



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PRÁCTICA PROFESIONAL

**EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE EXPLOSIÓN  
DERIVADOS DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS EN EL FILTRO  
DE MANGAS 680 DEL ÁREA FIBRANOVA C.A. DE LA  
EMPRESA MASISA VENEZUELA**

**AUTORA:**

Cardozo S. Paola E.

C.I. 21.251.976

**CIUDAD GUAYANA, JULIO 2013**

**EVALUACION DE LOS RIESGOS DE EXPLOSIÓN  
DERIVADOS DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS EN EL FILTRO  
DE MANGAS 680 DEL ÁREA FIBRANOVA C.A. DE LA  
EMPRESA MASISA VENEZUELA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICERRECTORADO - PUERTO ORDAZ.  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.  
PRÁCTICA PROFESIONAL.**

**ACTA DE APROBACIÓN**

Quienes suscriben, miembros del Jurado Evaluador designados por el departamento de Ingeniería Industrial de la universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, para evaluar la práctica profesional presentada por la ciudadana: CARDOZO SAAVEDRA PAOLA ESTEFANIA DEL VALLE portador de la cedula de identidad N° 21.252.976 titulada: **EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE EXPLOSIÓN DERIVADOS DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS EN EL FILTRO DE MANGAS 680 DEL ÁREA FIBRANOVA C.A DE LA EMPRESA MASISA VENEZUELA.** Consideramos que este cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto la declaramos: **APROBADO**

En Ciudad Guayana, Puerto Ordaz, a los 31 días del mes de Julio, del año dos mil trece.

---

**MSc.Ing. Iván Turmero  
(Tutor Académico)**

---

**Ing. Wilmer Gutiérrez  
(Tutor Industrial)**

**CARDOZO SAAVEDRA, PAOLA ESTEFANIA DEL VALLE**

**EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE EXPLOSIÓN  
DERIVADOS DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS EN EL FILTRO  
DE MANGAS 680 DEL ÁREA FIBRANOVA C.A. DE LA  
EMPRESA MASISA VENEZUELA**

Puerto Ordaz, Julio de 2013

Pág. 77

PRÁCTICA PROFESIONAL

Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"

Vice-rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

Tutor Académico: MSc.Ing. Iván Turmero

Tutor Industrial: Ing. Wilmer Gutiérrez

Referencias Bibliográfica Capítulos: I El Problema. II Generalidades de la Empresa. III Marco Teórico. IV Marco Metodológico. V Situación Actual. VI Análisis y Resultados. Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografía. Apéndices

## DEDICATORIA

**A Dios**, Por ser el guía, el protector y por acompañarme en todos los pasos que he dado en mi vida.

**A mi Virgen del Valle**, quien ilumina mi camino, me protege y me abre las puertas de todo lo que me propongo.

**A mi Valiosa Madre Carmen Saavedra**, por darme la vida, brindarme apoyo, por ser ese pilar fundamental para todo lo que me propongo, por ser padre y madre a la vez, por la educación que me ha inculcado, porque sin ella no hubiese sido posible llegar hasta donde estoy.

**A mis Abuelos Miguel Saavedra y Carmen Hernández**, por ser mis segundos padres, por su apoyo durante toda mi carrera, su cariño, y sus consejos.

**A mi Abuelo Marcos Cardozo**, quien está en el cielo y me guía desde allá.

**A mi Tío José Saavedra**, quien actualmente se encuentra cuidándome y guiándome desde el cielo y quien en vida fue mi segundo padre.

**A mi Tía Coromoto Saavedra**, que fue un apoyo fundamental durante toda mi jornada académica.

**A mi Ahijada Gabriela Morales**, Por ser un motivo de alegría en mi vida.

**A mis Primos Sebastián Torres y Manuel Ignacio Gutiérrez**, ellos son alegría y el futuro de mi familia.

**A mis Amigos**, Katherine, Génesis, Verónica, Karelis, Jesús Da Silva, José Carlos, Germáry, Yudaisa, Yosdari, Samuel, Oscar y Eduardo ellos durante mi carrera fueron un apoyo, alegría, compartimos momentos especiales, lágrimas y siempre estuvimos para apoyarnos unos a los otros, de una u otra manera ellos fueron un apoyo incondicional durante mi carrera.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera durante mi carrera me apoyaron y me ayudaron a lograr y llegar a esta etapa de mi vida.

**A todos ellos, les dedico este proyecto.**

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios** por darme la oportunidad de llegar a esta etapa de mi vida y por bendecir cada paso que me propongo a dar.

**A mi Virgen del Valle**, gracias por guiarme y abrirme las puertas del éxito en todo momento.

**A mi madre**, que ha dedicado gran parte de su vida en mí, porque gracias a ella estoy culminando mi carrera universitaria, y porque es una mujer que con sacrificio ha logrado darme todo.

**A la UNEXPO POZ.** Por ser la casa de estudio donde me forme para ofrecer y contribuir a la sociedad mis conocimientos adquiridos en dicha institución

**A la empresa MASISA Venezuela.** Por permitirme realizar el proyecto de práctica profesional en sus instalaciones y otorgarme toda la información necesaria.

**A mi tutor industrial, el Ing. Wilmer Gutiérrez** por toda la colaboración prestada durante la realización de la pasantía.

**A la Ing. Lisbeth Bustamante**, gracias a sus conocimientos y experiencia pudo apoyarme en la realización del proyecto

**A todo el Departamento de SMS**, gracias por recibirme, apoyarme y compartir con ustedes esta etapa de aprendizaje en mi vida, en especial al Sr. Ricardo Romano, al Sr. José González, el Ing. Pablo De la Rosa, a la Sra Virginia Velázquez ,al Sr. William Tabita , Gosman Saldivia, el Dr, Pablo de la Rosa y a todos los técnicos de control de emergencia en especial a Ramon Colmenares, Moisés Zambrano ,Tulio Labrador y Jean Idrogo.

**A Wendys Torres**, gracias por brindarte apoyo durante mi pasantía.

**A mi tutor académico, MSc. Ing. Iván Turmero**, gracias por su tutoría y por ofrecerme sus conocimientos.

**A Ing. Manoli Haraguis y Ing. Jesús Rodríguez**, por tanto apoyo en el laboratorio y poder hacer posible el estudio de las características del material.

A los operadores de sala de control en especial **Ysmer Martínez** y **Lino Ugarte**, por apoyarme durante el recorrido y conocimiento del proceso, a **José Gutiérrez** y **Rodolfo Silva** por facilitarme apoyo e información.

**A todos mis amigos**, por su gran apoyo.

**A todos ellos, les agradezco Eternamente.**

# **EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS DE EXPLOSIÓN DERIVADOS DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS EN EL FILTRO DE MANGAS 680 DEL ÁREA FIBRANOVA C.A. DE LA EMPRESA MASISA VENEZUELA**

**Autora:** Paola Cardozo

**Tutor Industrial:** Ing. Wilmer Gutiérrez

**Tutor Académico:** MSc.Ing Iván Turmero

**Fecha:** Julio 2013

## **RESUMEN**

En el siguiente trabajo se realizó el análisis de riesgos de formación de atmosferas explosivas en el filtro de mangas 680. El presente trabajo es una investigación de campo, el cual se llevó a cabo bajo el Real Decreto 681/2003, se realizó el estudio del polvo de aspiración de lijado ya que es el material con que trabaja el Filtro de Mangas, permitiendo así recopilar toda la información necesaria para realizar dicho análisis. Realizando el estudio de los parámetros característicos del material, identificando la zona de riesgo a la que pertenece el filtro, identificando las posibles fuentes de ignición en el área, valorando el riesgo que pueda formarse y realizando un plan de acción para mitigar los riesgos en el equipo.

**Palabras claves:** Polvo, Lijado, Riesgos, Filtro de Manga, Atmosferas explosivas.

# ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>iv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>3</b>
<b>EL PROBLEMA</b> .....	<b>3</b>
1.2 Objetivos .....	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 Justificación o importancia .....	6
1.4 Alcance .....	6
1.5 Limitaciones .....	7
<b>CAPÍTULO II.MARCO REFERENCIAL</b> .....	<b>8</b>
2.1 Antecedentes de la empresa.....	8
2.2 Reseña histórica .....	10
2.2.1 Fibranova c. A .....	10
2.2.2 Terranova de venezuela s. A.....	11
2.2.3 Andinos c. A. ....	12
2.2.4 Oxinova c. A. ....	12
2.3 Ubicación de la empresa. ....	12
2.4 Filosofía de gestión.....	13
2.4.1 Misión .....	13
2.4.2 Visión.....	14
2.4.3 Objetivo general .....	14
2.4.4 Objetivos específicos .....	14

- 2.5 Proceso productivo de la planta..... 15
  - 2.5.1 Línea de recepción de materia prima y planta de astillado ..... 15
  - 2.5.2 Línea de tableros de fibra de densidad media (mdf)..... 17
  - 2.5.3 Línea de tableros de partículas (mdp). ..... 20
  - 2.5.4 Línea de planta térmica. .... 22
  - 2.5.5 Línea de lijado. .... 25
  - 2.5.6 Línea de melamina..... 26
  - 2.5.7 Línea de cut to panel. .... 27
- CAPÍTULO III.MARCO TEÓRICO ..... 29**
- 3.1 Filtro de manga..... 29
- 3.2 Atmósferas explosivas ..... 30
- 3.3 Tipos de explosión..... 30
- 3.4 Clasificación de las áreas de riesgos ..... 31
  - 3.4.1 zona 20..... 31
  - 3.4.2 zona 21..... 31
  - 3.4.3 zona 22..... 31
- 3.5 Determinación de la fuente de ignición..... 32
- 3.6 Polvo combustible..... 33
- 3.7 Real decreto 681/2003 ..... 33
- CAPÍTULO IV.DISEÑO METODOLOGICO..... 35**
- 4.1 Tipo de investigación ..... 35
- 4.2 Diseño de la investigación..... 36
- 4.3 Población y muestra..... 36
  - 4.3.1 Población..... 36
  - 4.3.2 Muestra..... 36
- 4.4 Técnica e instrumento ..... 36
- 4.5 Recursos ..... 38
  - 4.5.1 Recursos físicos ..... 38
  - 4.5.2 Equipos de protección personal ..... 38
- 4.6 Procedimiento metodológico..... 39

4.6.1 Determinar la posibilidad de formación de las atmósferas explosivas que hay en el filtro de manga 680. ....	39
4.6.2 Clasificar el área de riesgo del filtro de manga 680 .....	39
4.6.3 Identificar las posibles fuentes de ignición efectivas en el área. ....	40
4.6.4 Determinar la probabilidad de presencia y activación de las fuentes de ignición en el filtro 680 .....	40
4.6.5 Determinar la valoración del riesgo que pueda generarse en el filtro de manga 680 del área de lijado en fibranova c.a.....	40
4.6.6 Elaborar un plan de acción con medidas de prevención de riesgos derivados por atmosferas explosivas en el filtro de mangas. ....	41
<b>CAPÍTULO V.SITUACION ACTUAL.....</b>	<b>42</b>
5.1 Descripción de la situación actual del filtro de manga 680 .....	42
5.2 Datos característicos del filtro de manga 680.....	43
5.3 Datos característicos del polvo de lijado.....	44
5.4 Sistema grecon .....	45
5.5 Sistema kidde .....	46
<b>CAPÍTULO VI.ANALISIS Y RESULTADOS.....</b>	<b>48</b>
6.1 Determinación de la posibilidad de formación de una atex peligrosa .....	51
6.2 Clasificación del área donde puede formarse la atex del filtro de manga 680. ....	51
6.3 Identificación y análisis de las posibles fuentes de ignición efectivas. ....	53
6.5 Estimación / valoración del riesgo en atex.....	56
6.6 Elaboración de un plan de acción para mitigar los riesgos en el filtro de mangas 680.....	58
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>61</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1: Masisa En Venezuela .....	9
2 : Fibranova C.A.....	11
3 : Ubicación Geográfica De La Empresa.....	13
4: Diagrama De Flujo De La Línea Mdf.....	18
5: Diagrama De Flujo De La Línea Mdp.....	22
6 : Sistema Antiexplosivo En El Filtro De Mangas 680 .....	43
7: Central Detectora De Chispa .....	46
8: Valores De K Y Pmax Para Los Límites De Explosión .....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
1 : Parámetros característicos del polvo de lijado.....	45
2 : Antecedentes de explosión en el área de lijado.....	47
3 :Recipientes y equipos con riesgos de atex.....	50
4:Clasificación de las áreas en las que puedan formarse atmosferas explosivas .....	53
5 : Check liss de fuentes de ignición en el filtro de manga .....	54
6: Probabilidad de materialización del riesgo derivado de una atex en función la probabilidad de presencia y activación de las fuentes de ignición y de la posibilidad de formación de una atex peligrosa .....	55
7: Valoración del riesgo derivado de una atex en función de la probabilidad de materialización del riesgo y la severidad de las consecuencias .....	57

## INTRODUCCIÓN

En las empresas es de gran importancia crear estudios de riesgos de los procesos que se llevan a cabo en cualquier Departamento o área de la misma, que permitan la óptima ejecución y cumplimiento de las normativas de control de los trabajadores y los procesos que la integren.

En numerosos países industriales, durante la fabricación, tratamiento, transporte y almacenamiento de sustancias inflamables aparecen o se fugan gases, vapores o nieblas que pasan al medio ambiente. En otros procesos aparecen polvos inflamables. Combinados con el oxígeno del aire los gases, vapores, polvos y nieblas que aparecen en dichos procesos crean una atmósfera potencialmente explosiva que puede conducir a una explosión en caso de ignición.

En el presente proyecto se realizara un análisis de riesgo para la empresa MASISA específicamente en FIBRANOVA C.A en donde se evaluará los riesgos explosivos del filtro 680del área de lijado y se realizará un estudio general de evaluación de riesgo permitiendo identificar su zona de riesgoy la valoración del mismo.

Esta investigación se basara en los efectos del real decreto 681/2003, el cual define atmósfera explosiva como la mezcla con el aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada.

Este proyecto tiene como finalidad evaluar los riesgos de ATEX tomándolo como un plan preventivo ya que si el riesgo de explosión es muy alto tienen que tomarse medidas preventivas de forma inmediata. El mismo será de beneficio para la empresa ya que se planteará el nivel de existencia de atmósferas explosivas en las áreas de trabajo.

Finalmente, el presente informe se encuentra estructurado en seis capítulos, a continuación se describen brevemente cada uno de ellos:

- Capítulo I: Se describe la problemática y se incluyen los objetivos a cumplir, alcance, justificación y limitaciones de dicha problemática.
- Capítulo II: Se describe la empresa, desde sus objetivos hasta la descripción de su proceso de producción.
- Capítulo III: En este capítulo se realiza el marco teórico de los términos a utilizar durante la investigación
- Capítulo IV: En este capítulo se detallan los aspectos procedimentales a seguir durante la elaboración del proyecto.
- Capítulo V: En este capítulo se describe la situación actual en que se encuentra el equipo a estudiar.
- Capítulo VI: Finalmente en este capítulo se exponen los análisis y resultados de la investigación, seguido de las conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

En el siguiente capítulo se describe el planteamiento del problema a estudiar, se incluyen los objetivos a cumplir, además el alcance justificación y limitaciones de la investigación.

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Fibranova C.A, tiene como objetivo la producción de tableros de fibra de madera de densidad media (MDF) y de aglomerados (MDP). El proceso productivo es altamente automatizado e incorpora los últimos adelantos tecnológicos en la producción de paneles, está compuesta por líneas de producción que a grandes rasgos, podrían resumirse como sigue: Línea de descortezado y astillado, Línea de preparación de fibras para el proceso MDF, línea de preparación de hojuelas para el proceso MDP, línea de fabricación de tableros MDF, Línea de fabricación de tableros MDP, líneas de lijado y corte de tableros y la línea de melaminizado (recubrimiento del tablero).

Para realizar su proceso de trabajo la materia prima es almacenada en silos, al finalizar el proceso de elaboración de los paneles de MDF, el polvo retenido en los filtros de manga se lleva al silo de polvo de aserrín, utilizado para la elaboración de tableros MDP, este proceso expone a los operadores y a la empresa a cualquier accidente explosivo.

En la empresa se han generado diferentes incendios específicamente en las instalaciones de la planta de Fibranova C.A, un caso fue en el año 2011 en el área de lijado ocurrió un incendio en la combi 4.1 ya que en los alrededores existen atmósferas explosivas potencialmente El Real Decreto (RD) 681/2003, define atmósfera explosiva como la mezcla con el aire, en las condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada, esto debido a la gran acumulación de polvo o partículas de fibra de madera, siendo estas sustancias inflamables y/o combustibles, se pueden observar en forma de niebla o polvo pudiendo mezclarse con el aire en cantidades peligrosas.

Uno de los factores presente que condiciona esta formación de atmósfera explosiva potencialmente peligrosa, aunque no es el único, es el polvo que genera la materia prima utilizada, madera de pino caribe. Cuanto mayor es la cantidad de sustancia, mayor es la dimensión de la atmósfera explosiva que se puede formar. Cabe destacar, que la granulometría de la sustancia combustible formada por nubes de polvo en el área del filtro de manga 680 de Fibranova, es muy fina (por tanto más fino es el polvo más riesgo de formación atmósfera explosiva) a raíz de esta situación se plantea evaluar la protección de las atmósferas explosivas en la empresa y así pueda estar al tanto de los factores necesarios para prevenir incendios y explosiones que puedan ocurrir en la planta.

Así mismo, esta situación ocasiona consecuencias, los principales efectos de una explosión sobre las personas se pueden clasificar en tres tipos: primarios, secundarios y terciarios. Los efectos primarios son aquellos que resultan del efecto directo de la onda de presión sobre el organismo; suelen producir mayores daños en órganos con alto contenido gaseoso, como por ejemplo los pulmones debido a su gran compresibilidad. Los efectos secundarios son los provocados por el impacto de objetos sobre el

cuerpo, pudiendo producirse contusiones, hematoma o incluso heridas abiertas. Los efectos terciarios tienen lugar cuando el cuerpo humano, por el efecto de la onda expansiva, se convierte en un proyectil que impacta contra objetos sólidos, contra el suelo o contra otras personas.

En relación con esto último, las explosiones, cuando se dan suelen tener consecuencias catastróficas por lo que se deben considerar como un riesgo más de la actividad industrial. El riesgo de explosión puede aparecer en cualquier empresa donde se manipulen sustancias.

Por todo lo anteriormente planteado, se desprenden las siguientes interrogantes de investigación: ¿Cuáles son los riesgos de explosión derivados de una atmósfera explosiva?, ¿Cuál es la probabilidad de formación y duración de atmósferas explosivas?, ¿Cuál es la valoración de las atmosfera explosiva?

## **1.2 OBJETIVOS**

A continuación se presentan tanto el objetivo General como los objetivos específicos planteados, los cuales son de vital importancia para llevar a cabo este estudio del filtro de manga 680 ubicado en el área de terminación de la empresa Fibranova C.A.

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar los riesgos de explosión derivados de la operación y funcionamiento del Filtro 680 ubicado en el área de Fibranova de la Empresa Masisa Venezuela.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar la posibilidad de formación de las atmósferas explosivas que hay en el filtro de manga 680.

2. Clasificar el área de riesgo del filtro de manga 680
3. Identificar las posibles fuentes de ignición efectivas en el área.
4. Determinar la probabilidad de presencia y activación de las fuentes de ignición en el filtro 680 .
5. Determinar la valoración del riesgo que pueda generarse en el filtro de manga 680 del área de lijado en Fibranova c.a
6. . Elaborar un plan para mitigar los riesgos presentes y encontrados.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN O IMPORTANCIA**

Con el objetivo de prevenir las explosiones y de proporcionar una protección contra ellas, toda empresa debe tomar medidas de carácter técnico y/u organizativo en función del tipo de actividad, siguiendo un orden de prioridades y conforme a los principios básicos siguientes: impedir la formación de atmósferas explosivas o cuando la naturaleza de la actividad no lo permita, evitar la ignición de atmósferas explosivas y atenuar los efectos perjudiciales de una explosión de forma que se garantice la salud y la seguridad de los trabajadores.

De allí la importancia del desarrollo del presente proyecto, el cual tiene como finalidad evaluar la protección contra atmósferas explosivas en el área de lijado de la empresa Fibranova C.A

### **1.4 ALCANCE**

La evaluación de la protección contra atmósferas explosivas de la empresa Masisa Venezuela será realizada en las instalaciones de la planta de Fibranova C.A en el área de Terminación específicamente en lijado al filtro

de manga 680, se realizará un estudio de los riesgos explosivos a este equipo De aspiración de polvo

## **1.5 LIMITACIONES**

A la hora de realizar el estudio se pueden presentar una serie de limitaciones lo cual afecta el desarrollo del mismo, entre ellos radica:

- La Falta de documentación previa sobre antecedentes del equipo y el departamento de lijado.
- La disponibilidad de tiempo los operadores, ya que estos ejecutan los trabajos rutinarios en la planta de supervisión en el área.

## CAPÍTULO II

### MARCO REFERENCIAL

En este capítulo se describe las generalidades de la empresa la MASISA Venezuela, desde sus objetivos hasta la descripción de su proceso de producción.

#### 2.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

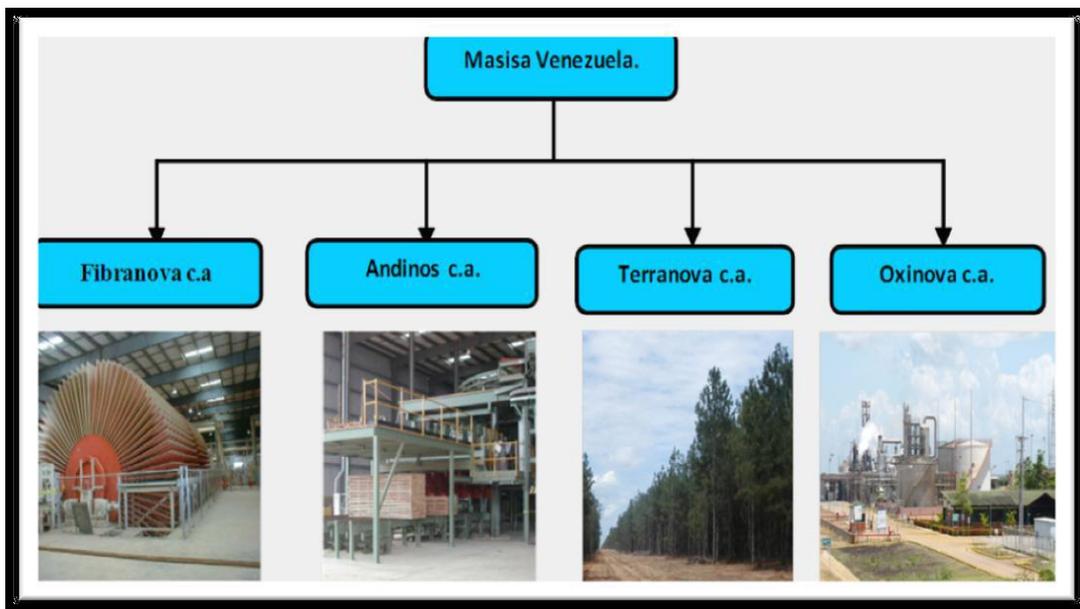
Grupo MASISA Venezuela. (FIBRANOVA, C.A., ANDINOS, C.A., TERRANOVA DE VENEZUELA, S.A. y OXINOVA, C.A).

MASISA Venezuela es una empresa dedicada a la producción maderera en Latinoamérica reconociendo el desarrollo sustentable como el marco de sus operaciones, optimizando el uso de los recursos humanos, materiales y económicos. Todas las actividades realizadas por la empresa son planificadas y coordinadas con el esfuerzo de todas las áreas, elaborando productos de calidad y de precio que cumplan con las expectativas de los clientes, asegurando el liderazgo de Masisa en el mercado tanto interno como externo.

MASISA se plantea como una marca confiable y cercana a todos sus públicos de interés. Lo anterior se traduce en relaciones estrechas con sus clientes, conociendo y atendiendo sus necesidades y ofreciéndoles soluciones innovadoras en cuanto a productos y procesos, así como en diálogos constantes con sus otros públicos y las comunidades aledañas a la

planta, de manera de conocer sus inquietudes y generar impactos positivos en todos los lugares donde la compañía opera.

La empresa MASISA Venezuela es un conjunto de Cuatro (4) empresas que se formaron para crear una sola corporación llamada Grupo Masisa Venezuela, estas son Terranova S.A, Fibranova C.A, Oxinova C.A y Andinos C.A(figura 1). La innovación de la compañía por su parte, tiene sustento tanto en sus productos y servicios, como también un sistema de gestión basado en el desarrollo sustentable, el cual tiene como objetivo asegurar la maximización de las utilidades en el largo plazo, a través de prácticas que contribuyan a la reputación de la marca, a disminuir riesgos de tipo social o ambiental y contribuyendo positivamente en los entornos donde se desenvuelve.



**Figura 1:** Masisa en Venezuela

**Fuente:** Departamento de Ingeniería

## 2.2 RESEÑA HISTÓRICA

Tras el desolador terremoto que arrasó la ciudad de Valdivia en 1960, un grupo de destacados vecinos desarrolló un proyecto industrial maderero, como una forma de paliar la crítica situación que vivía la región. En apenas tres años, en 1963, se puso en marcha la primera planta de tableros de partículas de Masisa en Valdivia. Cuatro años después en 1967, Masisa constituyó la empresa Forestal Tornagaleones, dedicada a la plantación de terrenos de aptitud forestal con especies de rápido crecimiento. De esta manera, respondía a la creciente demanda de la industria maderera, que coincidió con la reducción de la oferta tradicional de madera proveniente de los bosques naturales. Durante la década de los '90 la empresa desarrollo un importante crecimiento patrimonial en tierras y bosques, tanto en Chile como en Argentina, a través de su subsidiaria forestal Argentina, llegando a alcanzar más de 90.000 hectáreas de tierras forestales en forma conjunta en ambos países.

El Grupo MASISA de Venezuela está conformado por cuatro empresas: Terranova de Venezuela, S. A. (Siembra y tala de Pino Caribe); Andinos, C. A. (Aserradero); Fibranova, C. A. (Tableros de MDF y PB); y Oxinova, C. A. (Resinas), esta última pertenece al grupo en un 50%, pero es manejada en su totalidad por el Grupo.

### 2.2.1 Fibranova C. A

En Venezuela se constituye el 12 de Agosto del año 1998, la filial Fibranova denominada primeramente Tableros Andinos para la construcción de la planta de tableros, un aserradero y una planta de secado, la figura 2 muestra un angulo de la planta. La compañía tiene por objeto la producción y comercialización de tableros de madera y sus derivados, así como toda actividad de lícito comercio. La planta industrial está diseñada para la

producción de unos 250.000 metros cúbicos ( $m^3$ ) de tableros MDF y unos 120.000 metros cúbicos ( $m^3$ ) de tableros PB. La compañía comenzó su etapa industrial y comercial normal el 1 de Abril de 2003.



**Figura 2 :** Fibranova C.A

**Fuente:** Departamento de Ingeniería

### **2.2.2 Terranova De Venezuela S. A.**

Terranova de Venezuela tiene sus orígenes en los años 70, en la formación de aserradero Andinos. Terranova de Venezuela se constituyó como sociedad anónima bajo las leyes de la República de Venezuela con fecha 26 de Febrero de 1997. Su objetivo social es la compra, explotación y comercialización de madera. Su patrimonio Forestal está representando por un convenio con Proforca, disponiendo del vuelo de 52 mil hectáreas, además de contar con unas 80 mil hectáreas de terrenos propios.

### **2.2.3 Andinos C. A.**

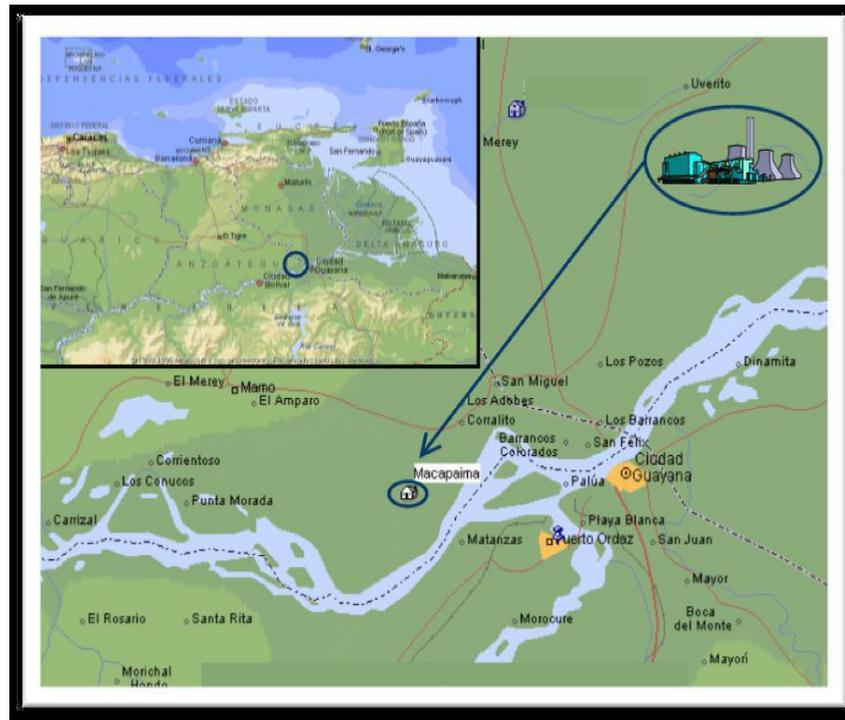
Se constituyó como compañía anónima bajo las leyes de la República de Venezuela en fecha 20 de Enero de 1999 y tiene como objeto la realización de actividades de aserró de maderas y la compra, explotación y comercialización de madera. Para ello la compañía con un aserradero de su propiedad con capacidad para procesar 150.000 metros cúbicos (m3) de madera. La compañía inicio su etapa industrial y comercial normal el 1 de Enero del 2002, la cual forma parte de un grupo de compañías relacionadas.

### **2.2.4 Oxinova C. A.**

Se constituyó como Compañía Anónima bajo las leyes de la República de Venezuela, con fecha 06 de Octubre de 1999, su objeto social es la construcción y operación de una planta de productos químicos en Venezuela, particularmente para la producción y comercialización de formaldehído y resinas para la producción de tableros de madera.

## **2.3 UBICACIÓN DE LA EMPRESA.**

Su planta industrial ubicada en la rivera norte del río Orinoco, Parroquia Mamo, Municipio Independencia, Estado Anzoátegui como lo mu, las oficinas administrativas en la Torre Balear, Pisos 2 y 5, como lo muestra la figura3.Avenida Cuchiveros, Alta Vista, Puerto Ordaz, y su domicilio fiscal se encuentran en Caracas Av. Francisco de Miranda, Edificio Parque Cristal Torre Oeste. Piso 3 Oficina 3-3, Los Palos Grandes.(Figura 3)



**Figura 3 :** Ubicación geográfica de la empresa

**Fuente:** Departamento de Ingeniería.

## 2.4 FILOSOFÍA DE GESTIÓN

### 2.4.1 MISIÓN

Crear valor para nuestros accionistas, clientes y sociedad a través del compromiso y trabajo en equipo de nuestros colaboradores, del manejo eficiente y sostenible de nuestros bosques y procesos productivos, y de la cercanía y transparencia con nuestros clientes, comunidades y proveedores.

Desarrollar una marca confiable, que se anticipa a las necesidades de los mercados por medio de la innovación en productos y servicios, que opera en forma comprometida con el medio ambiente y la sociedad, asegurando el desarrollo sostenible del negocio y generando una mejor calidad de vida para las generaciones actuales y futuras.

## **2.4.2 VISIÓN**

Ser reconocidos como la empresa líder en América Latina en la producción y comercialización de tableros de maderas para los muebles y arquitectura de interiores, logrando ser la mejor alternativa para nuestros clientes y creando valor económico dentro de los principios de ética y responsabilidad social y ambiental, generando la mayor rentabilidad de la industria.

## **2.4.3 OBJETIVO GENERAL**

Producir y comercializar productos de madera, operando dentro de un marco de ética y de responsabilidad social ambiental, diferenciándose por la forma de relacionarse con sus clientes y demás público de interés.

## **2.4.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Buscar permanentemente la creación de valor sostenible.
2. Mantener un comportamiento empresarial ético y transparente, con niveles de gobernabilidad.
3. Exigir una conducta personal honesta, íntegra y transparente.
4. Promover relaciones de confianza en el largo plazo con nuestros clientes, ofreciendo productos de calidad, innovadores, sustentables y servicios de excelencia.
5. Desarrollar equipos de alto desempeño, en un ambiente laboral sano, seguro y basado en el respeto a los derechos humanos.
6. Comprometer a interactuar con nuestros vecinos, comunidades, proveedores, sociedad y medio ambiente, fundamentados en el respeto mutuo y la cooperación.

## 2.5 PROCESO PRODUCTIVO DE LA PLANTA

Para su operación la planta cuenta con una serie de instalaciones, las cuales se han dividido en secciones:

Línea de Recepción de Materia Prima y Planta de Astillado (MPR).

Línea de Tableros de Fibra de Densidad Media (MDF).

Línea de Tableros de Partículas (MDP).

Línea de Planta Térmica.

Línea de Lijado.

Línea de Melamina.

Línea de Cut To Panel.

### 2.5.1 Línea de Recepción de Materia Prima y Planta de Astillado(MPR)

Esta sección es común para ambas líneas de producción y comprende un Sistema para el manejo de troncos y producción de astillas, así como la recepción de astillas, corteza y aserrín verde comprado a terceros.

Los troncos palpables llegan a la planta en camiones y se llevan a un patio de recepción y almacenamiento con capacidad para mantener un stock para dos semanas de operación. El área, de aproximadamente 254 m de largo por 70 m de ancho ( $17.780m^2$ ), es compacta, libre de piedras y con piso de asfalto o de cemento y sistemas de drenaje, con rejillas de desbaste para la retención de sólidos, para canalizar las aguas de lluvia.

Para la movilización y manejo de los troncos se utilizan grúas tipo Prentice o cargador frontal con garra o skidder, que descargan los camiones, forman las

pilas de almacenamiento, tomando el tronco desde el área de acopio y llevan hasta el descortezador, equipo con forma de tubo donde el tronco se hace girar y por acción del choque entre los troncos y con los elementos de corte en la pared interior del cilindro, se logra desprender toda la corteza.

La corteza cae en una correa transportadora que la lleva a una bodega techada. El sistema cuenta con una tolva para la recepción de corteza proveniente de Andinos C.A., para ser utilizada igualmente como combustible en la planta de energía. Antes de ser almacenada en el silo que dosifica a la planta térmica, la corteza se chequea con un detector de metales y se pasa por un molino para reducirla de tamaño.

Para alimentar la planta térmica se dispone igualmente de un silo para almacenar los desechos de fibra que se generan en diferentes puntos del proceso de elaboración de los tableros.

El tronco descortezado sigue por una correa transportadora hasta el astillador (*Chipper*), donde se obtienen astillas de aproximadamente una pulgada (2,54 cm). El astillador cuenta con extractor y filtro de mangas para retener las partículas, los mismos se extraen del filtro y se recirculan al unirlos, mediante una correa transportadora, con la pila de astillas para PB.

El sistema de recepción de materia prima cuenta con tolva de recepción de astillas (chips) sin corteza de proveedores externos, las cuales son transportadas hasta las pitas de almacenamiento. Las pilas de astillas están construidas sobre un piso de asfalto o concreto y canales de recolección de aguas de Lluvia. Los canales están cubiertos con una malla para retener los sólidos. Se tiene previsto que el astillador procese igualmente troncos con corteza y producir astillas con corteza que serán utilizadas en la elaboración

de los tableros MDP. Para el almacenamiento de astillas se dispone de dos pilas o silos, cada uno con capacidad para una semana de producción.

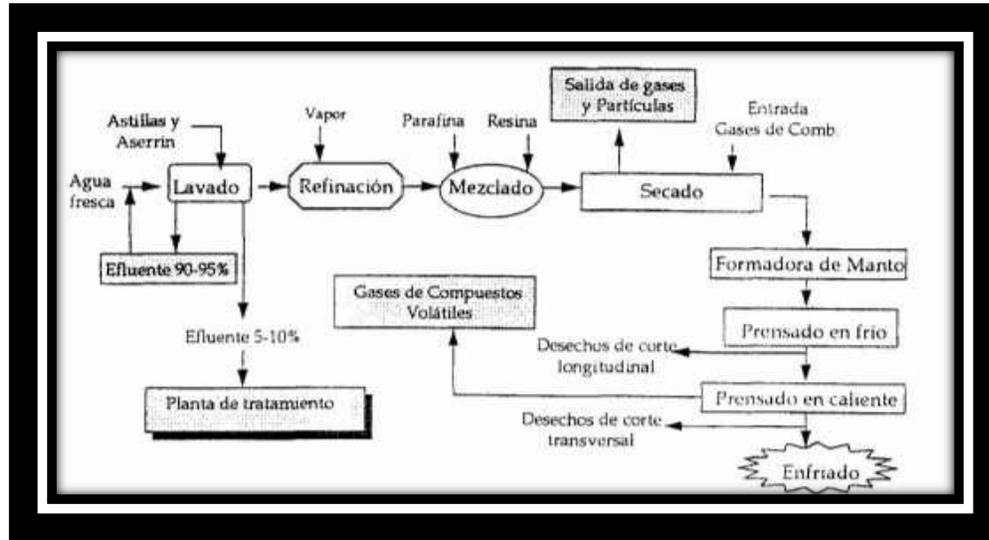
Otro tipo de materia prima que se recibe de proveedores externos es aserrín, el cual es transportado igualmente en camiones, se deposita en una tolva y mediante cinta transportadora se lleva al silo cerrado de almacenamiento. Por consideraciones ambientales, el diseño de la planta contempla que todas las cintas transportadoras de materia prima, en las áreas externas, son cerradas.

Adicionalmente, en el proceso se utiliza resina (urea-formaldehído) como aglomerante, parafina y cera emulsionada, las cuales se adicionan a la fibra, a fin de darle las características al producto. La parafina, utilizada solo en la elaboración del tablero MDF, es suministrada y almacenada en estado sólido (bloques) y para su uso es derretida en tanques enchaquetados. La cera emulsionada se utiliza para los paneles de MDP. Como medida de seguridad, los tanques de almacenamiento de resina y cera emulsionada disponen de fosas de retención para casos de derrame.

### **2.5.2 Línea de Tableros de Fibra de Densidad Media (MDF).**

Las astillas procedentes de las pilas de almacenamiento se hacen pasar por un detector de metales y luego un clasificador (criba vibratoria) donde se seleccionan las astillas. El material grueso rechazado se envía a la bodega techada que alimentan a la planta térmica, los finos se recirculan al proceso de MDP y las astillas caen a una correa transportadora que las lleva a un lavador, donde se limpian con agua para extraerle impurezas como arena y piedras. El agua utilizada en el lavado pasa por una serie de separadores para retirarle los sólidos y retornaría al estanque de lavado. En este proceso de separación se genera una purga de un 5 a 10% de agua que es enviada a

la planta de tratamiento y el 90 — 95 % se recircula al proceso. La figura 4 muestra el diagrama de flujo de la línea de producción de tableros MDF



**Figura 4:** Diagrama de Flujo de la Línea MDF

**Fuente:** Departamento de Ingeniería

Las astillas lavadas pasan al área de refinación, allí son descargadas en una tolva vaporizadora y luego a un precalentador, mediante lo cual la astilla se ablanda para pasar seguidamente al desfibrador mecánico o refinador, sistema presurizado a unos 8 bars, donde se separa la fibra (algodón de madera).

La línea está provista de una válvula para desviar la carga hacia un ciclón denominado de partida ("*start up cyclone*") donde se separa el vapor que es descargado a la atmósfera y la fibra húmeda se recoge para enviarla a la planta térmica. Esta operación ocurre en los arranques de planta y dura aproximadamente 3 minutos.

Una vez estabilizado el sistema, la fibra pasa por un mezclador estático donde se dosifica la parafina y la resina preparada, luego de lo cual se introduce en un secador de tubo (de aproximadamente 100 m de longitud), equipado con un ventilador que le suministra velocidad a los gases de combustión provenientes de la planta térmica. De esta manera se logra un contacto violento (*flash*) entre la fibra y los gases, permitiendo así el secado y transporte de la fibra hacia un par de ciclones. La temperatura de la mezcla fibra gases alcanza aproximadamente 180 °C.

Al salir del secador, la carga de fibra seca se distribuye a dos ciclones, por medio de lo cual además de la separación gases y fibra, se logra bajar la temperatura de la fibra a 120°C aproximadamente. Los gases de combustión con partículas que salen del ciclón se envían a un sistema de control de emisiones compuesto por un *scrubber* donde se retienen los gases de formaldehído y material particulado.

En el interior de todos los ductos y ciclones donde se transporta fibra seca se instalaron equipos de prevención de incendios, formados por detectores de partículas incandescentes y sistema automático de extinción.

La fibra que sale de los ciclones pasa a un separador de materiales denominado "*Sifter*" el cual separa las partículas de mayor peso que la fibra, tales como gomas que se forman de la resma y parafina que no logra mezclarse con la fibra, las cuales se envían a la planta térmica.

La fibra que sale del separador pasa a un ciclón, el aire separado se combina con aire caliente y se retorna al separador, de esta forma se logra mantener la temperatura de la fibra, la presión del sistema y una humedad de 10 %. La fibra separada pasa a la formadora de manto y luego al PRE-prensado hidráulico, ambos equipos están dotados de sistemas de extracción para la

emisión de partículas, los cuales son recirculados al sistema de separación de elementos pesados.

El panel al salir de la PRE-prensa recibe un corte de orillas preliminar, pasa por un detector de metales y luego a la prensa caliente, la cual utilizará aceite térmico a una temperatura de aproximadamente 280°C. La prensa está equipada con una campana para extraer los gases que se generan de la reacción de la resina con la fibra de madera, los cuales son enviados a un *scrubber*.

A la salida de la prensa, el tablero se corta longitudinal y transversalmente para pasar a la rueda de enfriamiento y posteriormente a la bodega de almacenamiento intermedia. En todos los puntos de corte del tablero existe la conexión de extractores, que toman las emisiones de partículas para enviarlas a filtros de mangas.

Los restos de tableros se repican y se llevan a la planta térmica, mientras que el polvo retenido en los filtros se lleva al silo de polvo de aserrín, utilizado para la elaboración de tableros PB.

### **2.5.3 Línea de Tableros de Partículas (MDP).**

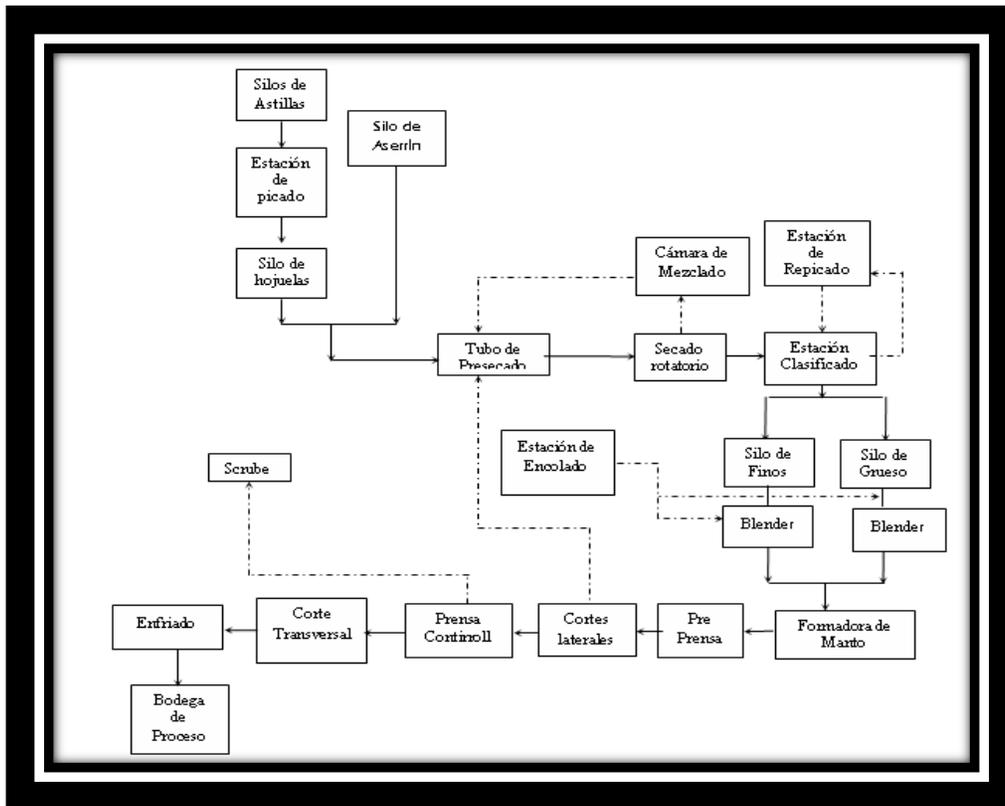
El proceso para la elaboración del tablero MDP se diferencia del anterior en que es un proceso "seco". La figura 5 muestra el diagrama de flujo del proceso. Los tableros de partículas (Tableros MDP) se elaboran a partir de astillas con y sin corteza, aserrín procedente de Andinos C.A. y un aserrín más fino (polvo), que se recolecta en los filtros de manga en diferentes puntos del proceso de producción. Para ello la planta cuenta con tres silos de almacenamiento, para hojuelas (chips), aserrín y polvo.

Las astillas con y sin corteza se dosifican a un sistema clasificador compuesto por zarandas vibratorias y molinos, donde las astillas se convierten en hojuelas. Este sistema está equipado con extractor y un ciclón donde se separan las partículas sólidas del aire, para ser reincorporadas a la cinta transportadora que lleva las hojuelas a almacenamiento. En este Proceso de clasificación las zarandas (harneros vibratorios) rechazan cualquier material de sobre tamaño, compuesto generalmente por nudos de la madera, los cuales son llevados a la planta térmica.

Los tres tipos de materia prima (hojuelas, aserrín y polvo) se dosifican y se llevan por medio de una cinta transportadora hacia un tubo secador, donde se ponen en contacto con los gases de combustión de la planta térmica.

Luego del tubo secador pasa a un secador rotatorio donde se completa el secado a la vez que se logra una mezcla homogénea del material. En el proceso de secado los gases de combustión con cierta cantidad de vapor y las partículas de polvo que son arrastradas, pasan a un sistema de ciclones donde se separan los gases para recircularlos y combinarlos con los gases calientes que se reinyectan al tubo secador, mientras que los sólidos se combinan con los que salen del secador para ser llevados por medio de cintas transportadoras hasta la estación clasificadora.

En la estación clasificadora el material se separa en partículas finas y medias que son enviadas a silos cerrados, para formar posteriormente las capas del tablero, mientras que las partículas gruesas o de sobre tamaño pasan a un repicado y se retornan al sistema de clasificación. El proceso de clasificación de partículas cuenta igualmente con un sistema de control de emisiones, conformado por extractores, ciclón para separar las partículas sólidas del aire y filtro de mangas.



**Figura 5:** Diagrama de flujo de la línea MDP

**Fuente:** Departamento de ingeniería.

#### 2.5.4 Línea de Planta Térmica.

La planta térmica tiene como función:

Suplir la energía necesaria para el proceso de secado de ambas líneas, mediante la utilización de los gases calientes de combustión (900- 925 °C). Calentar el aceite térmico, el cual alcanza una temperatura de 230 a 280 °C. Este aceite térmico es utilizado para el prensado en caliente de ambas líneas y para calentar el agua y generar el vapor que se requiere en el desfibrador. La planta térmica cuenta con los siguientes componentes principales:

Sistema de alimentación de combustible sólido para el distribuidor de Carga.

Cámara de combustión con: distribuidor de carga reciproco (parrilla inclinada móvil), en la parte inferior de la cámara; boquillas de quemado para los polvos de lijado, situados en la parte superior de la cámara; quemador de gas natural instalado sobre el techo de la cámara.

Chimenea de emergencia para ventear el humo en caso de fallas, como por ejemplo la falta del suministro de energía.

Cámara de mezclado para enfriar los gases que pasan a los multiciclones limpiadores y al secador a través de la dilución con aire externo.

Multiciclones limpiadores para la depuración del gas antes de pasar por el secador como medida de seguridad.

Caldera de aceite térmico, con bombas de circulación, enfriamiento de seguridad, tanques de expansión y drenaje.

Generador de vapor con sistema de alimentación de agua.

Sistema de control de procesos.

### **Descripción General del Sistema de planta térmica**

El combustible sólido (corteza, rechazos de astillas, restos de los procesos de cortado y repicado, desechos de fibra) es quemado dentro de la parte inferior de la cámara de combustión, la cual contiene una parrilla inclinada móvil que permite que el quemado se efectúe en tres etapas o zonas de procesos: zona de PRE-secado, zona de pirolisis, en el cual se liberan los

volátiles y carbón vegetal. Los volátiles combustionan en la parte superior de la cámara; mientras que el carbón vegetal se quema eficientemente en la última zona de quemado.

El gas caliente o gas combustible (flue gas) generado durante la combustión, pasa a través de unos multiciclones para evitar un transporte de partículas finas (aunque la generación de las mismas se considera despreciable) hacia el secador y como medida de seguridad de estos gases que son alimentados a 350 °C. Un mínimo de 20% de la producción de la planta debe provenir de la cámara de combustión inferior para evitar daños a los equipos.

La combustión del polvo de lijado, el cual contiene un alto poder calorífico, se realiza desde la parte superior de la cámara de combustión. Esta combustión acelera el proceso de quema (debido a la cantidad de calor emitido) del combustible sólido. El polvo no es introducido dentro de la cámara al menos que la temperatura sea mayor de 600 °C.

La temperatura interna del horno se mantiene menor que 1000 °C (900-925°C) por medio de la recirculación con un ventilador que induce el reciclaje de parte del aire de enfriamiento que se origina en el calentamiento del aceite térmico; esto permite la minimización en la producción de Oxido de nitrógeno (NO)<sub>x</sub>, así como la reducción de cenizas derretidas en las paredes internas del refractario que inducen a su desgaste.

En el sistema de aceite térmico se emplea un intercambiador de calor de aceite térmico para generar vapor a partir de agua PRE-tratada y calentada; la calidad del agua de alimentación es fundamental para minimizar la acumulación de minerales (sílice, hierro, calcio) en el generador de vapor. El sistema está ubicado a una distancia considerable de la cámara de combustión por razones de seguridad y mantenimiento.

La producción de gas caliente a través de la combustión del combustible sólido está completamente automatizada, al igual que el sistema de aceite Térmico. La quema del combustible sólido opera de acuerdo a una señal de demanda (requerimiento) del secador (lo cual depende a su vez del contenido de humedad en la línea de manto); mientras que la quema del polvo de lijado es controlada manualmente y depende de los niveles del polvo en el silo de almacenamiento. Esto, a su vez, está controlado por los fluctuantes niveles de alimentación de las líneas de lijado. En caso de que exista una sobreproducción de polvo en la línea MDF, esta es enviada desde los filtros de lijado hacia el silo de polvo de la línea MDP.

De darse un déficit energético, por ejemplo debido a una escasez de cortezas en el área de operación de la madera, el mismo puede ser satisfecho con la quema de gas natural en los quemadores localizados sobre la cámara de combustión.

### **2.5.5 Línea de Lijado.**

Esta sección es común para ambas líneas principales de producción. Los tableros, una vez que terminan su proceso de enfriamiento a la salida de la prensa, pasan a una bodega intermedia que permite almacenar pilas de tableros y/o pasarlos directamente a la línea de lijado o la línea de dimensionamiento.

El sistema de lijado permite calibrar y pulir las dos caras de los tableros y apilarlos, dependiendo de su clasificación superficial. Los tableros que superficialmente no cumplen los requisitos de calidad final son utilizados como tapas en el embalaje. Como producto del lijado se genera polvo que es retirado neumáticamente desde las lijadoras, separado en ciclones y

retirados del sistema en los filtros de mangas. Finalmente son enviados al edificio de almacenamiento de combustible de la planta térmica.

Esta línea es alimentada por los carros (también llamados satélites) de la bodega intermedia con pilas con una altura máxima de cuatro metros o un peso máximo de 60 toneladas. Esta posee dos estaciones de alimentación compuestas por una mesa elevadora y un transportador de cadena cada una, permanentemente alimentada de tableros desde la bodega de almacenamiento intermedia y donde el carro con ventosas alimentará los tableros de uno en uno a la mesa transportadora de rodillos para luego pasar el tablero por la primera máquina calibradora en donde se desbastará el 80% del sobre espesor del tablero y posteriormente pasarlo por la segunda máquina (lijadora) en donde se desbastará el 20% del sobre espesor y se le dará al tablero el acabado superficial.

#### **2.5.6 Línea de Melamina.**

El proceso de la línea de melamina, consiste en un recubrimiento de papel melamínico o chapa de madera sobre la superficie superior e inferior del tablero, pudiendo ser este un tablero MDF como MDP. Este proceso se realiza mediante la alimentación de uno o más tableros dimensionados a una línea, donde se le coloca la chapa o el papel melaminizado que se encuentra impregnado de resina, la cual que reacciona con la aplicación de temperatura, esto se lleva a cabo en una prensa hidráulica monoplato, en la mediante la aplicación de presión y temperatura se logra la adhesión del material a la superficie del tablero. La temperatura de los platos de calentamiento de la prensa, se logra mediante aceite térmico a una temperatura de 220°C con una presión de 5 bares.

El transportador de rodillos para pilas de tableros que se encuentra a la entrada de la línea, es el que se encarga de recibir el material y transportarlo a un carro de desplazamiento el cual distribuye de manera equitativa las pilas de tableros teniendo un movimiento transversal reversible. Luego que el material es recibido por dos plataformas elevadoras, que se encargan de levantar las pilas de tableros cada vez que se alimente un tablero a línea de producción, después un mecanismo empujador con nariz y ventosas, extrae el tablero de la pila enviándolo a la mesa alineadora, que alinea el tablero con respecto a la dirección de trabajo.

### **2.5.7 Línea de Cut To Panel.**

Esta es conocida como la línea de formateo y tiene como función recibir los tableros con las dimensiones estándares de salida de prensa (entradas máximas 7500mm x 2900 mm y mínimas 5000 x 2500mm), esta línea es alimentada por los satélites de salida de la bodega intermedia, los tableros ya lijados se almacenan en la bodega y son llevados a la estación de separación de pilas para luego alimentar a las dos mesas elevadoras de la línea de CUT To panel.

Posteriormente, por medio de un mecanismo de ventosas se forman paquetes (*book*) de 210 mm de alto, para realizarle los cortes correspondientes según el formato seleccionado (salidas máximas 4880 x 1850 mm, salidas mínimas 1850 x 940 mm). El paso siguiente, una vez realizados los cortes, es trasladar el paquete cortado por medio de la carretilla elevadora hasta la mesa formadora de paquetes y apilarlo a una altura cuyo rango está entre 750 y 900 mm. Pasa el paquete a la estación separadora de paquetes para posteriormente trasladarlo a la línea de embalaje, en donde se colocan tapas, tacos y flejes al paquete terminado, el



Cual es entregado a la bodega de productos terminados. Si el formato deseado es menor al mínimo de salida de Cut To panel, este tendrá que ser enviado a la línea de Cut To size por medio de montacargas.

## CAPÍTULO III

### MARCO TEÓRICO

El desarrollo de este capítulo muestra las bases teóricas necesarias para llevar a cabo el estudio de las protecciones contra atmosferas explosivas del filtro de manga 680 Fibranova C.A. La descripción y aplicación de los conceptos y herramientas aquí planteadas son fundamentales para obtener los resultados esperados.

#### 3.1 FILTRO DE MANGA

Un filtro mangas es un dispositivo para la separación de partículas sólidas en suspensión de una corriente gaseosa. No elimina la contaminación por compuestos volátiles. Los filtros mangas se utilizan sobre todo en instalaciones industriales como una alternativa a los precipitadores electrostáticos.

Se trata de un filtro que consta de diversas mangas tejidas dispuestas sobre cestas metálicas. El polvo se acumula en su parte externa. El material del tejido debe adaptarse al uso deseado y las condiciones existentes como la temperatura o la presencia de compuestos corrosivos. El tamaño de los poros limita el tamaño mínimo de las partículas retenidas.

Por control de diferencia de presión se puede determinar el grado de colmatación de los poros. De forma periódica o al superar un límite determinado se limpian aplicando una fuerte corriente de aire comprimido

desde dispositivos de presión en el sentido contrario al habitual. De esta forma se elimina la capa de polvo acumulada que se recoge con embudos dispuestos debajo del filtro y se regenera el equipo.

Sin embargo las mangas son piezas de desgaste que deben sustituirse cada cierto tiempo. El polvo acumulado debe tratarse adecuadamente. En algunos casos como la fabricación de tableros puede ser devuelto al proceso de fabricación.

### **3.2 ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS**

El Real Decreto (RD) 681/2003, que establece las disposiciones mínimas para la mejora de la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas define atmósfera explosiva como “ La mezcla con el aire, en las condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada”

### **3.3 TIPOS DE EXPLOSIÓN**

- Deflagración: La onda de presión avanza por delante del frente de llama normalmente a velocidad subsónica.
- Detonación: La onda de presión avanza con el frente de llama a una velocidad supersónica. Es un modo muy severo de propagación de la explosión.

### **3.4 CLASIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE RIESGOS**

El RD 681/2003 clasifica, las áreas de riesgo en las que pueden formarse ATEX en zonas. Para la identificación de la zona se considera la creación y duración de la ATEX, su probabilidad de formación y la cantidad.

Se consideran áreas de riesgo aquéllas en las que puedan formarse ATEX en cantidad esta les que resulte necesaria la adopción de precauciones especiales para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores afectados. Cabe destacar que, la clasificación en zonas de las áreas en las que pueden formarse ATEX debe tener en cuenta la frecuencia con que se produzcan atmósferas explosivas y su duración, en condiciones normales de explotación. Se entenderá por condiciones normales de explotación la utilización de las instalaciones de acuerdo con sus especificaciones técnicas de funcionamiento. Se establecen tres niveles de probabilidad de formación de ATEX, respectivamente para polvo combustible se definen las siguientes zonas:

#### **3.4.1 Zona 20**

Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire está presente de forma permanente, o por un período prolongado, o con frecuencia.

#### **3.4.2 Zona 21**

Área de trabajo en la que es probable la formación ocasional, en condiciones normales de explotación, de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire.

#### **3.4.3 Zona 22**

Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva en forma de nube de

polvo combustible en el aire o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante un breve período.

### **3.5 DETERMINACIÓN DE LA FUENTE DE IGNICIÓN**

El riesgo de explosión por atmósfera explosiva se va a materializar cuando la misma coexista con una fuente de ignición con capacidad para inflamarla.

Cada zona clasificada deberá examinarse para determinar las fuentes de ignición que puedan estar presentes y considerar su relevancia frente a la atmósfera explosiva.

Hay que evaluar cualquier fuente de ignición que pueda aparecer en las áreas donde puedan formarse ATEX.

Estas fuentes de ignición pueden ser fijas (aparatos y equipos fijos situados en zonas de riesgo) o pueden introducirse en las áreas de riesgo en razón de las actividades a realizar (equipos portátiles o medios de mantenimiento y transporte). Estos equipos y medios deben cumplir la normativa que le sea de aplicación y, en cualquier caso, se debe evaluar su idoneidad respecto al riesgo de explosión. Habrá que evaluar especialmente las actividades que se realizan en las áreas de riesgo y los equipos que en éstas intervienen, incluso el uso de herramientas manuales.

La norma 1127-1 define 13 fuentes de ignición capaces de iniciar una ATEX: superficies calientes; llamas y gases calientes(incluyendo partículas calientes); chispas de origen mecánico; material eléctrico; corrientes eléctricas parásitas-protección contra la corrosión catódica; electricidad estática; rayos; ondas electromagnéticas de radiofrecuencias y microondas; radiación óptica, incluyendo la radiación láser; radiación ionizante; ultrasonidos; compresión adiabática, ondas de choque y gases circulantes; y reacciones químicas exotérmicas (incluyendo la auto ignición de polvos).

### **3.6 POLVO COMBUSTIBLE**

Polvo Combustible: Particulado muy pequeño (<420 micrones) que cuando esta disperso en el aire tiene la capacidad de incendiarse bajo ciertas condiciones.

El NFPA 654 (2006) define el polvo combustible como un particulado sólido que presenta un riesgo de fuego o deflagración cuando está suspendido en el aire (u otro medio oxidante) a varias concentraciones independiente de tamaño o forma.

### **3.7 REAL DECRETO 681/2003**

REAL DECRETO 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. La norma contiene la definición de atmósfera explosiva, que se define como la mezcla con el aire, en condiciones atmosféricas, de sustancias inflamables en forma de gases, vapores, nieblas o polvos, en la que, tras una ignición, la combustión se propaga a la totalidad de la mezcla no quemada. Se contemplan en la norma, además, una serie de obligaciones del empresario con objeto de prevenir las explosiones y de proteger a los trabajadores contra éstas. El empresario deberá tomar diferentes medidas de carácter técnico u organizativo, siempre de acuerdo con los principios básicos que deben inspirar la acción preventiva, que se combinarán o completarán, cuando sea necesario, con medidas contra la propagación de las explosiones. De carácter específico son la obligación de evaluar los riesgos de explosión y la de coordinar, cuando en un mismo lugar de trabajo se encuentren trabajadores de varias empresas, además de la obligación de elaborar un documento de protección contra explosiones y de clasificar en zonas las áreas en las que puedan formarse atmósferas explosivas.



En la elaboración de este real decreto han sido consultadas las organizaciones empresariales y sindicales más representativas y ha sido oída la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

## CAPÍTULO IV

### DISEÑO METODOLÓGICO

A continuación, se exponen los aspectos referidos a la Metodología que se utilizó para el desarrollo del estudio planteado, indicando el tipo de estudio que se desarrolló, los Instrumentos utilizados y finalmente se especifica el procedimiento metodológico empleado.

#### 4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

- Proyectiva

Esta investigación será de tipo proyectiva ya que tiene como propósito proponer soluciones a una futura situación determinada, Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas.

- Evaluativa

Es una investigación evaluativa ya que será necesario evaluar ciertas Condiciones que exige la realización de la optimización del proyecto.

- Descriptiva

Esta es una investigación descriptiva ya que tiene como objetivo la descripción precisa del evento de estudio. Este tipo de investigación se asocia con el diagnóstico. El método se basa en la indagación, observación, el registro y la definición.

## **4.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

El diseño de la investigación concuerda con un diseño de campo, ya que se tiene contacto directo con las personas y equipos involucrados en el proyecto, basándose en una observación directa en las áreas afectadas, además se considera que es una investigación no experimental y factible.

## **4.3 POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **4.3.1 Población**

La población estará conformada por todas las áreas del proceso productivo de tableros MDF, MDP Y TERMINACION de la empresa Fibranova C.A, las cuales son la Línea de Recepción de Materia Prima y Planta de Astillado (MPR), Línea de Tableros de Fibra de Densidad Media (MDF), Línea de Tableros de Partículas (MDP), Línea de Planta Térmica, Línea de Lijado, Línea de Melamina y la Línea de Cut To Panel.

### **4.3.2 Muestra**

Como muestra se tomó el filtro de manga 680 del área del lijado del proceso productivo de Fibranova de la empresa MASISA, ya que este equipo ha tenido antecedentes de explosión.

## **4.4 TÉCNICA E INSTRUMENTO**

Según Tamayo y Tamayo (1986), define:

“Las técnicas de recolección de datos son la parte operativa del diseño investigativo. Hace relación al procedimiento, condiciones y lugar de la recolección de datos. Es importante considerar los métodos de recolección de datos y calidad de información obtenida, de ello dependerá que los datos sean precisos y obtener así resultados útiles y aplicables”.

Para la recolección de datos se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

- **Entrevistas:**

La entrevista es de manera no estructurada, es decir consiste en una conversación entre el entrevistado y el entrevistador, a fin de obtener del primero la información necesaria para recabar información de trabajos requeridos por cada área, a fin de analizarlos y crear planes de trabajo. Para ello Sabino C. (2002), define la entrevista como: “Una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una investigación. El investigador formula preguntas a las personas capaces de aportarle datos de interés, estableciendo un diálogo peculiar, asimétrico, donde una de las partes busca recoger informaciones y la otra es la fuente de esas informaciones...”

- **Observación Directa**

Constituye la principal fuente de información, esta permite comprobar, verificar, identificar y captar de manera física todo el proceso al que está sometido el estudio, de esta manera se describe de una mejor manera los fenómenos que ocurren y su posible solución.

- **Microsoft Excel**

Excel es un software que le permite crear tablas, y formatos. Este tipo de software se denomina software de hoja de cálculo. Excel le permite crear tablas que calculan de forma automática los totales de los valores numéricos especificados, imprimir tablas con diseños organizados y crear gráficos simples.

## **4.5 RECURSOS**

### **4.5.1 Recursos físicos**

- Libretas
- Hojas.
- Lapiceros, Lápices, resaltadores.
- Computador
- Impresora
- Fotocopiadora.
- Grapadora.
- Calculadora
- Bolsas plásticas
- IMAL
- Cribadora

### **4.5.2 Equipos de protección personal**

- Botas de Seguridad.
- Casco de seguridad.
- Lentes de seguridad.
- Camisa de seguridad.

- Mascarillas respiratorias.
- Protectores auditivos

#### **4.6 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO**

El desarrollo de este proyecto tiene como finalidad evaluar los riesgos derivados de atmosferas explosivas en el filtro de manga 680, esto será logrado mediante la realización de los siguientes objetivos específicos:

##### **4.6.1 Determinar la posibilidad de formación de las atmósferas explosivas que hay en el filtro de manga 680.**

En primer lugar, se debe determinar la posibilidad de formación de atmósferas explosivas en el filtro de mangas 680 ubicado en el área de lijado de Fibranova, esto se hará mediante el estudio de los parámetros característicos del polvo que es el material con que trabaja el filtro, partiendo de las muestras tomadas en el equipo y posteriormente estudiadas en el laboratorio de la planta y poder determinar la posibilidad de que el material se forme como atmósfera explosiva.

##### **4.6.2 Clasificar el área de riesgo del filtro de manga 680**

Una vez determinados los parámetros característicos del polvo se puede conocer la posibilidad de formación de la atex dentro del filtro de manga, puede ser de forma frecuente, ocasional o no probable y partiendo de eso se clasifica la zona de riesgo a la que pertenece el equipo.

#### **4.6.3 Identificar las posibles fuentes de ignición efectivas en el área.**

Se deben identificar las fuentes de ignición efectivas en el área donde se va a realizar la investigación mediante de inspecciones de campo en el área a estudiar.

#### **4.6.4 Determinar la probabilidad de presencia y activación de las fuentes de ignición en el filtro 680**

Se determina la probabilidad de presencia y activación de las fuentes de ignición en el filtro de manga 680 tomando en cuenta si la fuente de ignición es inexistente, si hay una posible fuente de ignición previsible o no previsible y una fuente de ignición en funcionamiento normal, todo esto se relaciona con el tipo de zona a la que pertenece el equipo y se determina si la probabilidad es despreciable, muy baja, baja, media, alta o muy alta.

#### **4.6.5 Determinar la valoración del riesgo que pueda generarse en el filtro de manga 680 del área de lijado en Fibranova c.a**

La valoración del riesgo que pueda generarse en el filtro de manga 680 se determina a partir de la probabilidad de materialización anteriormente determinada y relacionada con la severidad de las consecuencias dependiendo de la constante de explosividad de material y así conocer si el riesgo es leve, medio, alto o muy alto.

#### **4.6.6 Elaborar un plan de acción con medidas de prevención de riesgos derivados por atmosferas explosivas en el filtro de mangas.**

El plan de acción se elabora de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, se reflejara el objetivo que se quiere lograr, las acciones que deben tomarse, los responsables de que las acciones se lleven a cabo y el tiempo aproximado en que deben ejecutarse las acciones para cumplir el objetivo propuesto, cual es Establecer medidas de prevención a los riesgos derivados por atmosferas explosivas en el filtro de mangas 680

## CAPÍTULO V

### SITUACIÓN ACTUAL

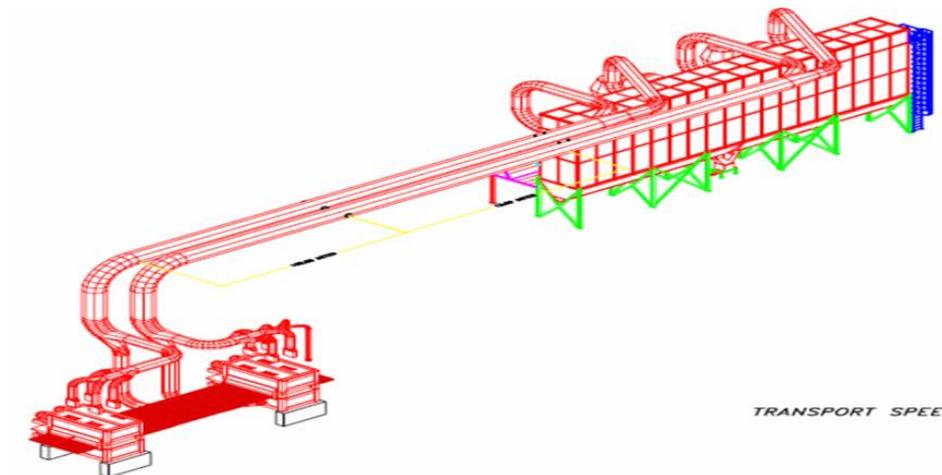
En el presente capítulo se muestran aspectos referentes al filtro de manga 680 ubicado en el área de lijado de la empresa FIBRANOVA C.A

#### **5.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL FILTRO DE MANGA 680**

El sistema de lijado permite calibrar y pulir las dos caras de los tableros y apilarlos, dependiendo de su clasificación superficial. Los tableros que superficialmente no cumplen los requisitos de calidad final son utilizados como tapas en el embalaje. Como producto del lijado se genera polvo que es retirado neumáticamente desde las lijadoras combi 4.1 y combi 4.5, separado en ciclones y retirados a través de un sistema de ducterías al filtro de mangas 680. Finalmente son enviados al edificio de almacenamiento de combustible de la planta térmica.

El filtro 680 actualmente recibe todo el polvo que proviene de la línea de lijado es transportado a través de los ductos por un sistema de aspiración, almacenando este material en las mangas internas que posteriormente mediante un sistema automatizado y un tornillo sinfín de transporte, traslada el aspirado al silo de almacenamiento 686 para la quema de biomasa en el área de planta térmica, dicho filtro cuenta con antecedentes de explosiones es por ello que se debe analizar los riesgos de explosión que influyen en este

equipo y así conocer la probabilidad de ignición y la valorización de la ATEX que pueda formarse en el filtro de manga 680 ya que trabaja con un material volátil que es la aspiración de polvo de pino caribe y por sus características se considera como un material inflamable . (Ver figura 6)



**Figura 5 :** Sistema Antiexplosivo en el filtro de mangas 680

**Fuente:** Departamento de Ingeniería

## 5.2 DATOS CARACTERÍSTICOS DEL FILTRO DE MANGA 680

El filtro de manga 680 ubicado en el área de lijado de FIBRANOVA C.A trabaja con polvo de aspiración de los tableros cuando están en el proceso de lijado, este equipo se fabricó en el año 1999, tiene un volumen de 382,33  $m^3$  dicha instalación posee de dos ventiladores radiales tipo HRVS 56-112RG, dos válvulas mariposas que son accionadas neumáticamente con un diámetro nominal de 1120 mm y contiene un aparato filtrante tipo RS- 110-14-2-FS el cual trabaja con una cantidad de gas de 180000  $m^3/h$ , una cantidad de cámara de 18 unidades y 504 mangas el material de las mangas es fieltro punzoñado de poliéster , la superficie filtrante es 1520  $m^2$ , posee un tornillo sinfín de 400mm y el motor de este equipo trabaja con una potencia

de 3 KW y además cuenta con un SAE:Sistema antiexplosivo KIDDE principal y un SAE: Sistema antiexplosivo GRECON.

### **5.3 DATOS CARACTERÍSTICOS DEL POLVO DE LIJADO**

El NFPA 654 (2006) define el polvo combustible como un particulado solido que presenta un riesgo de fuego o deflagración, independiente de tamaño o forma, cuando está suspendido en el aire (u otro medio oxidante) a varias concentraciones. En este caso se trabaja con polvo de aspiración de lijado de tableros que se realiza para pulir y calibrar las caras del tablero, este polvo del filtro de manga 680 posee ciertos parámetros característicos que se muestran a continuación (ver tabla 1).

**Tabla 1** : Parámetros característicos del polvo de lijado

GRANULOMETRÍA	El 94% de las partículas son < 100 $\mu$
% HUMEDAD	3,08 %
CONCENTRACIÓN	1% < 1250 $\mu$ 2 % < 500 $\mu$ 1% < 300 $\mu$ 1% < 250 $\mu$ 94% < 100 $\mu$
PRESIÓN	8.8 Bar
K(CONSTANTE DE EXPLOSIÓN)	210
DENSIDAD	185 kg/m <sup>3</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

Los parámetros característicos se determinaron en el laboratorio de la planta de masisa, a través de los equipos necesarios para estudiar las partículas del polvo que almacena el filtro de manga 680.

#### 5.4 SISTEMA GRECON

El filtro de manga 680 cuenta con la instalación extintora de chispa Grecon la cual protege de explosión e incendios a las tuberías de transporte y zonas de la instalación, en las cuales se transporta material inflamable (polvo de aspiración).

Este sistema trabaja con niveles de detecciones de chispas:

Nivel 1: Hasta 1 chispas

Nivel 2: Desde 5 hasta 900 chispas.

Nivel 3: Explosión

Se considera como riesgo elevado de incendio, si:

- Dura tanto que sobrepasa el límite de tiempo activado (5 seg.)
- .El detector cuenta tantas chispas que se ha sobrepasado el límite chispa / tiempo.(5 seg.)

El sistema Grecon Cuenta con una Central detectora de chispa ubicada en Sala de control del edificio II, el modo de funcionamiento e inspección se expresa en el manual de información Grecon .(ver figura 7)



**Figura 6:** Central detectora de chispa

**Fuente:** Departamento de PCR

## 5.5 SISTEMA KIDDE

El filtro de mangas 680 consta con el sistema de protección de explosiones kidde , el cual se activa al detectar llamas en el equipo. El sistema ofrece protección contra explosiones, pero no extingue los incendios que se producen después de una explosión.

## 5.6 ANTECEDENTES DE EXPLOSIÓN EN EL ÁREA DE LIJADO

En la tabla 2 se reflejan los antecedentes de explosión ocurridos en del filtro de mangas 680, se muestra la fecha del hecho y la descripción del mismo.

**Tabla 2 : Antecedentes de explosión en el área de lijado**

FECHA DEL REPORTE	DESCRIPCION
29-05-12	Explosión en ducto superior de la combi 4.1 en Lijado, detectado por sensor IR2,2 lo que ocasiono la descarga del sistema de supresión de explosión.
22-02-11	Conato de incendio en la combi 4,1, por fricción en eje de rodillos.
07-11-10	Se trata de incendio producido en la combi 4.1 de lijado, Posteriormente a la llamada vía radial del operador de dicha área Manuel Guzmán nos dirigimos al sitio al llegar al mismo se observo salir gran cantidad de humo de la combi 4.1 y a los operadores combatiendo el siniestro con los extintores que se encontraban en el área, posteriormente se desplegó una manguera de 1 1/2" y se procedió a extinguir los diferentes focos que estaban generando el humo, luego se realizo una inspección visual en el área, donde se observo que uno de los ejes del rodillo inferior había sufrido una rotura lo que podría haber sido la causa de la ignición del fuego; luego se realizo una inspección a la ducteria y a los grecom los cuales funcionaron correctamente.
19-02-09	El día Jueves 19 de Febrero del 2009 a las 10:00 horas durante el proceso normal de lijado de tableros 3 mm se produce una Explosión por deflagración del Filtro de Mangas 680, lo cual generó incendio en el interior del mismo y área adyacente del filtro. Los sistemas de seguridad se accionaron produciendo la detención inmediata de la línea de lijado.. Las acciones de extinción fueron realizadas por la brigada de emergencia, logrando extinguir el fuego totalmente en 30 minutos. El daño de la estructura del filtro fue menor debido al accionamiento efectivo de las compuertas explosivas. Durante el proceso de investigación se evidenció el origen del fuego en el lado descarga del tornillo izquierdo del filtro. Se observaron evidencias de roce de pieza metálica (encontrada en la válvula rotatoria) con el tornillo, lo cual produjo recalentamiento siendo esta la fuente de ignición generando la combustión desde el interior (Fondo) del filtro, esto se evidencio en el registro de activación del sistema grecon el cual detectó en fase 2 la llama posterior a la explosión

**Fuente:** Departamento de PCR

## CAPÍTULO VI

### ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se exponen los análisis y resultados obtenidos de la investigación realizada en el filtro de mangas 680 ubicado en la empresa FIBRANOVA C.A.

El filtro de manga 680 se evaluó partiendo de las obligaciones legales que dispone el Real Decreto 681/2003, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

La evaluación se realizó en cumplimiento de las obligaciones establecidas en los artículos 16 y 23 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en la sección 1.<sup>a</sup> del capítulo II del Reglamento de los Servicios de Prevención, el empresario evaluará los riesgos específicos derivados de las atmósferas explosivas, teniendo en cuenta, al menos:

- La probabilidad de formación y la duración de atmósferas explosivas.
- La probabilidad de la presencia y activación de focos de ignición, incluidas las descargas electrostáticas.
- Las instalaciones, las sustancias empleadas, los procesos industriales y sus posibles interacciones.
- Las proporciones de los efectos previsibles.

- Los riesgos de explosión se evaluarán globalmente.

La evaluación se realizó de acuerdo a la muestra de aspiración de polvo tomada del filtro de manga y posteriormente llevadas al laboratorio para realizar el estudio de los parámetros característicos del polvo y así conocer si existe riesgo de generación o presencia de atmosferas explosivas en el equipo.

Se considera que existe o se puede generar una atmosfera explosiva cuando la granulometría del material está por debajo de 420 micrones, la Presión máxima de material tiene como límite de explosividad de 7,7bar -10,8 bar, la k es la constante de explosividad del material y en cuanto la humedad mientras más seco este el material y más fino sea el mismo, la probabilidad de explosión es más alta.

El filtro de manga 680 entra entre los de recipientes y equipos con riesgo de generación o presencia de atmósferas explosivas, clasificados en función del estado de presentación de las sustancias inflamables (ver tabla 3)

**Tabla 3** Recipientes y equipos con riesgos de ATEX

	ESTADO DE PRESENTACION DE LAS SUSTANCIAS IMFLAMABLES/COMBUSTIBLES	
	GASES,NIEBLAS,VAPORES.	POLVOS
<b>RECIPIENTES Y EQUIPOS CON RIESGO DE GENERACIÓN Y PRESENCIA ATEX</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depósitos</li> <li>• Bombas de impulsión</li> <li>• Compresores</li> <li>• Cisternas</li> <li>• Mezcladores</li> <li>• Cabinas de pintado</li> <li>• Envasadores de aerosoles</li> <li>• Hornos y equipos de secado</li> <li>• Refrigeradores y congeladores</li> <li>• Sistema de extracción..</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sacos o contenedores</li> <li>• Equipos de ensacado</li> <li>• Ciclones</li> <li>• <b>Filtros de mangas</b></li> <li>• Molinos</li> <li>• Cribas</li> <li>• Silos</li> <li>• Tolvas</li> <li>• Atomizadores</li> <li>• Lechos fluidificados..</li> </ul>

**Fuente:** Real Decreto 681/2003

Siguiendo los principios básicos para el análisis de riesgo de la guía de notas de prevención de formación de una atex según el Real Decreto 681/2003 se realizaron las siguientes etapas para el estudio del material con que trabaja el filtro de mangas 680 del área de lijado de Fibranova C.A:

## **6.1 DETERMINACIÓN DE LA POSIBILIDAD DE FORMACIÓN DE UNA ATEX PELIGROSA**

El punto fundamental para determinar la posibilidad de formación de una ATEX es conocer los parámetros característicos del material con que se trabaja, el filtro de manga 680 trabaja con aspiración de polvo de pino Caribe, material que por su granulometría determinada en el laboratorio de planta FIBRANOVA C.A entra en los límites de explosividad ya que el 94% de las partículas que almacena el filtro de manga son menores a 100  $\mu$ , la humedad del material es de 3,08%, el porcentaje de concentración de partículas de polvo en el filtro es de un 1% menor a 1250  $\mu$ , un 2% menor a 500  $\mu$ , un 1% es menor a 300  $\mu$ , un 1% menor a 250  $\mu$  y un 94 %menor a 100  $\mu$ , el material tiene una presión máxima de 8.8 bar y además su constante de explosividad (k) es de 210 bar.m/s, todos estos datos característicos demuestran que el polvo de aspiración con que trabaja el filtro de manga de pino caribe es un material explosivo ya que sus características están dentro de los límites de explosividad.

## **6.2 CLASIFICACIÓN DEL ÁREA DONDE PUEDE FORMARSE LA ATEX DEL FILTRO DE MANGA 680**

Según el real decreto 681/2003 las áreas de riesgo se clasificaron en zonas teniendo en cuenta la frecuencia con que se produzcan atmósferas explosivas y su duración, cada una de las zonas que clasifican A continuación

### **Zona 20**

Área de trabajo en la que una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire está presente de forma permanente, o por un período de tiempo prolongado, o con frecuencia.

## Zona 21

Área de trabajo en la que es probable la formación ocasional, en condiciones normales de explotación, de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire.

## Zona 22

Área de trabajo en la que no es probable, en condiciones normales de explotación, la formación de una atmósfera explosiva en forma de nube de polvo combustible en el aire o en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo permanece durante un breve período de tiempo.

Una vez determinada las características básicas del material con que trabaja el filtro de manga 680, de debe analizar la posible formación de la ATEX. La posibilidad de formación vendrá determinada por la presencia , concentración Y duración de la sustancia inflamable en este caso el polvo de pino caribe en el filtro de manga 680 tiene un 94% de concentración de partículas con granulometría menor a 100 micrones, es decir es una partícula muy fina. El RD 681/2003 clasifica, las áreas de riesgo en la que pueden formarse ATEX en zonas, anteriormente explicadas según la clasificación de zonas el filtro de manga 680 se considera zona 20 ya que su posibilidad de formación ATEX es permanente o frecuente (ver tabla 4), se determina tomando en cuenta sus parámetros característicos y la frecuencia con que pueda formarse una ATEX en este equipo. El filtro de manga 680 se considera área de riesgo ya que puede formarse ATEX en un nivel tal que resulta necesario la adopción de precauciones especiales para proteger la salud y seguridad laboral de las personas que laboran en esta área.

**Tabla 4** : Clasificación de las áreas en las que puedan formarse atmosferas explosivas

		Estado de presentación de las sustancias inflamables	
Formación de la ATEX	Duración de la ATEX	Gas, vapor o niebla	Nube de polvo combustible
Permanente o frecuentemente	Tiempo prolongado	Zona 0	<b>Zona 20</b>
Ocasional	Ocasional	Zona 1	Zona 21
No probable	Breve periodo	Zona 2	Zona 22

**Fuente:** Real Decreto 681/2003

### 6.3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS POSIBLES FUENTES DE IGNICIÓN EFECTIVAS.

Para la identificación y análisis de las posibles fuentes de ignición se realizó un check list, para la verificación de los factores que puedan influir en la explosión. La norma 1127-1 define 13 fuentes de ignición capaces de iniciar una ATEX, estas se tomaron en cuenta para la realización del check list (ver tabla 5) Se realizó una inspección en el área para verificar la existencia de las fuentes de ignición y determinar cuáles son las existentes en el equipo.

**Tabla 5 :** Check List de fuentes de Ignición en el filtro de manga

FUENTE DE IGNICION	SI	NO
Llamas y gases calientes (incluyendo partículas calientes)		x
Chispas de origen mecánico	x	
Material eléctrico	x	
Corrientes eléctricas parasitas- protección contra corrosión catódica		x
Ondas electromagnéticas radiofrecuentes		x
Reacciones químicas exotérmica		x
Microondas		x
Radiación óptica(incluyendo radiación laser)		x
Radiación ionizante		x
Ultrasonido		x
Compresión adiabática		x
Ondas de choques y gases circulantes		x

**Fuente:** Elaboración Propia

En el filtro de mangas 680 existen fuentes de ignición basándose en el check list realizado anteriormente ya que este muestra que existen como fuente de ignición como chispas de origen mecánico en el equipo y material eléctrico, tomando en consideración que estas son posibles ignición en caso de disfuncionamiento previsible.

#### **6.4 DETERMINACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE LA PRESENCIA Y ACTIVACIÓN DE LAS FUENTES DE IGNICIÓN**

La probabilidad de materialización del riesgo de un ATEX en el filtro de manga 680 fue determinado luego de chequear las posibles fuentes de ignición que hay en el mismo y de acuerdo a la zona a la cual pertenece.

Se determinó que en el filtro de manga existen posibles ignición en caso de Disfuncionamiento previsible, y además el equipo es zona 20 (ver tabla 6)

**Tabla 6** Probabilidad de materialización del riesgo derivado de una ATEX en función la probabilidad de presencia y activación de las fuentes de ignición y de la posibilidad de formación de una ATEX peligrosa

	<b>Clasificación del área de Riesgo</b>			
	<b>No clasificada</b>	<b>Zona 2/22</b>	<b>Zona 1/21</b>	<b>Zona 0/20</b>
<b>Probabilidad de ignición</b>	<b>No clasificada</b>	<b>Zona 2/22</b>	<b>Zona 1/21</b>	<b>Zona 0/20</b>
<b>Fuentes de ignición inexistente</b>	Despreciable	Despreciable	Despreciable	Despreciable
<b>Posible ignición en caso de disfuncionamiento raro o fallo no previsible</b>	Despreciable	Muy baja	Baja	Media
<b>Posible ignición en caso de disfuncionamiento previsible</b>	Despreciable	Baja	Media	Alta
<b>Posible ignición en funcionamiento normal</b>	Despreciable	Media	Alta	Muy Alta

**Fuente:** Real decreto 681/2013

## 6.5 ESTIMACIÓN / VALORACIÓN DEL RIESGO EN ATEX

Una vez conocidos los parámetros anteriormente expuestos se debe proceder a la estimación de riesgo, entendiendo como tal la determinación de la probabilidad de materialización del riesgo derivado de una ATEX y la severidad de las consecuencias del riesgo que genere el filtro 680, Los límites de explosión de la madera para la presión máxima son entre 7.7 bar y 10.5 bar y el material con que trabaja el filtro de manga es de 8.8 bar y en

cuanto a la constante de explosividad (K) los límites están entre  $83 \text{ bar.m/s}$  y  $211 \text{ bar.m/s}$  y el filtro de manga trabaja con una K de  $213 \text{ bar.m/s}$  (ver Figura 8) en este caso el material tiene una probabilidad de materialización alta y en cuanto a la severidad de las consecuencias es muy alta ya que la presión y la constante de explosividad están entre los límites de explosión antes mencionados por lo tanto la Valoración del riesgo de la ATEX es un riesgo muy alto.(ver tabla 7)

**Figura 8:** Valores de K y Pmax para los límites de explosión

<b>Valores de <math>K_{st}</math> [bar.m/s] y <math>P_{m\acute{a}x}</math> [bar]</b>		
<b>Tipo de polvo</b>	<b><math>P_{m\acute{a}x}</math></b>	<b><math>K_{st}</math></b>
PVC	6,7 – 8,5	27– 98
Leche en polvo	8,1 – 9,7	58 – 130
Polietileno	7,4 – 8,8	54 – 131
Azúcar	8,2 – 9,4	59 – 165
Resina	7,8 – 8,9	108 – 174
Madera	7,7 – 10,5	83 – 211
Celulosa	8,0 – 9,8	56 – 229
Pigmentos	6,5 – 10,7	28 – 344
Aluminio	5,4 – 12,9	16 – 750

**Fuente:** Capacitación de Riesgos atex

**Tabla 7:** Valoración del riesgo derivado de una ATEX en función de la probabilidad de materialización del riesgo y la severidad de las consecuencias

	SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS			
PROBABILIDAD DE MATERIALIZACION	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
MUY BAJA	Riesgo leve	Riesgo medio	Riesgo medio	Riesgo alto
BAJA	Riesgo leve	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo muy alto
MEDIA	Riesgo leve	Riesgo alto	Riesgo alto	Riesgo muy alto
ALTA	Riesgo medio	Riesgo alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto
MUY ALTA	Riesgo medio	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto	Riesgo muy alto

Fuente: Real Decreto 681/2003

## 6.6 ELABORACIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN PARA MITIGAR LOS RIESGOS EN EL FILTRO DE MANGAS 680.

El siguiente plan se realizó tomando cuatro puntos claves para desarrollarse y así prevenir riesgos de formación ATEX en el área, los cuales son el objetivo que se quiere cumplir, las acciones que deben tomarse, los responsables de que esas acciones se lleven a cabo de forma correcta y el tiempo estimado en el que deben cumplirse esas acciones para así lograr el objetivos propuesto.

Finalmente se muestra que el filtro de manga 680 es un equipo con riesgo de formación ATEX, que pertenece a la zona 20 y la probabilidad de materialización del riesgo es muy alto, se recomienda poner en práctica el plan de acción propuestodonde se establecen medidas de prevención a los

riesgos derivados por atmosferas explosivas en el filtro de mangas y así evitar cualquier accidente en el área.(ver tabla 8)

**Tabla 8:** Plan de acción para mitigar los riesgos en el filtro de mangas 680

PLAN DE ACCIÓN PARA MITIGAR LOS RIESGOS EN EL FILTRO DE MANGAS 680			
OBJETIVO	ACCIONES	RESPONSABLE	TIEMPO
<p>Establecer medidas de prevención a los riesgos derivados por atmosferas explosivas en el filtro de mangas 680</p> <p>Mitigar los riesgos de explosión en el filtro de mangas 680</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar el funcionamiento del sistema GreCon.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rafael Flores</li> </ul>	Mensual
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verificar la operatividad del sistema KIDDE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rafael flores</li> </ul>	Mensual
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar la condición de las mangas del equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Víctor Gil</li> </ul>	Mensual
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Asegurar el cumplimiento del programa de mantenimiento de la línea de lijado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rafael flores</li> </ul>	Mensual
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dotar el área herramientas básicas para el combate inicial de un Incendio, tales como extintores, paños de mangueras e hidrantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lisbeth Bustamante</li> </ul>	Mensual
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Señalizar el filtro como equipo de riesgo de formación de atmosferas explosivas perteneciente a la ZONA 20.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lisbeth Bustamante</li> </ul>	Única
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar limpieza a las ducterías de las combi 4.1, 4.5 y el filtro 680.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Víctor Gil</li> </ul>	Mensual
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar limpieza continua en el área circundante al filtro donde hay acumulación de polvo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Victor gil</li> </ul>	Cada turno

Continuación : **Tabla 8**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la tolerancia de los repuestos antes de ser instalados al equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rafael flores</li> </ul>	<p>Cuando aplique</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de lijas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rafael flores</li> </ul>	<p>Cada 16 Horas</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear el área externa con el fin de detectar cualquier eventualidad en el equipo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operador de turno</li> </ul>	<p>Cada turno</p>

**Fuente:** Elaboración propia

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación realizada, se concluye lo siguiente:

1. Se Determinó la posibilidad de formación de una ATEX peligrosa en filtro de manga 680 .
2. De acuerdo a las muestras de las partículas tomadas en el laboratorio se identificaron los parámetros característicos del polvo dando como resultado que es un material explosivo
3. Se Clasifico el área donde puede formarse la ATEX del filtro de manga 680 de acuerdo al real decreto 681/2003, el filtro de manga es una zona 20 ya que es una área donde la presencia de la ATEX es de forma permanente o frecuente con un tiempo prolongado.
4. Se Identificaron y analizaron las posibles fuentes de ignición efectivas en el filtro de manga 680
5. Se determinó que la probabilidad de la presencia y activación de las fuentes de ignición en el filtro de manga es alta, tomando en cuenta que son fuentes de ignición que se dan en caso de disfuncionamiento previsible.
6. Se realizó la determinación de la estimación y valoración del riesgo de ATEX en el equipo estudiado dando como resultado que el filtro de manga 680 tiene un riesgo muy alto de explosión derivado de una formación ATEX

7. Se elaboró un plan de acción con medidas de prevención a los riesgos derivados por atmosferas explosivas en el filtro de mangas 680.

## RECOMENDACIONES

Partiendo de los resultados y las conclusiones obtenidas en la investigación realizada, como medidas preventivas básicas para las personas que operan en el área donde se encuentra el filtro de manga 680 se recomienda:

1. Señalizar el área y el equipo como una zona 20 (zona de atmosfera explosiva peligrosa)
2. Capacitar al personal sobre los riesgos y la probabilidad de ATEX que existe en esta área.
3. Usar herramientas adecuadas a la zona para evitar la producción de chispas.
4. Desarrollo de protocolos de actuación en caso de emergencia.
5. Poner en práctica el plan de acción planteado.
6. Se recomienda la elaboración de un Documento de Protección Contra Explosiones para las actividades que se vayan a realizar en presencia de atmósferas explosivas.

## BIBLIOGRAFIA

- Departamento SMS .Informe de investigación de accidentes. Versión 03
- Archivo de Fibranova C.A. Documentación del cliente.N°.Com: 82.230 963.00.
- Departamento de ingeniería. Documentación interna. Fecha: abril 213
- Real decreto681/2003 sobre la protección de la salud y la Seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosiva en el lugar de trabajo [en línea].2003. España,[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2003/681\\_03/PDFs/realdecreto6812003de12dejuniostobrelaprotecciondelasal.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2003/681_03/PDFs/realdecreto6812003de12dejuniostobrelaprotecciondelasal.pdf)
- Carmen Alonso Martín [en línea].Evaluación de los riesgos específicos derivados de las atmósferas explosivas (ATEX). NTP-876 -notas técnicas de prevención, España INHT. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTécnicas/NTP/Ficheros/821a921/876w.pdf>
- Elaboración del marco teórico[Disponible en línea] <http://www.monografias.com/trabajos-ppt2/optimizacion-sistema-gestion-seguridad-e-higiene-industrial/optimizacion-sistema-gestion-seguridad-e-higiene-industrial.shtml>
- Elaboración del marco teórico[Disponible en línea] <http://www.quiminet.com/articulos/definicion-de-sustancias-toxicas-inflamables-y-explosivas-7081.htm>
- Elaboración del marco teórico[Disponible en línea] <http://definicion.de/explosion/>
- Ley de prevención de riesgos laborales[en línea] (LPRL).<http://www.ugt.es/DatoBasico/prl08.pdf>



- Capacitación de riesgos de riesgos atex. Wilmer Gutiérrez ,Masisa Venezuela