (EHPM), el sector agropecuario es relevante para la economía salvadoreña porque es el segundo en mayor número de empleos generados, supera a la ocupación en la industria manufacturera y solo le supera el empleo proveniente del sector de comercio y servicios.



Fig.5. Indicadores económicos de El Salvador últimos 10 años.

Fuente: <http://www.elsalvador.com/noticias/negocios/178373/indicadores-economicos-del-pais-se-deterioraron-en-los-ultimos-10-anos/>

## Estados Unidos

Estados Unidos posee la primera economía del mundo, delante de China, y está recién emergiendo de su peor recesión desde los años 1930. Gracias a un plan de estímulo presupuestario y monetario de largo alcance, la economía se ha recuperado y el crecimiento se elevó a 2,6% del PIB en 2015, estimulado por el consumo privado, las bajas tasas de interés y el dinamismo de la creación de empleos. La actividad se ralentizó en 2016 (1,6%), debido a una baja de la inversión y el consumo. Se espera un repunte en 2017 (2,2%), pero el alcance de la aceleración dependerá de la credibilidad del programa económico del nuevo presidente Donald Trump (Santander, 2017)

El producto interior bruto (PIB) de Estados Unidos creció a un ritmo anual de sólo el 0,7 % durante el primer trimestre de 2017, con lo que registró su peor desempeño en tres años (Infobae, 2017).

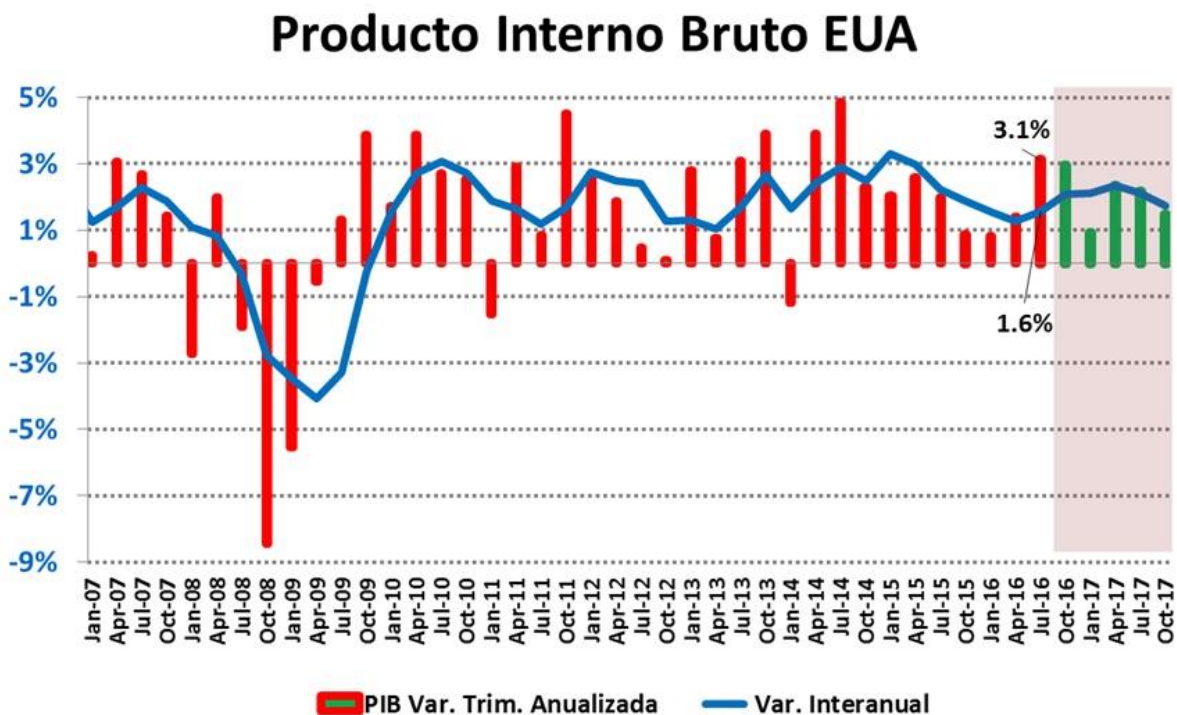


Fig.6. Comportamiento de PIB de Estados Unidos a través del tiempo. Fuente: <https://www.rankia.mx/blog/como-comenzar-invertir-bolsa/3427429-perspectivas-mercados-financieros-2017>

El dato de crecimiento económico en los primeros meses del Gobierno del presidente Donald Trump estuvo por debajo de los pronósticos y supone una marcada ralentización con respecto al avance del PIB del 2,1 % en el último trimestre de 2016 (El nuevo Herald, 2017).

La debilidad del PIB estadounidense en el primer trimestre del año se debió fundamentalmente a la brusca caída en el gasto de los consumidores, que representa dos tercios de la actividad económica del país y aumentó a un ritmo anual de apenas un 0,3 % frente al 3,5 % del periodo anterior (Agencia EFE, 2017).

El sector agrícola americano es sin lugar a duda uno de los más grandes del mundo. Se caracteriza por una alta productividad y por el uso de tecnologías modernas. Estados Unidos es uno de los principales productores de maíz, soja, carne de res y algodón. El estado de California genera más de un tercio de los vegetales y dos tercios de las frutas y nueces del país. Dicho esto, la agricultura representa únicamente 1,3% del PIB americano y emplea a 1,6% de la población activa.

Estados Unidos es un país muy industrializado. El sector industrial representa más de 20% del PIB e incluye una gran variedad de actividades. Las más importantes son la fabricación de maquinaria eléctrica y electrónica, de productos químicos y maquinaria industrial, así como el sector agroalimentario y automotriz. También es líder mundial en el sector aeroespacial y en la industria farmacéutica. La abundancia de recursos naturales ha convertido al país en líder en la producción de varios minerales y le permite mantener una producción diversificada. Así, es también el mayor productor mundial de gas natural líquido, aluminio, electricidad y energía nuclear, y el tercer productor mundial de petróleo. Desde hace varios años desarrolla la extracción a gran escala de gas de esquisto.

La economía americana se basa fundamentalmente en los servicios. El sector terciario representa más de tres cuartos del PIB y emplea a más de 80% de la mano de obra.

## **2- Entorno legal.**

De la ley de zona franca de industriales y comercialización

Art. 6. - no podrán acogerse a lo establecido en esta ley, las personas naturales o jurídicas que se dediquen a las actividades siguientes: (1) (3) (4) (6) (8)

a) Exploración, explotación, procesamiento y comercialización de gas natural, petróleo y sus derivados combustibles, así como aceite, grasas y lubricantes; (1) (3) (4) (6) (8)

b) Producción y comercialización de cemento y clinker; (1) (3) (4) (6) (8)

c) Comercialización de chatarra o desperdicios de acero, hierro y otros metales ferrosos y no ferrosos; (1) (3) (4) (6) (8)

d) Productos minerales metálicos y no metálicos provenientes de la explotación del subsuelo salvadoreño; (1) (3) (4) (6) (8)

e) Las que impliquen procesamiento y manejo de explosivos y materiales radioactivos; (1) (3) (4) (6) (8)

f) La producción o almacenamiento de mercancías que se encuentren calificadas por las autoridades competentes como causantes de contaminación, daños a la salud o al medio ambiente; (1) (3) (4) (6) (8)

g) Producción, ensamble o maquila, manufactura, procesamiento, transformación o comercialización de azúcar, sus sustitutos, derivados y subproductos; así como cualquier bien que incorpore directa o indirectamente azúcar, sus sustitutos, derivados y subproductos; (1) (3) (4) (6) (8)

h) Producción, ensamble o maquila, manufactura, procesamiento, transformación o comercialización de alcohol de cualquier origen. Esta prohibición no será aplicable a lo establecido en los romanos v y vi del art. 3 de esta ley;(1) (3) (4) (6) (8) (9)

i) Producción, ensamble o maquila, manufactura, procesamiento, transformación o comercialización de sacos o costales, de fibras sintéticas o artificiales; (1) (3) (4) (6) (8)

j) Suministro de alimentos preparados o no, destinados a empleados o empresas beneficiadas de la presente ley y cualquier otro régimen liberatorio o suspensivo; y, (1) (3) (4) (6) (8)

k) Importación de maquinaria y equipo con fines de arrendamiento. (1) (3) (4) (6) (8)

Art. 17-a.- las personas naturales o jurídicas que soliciten ser calificadas como usuarias de zona franca, de conformidad a lo establecido en esta ley, deberán cumplir al menos, con uno de los requisitos siguientes:

a) Inversión inicial en activo fijo por un monto igual o mayor a quinientos mil dólares de los estados unidos de América (us\$500,000.00), alcanzable en los primeros dos años de operaciones;

b) Operar con un número igual o mayor a cincuenta (50) puestos de trabajo permanentes, desde el primer año de operaciones;

c) Operar con un número igual o mayor a cinco (5) puestos de trabajo permanentes, desde el primer año de operaciones, en el caso de comercializadores.

Art. 28.-Los usuarios de zona franca y depósito para perfeccionamiento activo, tendrán las siguientes obligaciones: (6)

a) Comunicar al administrador de la zona franca, en el caso de los usuarios, o al ministerio de economía, tratándose de depósitos para perfeccionamiento activo, las modificaciones que hubiere realizado en los planes y proyectos de su empresa, dentro del plazo de diez días hábiles contados a partir del día de la modificación; (6)

b) Mantener un registro electrónico de entradas, salidas y saldos de inventarios y cuadro demostrativo de descargo por las importaciones en línea a disposición de la dirección general de aduanas. Cuando el registro no se lleve en línea ante la dirección general de aduanas, el beneficiario deberá registrar en medios electrónicos y magnéticos o en cualquier otro medio exigido por el ministerio de hacienda, a través de la dirección general de aduanas, de conformidad a la normativa aplicable, el movimiento de inventarios, cuadro demostrativo de descargo por las importaciones, movimiento de importación, así como toda la información relativa a las operaciones de importación, exportaciones, tránsitos y traslados que realice para el control fiscal respectivo, los cuales deberán remitirse utilizando los mismos medios, dentro de los veinte días hábiles siguientes al del vencimiento del ejercicio fiscal a la dirección general de aduanas, sin perjuicio que deba remitirla cuando ésta lo requiera; (6) (8)

c) Proporcionar al ministerio de economía un informe semestral, relacionado con sus operaciones, el cual deberá contener: valor y origen de las importaciones, valor y destino de las exportaciones, generación de empleo, ventas al mercado nacional y monto de la inversión realizada; (6)

d) Permitir el ingreso a las instalaciones de la empresa beneficiaria, a delegados del ministerio de economía y ministerio de hacienda, a través de la dirección general de aduanas y de la dirección general de impuestos internos, en el cumplimiento de sus funciones; (6)

e) Informar a la dependencia del ministerio de economía que determine el reglamento de esta ley, y a la dirección general de aduanas, con 30 días de anticipación, el cambio de domicilio o cierre de operaciones; (6)



- f) Contar con las instalaciones identificadas y adecuadas para el almacenamiento, custodia y conservación de las mercancías, de acuerdo a la naturaleza de la actividad incentivada; (6)
- g) Tener los medios que aseguren la custodia y conservación de las mercancías, de acuerdo a la naturaleza de la actividad incentivada y de acuerdo con las condiciones de ubicación e infraestructura establecidas en esta ley; (6)
- h) Contar con el equipo y los programas necesarios para efectuar la transmisión electrónica de las operaciones que realizará, así como la demás información requerida, en el depósito para perfeccionamiento activo; (6)
- i) Designar un área apropiada dentro del depósito para perfeccionamiento activo, para el funcionamiento del personal del servicio aduanero, cuando este sea asignado o designado y proporcionar
- j) Responder ante el fisco por el pago de las obligaciones tributarias y aduaneras relacionadas con las mercancías pérdidas o de aquellas que se hubiesen destinado indebidamente o por la falta de controles al territorio aduanero nacional, incluyendo las dañadas o las destruidas que hayan sido igualmente destinadas al mercado nacional, salvo que exista causa fortuita o fuerza mayor debidamente comprobadas por el beneficiario ante la dirección general de aduanas; (6)
- k) Generar los traslados regidos en los arts. 23 y 26 de esta ley, cumpliendo con los requisitos establecidos en los mismos y en los plazos dispuestos en el artículo 22 de esta ley; (6) (8)
- l) Llevar un registro de las mercancías dañadas, perdidas, destruidas y demás irregularidades ocurridas durante el tiempo que permanezcan en el depósito para perfeccionamiento activo y ponerlo a disposición de la dirección general de aduanas, cuando ésta lo requiera; (6)
- m) Comunicar por los medios establecidos a la dirección general de aduanas, las diferencias que se encuentren entre la cantidad de bultos recibidos y las cantidades manifestadas y cualquier otra circunstancia relacionada con las mercancías, que pudiera afectar el ejercicio de las atribuciones de la dirección; (6)
- n) En el caso de los dpa, mantener sus instalaciones total y completamente delimitadas e independientes de cualquier otra empresa; en caso de compartir espacios físicos con otras, éstas deberán contar con áreas de almacenaje y operación separadas y personal

independiente, de forma tal que no exista posibilidad de confusión de materias primas, procesos productivos, ni de territorio aduanero nacional y extra aduanal, facilitando así la independencia y control de operaciones amparadas al presente régimen. Deberán mantener en la bodega, debidamente separadas, las mercancías del régimen suspensivo, de aquéllas nacionalizadas cuando dichas mercancías sean combinadas o mezcladas en el proceso productivo y llevar un control de inventario que permita identificarlas en el producto compensado, con la finalidad de establecer la trazabilidad de su destino; (6) (8)

o) Cumplir con lo establecido en el Art. 9 de la presente ley. (6)

“Art. 9.- No serán aplicables a las sociedades extranjeras que sean titulares de las empresas a que se refiere este capítulo y que exporten la totalidad de su producción, las disposiciones contenidas en el capítulo xiii del título ii, libro primero, del código de comercio, referentes a los requisitos necesarios para que las mismas sean autorizadas para ejercer actos de comercio en el país. En ningún caso, las sociedades mencionadas estarán eximidas de llevar contabilidad. Toda persona no domiciliada que sea titular de una empresa a las que se refiere el inciso anterior, deberá acreditar en el país un representante con facultades suficientes para actuar legalmente en el país. (6)

Art. 9-a.- la comprobación de la solvencia en el pago a las instituciones de previsión y seguridad social, establecidas para usuarios de zonas francas y depósitos para perfeccionamiento activo, se realizará mediante el uso de redes de comunicación electrónica, cuyas especificaciones de seguridad serán establecidas por la dirección general de aduanas. Dicha oficina establecerá mecanismos de consulta en línea que faciliten la verificación del cumplimiento de las presentes disposiciones. En caso de fuerza mayor o caso fortuito, la dirección general de aduanas adoptará las medidas de contingencia que garanticen la continuidad de las operaciones, en coordinación con dichas instituciones. (5) (8)”

p) Llevar registros de costos por las mercancías que vendan al mercado nacional, cuando esté debidamente autorizado para tal efecto y además, cumpliendo con el pago de los tributos correspondientes; (8)

q) En el caso de los usuarios de zona franca, informar al servicio aduanero, dentro de los veinte días hábiles siguientes al vencimiento del ejercicio fiscal, sobre los bienes pendientes de cancelar, pudiendo incluir esta información en el registro al que se refiere el literal b) del presente artículo; (8)

r) Cumplir con el destino autorizado de los bienes; (8)

s) Llevar un registro pormenorizado de los insumos utilizados en el proceso productivo, en relación a los productos compensadores y exhibir dicho registro, a requerimiento de la dirección general de aduanas, en el ejercicio de sus facultades de fiscalización, en relación con las operaciones objeto de investigación.(8) se consideran infracciones a la presente ley, las siguientes: (6) (8)

1. Infracciones leves: el Incumplimiento a lo establecido en los literales

a), c), f), g), h), i) y q); del presente artículo; (6) (8)

2. Infracciones graves: El incumplimiento a lo establecido en los literales

b), d), e), j), k), l), m), n) o), p) y s) de este artículo; (6) (8)

3. Infracciones muy graves: El incumplimiento al literal r) del presente

Artículo. (6) (8)

De código de trabajo de la República de El Salvador

Contrato individual de trabajo:

Derechos y obligaciones inherentes

Art. 24.-

En los contratos individuales de trabajo se entenderán incluidos los derechos y obligaciones correspondientes, emanadas de las distintas fuentes de derecho laboral, tales como:

a) Los establecidos en este Código, leyes y reglamentos de trabajo;

b) Los establecidos en los reglamentos internos de trabajo;

c) Los consignados en los contratos y convenciones colectivos de trabajo;

d) Los que surgen del arreglo directo o del avenimiento ante el Director General de Trabajo, en los conflictos colectivos de carácter económico;

e) Los que resulten del laudo arbitral pronunciado en los conflictos a que se refiere el literal anterior; y

f) Los consagrados por la costumbre de empresa.

## Obligaciones del empleador

Art. 29.-Son obligaciones de los patronos:

- 1) Pagar al trabajador su salario en la forma cuantía, fecha y lugar establecidos en el Capítulo I, del Título Tercero de este Libro;
- 2) Pagar al trabajador una prestación pecuniaria equivalente al salario ordinario que habría devengado durante el tiempo que dejare de trabajar por causa imputable al patrono;
- 3) Proporcionar al trabajador los materiales necesarios para el trabajo; así como las herramientas y útiles adecuados para el desempeño de las labores, cuando no se haya convenido que el trabajador proporcione estos últimos;
- 4) Proporcionar lugar seguro para la guarda de las herramientas y útiles del trabajador, cuando éstos necesariamente deban mantenerse en el lugar donde se prestan los servicios. En este caso, el inventario de herramientas y útiles deberá hacerse siempre que cualquiera de las partes lo solicite;
- 5) Guardar la debida consideración a los trabajadores, absteniéndose de maltratarlos de obra o de palabra;
- 6) Conceder licencia al trabajador:
  - a) Para cumplir obligaciones de carácter público establecidas por la ley u ordenadas por autoridad competente. En estos casos el patrono deberá pagar al trabajador, una prestación equivalente al salario ordinario que habría devengado en el tiempo que requiere el cumplimiento de las obligaciones dichas;
  - b) Para cumplir las obligaciones familiares que racionalmente reclamen su presencia como en los casos de muerte o enfermedad grave de su cónyuge, de sus ascendientes y descendientes; lo mismo que cuando se trate de personas que dependen económicamente de él y que aparezcan nominadas en el respectivo contrato de trabajo o, en su defecto, en cualquier registro de la empresa. Esta licencia durará el tiempo necesario; pero el patrono solamente estará obligado a reconocer por esta causa una prestación equivalente al salario ordinario de dos días en cada mes calendario y, en ningún caso, más de quince días en un mismo año calendario; y

c) Para que durante el tiempo necesario pueda desempeñar las comisiones indispensables en el ejercicio de su cargo, si fuere directivo de una asociación profesional, y siempre que la respectiva organización la solicite. El patrono, por esta causa, no estará obligado a reconocer prestación alguna;

7) Mantener el número suficiente de asientos o sillas a disposición de los trabajadores en las casas comerciales, oficinas, hoteles, restaurantes y otros centros de trabajo análogos. La misma disposición se observará en los establecimientos industriales cuando lo permita la naturaleza del trabajo;

8) Pagar al trabajador los gastos de ida y vuelta cuando, por razones del servicio, tenga que trasladarse a un lugar distinto del de su residencia;

9) Cumplir con el correspondiente reglamento interno de trabajo; y

10) Todas las que les impongan este Código, la Ley de Prevención y Control de la Infección provocada por el virus de la Inmunodeficiencia Humana, y demás fuentes de obligaciones laborales. (12)

#### Adopción de medidas de seguridad e higiene

Art. 314.-Todo patrono debe adoptar y poner en práctica medidas adecuadas de seguridad e higiene en los lugares de trabajo, para proteger la vida, la salud y la integridad corporal de sus trabajadores, especialmente en lo relativo a:

1) Las operaciones y procesos de trabajo;

2) El suministro, uso y mantenimiento de los equipos de protección personal;

3) Las edificaciones, instalaciones y condiciones ambientales; y

4) La colocación y mantenimiento de resguardos y protecciones que aíslen o prevengan de los peligros provenientes de las máquinas y de todo género de instalaciones.

### **3- Entorno ambiental.**

La ley del medio ambiente menciona (Ministerio de Medio Ambiente, 2017):

ACTIVIDADES, OBRAS O PROYECTOS QUE REQUERIRÁN DE UN ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

Art. 21.- Toda persona natural o jurídica deberá presentar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental para ejecutar las siguientes actividades, obras o proyectos:

ñ) Proyectos o industrias de biotecnología, o que impliquen el manejo genético o producción de organismos modificados genéticamente; y o) Cualquier otra que pueda tener impactos considerables o irreversibles en el ambiente, la salud y el bienestar humano o los ecosistemas.

Art. 33.- El Ministerio estimulará a los empresarios a incorporar en su actividad productiva, procesos y tecnologías ambientalmente adecuadas, utilizando los programas de incentivos y desincentivos, y promoviendo la cooperación nacional e internacional financiera y técnica.

#### CRITERIOS DE SUPERVISIÓN

Art. 49.- El Ministerio será responsable de supervisar la disponibilidad y la calidad del agua.

a) El Ministerio elaborará las directrices para la zonificación ambiental y los usos del suelo. El Gobierno central y los Municipios en la formulación de los planes y programas de desarrollo y ordenamiento territorial estarán obligados a cumplir las directrices de zonificación al emitir los permisos y regulaciones para el establecimiento de industrias, comercios, vivienda y servicios, que impliquen riesgos a la salud, el bienestar humano o al medio ambiente.

#### PROTECCIÓN DEL MEDIO COSTERO - MARINO

Art. 51.- Para prevenir la contaminación del medio costero - marino, se adoptarán las medidas siguientes:

c) El Ministerio de conformidad a la presente ley y sus reglamentos emitirá directrices en relación a la utilización de sistemas de tratamiento de las aguas residuales, provenientes de las urbanizaciones e industrias que se desarrollen en la zona costero - marina. Toda actividad, obra o proyecto que implique riesgos de descarga de contaminantes en la zona costero - marina, deberá obtener el correspondiente permiso ambiental.

Art. 52.- El Ministerio promoverá, en coordinación con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Gobiernos Municipales y otras organizaciones de la sociedad y el sector empresarial el reglamento y programas de reducción en la fuente, reciclaje, reutilización y adecuada disposición final de los desechos sólidos. Para lo anterior se formulará y aprobará un programa nacional para el manejo Integral de los desechos sólidos, el cual incorporará los criterios de selección de los sitios para su disposición final.

**Reglamento general del medio ambiente** (Ministerio de Medio Ambiente, 2017):

Descargas en aguas marítimas

Art. 75.- Toda actividad que conlleve descargas de desechos en las aguas marítimas o en zonas contiguas o adyacentes a la costa, deberá cumplir con las normas técnicas correspondientes.

**La ley control sobre el uso y el goce de las aguas** (Ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017):

Art. 74.- El permiso de vertido es un acto administrativo mediante el cual, previa solicitud al Organismo Zonal de Cuenca autoriza a descargar sobre un cuerpo receptor, aguas residuales alteradas en sus características físicas o químicas, siempre y cuando hayan sido previamente tratadas en virtud de lo establecido en esta Ley o reglamentos especiales. Este permiso podrá renovarse siempre y cuando se solicite con seis meses de anticipación y las condiciones bajo las que fue otorgado no hayan cambiado.

Directrices para permisos de vertido

Art. 75.- Los permisos de vertido de aguas residuales que emita el MARN, deberán cumplir como mínimo con las directrices siguientes:

- a. Ajustarse a la norma técnica de aguas residuales que para tal efecto emita la autoridad competente, para el tipo de uso o aprovechamiento que corresponda y en función de las características del medio receptor de los vertidos;
- b. Adaptarse gradualmente a las metas de descontaminación contenidas en los programas que para tal efecto se diseñen;
- c. Respetar las medidas de adecuación contenidas en el permiso ambiental, según el caso; y,

d. Revisar los permisos por lo menos cada dos años con la finalidad de mantenerlos actualizados.

Art. 103.- El MARN estará facultado para formular propuestas de los cánones por uso y aprovechamiento de aguas, por vertidos y por el uso de los bienes nacionales que forman parte del dominio público hídrico, así como por los servicios administrativos, técnicos y científicos prestados a terceros, sean públicos o privados, que venda o preste. Los ingresos provenientes de dichos rubros serán destinados para cubrir los costos de la gestión integral de los recursos hídricos.

Art. 105.- Todas las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, que utilicen aguas nacionales, deberán pagar anualmente su valor mediante el canon por uso o aprovechamiento, el canon por vertido y por el uso de los bienes nacionales que forman parte del dominio público hídrico. Estos cánones no son excluyentes entre sí y se entenderán como adicionales a las tarifas, cuotas u otras figuras de pago que se deban cubrir como contraprestación por los servicios de agua provistos por los diferentes subsectores.

Establecimiento de la norma de calidad de vertidos

Art. 123.- Con el objeto de proteger y mejorar la calidad de los cuerpos de agua que forman parte del dominio público hídrico e iniciar un proceso programático de descontaminación de los cuerpos y flujos de agua a nivel nacional, el MARN establecerá la norma de calidad de vertidos en la que se determinarán los parámetros pertinentes, tomando como referencia y propósito la recuperación y conservación de la biodiversidad y la vida acuática; así como su aptitud para el contacto humano, usos recreativos y riego. Para este propósito, el MARN desarrollará:

a. Formulación y realización de estudios para evaluar la calidad de los cuerpos de agua nacionales de acuerdo con los usos a que se tenga destinado el recurso y realización del monitoreo sistemático y permanente;

b. Vigilancia para que el uso de las aguas residuales cumpla con las normas de calidad del agua emitidas para tal efecto; y,

c. Implementación de mecanismos de respuesta rápida, oportuna y eficiente, ante una emergencia o contingencia ambiental que se presente en los cuerpos de agua o bienes



nacionales, así como la realización de estudios que se requieran para la determinación y cuantificación del daño ambiental en cuerpos receptores, así como el costo de su reparación

Según el código municipal de la alcaldía de Ilopango, se tienen las siguientes disposiciones (Alcaldía Municipal de Ilopango, 2017)

## **CAPÍTULO V**

### **LUGARES EN LOS QUE SE PUEDE SEPARAR Y ALMACENAR LOS DESECHOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS E INDUSTRIALES**

Art. 10.- El acopio y almacenamiento temporal de elementos recuperables podrá efectuarse en las eco estaciones previamente avaladas por la municipalidad, antes de su traslado al sitio de clasificación y empaque, siempre y cuando se observen condiciones sanitarias y de protección de los manipuladores y del ambiente, las cuales serán supervisadas por la Unidad Ambiental de la municipalidad.

Los desechos sólidos comunes del servicio ordinario para su fácil recolección deberán colocarse en recipientes desechables o rehúsales. En el caso de los desechables, éstos serán bolsas de material plástico o de características similares y ser resistentes para soportar la tensión ejercida por los desechos sólidos contenidos y por la manipulación y poder cerrarse fácilmente. En el caso de los depósitos rehúsales, éstos podrán ser plásticos o metálicos de dimensiones tales que estando llenos de desechos sólidos sean manejables por una persona.

## **CAPITULO IX**

### **EDUCACIÓN AMBIENTAL**

Art. 17.-

- d) Incentivar al sector industrial a desarrollar iniciativas orientadas a disminuir la cantidad de desechos generados en su respectiva actividad comercial.

## **CAPITULO XIII**

### **OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS**

Art. 22.- Los usuarios del servicio ordinario del Manejo Integral de Desechos Sólidos tendrán las siguientes obligaciones en cuanto al almacenamiento temporal de éstos, citados a continuación:

- a) Almacenar en forma sanitaria los desechos sólidos generados.
- b) No depositar sustancias líquidas, excretas, ni desechos sólidos de los contemplados para el servicio especial, en los recipientes destinados para la recolección en el servicio ordinario.
- c) Colocar los recipientes en el lugar de recolección, de acuerdo con el horario establecido por la municipalidad.

## **CAPITULO XIV**

### **DE LOS INCENTIVOS**

Art. 27.- El Concejo Municipal, anualmente, evaluará y otorgará a las Empresas a las que al ser inspeccionadas se pueda corroborar su compromiso con la conservación del medio ambiente un Diploma al Mérito de "Empresa Eco-Amigable"; a la comunidad que más se destaque en la aplicación de la presente, un Diploma al Mérito de "Comunidad Amiga del Medio Ambiente".

## **CAPITULO XV**

### **DISPOSICIONES VARIAS**

Art. 29.- Toda edificación para uso institucional, industrial o comercial y otras que determine la municipalidad tendrá un sistema de almacenamiento o contenedores con separación de desechos orgánicos e inorgánicos de carga frontal o trasera de desechos sólidos.

La Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador y la Municipalidad de Ilopango al otorgar el permiso de construcción velarán por el cumplimiento de esta disposición y la segunda exigirá el cumplimiento de esta medida en caso de construcciones

ya existentes, otorgándoles un plazo máximo de seis meses a partir de la vigencia de la presente, para realizar las modificaciones.

Art. 30.- Las áreas destinadas para el almacenamiento colectivo de desechos sólidos en las edificaciones a que hace referencia el artículo anterior cumplirán, como mínimo, con los siguientes requisitos:

- a) Los acabados de pisos, paredes y cielo raso serán lisos, para permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de insectos y microorganismos, en general. Tendrán redondeadas las esquinas entre paredes y entre éstas y el piso.
- b) Tendrán sistemas de ventilación efectivos, de suministro de agua, de drenaje.
- c) Serán construidos de manera que impidan el acceso de insectos, roedores y otras clases de animales.
- d) La capacidad mínima de los depósitos de acuerdo al uso del inmueble se calculará en base a la producción unitaria presentada a continuación, considerando un peso específico de los Desechos Sólidos de 0.35 ton/m<sup>3</sup>.

FUENTE	SUB-CLASIFICACIÓN	GENERACIÓN
Domiciliarios	Unifamiliar	0.7 kg/hab/día
	Plurifamiliar	0.8 kg/hab/día
Comercio	Tiendas de autoservicio	2.53 kg/empleado/día
	Tiendas departamentales	2.53 kg/empleado/día
	con restaurante	1.47 kg/empleado/día
	sin restaurante	0.77 kg/empleado/día
	Locales comerciales	2.88 kg/empleado/día

	Mercados municipales	2.14 kg/empleado/día
	Especiales	3.35 kg/empleado/día
Servicios	Restaurante y bares	0.85 kg/comensal/día
	Hoteles y moteles	1.04 kg/comensal/día
	Centros educativos	0.06 kg/comensal/día
	Centros de espectáculos y recreación	0.01 kg/comensal/día
	Oficinas	0.18 kg/comensal/día
Especiales	Terminal terrestre	2.42 kg/pasajero/día
	Terminal aérea	5.18 kg/pasajero/día
	Reclusorio	0.54 kg/interno/día
	Unidades médicas	
	Clínica	1.28 kg/consultorio/día
	Hospital	4.73 kg/cama/día
Áreas públicas	Espacios abiertos	0.16 kg/m <sup>2</sup> /día
	Vía pública	1.38 kg/m <sup>2</sup> /día

- e) Regularmente estos depósitos deberán ser limpiados y desinfectados con una solución en agua de 50 Mg/L, de cloro.
- f) El contenedor en mención deberá contener un sistema de drenaje directo a la red de aguas negras de la edificación.

## **CAPÍTULO XVI**

### **PROHIBICIONES**

- b) Depositar desechos sólidos bio-infecciosos o de carácter especial, animales muertos y productos tóxicos en los recipientes de almacenamiento de uso público o privado, que son recolectados por los recolectores de la municipalidad.
- e) Botar en las aceras, cunetas y calles residuos de aceites y grasas, proveniente de gasolineras, talleres automotores, u otros similares, así como otras grasas y aceites de origen vegetal y animal.
- f) La introducción, tránsito, distribución, liberación y almacenamiento de sustancias y desechos peligrosos en el territorio del municipio, sin la respectiva autorización municipal y de las autoridades competentes indicadas en el Artículo 57 de la Ley del Medio Ambiente

## **CAPÍTULO XVII**

### **INFRACCIONES Y SANCIONES**

Se considerarán infracciones o faltas graves las siguientes:

- a) Depositar animales muertos, desechos de construcción, y desechos sólidos de carácter especial, o bio-infecciosos en los recipientes de almacenamiento, de uso público o privado, y que son recogidos por el servicio ordinario de recolección
- f) El vertimiento de aceites minerales o hidrocarburos usados o no a los sistemas de drenaje urbano o depositado en los contenedores para desechos sólidos ordinarios.

## **D- ENTORNO INDUSTRIAL.**

### **1- Influencia del cliente en el diseño del producto.**

La empresa Plycem trabaja bajo un sistema MTS (make to stock) o fabricación para inventarios, bajo este enfoque producen sus productos por lotes para mantener cantidades de producto final en inventario y así responder rápido a los requerimientos de los clientes. Esto es debido también a que sus líneas de producción no cuentan con una alta flexibilidad para variar sus productos en base a órdenes según la necesidad del cliente lo cual dificulta trabajar bajo pedido MTO (make to order). Los volúmenes de producción de los diferentes productos varían según el tipo de lámina de fibrocemento más demandada especialmente por el mercado internacional.

### **2- Categoría de proceso.**

En el proceso de trabajo de la empresa Plycem se tiene cierto grado de flexibilidad ya que a las placas de fibrocemento se les puede cortar de diferentes maneras según las diferentes dimensiones que se necesiten y se les puede fabricar en distintos espesores, por otro lado la maquinaria disponible tiende a ser especial o destinada para una operación particular como robots que ya están programados para posiciones específicas de agarre de materiales, las placas de fibrocemento se fabrican de forma repetitiva y la maquinaria es costosa, difícilmente puede ser reconfigurada para producir un producto diferente y la mano de obra que se necesita en la empresa tiende a no ser calificada; por estas razones la organización corresponde a la categoría de proceso repetitivo o de flujo.

### **3- Matriz Hayes Wheelwhrighth.**

Se hace uso de la herramienta llamada Matriz de producto/proceso o de Hayes Wheelwhrighth para determinar en qué posición esta Plycem respecto a los volúmenes de producción, a la variedad de productos y la flexibilidad en la producción. La matriz Hayes Wheelwright ilustra el volumen de producción y la variedad de lo que se produce de acuerdo con la categoría de proceso de la organización.

En primer momento se necesita tener presente alguna información cuantitativa, tales como: variedad de productos o familias de producto, cantidad de productos que se producen mensualmente y el nivel de flexibilidad en porcentaje. Se ha recabado la siguiente información de la empresa:

Aspecto	Valor
Variedad de productos	6
Cantidad de productos (Volumen)	7062.85 ton
Nivel de flexibilidad de los procedimientos	33%

*Tabla2. Evaluación de aspectos para la matriz producto/proceso*

La relación de variedad y cantidad de productos viene dada de la siguiente forma:

$$\frac{\text{Familia y tipos de productos}}{\text{Volumen de productos}} = \frac{6}{7062.85} = 0.0008495$$

Obteniendo una relación del 0.0849% de familias de producto con la variedad de productos, se puede verificar que existe una limitada variedad de productos, pero una alta cantidad de los mismos, ya que en total se tienen 6 familias de productos pero los volúmenes promedio de modelos, estilos y tipos rodean aproximadamente 7062.85 toneladas en promedio.

En cuanto a la variedad de productos, idealmente se producen 6 al mismo tiempo, pero actualmente se están produciendo solo 3.

Para determinar el nivel de flexibilidad se realizó una observación acerca del papeleo necesario para llevar a cabo tres procesos claves involucrados en el mantenimiento.

Proceso	Observación	Cambio
Solicitud de mantenimiento	4	2
Ejecución de mantenimiento	6	2
Estabilidad del sistema después del mantenimiento	6	1

Tabla3. Evaluación de aspectos para determinar grado de flexibilidad

El nivel de flexibilidad viene dado por las observaciones hechas en las visitas, el porcentaje fue obtenido de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}
 & \frac{(\sum (\# \text{ de veces que el proceso sufrió cambios significativos} / \text{Número de veces que el proceso se ejecutó}))}{\text{Total de observaciones}} \\
 &= \frac{(\sum [(2/4 + 2/6 + 1/6)])}{3} = 0.333
 \end{aligned}$$

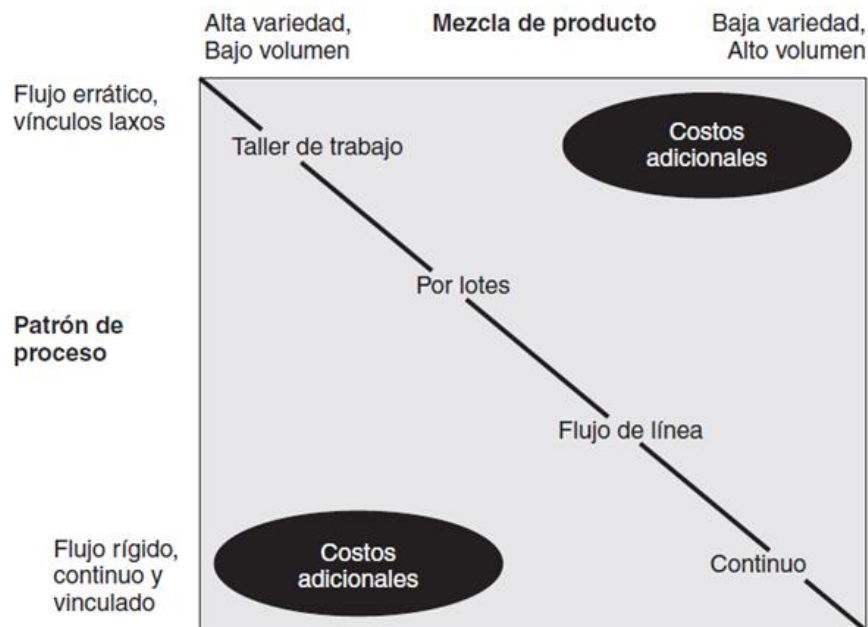


Fig.7. Matriz Hayes Wheelwright para clasificar por proceso a la empresa.

La gráfica anterior es la matriz Hayes Wheelwright genérica en donde se muestran las diferencias en el volumen y la variedad relativos a los diferentes tipos de procesos, estos



procesos están ubicados sobre una diagonal con pendiente negativa que representa el tipo óptimo de procesamiento.

A continuación, se ubicara en la matriz de Hayes Wheelwright un punto para describir cómo está la empresa funcionando en relación a los volúmenes, variedad de producción y la flexibilidad.

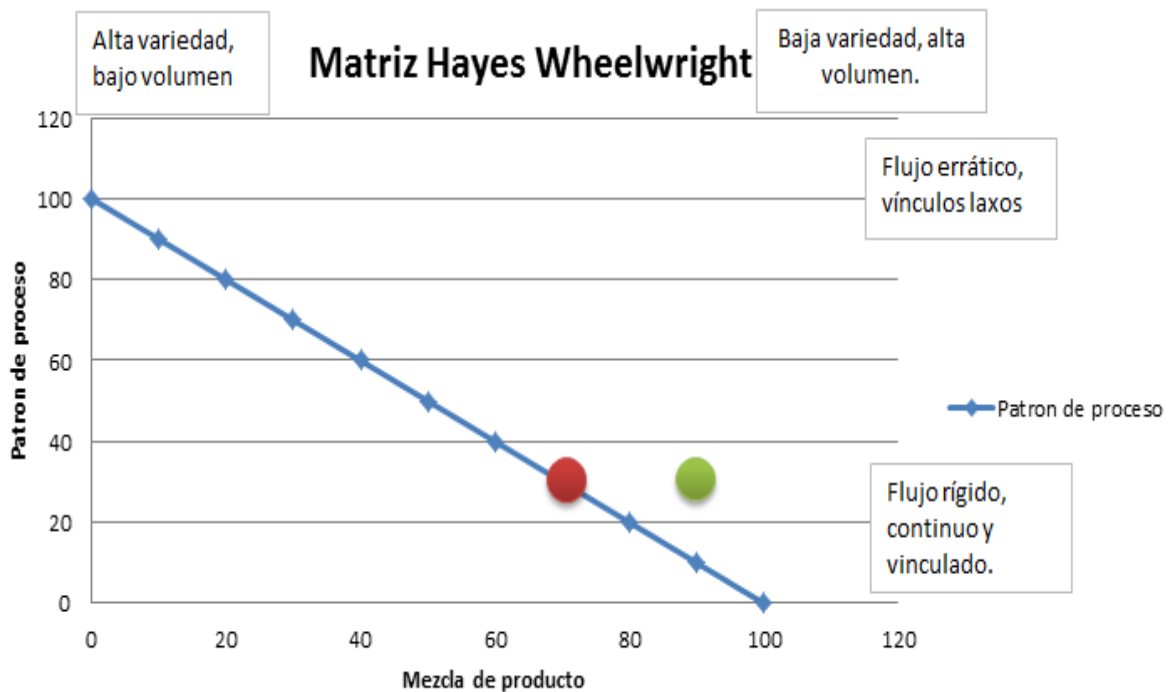


Fig.8. Matriz Hayes Wheelwright en donde por medio de puntos se clasifica a la empresa Plycem según el volumen de producción, el régimen de flujo del proceso y la variedad de producción, el punto rojo considera que en la línea de producción se fabrican 6 variedades de producto y el punto verde considera solamente 3.

Como se observa, el punto rojo ha sido ubicado muy cerca de la categoría flujo de línea, esto porque en Plycem se produce un alto volumen de placas de fibrocemento pero la variedad de sus diseños es escasa, la diferencia más notable de un producto a otro podrían ser las dimensiones de las placas y su espesor, pero no hay una variabilidad sustancial del producto, sin embargo no quedó en la categoría de proceso continuo debido a que existe cierto grado de flexibilidad porque se considera la producción de 6 tipos de lámina en el mismo periodo, el

cliente podría requerir para un tipo de construcción placas de un tamaño y espesor particular aunque ya están establecidos los tipos de placa de fibrocemento que se fabrican independientemente haya alguien que lo pida. Al considerar solamente 3 tipos de lámina producidas en un mismo periodo, el tipo de procesamiento se define como continuo, como se observa por el punto verde, esto indica que el equipo es especializado y la mano de obra es escasa. En efecto, en Plycem se requiere equipo especializado para realizar las tareas de fabricación y la mano de obra juega un papel no tan determinante como lo hacen las máquinas como robots, bandas transportadoras, hornos, etc.

#### **4- Análisis de procesos y puntos de control.**

El proceso en análisis, se denomina proceso secundario, el cual se encarga de dar las características finales del producto. Este proceso cuenta con 6 estaciones que permiten dar los acabados finales.

La primera estación se encarga de cambiar la orientación de los pliegos de fibrocemento, que permiten el ingreso de una manera más óptima en la caldera. Este cambio de orientación se realiza mediante robots industriales, marca KUKA, que facilitan el proceso aumentan la velocidad de realizar la actividad. Estos robots se programan previamente para la rutina de la sucesión de puntos en el espacio a seguir.

Posteriormente, la segunda estación es un horno que se encarga de quitar la humedad excesiva del fibrocemento. El departamento de calidad realiza un punto de control antes de ingresar al horno, que es la medición de la humedad real. Cuando los pliegos salen del horno, nuevamente existe otro punto de control que se encarga de medir la humedad real, humedad protimeter y el porcentaje de carbonatación.

Nuevamente, se cambia la orientación de los pliegos de fibrocemento con el fin de que puedan ser transportados en bandas. El cambio se realiza de la misma manera de la estación 1.

En la estación 3, ingresa a una máquina de lijado, que permite que la superficie sea acta para la absorción de la pintura. Esta máquina tiene la particularidad que no genera un lijado de manera homogénea, lo que repercute a problemas en la pintada del producto.

La estación 4, es una máquina de corte que se encarga de dar el ancho del producto final. Esta contiene tiene discos con dientes de diamante que permiten un corte idóneo para el fibrocemento. Esta máquina también representa problemáticas con los cortes que realiza, debido a que muchas veces los cortes no los realiza de manera adecuada, generando un astillado en el producto, lo que se traduce a un desecho de la línea.

Finalmente, en la estación 5, se encarga del pintado del producto, para darle una vistosidad agradable para el comprador y se realiza la prueba final, que es la absorción de agua durante un tiempo establecido.

La Fig.9 esquematiza el proceso analizado, detallando los puntos de control que se ejecutan. Se puede observar que durante el proceso, los puntos de control que contiene, son para medir variables físicas que den cumplimiento a normativas establecidas para el producto. Entre las pruebas que se realizan, se pueden especificar las siguientes:

- Pruebas durante la producción: Medición de la humedad real, humedad protimeter y porcentaje de carbonatación.
- Pruebas cuando el producto está finalizado: Prueba a esfuerzos de corte, esfuerzos normales, elongación, deformación, entre otras.

Las mediciones de humedades reales, antes de ingresar al horno y después de su salida, permite comparar como el horno tiene la eficiencia de bajar los niveles de humedad del pliego de fibrocemento. Esta relación determina si el horno cumple con su función y da la pauta de una calibración óptima.

El porcentaje de carbonatación, está ligado con las características mecánicas, que también lo genera el horno y da la una aproximación de los posibles resultados de las pruebas que se realizan cuando el producto está finalizado.

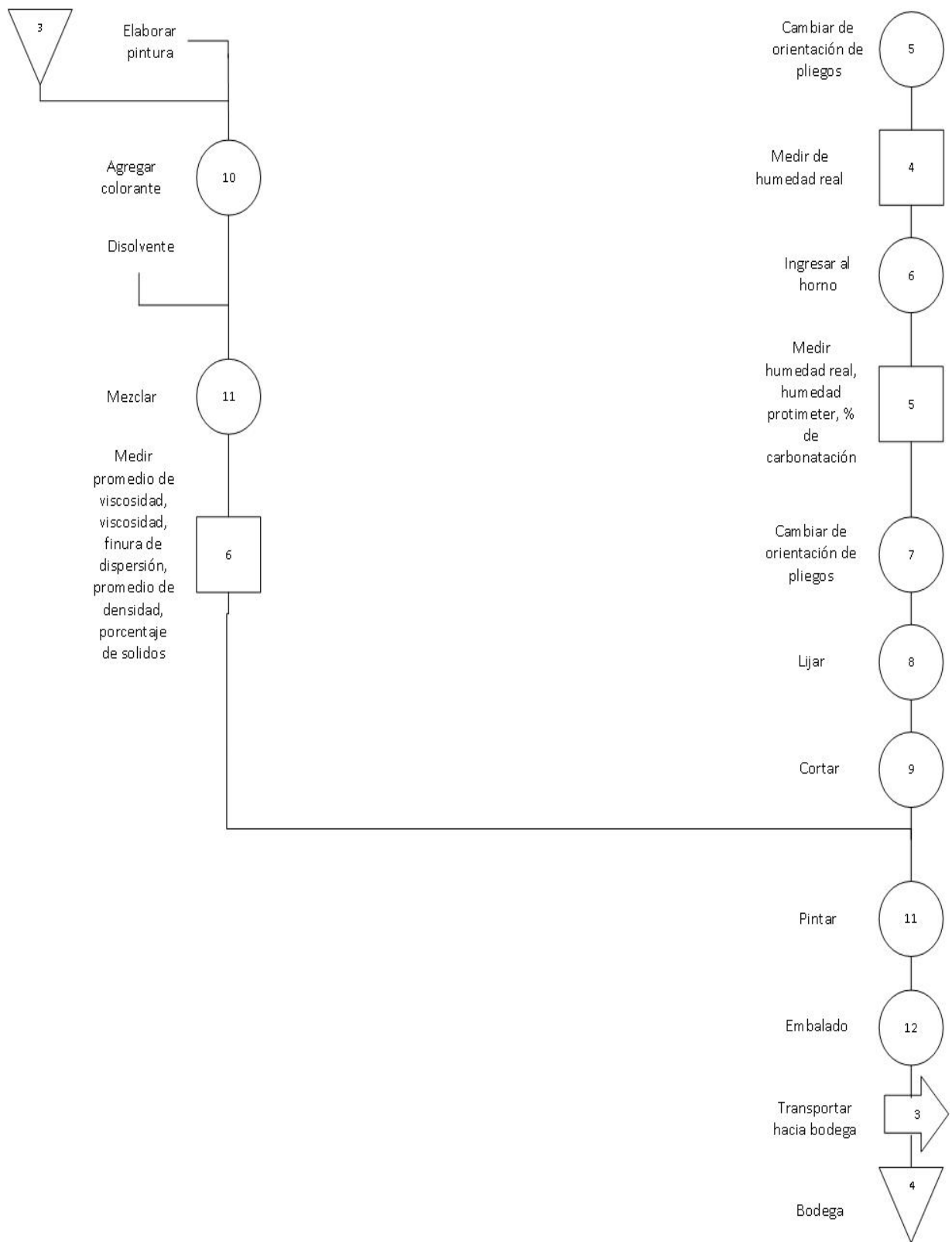


Fig.9. Proceso productivo secundario y puntos de control.

Fuente: Observación de campo y elaboración en Visio Profesional

Las pruebas realizadas en el producto finalizado, garantizan el cumplimiento de las normativas para los estándares de construcción.

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS EXTERNO.**

### **1- Clientes o segmentos de mercado objetivo.**

Los clientes principales son empresas norteamericanas de construcción; ya que este material es utilizado en gran parte de esta industria en esta región.

Los clientes nacionales son las ferreterías reconocidas del país como Vidri, Freund, EPA. Estos materiales son ideales para remodelaciones o construcciones livianas.

### **2- Tendencias del mercado.**

Al tocar el tema de la tendencia en construcción actual, haciendo una comparación con las complicadas formas utilizadas en el pasado, se puede ver los grandes avances que se han conseguido, en ese sentido se puede tomar en cuenta que han surgido materiales que ofrecen ventajas para facilitar estos procesos, uno de los materiales es el FIBROCEMENTO; la mayoría de empresas constructoras están optando por hacer remodelaciones y acabados con los materiales que están dominando el mercado por los grandes beneficios que ofrecen, entre los cuales están: que el material es liviano, es menos inflamable, disminuyen considerablemente el tiempo de trabajo, es amigable con el medio ambiente, ahorran agua etc.

En los procesos de construcción convencionales con bloques, cemento y todos esos materiales se invertía más tiempo y no permitían que los espacios pequeños fueran utilizados en forma óptima. Hoy en día esto se puede lograr haciendo una combinación de estructuras metálicas o de madera con planchas de fibrocemento, permitiendo así hacer remodelaciones completas pequeñas o grandes en exteriores o interiores. Además estos materiales que hacen factibles y prácticos futuros ajustes de manera simple y accesible.

Es por eso que Plycem produce materiales livianos con la resistencia como la del cemento pero modulares y manejables como la madera, ayudando de esta manera a que se adapten en todo tipo de espacios; además de proveer de diferentes acabados como: clásico liso,

ranurado, etc. Permitiendo también la aplicación de pinturas que ayuden al manejo de los colores para generar sensación de espacio, luz y todo lo relacionado un diseño práctico.

### 3- Diagnóstico del sector.

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<p>Calidad y durabilidad del producto</p> <p>Empresa cuenta con la capacidad para importar materia prima.</p> <p>Experiencia en el negocio</p> <p>Mejora continua de los procesos de producción propios de la empresa</p> <p>Capacidad de exportar la mayoría del producto a países desarrollados.</p>	<p>Falta de historial de falla de equipos.</p> <p>Mayor competencia al exportar los productos a un mercado tan grande.</p> <p>Problemas de motivación del personal.</p> <p>Malas prácticas en el mantenimiento correctivo de los equipos.</p> <p>Los sistemas y subsistemas no pueden ser propensos a paradas continuas debido al alto nivel de demanda y consumo de energía eléctrica</p>
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>

<p>Posibilidad de potenciar otras líneas de negocio, lo cual le permitiría alcanzar un mayor nivel de crecimiento rentable.</p> <p>Empresa en expansión</p> <p>Mejora en la producción debido a la reducción en los tiempos de paro debido a mantenimiento</p> <p>Poca competencia a nivel nacional</p> <p>Expansión a nivel centroamericano</p>	<p>Posibilidad de nuevos competidores</p> <p>Competencia en mercado norteamericano</p> <p>Fallas en equipos por malas prácticas de mantenimiento</p>
--	--

### **Estrategias:**

#### FO(Maxi-Maxi):

- Atraer nuevos clientes ofreciendo productos de calidad.
- Invertir en publicidad para atraer a clientes potenciales.
- Aprovechar el amplio mercado en el que se desenvuelve la empresa para brindar el producto a nuevos clientes.

#### DO(Mini-Maxi):

- Invertir en planes de mantenimiento rentables para mejorar de esta manera la productividad.
- Mejorar las técnicas de mantenimiento para aumentar la productividad y potenciar nuevas líneas de negocio.

#### FA(Maxi-Mini):

- Que la calidad del producto sea alta para poder competir en el mercado internacional.
- Que los cambios en los procesos de producción generen una mejora en las prácticas de mantenimiento en los equipos.

#### DA(Mini-Mini):

- Capacitar al personal encargado de realizar el mantenimiento correctivo para evitar fallos a futuro en los equipos de la planta.
- Capacitar y motivar al personal encargado de producción para mejorar la calidad y cantidad de producto.

Las estrategias escogidas para el desarrollo de la propuesta son:

- Mejorar las técnicas de mantenimiento para aumentar la productividad y potenciar nuevas líneas de negocio.
- Que los cambios en los procesos de producción generen una mejora en las prácticas de mantenimiento en los equipos.



#### 4- Competidores.



Logo	Actividad Primaria	Posicionamiento y estrategias de éxito	Localización	Productos o servicios que ofrece	Clientes	Contacto
	Fabricación de hierro y techos.	Corporación #1 en hierro y techos de Centroamérica.	San Salvador.	Perfiles de hierro, polines, laminas aluminizadas, tejas, etc.	Constructores y diseñadores de espacios.	Tel: 2212-8883 Web: <a href="http://www.grupoferromax.com">www.grupoferromax.com</a>
Tablayeso de El Salvador, S.A. de S.V.	Decoración de interiores y exteriores, divisiones, cielos falsos y accesorios	Se busca rentabilidad compartida en el que cada cliente interno y externo sea un socio y en el que se manifieste el principio ganar-ganar.	Fnl Blvd Constitución No 35 Antga Cl a Zacamil   San Salvador, El Salvador.	Tableros de cemento Durock, muros de tablayeso, materiales de aislamiento térmico y acústico.	Hogares y constructoras.	Tel: (503) 22742741 y (503) 22847399
	Fabricación y comercialización de productos de crisotilo, cemento para techos y otro tipo de infraestructura.	Es una de las pocas plantas de América Latina en lograr cero "no conformidades" en las certificaciones por lo que hay un compromiso por mantener una mejora continua.	Km. 27 ½ Carretera a Sonsonate - La Libertad	Lámina P7, tejalita, lámina plana, elementos de fijación, capacitaciones e inspecciones.	Constructores, instaladores de techos.	Tel: 2225 5744 Ext.31 Fábrica: 2338 4125 Web: <a href="http://www.duralita.com">www.duralita.com</a>

Tabla 4. Matriz de competidores de la empresa Plycem.

## 5- Especificaciones técnicas de los materiales necesarios para producir.

Entre los materiales necesarios para dar la composición de las láminas se sabe que son el cemento mezclado con fibras orgánicas. Solo se conocen estos y de forma muy genérica debido a que la empresa no proporciona esos datos, manteniéndolo como secreto industrial, por lo que no es posible plasmar datos técnicos reales ni precisos. Únicamente se han investigado las propiedades del cemento.

El cemento es un material inorgánico finamente molido que al mezclarse con agua forma una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecido mantiene su resistencia y estabilidad incluso bajo la presión del agua.

El tipo de cemento más común es el Portland tipo I, este cuando se mezcla con áridos, agua y fibras de acero discontinuas y discretas tiene la propiedad de conformar una masa pétreo resistente y duradera denominada hormigón.

El cemento portland Tipo I es un cemento de uso general que cumple con los requisitos de las normas técnicas NTP 334.009 y ASTM C 150.

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	1.9	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.6	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	2.6	Máximo 3.0
Residuo Insoluble	%	0.61	Máximo 0.75

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.16	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3940	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.13	NO ESPECIFICA

**Resistencia Compresión :**

Resistencia Compresión a 3días	MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	27.0 (275)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	32.8 (335)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	39.1 (399)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

**Tiempo de Fraguado Vicat :**

Fraguado Inicial	min	149	Mínimo 45
Fraguado Final	min	292	Máximo 375

Tabla5. Datos técnicos del cemento Portland. Fuente: [http://www.cementospacasmayo.com.pe/wp-content/uploads/2012/03/Ficha-T%C3%A9cnica\\_Cemento-portland-Tipo-I.pdf](http://www.cementospacasmayo.com.pe/wp-content/uploads/2012/03/Ficha-T%C3%A9cnica_Cemento-portland-Tipo-I.pdf)

## **CAPÍTULO V- ESTUDIO TÉCNICO.**

### **TAMAÑO DE LA EMPRESA.**

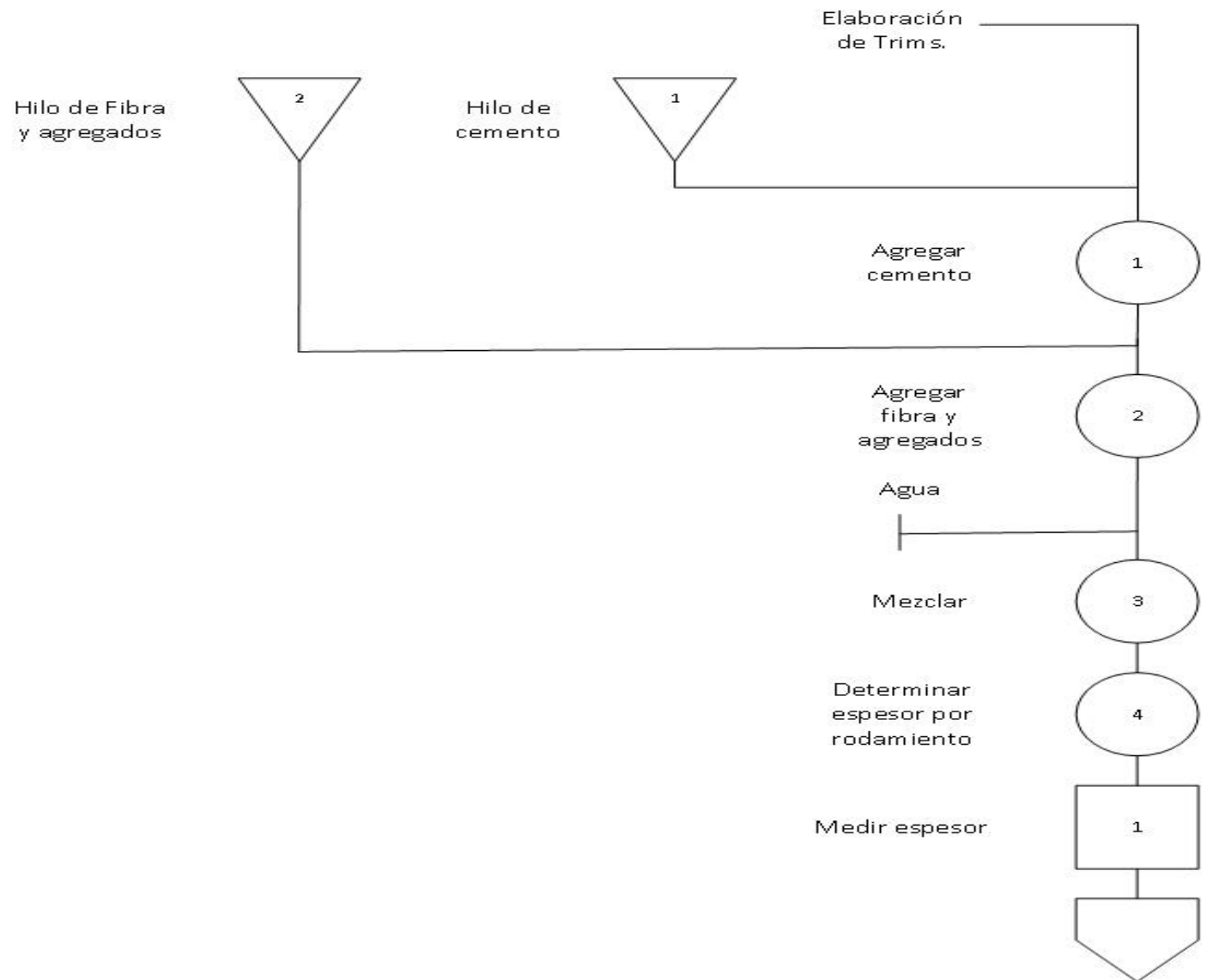
La empresa Plycem se encuentra dentro de la categoría de empresa grande ya que para catalogar una empresa dentro de este grupo se tienen en cuenta ciertos aspectos como superar los 250 profesionales, además algunas empresas se desarrollan como multinacionales que tienen sede en distintos países del mundo. Se trata de negocios en expansión internacional, Plycem cumple con ambos requisitos ya que según el gerente de Plycem, Randall Fonseca, la compañía ha beneficiado a 1,400 trabajadores en El Salvador y a más de 5,000 en la región centroamericana. (Plycem, 2017)

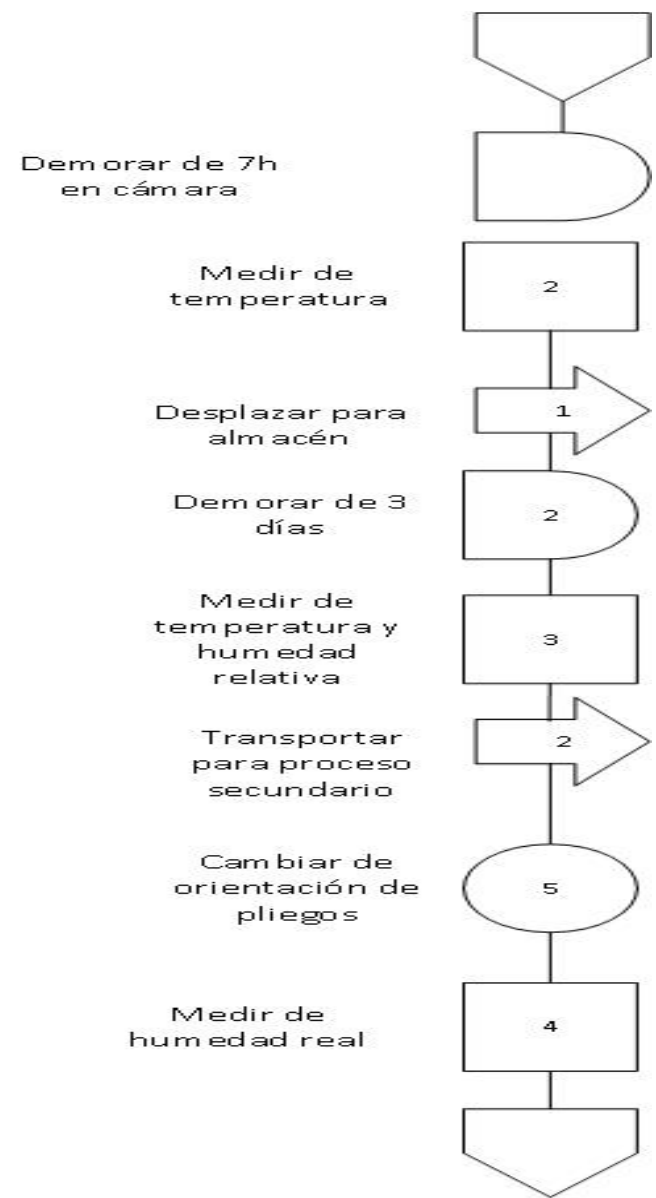
Además, la empresa Plycem pertenece al consorcio mexicano Elementia, sólido grupo que cotiza en la BMV (Bolsa Mexicana de Valores) que reúne a las compañías más importantes del sector construcción. Elementia cuenta con 28 plantas de producción en toda la región, las cuales fabrican productos de fibrocemento, cemento, polietileno, estireno, cobre y aluminio. (Plycem, 2017)

### **INGENIERIA E INFORMACIÓN FINANCIERA DE AREA/ DEPARTAMENTO EN ANÁLISIS.**

#### **1- Proceso productivo.**

La Fig. 10. Muestra el proceso productivo desde el punto de vista macro.





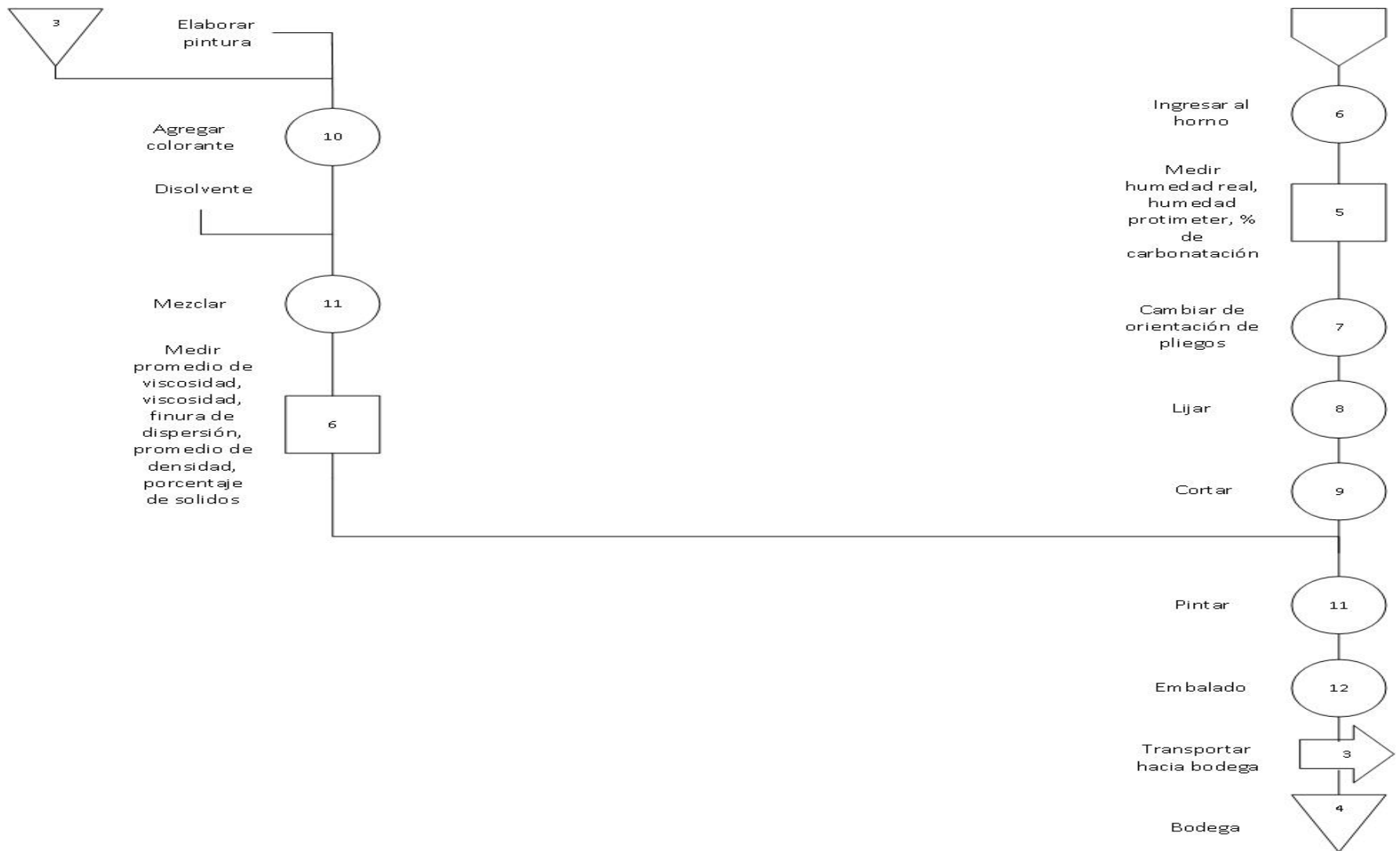


Fig.10. Proceso productivo secundario y puntos de control. Fuente: Observación de campo y elaboración en Visio Profesional

El proceso productivo comienza desde los hilos que contienen la materia prima. La materia es transportada hacia un molino que genera la mezcla para dar al fibrocemento. La proporción de la mezcla es un secreto industrial, por lo que se asume todos los componentes de esta. Posteriormente, cuando se tiene una mezcla uniforme, es desplazada hacia dos rodillos que tienen una velocidad seteadada y que se cuenta el número de vueltas que está da. Las vueltas permiten dar diferentes espesores del pliego, por lo que este punto permite dar la flexibilidad a la producción. Antes de cortarse según medidas establecidas, se comprueba que el espesor esté de acorde con el plan de producción. Este corte del pliego, genera desprendimientos de la mezcla, que se captura debajo de la misma banda transportadora. Este material, se utiliza nuevamente para materia prima. Luego el producto ingresa siete horas en una cámara, con el fin de disminuir la humedad que contienen los pliegos. Con esta demora, finaliza la etapa de proceso primario.

Cuando el tiempo ha finalizado, se transporta en un almacén con condiciones controladas, durante tres días, con la misma finalidad anterior. Posteriormente, se ingresa al proceso secundario, que da el valor agregado al producto. Este comienza con el cambio de orientación de los pliegos, para optimización del espacio de ingreso al horno. Antes del ingreso, se toma una muestra para la medición de la humedad real. Luego ingresa al horno, el cual tiene un tiempo aproximado de una hora en que el producto se encuentra dentro. Al salir, se realizan múltiples pruebas, como la humedad real, humedad protimeter y el porcentaje de carbonización. Todas estas se definen en los estándares de las normas ISO 390, con sus valores máximos y mínimos. Al salir del horno, se vuelven a cambiar de orientación con el fin de transportarse de manera horizontal sobre una banda transportadora y el acceso a la maquinaria. Con el fin de que la pintura se adhiera de una manera correcta, se ingresa a una lijadora, de carácter industrial, que capta las partículas que desprende la acción y se guardan en una bolsa para producto secundario. Al salir de la lijadora, se ingresa a una cortadora, que contiene múltiples discos de corte. La cantidad de discos de corte depende del ancho en el requerimiento de producción. La inspección en este punto es visual, que denota si el corte se ha hecho de una manera uniforme.

Al tener las medidas deseadas después del corte, esta ingresa a su pintado, de la cual, la empresa se encarga de generar para que cumpla con las especificaciones técnicas para la construcción. Estas pruebas son:

- Promedio de viscosidad.
- Viscosidad.
- Finura de dispersión.
- Promedio de densidad.
- Porcentaje de sólidos.

Cuando la pintura se encuentra lista, se procede a pintar el fibrocemento por sumergimiento. Al finalizar, se procede a embalar, apilándolo de manera simétrica y colocando apoyos que permitan que no se dañe el material entre ellos. A la misma vez, se colocan tres tablonces de madera, que dan mayor soporte para la apilación del embalaje en su transporte final. Finalmente se traslada a bodega, listo para cargar los camiones para exportarlos hacia Estados Unidos.

### **Key Performance Indicatos (KPI's)**

Todo proceso conlleva indicadores de rendimiento o Key Performance Indicatos (KPI's), que permiten medir y mejorar los problemas más recurrentes en las áreas productivas, en un lapso de tiempo. En el caso de la investigación, no se cuenta con la información sobre los indicadores que aplican, por ello, se definirán los que se crea convenientes para la investigación y propuesta.

KPI inventario.

Duración de inventario.

Descripción: Proporción calculada entre inventario y uso de repuestos promedios, indica cuantas veces dura el inventario.



Calculo:

$$\frac{\text{Inventario final}}{\text{uso promedio de repuesto}} * 30 \text{ días [Días]}$$

Impacto: Desde el punto de vista de mantenimiento, permite evaluarla disponibilidad inmediata de los repuesto, por lo que es recomendable realizarse cada mes por el jefe de bodega.

KPI Almacenamiento.

Costo de unidad almacenada.

Descripción: Relación entre costo de almacenamiento y número de unidades almacenadas en un periodo de tiempo

Calculo:

$$\frac{\text{Costo de almacenamiento por unidad}}{\text{numero de unidades almacenadas}} \text{ [Días]}$$

Impacto: Permite evaluar los costos de los almacenamientos, ideal para Plycem, ya que cuenta con puntos de su proceso de almacenamiento, realizado por el gerente general mensualmente.

KPI Productividad

Productividad.

Descripción: Relación entre productos producidos y los recursos utilizados para hacerlos

Calculo:

$$\frac{\text{Productos o servicios producidos}}{\text{Productos utilizados para producir}} \text{ [Días]}$$

Impacto: Determina cuando se optimiza el proceso, debido a que compara si la misma cantidad de recursos produce más, herramienta necesaria para el jefe de producción, para que lo realice cada mes.

## **CAPÍTULO VI- SISTEMA DE CALIDAD DE LA EMPRESA.**

### **Análisis de la situación actual.**

El área en la que se buscan hacer mejoras en el mantenimiento es en la de corte y lijado de la línea de producción, aquí se observó que el corte por parte de la sierra de disco no se hacía siempre de forma correcta sobre las placas o láminas de fibrocemento, dejando astillado al producto. En cuanto al lijado, este no es realizado de forma uniforme por la lijadora, provocando esto que la pintura aplicada posteriormente presente resistencia para adherirse.

En las láminas de fibrocemento se evalúan distintas propiedades físicas para establecer y controlar la calidad del producto, entre estas están la densidad, el módulo elástico en seco, la absorción superficial, la resistencia promedio en seco, la resistencia promedio de la muestra saturada, entre otros, para estas variables se han establecido límites para sus valores de acuerdo con la norma ISO390.

Se visualizará por medio de un histograma el comportamiento de la resistencia promedio de las láminas de fibrocemento para comprobar que las resistencias de las muestras se encuentren arriba del mínimo en  $\frac{N}{\text{mm}^2}$ . Según la norma ISO390 el mínimo de la resistencia de las láminas en seco debe ser  $7 \frac{N}{\text{mm}^2}$ .

Se tomaron los siguientes datos de resistencia de 20 muestras de láminas: (7.89, 8.47, 7.77, 7.78, 7.91, 6.96, 6.89, 7.45, 8.16, 7.76, 7.14, 7.68, 7.00, 7.47, 7.46, 7.02, 7.73, 8.39, 6.34, 6.53)  $\frac{N}{\text{mm}^2}$ . Por medio del programa Minitab se generó un histograma a partir de estos.

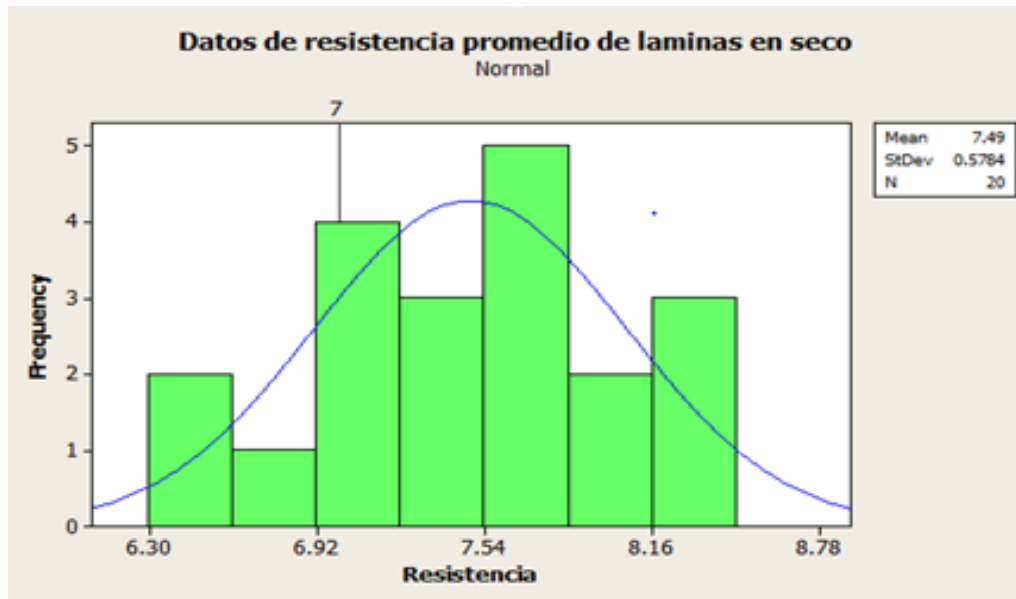


Fig.11. Histograma de resistencia de láminas

Como se observa en el gráfico existen valores de resistencia fuera del rango especificado, este producto se clasifica en la empresa como no conforme, se rechaza y se envía nota al área de producción para que actúe según el caso, esto representa costos los cuales se deben evitar.

El índice de capacidad de proceso está dada por:

$C_{pk} = \text{mínimo entre } (C_{p \text{ inferior}}, C_{p \text{ superior}});$

$M = \text{media estimada del proceso} = 7.4$

$3\sigma = \text{variabilidad estimada del proceso} = 1.06$

$TS = \text{tolerancia superior} = 8.47$

$TI = \text{tolerancia inferior} = 7$

$C_{p \text{ inferior}} = (M - TI) / 3\sigma = (7.4 - 7) / 1.06 = 0.377 <- \text{ese es el mínimo}$

$C_{p \text{ superior}} = (TS - M) / 3\sigma = (8.47 - 7) / 1.06 = 1.38$

$C_{pk} = 0.377$

Eso indica que el proceso está produciendo artículos fuera de especificaciones.

Como se mencionó anteriormente, el problema de manufactura que se tiene en el proceso productivo de Plycem son el corte y lijado inadecuado de las láminas que genera defectos como el astillado y falta de uniformidad de la superficie, para encontrar las causas probables que generan esta situación se hará uso de un diagrama causa-efecto o de Ishikawa, este es un método gráfico que relaciona un efecto con los factores que tentativamente lo generan, agrupa las causas potenciales en seis áreas: métodos de trabajo, mano de obra, material, maquinas, medidas y medio ambiente. Estas definen el proceso productivo y contribuyen a las características del producto o servicio brindado. A continuación se presenta un diagrama de Ishikawa para descubrir las causas del astillado y falta de uniformidad en lijado.

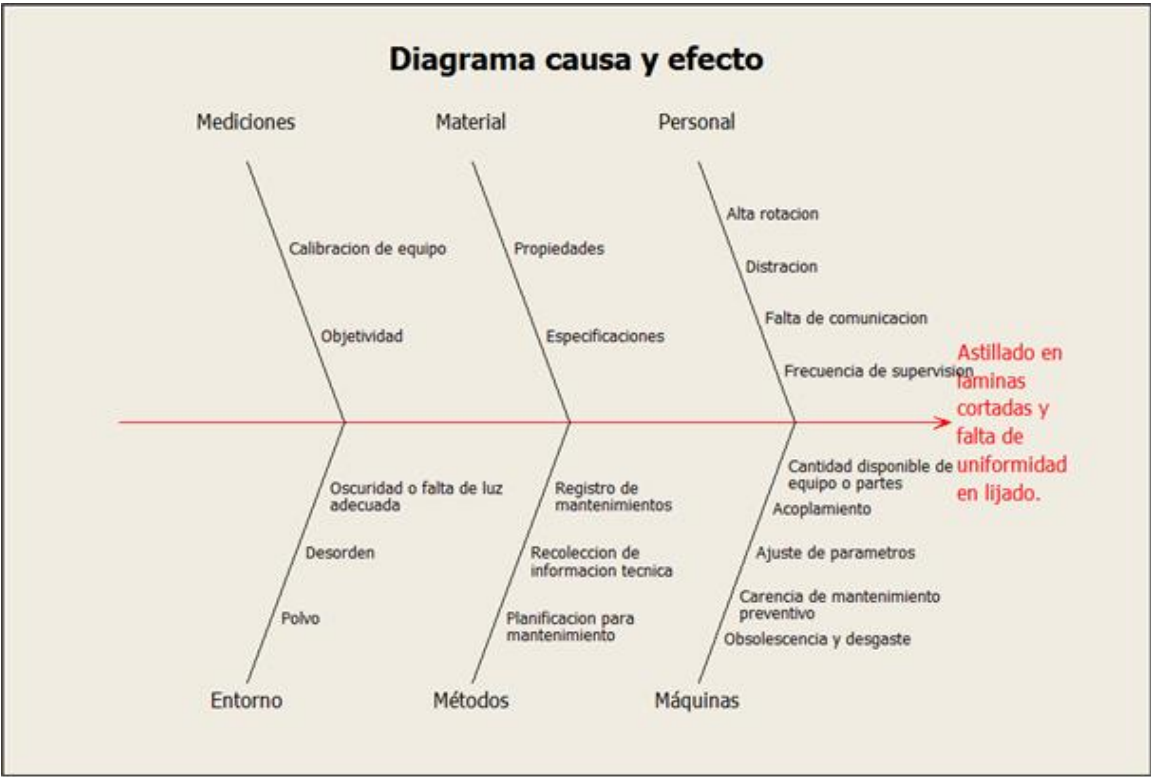


Fig.12. Diagrama causa y efecto de problema identificado, las causas indicadas son el resultado de observaciones de campo y entrevistas.

La empresa invierte en pruebas para validar el cumplimiento de estrictas normas y así obtener certificaciones internacionales que garantizan la calidad de las placas de fibrocemento y de sus procesos productivos. La empresa cuenta con diversas certificaciones: ISO9001(Requisitos para que un sistema de gestión de calidad sea efectivo), ISO14001(Asegura que la organización trabaja cumpliendo la legislación ambiental

establecida en la zona) , OHSAS 18001 (Buenas prácticas en gestión de seguridad y salud en el trabajo) , ASTM E72 (Métodos de prueba estándar de realización de pruebas de resistencia de los paneles para la construcción de edificios, ASTM E84 (Método de prueba estándar para las características de combustión de superficie de materiales de construcción) , ASTM E90 (Método de prueba estándar para la medición en laboratorio de la pérdida de transmisión de sonido en el aire de divisiones de edificios tales como paredes de todo tipo, divisiones operables, ensamblajes suelo-techo, puertas, ventanas, techos, paneles y otros elementos divisores de espacio), ASTM E119 (Prueba de inflamabilidad), ASTM E136(Método de prueba para el comportamiento de materiales en un horno de tubo vertical a 750°C para garantizar la incombustibilidad, ASTM E414 (Prácticas estándar para la verificación de la fuerza de máquinas de ensayo), ASTM E423(norma para la medición de la emitancia espectral normal de materiales no conductores eléctricos en el rango de temperatura de 1000 a 1800 K y en longitudes de onda de 1 a 35  $\mu\text{m}$ ), UL263 (Norma de seguridad contra fuego en materiales de construcción), UL723 (Método de prueba para las características de combustión superficial de materiales de construcción).

La empresa cuenta con certificaciones de normas que permiten que la empresa asegure a sus clientes la calidad en algunos aspectos como la gestión de la calidad, la resistencia mecánica de los paneles, la seguridad contra incendios y combustión que brinda el fibrocemento, además que le permiten asegurar que cumplen con la normativa ambiental correspondiente y con prácticas de seguridad industrial.

### **Problemática de gestión de calidad identificada.**

Se ha considerado enfocar el estudio en el área de corte y lijado debido a que se detectó de forma observativa que en dicho proceso al ser terminado se nota que dos de las piezas de un extremo del pliego se descartan como defectuosas sin pasar al área de embalaje y se mandan a reproceso o elaboración de producto secundario; generando esto gastos que se podrían evitar con un programa de mantenimiento adecuado para controlar la eficacia en dicho proceso. Las características de los defectos en el producto ya terminado que no pasó a la etapa de embalaje son: la superficie de dichas piezas es rugosa y sus orillas astilladas dando esto un aspecto antiestético.

También se pudo observar que en el área primaria, al momento de hacer el corte de los excesos en los pliegos, no se recolectan de forma adecuada ya que caen al suelo y se pierde porque se lavan con el agua que cae en dicha área, contaminando el proceso de captación para la reutilización de dicho líquido.

Al mismo tiempo se observó en área de seguridad de los operadores, que la empresa brinda equipo adecuado de protección para estas personas y normas de seguridad, sin embargo, no verifican el cumplimiento de las normas y el uso de equipos de protección que han sido brindado por ellos, se pudo observar detalles tales como un operador que no utilizaba la máscara para prevenir inhalar sustancias tóxicas, también se notó la falta de uso de equipo de altura cuando se realiza el trabajo en alturas.

### **Cálculo del indicador de valor agregado del proceso de análisis.**

El concepto de valor agregado proviene de la filosofía de manufactura esbelta, que pretende detectar las oportunidades de mejora en el proceso y busca reducir las actividades que no abonan características al material que el cliente desea pagar. Por ello, en la siguiente tabla, se definen actividades del proceso secundario, asumiendo tiempos de ejecución durante un mes, lo que permite visualizar el porcentaje de tiempo que agrega valor al producto.

Nº	Actividad	Valor Agregado (Hrs) (1)	No valor Agregado (Hrs) (2)	Total (1+2)	%NV A	Tipo de Desperdicio
1	Cambio de orientación	0	72	72	10%	Espera en el cambio de orientación
2	Ingreso al horno	144	0	144	20%	
3	Lijado	72	0	72	10%	
4	Corte	72	0	72	10%	
5	Pintado de "Trims"	180	0	180	25%	
6	Embalaje	54	54	108	15%	Tiempo de apilamiento de unidades
7	Almacenaje	12	60	72	10%	Tiempo de traslado a bodega
	Totales	534	186	720		720

*Tabla 6. Cálculo de valor agregado y no agregado.*

*Fuente: Determinación de tiempos por observación.*

- Horas de valor agregado: 534 horas.
- Horas de valor no agregado: 186 horas.
- Total de horas en ciclo de producción: 720 horas.

$$\text{Índice de valor agregado} = \frac{534}{720} * 100 = 74.16\%$$

$$\text{Índice de valor no agregado} = \frac{186}{720} * 100 = 25.83\%$$

Según el porcentaje determinado, aproximadamente el 74% del tiempo, se utiliza para la elaboración del producto. Esta determinación, se ha generado de manera general, incluyendo únicamente el proceso secundario, por lo que la manera de transportar y almacenar, previamente al proceso secundario, no se ha tomado en cuenta. Entre las actividades que no agregan valor al producto, se encuentra el cambio de orientación de parte de los robots industriales, pero aunque esta actividad no genere valor agregado, si genera diferentes beneficios, de los cuales podemos detallar como:

- Aumento de la velocidad de la línea en el cambio de orientación.
- Seguridad para los operarios, debido a que no son sometidos a esfuerzos físicos.
- Manejo adecuado de los pliegos de fibrocemento.

Por ello, es idóneo que la empresa realice formalmente un estudio, tomando los tiempos que cada estación posee, observando el costo beneficio que ha tenido la implementación de los brazos robóticos, en comparación al cuello de botella que está en el horno.

## **ESTRUCTURA CONCEPTUAL DE LA PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN A REALIZAR EN LA EMPRESA.**

La propuesta va orientada en realizar procedimientos que faciliten la recolección de información para detectar oportunidades de mejora en el proceso secundario, con mayor énfasis en las máquinas de lijado y cortado. El mantenimiento preventivo surge bajo la necesidad de reducir los tiempos de pausa que una línea presenta debido a fallos en las máquinas. Se pretende recomendar procesos estadísticos de aritmética simple, con el fin de aproximar tiempos que determinen los planes de mantenimiento. En este caso, la mayor parte de la información se asume, debido a no contar con los planes de mantenimiento que la empresa Plycem realiza.

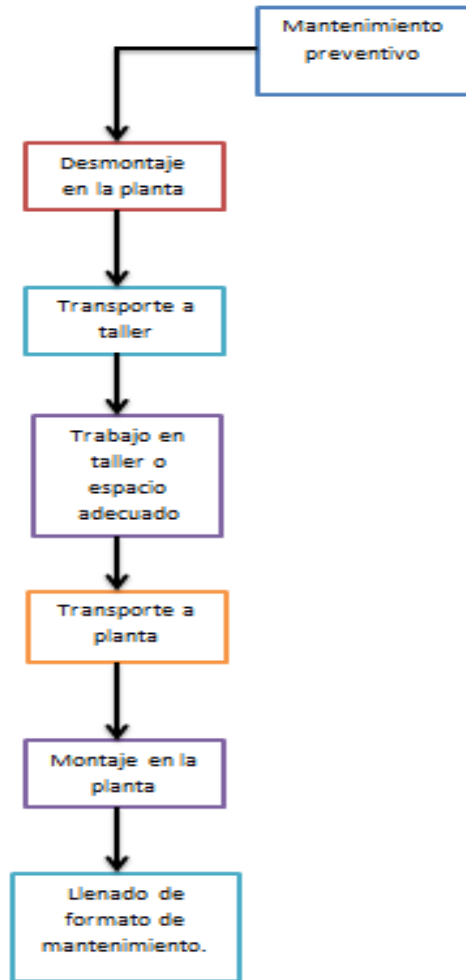
Para poder determinar procedimientos, es preciso evaluar los pasos que se realizan para un mantenimiento correctivo. Estos procedimientos, están enlazados con la seguridad del técnico que realiza la operación. Como primer paso se debería hacer una revisión visual del funcionamiento de estas máquinas, es decir observar cómo están realizando las operaciones sobre las pliegos de fibrocemento, luego se deberá proceder al desmontaje de la máquina o equipo involucrado, para hacer esto, antes se debe haber planificado la supresión de la máquina del proceso productivo y conseguido los permisos para hacerlo, posterior a esto se



realizan las actividades técnicas propias para aislar la máquina o equipo como las desconexiones eléctricas y mecánicas, lo recomendable es que se transporte al taller o espacio apropiado el equipo o elemento al cual se le dará mantenimiento y se coloque otro en el lugar donde estaba desempeñando su función para evitar un paro por un largo periodo de tiempo.

Una vez hecho lo anterior se procede a desmontar o desarmar el equipo en el taller, si es necesario, se hace una limpieza general y se realizan las actividades propias para mantener al bien físico funcionando de forma correcta. Por último, se deberá completar el formato de mantenimiento para registrar las fechas y actividades realizadas.

A continuación, se presenta un esquema del procedimiento propuesto para el mantenimiento predictivo, el cual refleja lo descrito anteriormente.



*Fig.13. Esquema de procedimiento para realizar mantenimiento preventivo*

Se recomienda que la empresa adopte un formato de mantenimiento, este es un documento que se llena al momento de realizar la inspección en el entorno industrial, y en el cual se deben plasmar los tipos de mantenimiento que se han realizado en el lugar de trabajo, describiendo y dando el detalle de las acciones realizadas.

Tipo de Mantenimiento (1): Preventivo  Correctivo

Fecha inicio (2): Fecha fin (3):

Nombre del solicitante (4): Área a asistir (5):

Descripción del bien	Cantidad(6)	Descripción(7)	Modelo o serie(8)

Transporte (9) Sí  No

Descripción del servicio y la falla a prevenir (10)

Descripción final del reporte(11)

Observaciones de salida (12):	
Entrega de responsable(13):	Entrega de usuario(14):

Observaciones de entrada(15):	
Entrega usuario(16):	Entrega responsable(17):

Fig.14. Formato propuesto para plasmar detalle de mantenimiento.

A continuación, se describe la información a proporcionar en cada ítem del formulario anterior:

1. Tipo de mantenimiento. Se especifica el tipo de mantenimiento realizado, preventivo o correctivo, en este caso.
2. Fecha de inicio. Se especifica la fecha en que inició el servicio.

3. Fecha de fin. Se especifica la fecha en que terminó el servicio.
4. Nombre del solicitante. Se escribe el nombre de quien solicita el servicio.
5. Área por asistir. Se escribe el área o departamento para la que se realiza el mantenimiento.
6. Cantidad. Se anota cantidad de bienes.
7. Descripción del bien. Se describe el bien en cuestión.
8. Modelo o serie. Se escriben los cuatro últimos dígitos del número de serie o el modelo del bien.
9. Transporte. Se indica si el bien o componente es reparado fuera de la empresa.
10. Descripción del servicio y la falla a prevenir. Se describe la falla o servicio a realizar.
11. Descripción final del reporte. Se describe el estado o diagnóstico luego de realizar el mantenimiento.
12. Observaciones de salida. Se indican las características físicas del bien antes de realizar el mantenimiento.
13. Entrega de responsable. El responsable de dar el mantenimiento firma el documento antes de dar el servicio.
14. Entrega de usuario. El que solicita el mantenimiento firma de conformidad previo a que se realice el servicio.
15. Observaciones de entrada. Se indican las características físicas del bien después de realizar el mantenimiento o al momento de regresar del taller.
16. Entrega usuario. El que solicita el mantenimiento firma de conformidad una vez realizado el servicio.
17. Entrega responsable. El responsable de dar el mantenimiento firma el documento una vez ha realizado el servicio o mantenimiento.
18. Toma del tiempo que se tardaron en realizar el mantenimiento correctivo: Este tiempo permitirá un nuevo estudio que se detalla a continuación.

Estudio de fiabilidad.

Los mantenimientos preventivos se planifican durante un periodo de tiempo, al tener una variedad de equipo, se complica detectar el tiempo correcto para determinar el mantenimiento de cada componente del proceso productivo. Por ello existen técnicas sencillas que facilitan el cálculo de tiempos aproximados para su planificación. En primer lugar, definiremos conceptos que son utilizados en el estudio.

Fallo: Interrupción o alteración de la consigna deseada.

Fiabilidad: Probabilidad de que funcione sin fallos durante un tiempo.

Mantenibilidad: Probabilidad de que después del fallo sea reparado en un tiempo dado.

Disponibilidad: Probabilidad de que esté en estado de funcionamiento en un tiempo dado.

Para aplicar estas técnicas estadísticas, se necesitan determinar los siguientes datos durante un periodo de prueba:

- TBF: Tiempo entre fallos.
- TA: Tiempo de parada.
- TTR: Tiempo de reparación.
- TO: Tiempo de operación.
- n: Número de fallos en el periodo considerado.

Para comprender cada uno de los tiempos mencionados, la Fig.15, muestra en un intervalo de tiempo como están incluidos.

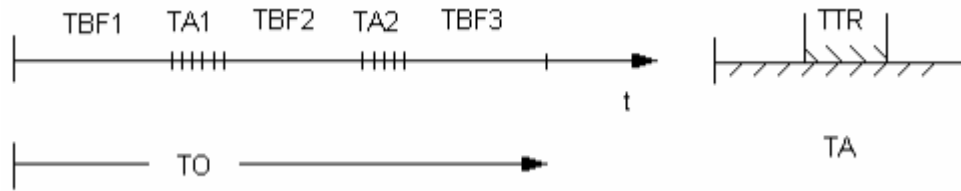


Fig.15. Intervalo de tiempo de mantenimientos correctivos.

Fuente: Técnicas de mantenimiento.

Ahora, se dispone a calcular cada una de las variables mencionadas.

Fiabilidad (MTBF): Tiempo entre fallos.

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^n TBF_i}{n} \text{ [días]}$$

La inversa de fiabilidad es la tasa de fallos por año.

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \text{ [Nº de fallos/Año]}$$

Mantenibilidad (MTTR) tiempo de reparación.

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^n TTR_i}{n} \text{ [días]}$$

Su inversa es la tasa de reparación, es decir, las reparaciones por año.

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \text{ [Nº de Reparaciones/Año]}$$

Disponibilidad (D)

$$D = \frac{\sum_1^n TBF_i}{TO} = \frac{\sum TBF_i}{\sum TBF_i + \sum TAI_i} = \frac{\sum TBF_i/n}{\sum TBF_i/n + \sum TAI_i/n} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Para esquematizar claramente estos conceptos, la Fig.16 muestra un mapa conceptual de la vida del equipo.

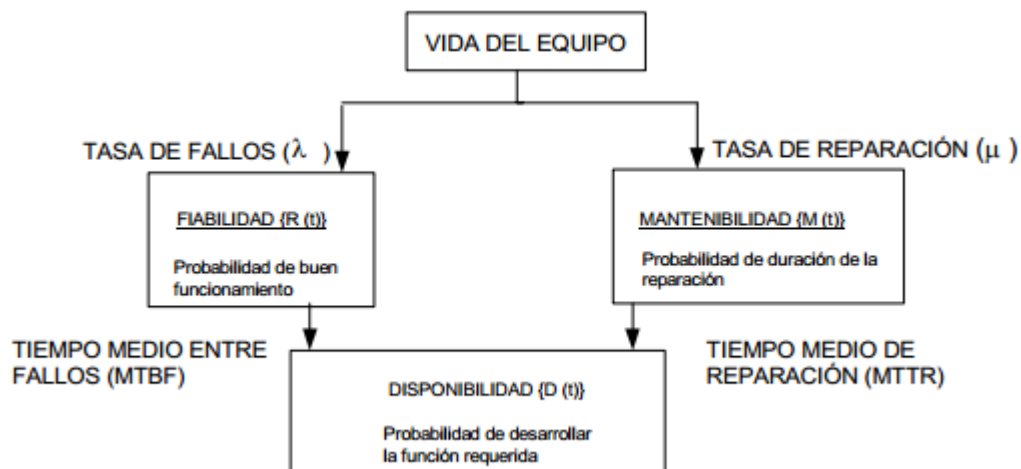


Fig.16. Esquema de conceptos de la vida del equipo.

Fuente: Técnicas de mantenimiento.

Estas técnicas son puramente empíricas, por lo que implica que el tiempo de estudio se prolongue. Existe la opción de poder implementar métodos probabilísticos, que definen la tendencia y para cada componente, sea mecánico o electrónico, existe su curva característica, llamada curva de "bañera", por la tendencia que se representa en los fallos.

Para que la empresa conozca los conceptos de la vida de sus equipos o máquinas será necesario un tratamiento adecuado de la información, se recomienda hacer uso del software Minitab para registrar los diferentes tiempos descritos y hacer cálculos sobre ellos, además permitirá a la empresa utilizar herramientas estadísticas y de calidad para trabajar sobre las causas de desviaciones en el producto.

Como todo sistema, este debe de contar con la evaluación acerca de los procesos descritos, esto permite observar cuales son las deficiencias presentadas en su implementación, si son adecuados para el proceso en análisis, las oportunidades de mejora constante y detectar esos puntos clave para su optimización. Todo lo antes mencionado basado en la norma ISO 9001:20015, la cual permite establecer un sistema de gestión de calidad (SGC) y esclarecer los conceptos básicos para su aplicación. Si se visualiza en pasos secuenciales, podemos definirlo como:

1. Descripción de los procedimientos implementados.
2. Detección de responsables.
3. Seguimiento periódico de la propuesta implementada.
4. Evaluación de rendimiento, basándose en la reducción de los tiempos de parada no programados.
5. Detección de nuevos puntos críticos, en este caso, aquellas partes del proceso que presentan mayor porcentaje de incumplimiento de los requerimientos de calidad.

Este procedimiento, debe de realizar por un auditor, en nuestro caso por un responsable interno. Para establecer un auditor, se debe considerar la imparcialidad de este mismo, por ello es recomendable que sea alguien externo del departamento de mantenimiento, así podrá tener una visión general desde afuera de la aplicación de la propuesta. En este caso, la norma ISO 9001:2015 expresa que la organización (empresa) debe de:

- a. Planificar, establecer, implementar y mantener uno o varios programas de auditoría que incluyan la frecuencia, los métodos, las responsabilidades, los requisitos de planificación y la elaboración de informes, que deben tener en consideración la importancia de los procesos involucrados, los cambios que afecten a la organización y los resultados de las auditorías previas;
- b. definir los criterios de la auditoría y el alcance para cada auditoría;
- c. seleccionar los auditores y llevar a cabo auditorías para asegurarse de la objetividad y la imparcialidad del proceso de auditoría;
- d. asegurarse de que los resultados de las auditorías se informen a la dirección pertinente;
- e. realizar las correcciones y tomar las acciones correctivas adecuadas sin demora injustificada;



- f. conservar información documentada como evidencia de la implementación del programa de auditoría y de los resultados de las auditorías.

Con lo descrito, se pretende cumplir con el ciclo de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA), descrita en la ISO, que pretende cerrar el ciclo idóneo para la mejora continua de los procedimientos.

### **Insumos necesarios para aplicar la propuesta.**

Para obtener los costos por el tiempo necesario se considerará que la actividad será realizada por un técnico que gana \$500 mensuales, así el pago por hora es igual a \$2.84 (\$500/176 horas trabajadas en un mes)

<b>Insumo</b>	<b>Costo</b>
Software Minitab para la planificación y registro de datos.	\$3375 para 5 usuarios
Tiempo para realizar levantamiento de datos por parte de un técnico.	(20h)(\$2.84)=\$56.8 mensual
Tiempo para realizar mantenimiento de lijadora y cortadora de laminas.	(30h)(\$2.84)=\$85.2 mensual
Papelería.	\$ 30 mensual
Total	\$453.25 mensuales

*Tabla 7. Costos estimados de implementación de propuesta.*

### **Resultados que se esperan al aplicar la gestión planteada.**

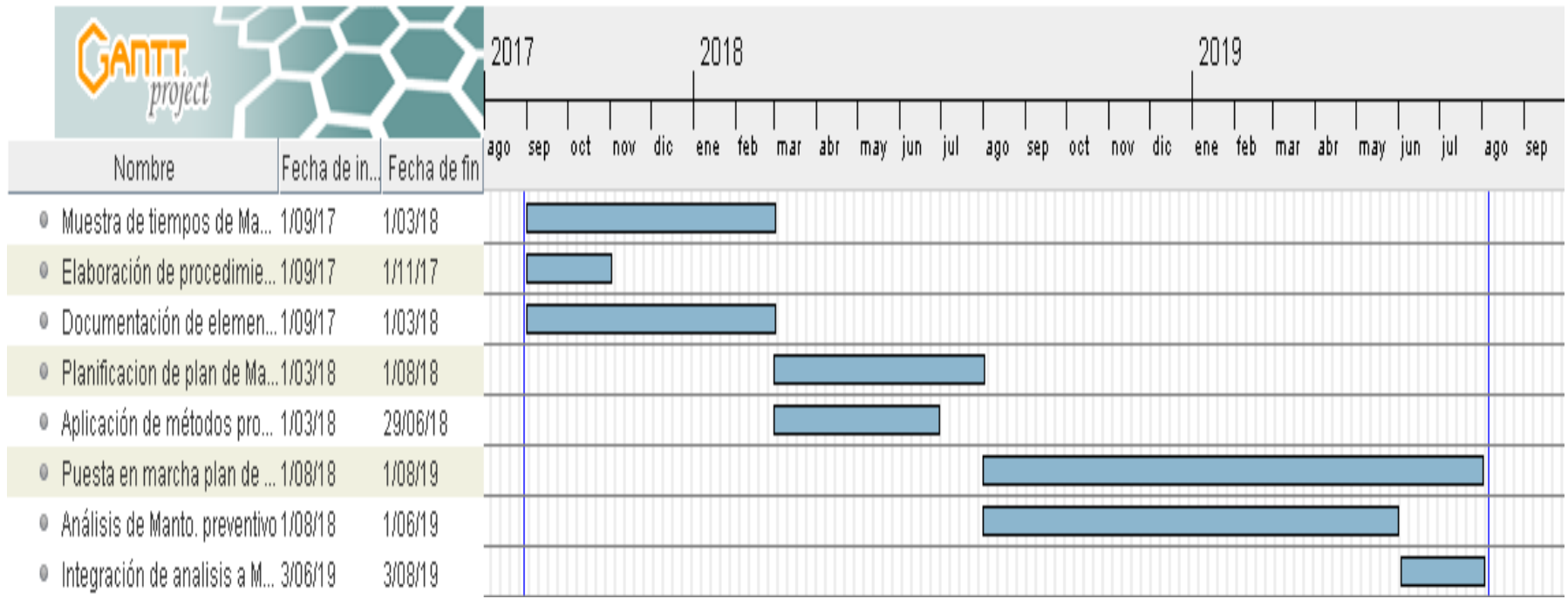
Se espera al plantear un sistema de mantenimiento preventivo una mejora en la productividad general de la planta a mediano plazo, ya que los procesos analizados son puntos críticos de la producción, se espera también capacitar a los encargados del departamento de mantenimiento para que así adquieran nuevos conocimientos en cuanto a

otro tipo de mantenimiento y puedan aplicarlos en el área estudiada y posteriormente compartir el conocimiento en otros puntos del proceso, la aplicación de la gestión planteada espera reducir tiempos de paro por realización de mantenimiento correctivo y reducir el desperdicio de material por mal funcionamiento de las máquinas de lijado y corte, esto generará a mediano plazo un aumento significativo en la ganancias de la empresa debido a estas reducciones.

En cuanto a la seguridad de los operarios se espera que acaten las normas de seguridad industrial dentro de la planta, para así reducir accidentes y mejorar el entorno laboral.

### **Cronograma propuesto de implementación de las soluciones.**

El cronograma de actividades propuesto, está previsto para 24 meses, con el fin de tener un periodo que permita recabar la información necesaria para un análisis probabilístico que de la estimación de las fechas para la implementación del plan de mantenimiento preventivo. Los primeros meses, se utilizarían para poder tomar tiempos de mantenimiento correctivo, con el fin de sacar variables como fiabilidad, confiabilidad, mantenibilidad, entre otros. Esto servirá para poder establecer el plan de mantenimiento preventivo, el cual se pretende poner en marcha luego de tener toda la información necesaria. Al implementarse, se debe de tener un periodo de evaluación del rendimiento del plan, con el fin de detectar oportunidades de mejoras e implementarlas en la siguiente planificación de plan de mantenimiento preventivo.



## Tarea

Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin
Muestra de tiempos de Manto. correctivo	1/09/17	1/03/18
Elaboración de procedimientos para Manto. preventivo	1/09/17	1/11/17
Documentación de elementos que presentan mas fallas	1/09/17	1/03/18
Planificación de plan de Manto. preventivo	1/03/18	1/08/18
Aplicación de métodos probabilísticos	1/03/18	29/06/18
Puesta en marcha plan de Manto. preventivo	1/08/18	1/08/19
Análisis de Manto. preventivo	1/08/18	1/06/19
Integración de analisis a Manto. preventivo	3/06/19	3/08/19

La siguiente tabla muestra el costo total que implicaría implementar un sistema de mantenimiento preventivo, tomando en cuenta únicamente los tiempos que el personal se dedicaría a la actividad. Las materias primas no se ven reflejadas, debido a que depende del análisis de mantenimiento correctivo para detectar que se debe de tener en stock con tiempo de anticipación.

Departamento	Cargo	Nº de horas al mes	Salario	Nº de horas de trabajo al mes	Costo hora	Costo por mes	Costo en 24 meses
Producción	Jefe de Producción	88	\$1200	176	\$6.82	\$600.00	\$14,400.00
Producción	Técnico	88	\$600	176	\$3.41	\$300.00	\$7,200.00
Calidad	Jefe de Calidad	88	\$1200	176	\$6.82	\$600.00	\$14,400.00
Compras	Jefe de compras	16	\$1200	176	\$5.68	\$109.09	\$2,618.18
Mantenimiento	Jefe de Manto.	88	\$1200	176	\$6.82	\$600.00	\$14,400.00
Mantenimiento	Técnico	112	\$700	176	\$3.98	\$445.45	\$10,690.91
Costo total							\$63,709.09

*Tabla 8. Costos estimados de mano de obra para implementar mantenimiento preventivo.*

### **Efectos sobre el nivel de productividad y competitividad empresarial.**

El tener un plan de mantenimiento para los diversos equipos o máquinas permitirá que los imprevistos relacionados al proceso de producción sean suprimidos y por consiguiente los costos financieros sean reducidos, los imprevistos incluyen principalmente paros o tiempos inactivos en la línea que disminuirían la producción.

La empresa Plycem al adoptar una metodología de mantenimiento preventivo y aplicar instrumentos de recolección de datos referente a este para el registro y análisis estadístico, tendrá mayores oportunidades de posicionarse como referente de calidad y competitividad en el mercado debido a que como puede ahorrar costos de un mantenimiento correctivo, los

cuales son mayores que los correspondientes al preventivo, le será fácil reducir los precios entre la competencia ofreciendo la misma o mejor calidad.

Se podrán tener paros de los equipos o máquinas de forma planificada, esto permitirá tomar acciones para evitar largo de tiempo de inactividad, como disponer de repuestos para continuar con las operaciones, aunque estén teniendo lugar actividades de mantenimiento, esto evitará afectar la productividad y ahorrar costos debido a la obsolescencia y depreciación de maquinaria por falta de atención a su funcionamiento.

### **Requerimientos del ingeniero para desarrollar la gestión.**

Para un ingeniero que asumirá el rol de jefe de mantenimiento se requiere ser proactivo, organizado, con experiencia mínima de 5 años en área de mantenimiento preventivo y correctivo, con capacidad de liderazgo.

Se requiere experiencia mínima 1 año en área de mantenimiento preventivo y correctivo a un ingeniero que se tomará el rol de supervisor de mantenimiento, también se requiere que sea proactivo y que tenga capacidad de trabajar en equipo ya que se necesita muchos personales para dar mantenimiento.

## Fuentes de consultas.

- Hernández Sampieri, R. Fernández Collado, C. Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. (quinta edición). México: McGRAW-HILL / Interamericana Editores.
- Herrera Castillo, C. Sorto Rodríguez, R. Villalta Sánchez, A. (2007). *Diseño de una guía de mantenimiento productivo total para empresas dedicadas a la fabricación de snacks en El Salvador* (Trabajo fin de pregrado), Universidad Don Bosco, Soyapango, El Salvador. Recuperado de <http://rd.udb.edu.sv:8080/jspui/bitstream/11715/1095/1/Tesis%20Final%20TPM.pdf>
- Juan Díaz Navarro (2007). *Técnicas de mantenimiento industrial*. España: Escuela Politécnica Superior-Algeciras Universidad de Cádiz.
- Mantenimiento de redes de telecomunicaciones (2012). *Formatos de mantenimiento*. Recuperado de: <http://mantenimientotelecomu.blogspot.com/2012/06/formatos-de-mantenimiento.html>
- Muñoz Campos, R (2004). *La investigación científica paso a paso*. (cuarta edición). El Salvador, San Salvador: Talleres Gráficos UCA.

## Lista de Referencias Bibliográficas

- Agencia EFE. (2017). *EEUU crece a su peor ritmo en tres años en el primer trimestre de la era Trump*. Recuperado de <https://www.efe.com/efe/america/economia/ee-uu-crece-a-su-peor-ritmo-en-tres-anos-el-primer-trimestre-de-la-era-trump/20000011-3251476>
- Alcaldía Municipal de Ilopango. (2017). *ORDENANZA MUNICIPAL PARA EL MANEJO INTEGRAL Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS DESECHOS SÓLIDOS DEL MUNICIPIO DE ILOPANGO, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR*. Recuperado de [http://www.csj.gob.sv/ambiente/LEYES/ORDENANZAS\\_MUNICIPALES/SAN\\_SALVADOR/ORDENANZA%20MUNICIPAL%20PARA%20EL%20MANEJO%20INTEGRAL%20Y%20DISPOSICION%20FINAL%20DE%20LOS%20DESECHOS%20SOLIDOS%20DEL%20MUNIC.doc](http://www.csj.gob.sv/ambiente/LEYES/ORDENANZAS_MUNICIPALES/SAN_SALVADOR/ORDENANZA%20MUNICIPAL%20PARA%20EL%20MANEJO%20INTEGRAL%20Y%20DISPOSICION%20FINAL%20DE%20LOS%20DESECHOS%20SOLIDOS%20DEL%20MUNIC.doc).

- Arquigrafo. (2017). *Que es el fibrocemento*. Recuperado de <https://www.arquigrafico.com/que-es-el-fibrocemento/>
- El nuevo Herald. (2017). *Finanzas*. Recuperado de <http://www.elnuevoherald.com/noticias/finanzas/article147339059.html>
- Infobae. (2017). *La economía de Estados Unidos creció 0,7 % en el primer trimestre de 2017, la peor marca en tres años*. Recuperado de <http://www.infobae.com/america/eeuu/2017/04/28/la-economia-de-estados-unidos-crecio-07-en-el-primer-trimestre-de-2017-la-peor-marca-en-tres-anos/>
- Juan Fernando González. (2017). *Fibrocemento: rentable sostenibilidad*. Recuperado de <http://www.imcyc.com/ct2009/feb09/sustentabilidad.htm>
- Ministerio de Medio Ambiente. (2017). *Ley de medioambiente*. Recuperado de <http://tramites.gob.sv/media/ley%20de%20medio%20ambiente.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente. (2017). *Reglamento general de la ley del medioambiente*. Recuperado de <http://tramites.gob.sv/media/Reglamento%20General%20de%20La%20Ley%20del%20Medio%20Ambiente.pdf>
- Ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2017). *Anteproyecto de ley general de aguas*. Recuperado de <http://www.marn.gob.sv/wp-content/uploads/AnteproyectoLeyGeneralAguas.pdf>
- Plycem. (2017). *Nuestra empresa*. Recuperado de <https://www.plycem.com/contenido/nuestra-empresa/>
- Renovetec. (2017). *Tipos de mantenimiento*. Recuperado de <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>
- Santander. (2017). *Estados Unidos: Política y Economía*. Recuperado de <https://es.portal.santandertrade.com/analizar-mercados/estados-unidos/politica-y-economia>
- Sistemas de fachadas (2017). *Definición de fibrocemento*. Recuperado de <http://sistemasdefachadas.com/definicion-de-fibrocemento/>

## **GLOSARIO.**

**Trims:** Sustituto de la madera utilizado en la construcción de hogares o decoraciones estéticas, su principal componente es el fibrocemento.

**Silicato de calcio:** Es un aislante térmico moldeado en forma de medios caños, segmentos y placas, siendo destinado a la conservación de la energía térmica en equipos, estanques y tuberías que trabajan en temperatura de 0° C a 815 ° C.

**Calcáreo:** Que contiene óxido de cal.

**Entrepisos:** Son los elementos rígidos que separan un piso de otro, contruidos monolíticamente o en forma de vigas sucesivas apoyadas sobre los muros estructurales.

**Loseta:** Losa pequeña, generalmente de cerámica, que se pone en las paredes o en el suelo.

**Ergonomía:** La comodidad en la "postura de trabajo", la posición relativa de los segmentos corporales y no, meramente, si se trabaja de pie o sentado.

**Amianto:** Es un término que agrupa a una serie de metasilicatos de hierro, aluminio y magnesio que se presentan en forma de haces de fibras (fibroso).Procede del griego incorruptible e inextinguible respectivamente. Y es que al añadirlo a otros materiales se le confiere unas propiedades físico-químicas muy deseables, como resistencia mecánica, resistencia a la abrasión, aislamiento térmico-acústico, baja conductividad eléctrica, incombustibilidad, y resistencia a agentes químicos, además de ser un material no biodegradable.

**Clinker:** Sustancia que se obtiene como resultado de la calcinación en horno, de mezclas de calizas arcillosas preparadas artificialmente con adición eventual de otras materias.

**Fibrocemento:** Es un material muy utilizado en las construcciones, compuesto por cementos y fibras de refuerzos, con la que se obtiene gran resistencia física.



## **Anexos.**

### *DATOS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAMINAS DE FIBROCEMENTO EN PLYCEM*

Se presentan los rangos aceptables de propiedades físicas controladas por el departamento de calidad de Plycem.

Parámetros controlados	Límites de especificación	Frecuencia mínima de análisis	Criterio de aceptación
Tolerancia de rectitud de los bordes (mm/m)	-2 / 2	De acuerdo a tamaño de lote e ISO390	Medición en salida de máquina, en muestreo en patio entregas.
Tolerancia en alabeo o torceduras (mm)	-3 / 3	De acuerdo a tamaño de lote e ISO390	Medición en salida de máquina, en muestreo en patio entregas.
Resistencia promedio en seco (N/mm <sup>2</sup> )	7 /	De acuerdo a tamaño de lote e ISO 390-para liberación por turno	Ensayo de laboratorio
Resistencia promedio-muestra saturada (N/mm <sup>2</sup> )	4/	En muestreo inspección INTECO/1 vez al año para correlación	Ensayo de laboratorio
Módulo elástico (kN/mm <sup>2</sup> ) acondicionado/en seco sin acondicionar	2 / 5	De acuerdo a tamaño de lote e ISO390	Ensayo de laboratorio
Densidad FIBROCEL	0.95 / 1.10	De acuerdo a tamaño de lote e ISO390	Ensayo de laboratorio
Densidad FIBROLIT	0.95 / 1.10	De acuerdo a tamaño de lote e ISO390	Ensayo de laboratorio
Densidad PLYSTONE	0.95 / 1.10	De acuerdo a tamaño de lote e ISO390	Ensayo de laboratorio
Densidad PLYROCK	1.20 / 1.30	De acuerdo a tamaño de	Ensayo de

		lote e ISO390	laboratorio
Humedad de lámina fresca(%) lámina plana FIBROCEL	34 / 38	4/turno/máquina	Ensayo de laboratorio
Humedad de lámina fresca(%) lámina plana TRIMS Y PLYSTONE	35 / 40	4/turno/máquina	Ensayo de laboratorio
Humedad de lámina fresca(%) lámina plana FIBROLIT	34 / 38	4/turno/máquina	Ensayo de laboratorio
Humedad de lámina fresca(%) lámina plana PLYROCK	30 / 36	4/turno/máquina	Ensayo de laboratorio

*Tabla 9. Especificaciones técnicas tomadas en cuenta por el departamento de calidad de Plycem*

*Fuente: Departamento de calidad Plycem*

#### *DATOS PROMEDIO DE PRODUCCIÓN EN EL ÚLTIMO AÑO*

Lámina Trims	Lámina Plana	Lamina Ondulada
6320.795 toneladas	253.41 toneladas	488.65 toneladas

*Tabla 10 . Volumen de producción de tres productos elaborados actualmente*

*Fuente: Departamento de calidad Plycem*