

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
“INDOAMÉRICA”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

“ANÁLISIS DEL PROCESO DE SECADO Y SU INCIDENCIA EN LA  
SEGURIDAD DE LA EMPRESA MADEORTEGA S.A”

---

Informe de investigación presentada como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

AUTOR:

Albuja Salazar Christian Germán.

TUTOR:

Ing. Wilson Chancusig MsC.

QUITO - ECUADOR

2014

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Director del Proyecto: “ANÁLISIS DEL PROCESO DE SECADO Y SU INCIDENCIA EN LA SEGURIDAD DE LA EMPRESA MADEORTEGA S.A” presentada por Christian Germán Albuja Salazar, para optar por el título de Ingeniero Industrial, CERTIFICO que dicho proyecto de tesis ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Quito, Julio 2015.

EL TUTOR

Ing. Wilson Chancusig MsC.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

El abajo firmante, declara que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente proyecto de tesis, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales, de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Christian Germán Albuja Salazar

CI. 1716640915

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Proyecto de aprobación de acuerdo con el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

Quito,.....

Para constancia firman:

**TRIBUNAL DE GRADO**

**F.....**

**PRESIDENTE**

**F.....**

**VOCAL**

**F.....**

**VOCAL**

## DEDICATORIA

Dedico a Dios por darme la vida, salud, fuerza y sabiduría necesaria para terminar mi tesis, a mi esposa, hijo que son los pilares fundamentales en mi vida y que por ellos lo estoy logrando, a mi Madre que me inculcó cariño y perseverancia en mi para poder terminar mi carrera a pesar de todas las adversidades, a mi padre y hermanas que siempre me apoyaron.

Germán

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía, a mi esposa y a mi hijo por estar siempre conmigo y ser mi fuerza para seguir adelante, a mi madre y padre por ser un ejemplo de vida y enseñarme los valores que hoy hacen de mí un profesional a mis suegros que fueron mis segundos padres y me apoyaron siempre cuando más los necesite.

Germán

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA .....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xv
RESUMEN EJECUTIVO .....	xvi
EXECUTIVE SUMMARY .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	2
EL PROBLEMA.....	2
Tema: .....	2
Línea de Investigación. ....	2
Planteamiento del problema .....	3
Contextualización .....	3
Meso.....	4
Micro.....	6
Análisis Crítico .....	9
Delimitación de la investigación .....	10
Prognosis .....	10

Justificación.....	11
Objetivos .....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos.....	12
CAPÍTULO II.....	13
MARCO TEORICO.....	13
Antecedentes Investigativos:.....	13
Fundamentación Legal.....	13
Fundamentación Técnica .....	15
Marco Conceptual.....	20
Ingeniería Industrial .....	20
Producción.....	21
Procesos.....	22
Sistema de secado .....	25
La Madera .....	26
Propiedades físicas y mecánicas de la madera .....	27
Clases de Madera.....	29
Tipos de secado .....	30
Gestión de Riesgos.....	34
Tipos de Riesgo .....	35
Riesgos Químicos .....	40
Riesgos biológicos .....	41
Riesgos ergonómicos .....	41

La Postura.....	42
Estrés y condiciones de trabajo .....	42
Seguridad Industrial.....	42
Condiciones ambientales adecuadas de trabajo.....	43
Causas de los accidente.....	50
Tipos de accidentes de trabajo.....	55
Orden higiene en el área de trabajo .....	55
Utilización adecuada de los equipos de seguridad personal en el área de trabajo .....	56
Hipótesis.....	57
Señalamiento de Variables .....	58
CAPÍTULO III .....	59
METODOLOGÍA.....	59
Enfoque de la modalidad.....	59
Modalidad y tipos de la investigación .....	59
Descriptiva.....	60
Población.-.....	60
Muestra.....	60
Operacionalización de la Variable Independiente .....	61
Operacionalización de la Variable Dependiente .....	62
Recolección de la Información.....	63
Procesamiento y Análisis de la Investigación .....	63

CAPÍTULO IV .....	65
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	65
Verificación de la Hipótesis .....	82
Conclusiones y recomendaciones .....	89
Conclusiones.....	89
Recomendaciones. ....	89
CAPÍTULO V .....	90
PROPUESTA .....	90
Título.....	90
Datos Informativos .....	90
OBJETIVOS.....	91
Objetivo General.....	91
Objetivos Específicos.....	91
Justificación.....	91
Análisis de factibilidad Legal.....	92
Análisis de la factibilidad Científica-Técnica .....	92
Análisis de factibilidad Económica Financiera .....	93
Metodología.....	93
Programación.....	94
Cronograma de actividades .....	94
Matriz de priorización para la selección del sensor.....	107
Elementos a utilizar .....	111
Conclusiones.....	117

Recomendaciones.....	117
Anexos.....	119
BIBLIOGRAFÍA .....	131

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No 1. Variable Independiente: Sistema de Secado .....	61
Tabla No 2. Variable Dependiente: Seguridad.....	62
Tabla No 3 Recolección de la Información.....	63
Tabla No 4. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados may-13 .....	66
Tabla No 5. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados jun-13 .....	68
Tabla No 6. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados Jul-13.....	69
Tabla No 7. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos Inesperados ago-13.....	70
Tabla No 8. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados Sep-13 .....	71
Tabla No 9. Informe de Horas No Trabajadas en la Planta por Eventos Inesperados Oct-13 .....	72
Tabla No 10. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados nov-13 .....	73
Tabla No 11. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados dic-13.....	74
Tabla No 12. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados ene-14.....	76
Tabla No 13. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados feb-14 .....	77
Tabla No 14. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados mar-14 .....	78
Tabla No 15. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados abr-14 .....	79
Tabla No 16. Informe de Horas No Trabajadas en la Planta por Eventos Inesperados May-14.....	80

Tabla No 17. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados jun-14 .....	81
Tabla No 18. Valores para Interpretar el Coeficiente de Correlación .....	85
Tabla No 19. Coeficiente de Correlación Calculado en Excel.....	85
Tabla No 20. Resultado coeficiente de correlación. ....	86
Tabla No 21. Datos recolectados de la investigación. ....	87
Tabla No 22. Cálculo de Coeficiente de Correlación .....	88
Tabla No 23. Detalle de actividades y tiempos de ejecución.....	94
Tabla No 24. Diagrama de Gantt.....	95
Tabla No 25. Tabla NFPA para cálculo de riesgo según su clasificación .....	96
Tabla No 26. Selección del extintor que se debe utilizar .....	97
Tabla No 27 . Selección de la tubería para el diseño .....	100
Tabla No 28. Cantidad de accesorios para el diseño .....	101
Tabla No 29. Selección del material de la tubería a utilizar. ....	103
Tabla No 30. Dimensiones de tuberías de Acero .....	103
Tabla No 31. Diagrama de Moody .....	105
Tabla No 32. Rugosidad absoluta de materiales.....	105
Tabla No 33. Matriz de Criterios.....	108
Tabla No 34. Matriz para análisis (bajo costo).....	109
Tabla No 35. Matriz para análisis (velocidad de respuesta) .....	109
Tabla No 36. Matriz para análisis (condiciones de medición).....	109
Tabla No 37. Matriz para análisis (confiabilidad).....	110
Tabla No 38. Matriz para análisis (alcance de medición).....	110
Tabla No 39. Matriz para análisis (facilidad de instalación).....	110
Tabla No 40. Resultado final para la selección del sensor.....	111
Tabla No 41. Costos directos para la implementación del sistema contra incendio.....	113

Tabla No 42. Costo indirecto del proyecto (mano de obra).....	114
Tabla No 43. Costo total del proyecto.....	114
Tabla No 44. Tiempo en el que se recupera la inversión.....	115
Tabla No 45. Cálculo del valor actual neto (VAN).....	116
Tabla No 46. Cálculo de la tasa interna de retorno (TIR).....	116

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No 1. Árbol de Problemas .....	16
Gráfico No 2. Red de Categorías.....	17
Gráfico No 3. Constelación de ideas de la Variable Independiente .....	18
Gráfico No 4. Constelación de ideas de la Variable Dependiente.....	19
Gráfico No 5. Horas de para por eventos inesperados mayo 2013.....	66
Gráfico No 6. Horas de para por eventos inesperados junio 2013 .....	68
Gráfico No 7. Horas de para por eventos inesperados julio 2013 .....	69
GráficoNo 8. Horas de para por eventos inesperados agosto 2013 .....	70
Gráfico No 9. Horas de para por eventos inesperados septiembre 2014 .....	71
Gráfico No 10. Horas de para por eventos inesperados octubre 2014.....	72
Gráfico No 11. Horas de para por eventos inesperados noviembre 2014.....	73
Gráfico No 12. Horas de para por eventos inesperados diciembre 2014.....	74
Gráfico No 13. Horas de para por eventos inesperados enero 2014.....	76
Gráfico No 14. Horas de para por eventos inesperados febrero 2014 .....	77
Gráfico No 15. Horas de para por eventos inesperados marzo 2014.....	78
Gráfico No 16. Horas de para por eventos inesperados abril 2014 .....	79
Gráfico No 17. Horas de para por eventos inesperados mayo 2014.....	80
Gráfico No 18. Horas de para por eventos inesperados junio 2014. ....	81

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**TEMA:** “ANÁLISIS DEL PROCESO DE SECADO Y SU INCIDENCIA EN LA SEGURIDAD DE LA EMPRESA MADEORTEGA S.A”

**AUTOR:** Christian Germán Albuja Salazar

**TUTOR:** Ing. Wilson Chancusig MsC.

El tema que se ha desarrollado es el “Análisis del proceso de secado y su incidencia en la seguridad de la empresa MADEORTEGA S.A”, el propósito de la investigación realizada es mejorar la seguridad industrial en el área de secado minimizando los riesgos que tiene el personal y la empresa frente a un incendio o un accidente, la metodología empleada fue el observatorio y exploratoria con resultados muy dramáticos para la empresa en el aspecto de seguridad industrial y personal, se concluye que se debe mejorar la seguridad del área de secado con un sistema automatizado contraincendios y realizar un rediseño total de las máquinas secadoras para de esta manera evitar lesiones, pérdidas humanas y económicas para la empresa.

**DESCRIPTORES:** Seguridad Industrial, área de secado, sistema contra incendios, automatización, capacitación, implementación.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**EXECUTIVE SUMMARY**

**TOPIC: "ANALYSIS OF DRY PROCESS AND ITS IMPACT ON THE SECURITY COMPANY MADEORTEGA S.A"**

**AUTHOR:** Christian Germán Salazar Albuja.

**TUTOR:** Mr. Wilson Chancusig.

The issue that has been developed is the "Analysis of the drying process and its impact on corporate security MADEORTEGA SA", the purpose of the research is to improve industrial safety in the drying area minimizing risks having staff and the company in front of a fire or accident, the methodology used was the exploratory observatory and very dramatic for the company in the form of industrial and personal safety results, we conclude that it should improve the security of the area drying system automated fire and do a total redesign of the drying machines to thereby prevent injury, human and economic losses for the company.

**KEYWORDS:** Industrial Safety, drying area, fire, automation, training, implementation system.

## INTRODUCCIÓN

MADEORTEGA S.A es una empresa 100% ecuatoriana, dedicada a la fabricación de productos derivados de la madera para el mercado nacional, la madera eucalipto y pino como principal materia prima. Se obtienen de proveedores nacionales y de sus propias fincas que están ubicadas en la provincia del Carchi. Entre sus principales productos está la marca Caricia, Festival (pinchos, paletas de helado, baja lenguas).

El Capítulo I comprende: el problema, el tema, la línea de investigación, planteamiento del problema, la contextualización en macro, meso y micro, el árbol de problemas, análisis crítico, la prognosis, la delimitación de la investigación con sus componentes: interés, importancia, factibilidad, utilidad teórica, y práctica, beneficiarios y relación con la misión y visión de la empresa, objetivos: general y específicos.

El Capítulo II comprende: Marco teórico, fundamentaciones, marco conceptual, categorías fundamentales, constelación de ideas, fundamentación teórica, hipótesis o preguntas directrices, interrogantes de investigación, señalamiento de variables.

El Capítulo III comprende: Metodología, enfoque, modalidad de investigación, niveles o tipos, operacionalización de variables, recolección de la información, procesamiento y análisis.

El Capítulo IV comprende: Análisis e interpretación de resultados, verificación de hipótesis, conclusiones y recomendaciones.

El Capítulo V comprende: Título de la propuesta implementada, datos informativos de la propuesta, objetivo general, objetivos específicos, justificación, factibilidad, análisis factibilidad legal, científica-técnica, económica financiera, metodología, programación, cronograma de actividades, ruta crítica, diagrama de Gant, Modelo operativo, argumentación científica del modelo, planos, anexos, evaluación del impacto, conclusiones y recomendaciones.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

**Tema:** “Análisis del proceso de secado y su incidencia en la seguridad de la empresa MADEORTEGA S.A.”

#### **Línea de Investigación.**

De acuerdo al tema propuesto, la línea de investigación en la cual se enmarca es:

**Según Universidad Indoamérica(2011)**

**Empresarialidad y Productividad.-** Está línea de investigación se orienta por un lado al estudio a la capacidad de emprendimiento o empresarialidad de la región, así como su entorno jurídico-empresarial; es decir, de repotenciación y/o creación de nuevos negocios o industrias que ingresan al mercado con un componente de innovación. Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en el mercado, en una región, se enmarcará en la productividad de este tipo de empresas, los factores que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que hace que estas empresas crezcan y sobrevivan en los mercados. En este ámbito es de interés estudiar aspectos como exportaciones, diversificación de la producción de la industria. ([www.uti.com.ec](http://www.uti.com.ec))

## Planteamiento del problema

### Contextualización

#### Macro

**Según (Bethel, 1965) La madera, tal como existe en el árbol vivo, contiene una cantidad considerable de humedad. Esta humedad, a la que con frecuencia se le llama “Savia”, es necesaria para la vida y el crecimiento del árbol. Es la conductora de los alimentos para la planta, obtenidos del suelo por medio de las raíces. En esta calidad ella transporta el alimento a la parte viva del árbol. La humedad se pierde en el árbol por transpiración y continuamente es repuesta del suelo. Es normal que la madera de un árbol verde sea muy húmeda. Cuando un árbol se corta y se convierte en madera aserrada, la madera inmediatamente empieza a perder su humedad**

La madera por naturaleza tiene humedad y dependiendo de su tiempo de vida más o menos humedad, mientras más joven y verde, mayor cantidad de agua.

El propósito de una empresa al secar la madera es hacer en el menor tiempo posible, al menor costo y con un producto de calidad.

El secado de la madera es un procedimiento de vital importancia en la manufactura de las maderas, pero en ocasiones llega a ser la fuente de algunos problemas y defectos cuando se aplica mal, generándose pérdidas económicas y en casos más complejos hasta pérdidas humanas.

Es necesaria la aplicación de algún tipo de energía calórica para poder evaporar el agua de la madera, y estos requerimientos van en aumento a medida que progresa el secado, con el fin de liberar la mayor cantidad de agua y tener un producto final satisfactorio.

El medio en donde se está secando la madera debe ser capaz de recibir la humedad proveniente de la misma sea esta al aire libre o en una cámara, la humedad relativa deberá estar por debajo de 100% si se espera que la madera se

seque, pero no excederse demasiado, ya que una humedad relativa muy baja puede producir daños en la madera como grietas, deformación y cambio de color.

Para que se produzca el secado de una madera el aire en contacto con ella debe estar en movimiento, ya que éste es el encargado de transportar tanto el calor como la humedad extraída a la madera.

## **Meso**

En el Ecuador la industria maderera se divide en tres grandes grupos que son:

1. Extracción y exportación
2. Empresas fabricantes de derivados de la madera, aserraderos.
3. Artesanos, carpinteros.

**Según (Bosco, Tecnología de la madera, 1977) El desecado provoca contracción y deformación en las maderas. Con el desecado se iguala el porcentaje de humedad de la madera con la humedad del ambiente. Los procedimientos empleados para la desecación de la madera son muchos, pudiéndose reducir a tres: natural, natural acelerado, y artificial. Para la aplicación de los dos primeros se necesitan superficies muy amplias. El tercer sistema exige unas instalaciones bastante costosas. Unos y otros exigen locales cubiertos. Las condiciones ideales para que el secado artificial o natural se realice en el menor tiempo posible, son:**

- 1.- Temperatura elevada.**
- 2.- Estado higrométrico alto.**
- 3.- Velocidad del aire de 1 a 1.5 m por segundo.**

El secar madera ocasiona que ésta se deforme por la pérdida de humedad y depende mucho en qué condiciones es secada la madera ya que hay métodos que disminuyen la deformación y otros que aumentan, en el Ecuador se utiliza todos los secados de madera pero el más utilizado es al aire libre.

El sistema de secado al aire libre, es el más económico relativamente si se tiene en cuenta los costos de energía los cuales se reducen a cero ya que solo necesitan tener calor solar y suficiente cantidad de viento, pero por otro lado el tiempo de secado es largo y puede demorar desde 6 hasta 10 horas, en ciertos

negocios eso no afecta como es el caso de los aserraderos, ya que la venta de su madera es paulatina y eso demanda de semanas hasta meses el vender toda su mercadería por eso no les afecta el tiempo de secado. Las fábricas que dependen del secado para poder terminar su producto implica una pérdida de tiempo y por lo tanto demora y pérdidas económicas.

El secado al aire libre es un método que depende en un todo de las condiciones ambientales; o sea se depende del clima de la zona, la mejor fecha para aprovechar este método de secado en nuestro país es el verano desde junio hasta noviembre hay que tomar en cuenta que en nuestro país el tiempo es muy variable por lo que puede variar estos datos, en los meses de invierno las fábricas deben buscar otras alternativas como el secado mecánico y eso implica gastos para la empresa sea por costos de energía eléctrica, combustibles, carbón etc. Por lo tanto los precios son elevados para el consumidor.

La forma más común de secar es en apilamientos dejando un espacio entre madera y madera para que circule aire y de esa manera lograr el secado, la otra forma en las fábricas es colocando sus productos semielaborados sobre estanterías o en patios grandes para que con el calor del sol y el viento se logre el secado del producto.

Como segunda alternativa en el país se utiliza el secado artificial por cámaras convencionales, existe una gran variedad dentro del grupo, dependiendo de su necesidad aunque todas trabajan bajo un mismo principio. Cuentan con una caldera de madera o carbón, que eleva la temperatura del agua entre 90° C a 100° C, para luego hacer pasar el líquido por unos radiadores instalados en el interior del horno, en donde también se instalan ventiladores de gran capacidad que generan una fuerte corriente de aire caliente y este hace que se emita el calor hacia la madera.

La otra alternativa que se utiliza mucho en nuestro país en especial en las fábricas de aglomerados es el secado por inmersión: En este proceso se mete al

tronco en una piscina, y por el empuje del agua por uno de los lados del tronco la savia sale por el lado opuesto así se consigue que al eliminar la savia la madera no se pudra; aunque se prive a la madera de algo de dureza y consistencia, ganará en duración, este proceso dura varios meses, tras los cuales la madera secará más rápido porque no tiene la savia.

En el Ecuador las maderas que más se utilizan para elaborar muebles y derivados es el pino y el eucalipto, la gran demanda que se tiene en el país de estos productos es muy alta y esto está llevando a una gran deforestación y un daño irreparable al ecosistema, la siembra de estas especies se lo hace muy poco y para poder esperar su madurez llevará un tiempo de 20 años por lo que va a llegar un momento que ya no se tenga la cantidad suficiente de bosques y por lo tanto una contaminación irreparable para la naturaleza.

### **Micro**

En la empresa MADEORTEGA S.A poseen 3 alternativas para secar sus productos semielaborados.

El principal y el más utilizado es el método natural de secado al aire libre lo cual consiste en la exposición de sus productos semielaborados a las condiciones ambientales (viento y sol).

**Según (Bosco, Tecnología de la madera, 1977) El secado natural es el procedimiento más antiguo, que se sigue empleando todavía, es el más sencillo y de buenos resultados. Este sistema tiene el inconveniente de exigir mucho tiempo, moviliza capitales importantes, y su emplazamiento requiere mucho terreno. Además, no consigue destruir las larvas de los insectos, ni prepara material de mucha garantía para locales de elevada calefacción. En cambio tiene la ventaja de no cambiar el colorido, conservando la madera todo su color y belleza. La madera tarda en secarse, de ordinario, de 3 a 6 años, pudiéndose calcular un promedio de 4 años.**

Uno de los puntos muy importantes de tomar en cuenta al utilizar este método es la cantidad de terreno que se tenga disponible para el mismo ya que dependiendo la demanda de madera que se necesite secar, será la cantidad de

terreno. Si no se tiene el espacio suficiente simplemente se deberá buscar otra alternativa para poder secar la madera.

MADEORTEGA S.A saca sus productos como paletas de helado y pinchos a los patios de concreto 3000 m<sup>2</sup> aprovechando en temporadas de verano el sol y viento para después de esperar de 5 a 6 horas de secar recogen nuevamente todo el producto ya seco y lo llevan al área de empaque.

**Según (Bethel, 1965) El patio de secado al aire libre debe estar localizado cerca de la fábrica que elabora la madera aserrada, o de la planta donde se le a de usar, si se han de reducir al minimo los costos de transporte. El patio también debe estar localizado con relación a la dirección de los vientos dominantes. La localización del patio en un terreno elevado, permitirá que se tomen las mejores ventajas de los vientos. Si es posible, el patio debe estar localizado donde su exposición al viento no sea disminuida por arboles, lomas, edificios, u obstrucciones similares. Es preferible no localizar el patio cerca de un depósito grande de agua, en un área donde la tierra esté mojada o el aire normalmente está estancado y húmedo.**

Es muy importante saber el lugar donde se va a implementar una fábrica de madera, ya que una de las principales herramientas para la elaboración es el secado de la misma, el terreno debe ser un lugar abierto, seco, sin nada que obstaculice la circulación del viento como árboles, casas, edificios, lomas, entre otros. El estar cerca de ríos, lagunas, vertientes no va ayudar en mucho el proceso de secado ya que la tierra absorbe mucha humedad y esta podrá retardar mucho más el tiempo de secado a pesar de que se encuentre a una distancia prudencial del lugar donde se encuentra el agua.

En invierno no pueden utilizar este método de secado y tienen que ocupar su segunda alternativa que es el secado por bomba de calor, este proceso trabaja por vaporización, con la aplicación de la tecnología de Bomba de calor al secado de la madera permite la utilización de un circuito cerrado de aire caliente en el proceso, ya que al aprovecharse la posibilidad de condensación de agua por parte de la bomba de calor, de manera que no es necesaria la entrada de aire exterior para mantener la humedad relativa de la cámara.

En MADEORTEGA S.A utilizan dos camas metálicas agujeradas de 2 metros x 2 metros que funcionan a base de calor producido por una mechero que se alimenta de diésel el mismo está en tachos plásticos que se encuentran ubicados a dos metros del secadero generando un alto riesgo de incidentes, este calor que genera el mechero es impulsado por un ventilador hacia el interior de la cama para calentar la madera y lograr el secado de la misma, éstas tienen una capacidad de 500 libras cada una y se demora 6 horas lo que retrasa la producción y limita sus ventas.

La tercera alternativa que la ocupa MADEORTEGA S.A son las cámaras deshumidificadores, éstas trabajan como las cámaras de secado convencionales pero incluyen adicionalmente unos equipos similares a los de aire acondicionado, dotados de unos serpentines por los cuales se pasa el aire para que, en vez de calentarlos, se enfríe, de esta forma se condensa la humedad y se elimina por conductos para ese propósito.

Estas cámaras son la última alternativa de MADEORTEGA S.A para el proceso de secado, es el método más lento ya que demora de 12 a 14 horas lograr el secado, éstas cámaras fueron diseñadas y elaboradas por ingeniería del dueño de la empresa y con la ayuda de un ingeniero mecánico hace muchos años atrás, la idea para ese entonces era cubrir la necesidad y la demanda que tenía la empresa en poder secar sus productos pero la idea no les fue del todo bien por su mal diseño y la falta de información científica para la fabricación.

En ese entonces era la única alternativa de secado después del secado al aire libre, al darse cuenta la complejidad de la máquina y el tiempo que demora la misma en secar le han dejado de utilizar y se ha convertido en un problema para la empresa por el espacio que cubre y los gastos que genera al utilizarle ya que su fuente de energía es el diésel y tiene un alto consumo, esto implica pérdidas económicas para la empresa y contaminación ambiental, por lo tanto una disminución de utilidades para la empresa.

## **Análisis Crítico**

El sistema de alimentación de combustible a los quemadores de las máquinas secadoras es por medio de dos tanques plásticos descubiertos ubicados a dos metros de distancia de los secaderos y a una altura de 1 metro del piso, los mismos que a través de mangueras envían diésel por medio de gravedad a cada uno de los quemadores, el cual se combustiona y ese calor es enviado hacia el interior del cajón, el mismo que tiene una malla de 50 cm de altura del piso y en donde se coloca los productos semielaborados para su respectivo secado.

Los tanques de diésel se encuentran al aire libre sin ningún tipo de seguridad ni tapas para evitar la evaporación del mismo, este al combustionar en la máquina de secado produce CO<sub>2</sub> que es un gas contaminante.

El inadecuado manejo de la madera en el área de secado, los obreros se suben a los secaderos a depositar los productos lo cual se prohíbe por normas de seguridad, existe mucho producto regado cerca de las máquinas y tanques de combustible sin tomar en cuenta que son productos muy inflamables.

La falta de control en el área de secado sobre el manejo de madera es un factor muy crítico hay mucha pérdida de producto ya que al transportar de un sector hacia el área de secado se cae el producto por los pasillos y mucho más al ingresar a la cama de secado, este material no es recogido por el personal y esto ocasiona una acumulación de madera cerca de los tanques de diésel.

Incidentes por cortes de energía en épocas de invierno, éstas son muy frecuentes en el sector donde se encuentra la empresa MADEORTEGA S.A dado que cuando hay lluvia casi siempre existen descargas eléctricas lo cual ocasiona cortes de energía inesperados, además de los cortes de energía que realiza la empresa eléctrica esto ocasiona que el ventilador del secadero deje de funcionar y se produzca incidentes por el continuo consumo de combustible en el quemador, producto de que el diésel sigue circulando.

Cuando existen cortes de energía siempre se produce incidentes porque deja de funcionar el ventilador y esto ocasiona que siga la combustión en la máquina secadora, el personal que trabaja en esta área trata de apagar el fuego con agua sin ningún tipo de protección lo que incrementa el riesgo de quemaduras.

### **Delimitación de la investigación**

**Campo:** Ingeniería Industrial

**Área:** Procesos Operativos

**Aspecto:** Sistema de secado

**Delimitación espacial:** En la empresa MADEORTEGA S.A.

**Delimitación Temporal:** Desde Junio – Diciembre 2014

### **Prognosis**

De seguir faltando el conocimiento del manejo de la madera en el área de secado, esto seguirá ocasionando altos riesgos de incidentes para la empresa y el personal que labora en la misma, ya que se está exponiendo un producto de alta inflamabilidad a un área donde se maneja de manera inadecuada el combustible.

De seguir incumpliendo con un sistema ineficiente de alimentación de combustible a los quemaderos de las máquinas secadoras, esto seguirá ocasionando un alto riesgo de incidentes.

De seguir faltando un sistema preventivo contra incendios en el área de secado, esto ocasionará que la empresa no este protegida frente a un conato de incendios, si se llegara a originarse en horas nocturnas o fines de semana esto no podría ser controlado y puede ocasionar un incendio en la empresa y pérdidas económicas incalculables, las mismas que tendrán un impacto nefasto para la estabilidad de la empresa.

De seguirse dando los cortes de energía, la empresa tendrá paras en la producción, y riesgos de que se produzca un conato de incendio en el secadero por no funcionar los ventiladores, esto genera pérdida de tiempo en los empleados

hasta poder controlar el siniestro, demora en la entrega de productos, clientes insatisfechos, esto ocasionará menos ingresos para la empresa.

### **Justificación**

Entre las razones principales que lleva a realizar el presente trabajo de estudio son las siguientes:

El **interés** que mantiene la empresa para poder determinar el nivel de eficiencia que tienen en el área de secado y la necesidad de tener un sistema de seguridad contra incendios ya que el mismo es un pilar fundamental en el proceso de fabricación de todos los productos que comercializa la empresa.

La **importancia** de que un sistema de secado esté trabajando con todas las normas de seguridad y con un mayor rendimiento en producción y en su consumo de combustible para de esta manera generar seguridad y rentabilidad para la empresa.

La **factibilidad** proporcionada al acceso de la información y estadística que tiene la empresa en cuanto a indicadores de incidentes de la planta, datos de gastos y pérdidas económicas que ha ocasionado los incidentes en el área de secado, accidentes con empleados ocurridos en dicho sector. De llegarse a implementar el sistema contraincendios la empresa cubrirá un 60% del valor total.

La **utilidad teórica** que la empresa recibirá con este estudio es la de mejorar sus niveles de seguridad y por ende la tranquilidad laboral, la misma que le permitirá acceder a certificados nacionales e internacionales por su buen manejo en normas de control de calidad y seguridad. La utilidad práctica es de contar con un sistema de secado controlado y monitoreado por un sistema automático de seguridad contra incendios, y de conocer el status actual y los planes de acción a seguir luego del análisis.

La empresa MADEORTEGA S.A. es la **beneficiaria** del análisis a realizar, dado que todo estudio se va a realizar en el área de secado de las instalaciones de la fábrica las mismas que quedarán a disposición de la empresa.

La empresa MADEORTEGA S.A tiene en su **visión** la mejora continua como uno de sus principales pilares para llegar a ser una empresa líder, lo cual es la base fundamental del estudio a realizar, dado que el análisis a elaborar determinará un plan de acción con un objetivo de mejora continua.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar el sistema de secado y cómo incide en la seguridad de la empresa, así como todas las variables que intervienen en el área de secado.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar el funcionamiento del sistema de secado de la empresa.
- Establecer los niveles necesarios de seguridad en el área de secado.
- Plantear una alternativa de mejora y un plan de acción para el sistema de secado de la empresa.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEORICO

#### **Antecedentes Investigativos:**

En la Universidad Tecnológica Equinoccial se encuentra la tesis de los Sres. Carlos Luna Estrella, Cristhian Cruz Vallejo, cuyo objetivo principal fue diseñar y construir un secador para maderas con energía solar, aplicable y ejecutable al sector maderero ecuatoriano, específicamente para la ciudad de Quito, en el ámbito artesanal y de la Pequeña Industria, con el objeto de optimizar los procesos de secado tanto en costos como en tiempos.

En la Universidad Austral de Chile se encuentra la tesis del Sr. Sebastián Andrés Doerner Hitschfeld, cuyo objetivo principal es confeccionar un proyecto de ingeniería de una cámara de secado para madera de pino radiata, con una capacidad de 1000 pul, seleccionando los equipos y componentes necesarios para su funcionamiento.

En la Universidad Autónoma Chapingo se encuentra la tesis de la Srta. Idalia Zaragoza Hernández. Cuyo objetivo principal es evaluar la calidad del secado convencional de la madera de encinos de Chapulapam de Méndez, Ixtlán de Juárez, Oaxaca en función de los defectos del secado

#### **Fundamentación Legal**

##### AMBITO Y PRINCIPIOS DE LA GESTION AMBIENTAL

**Según (Eguiguren, 2004) NORMAS PARA EL MANEJO FORESTAL DE MADERA DE BOSQUE HUMEDO**

**Norma: Acuerdo Ministerial # 39**

**Status: Vigente**

**Publicado: Registro Oficial # 399**

**Fecha: 16-8-2004**

**Fabián Valdivieso Eguiguren MINISTRO DEL AMBIENTE**  
**Considerando:** Que mediante Decreto Ejecutivo No. 505, publicado en el Registro Oficial No. 118 de 28 de enero de 1999, se fusionó en una sola entidad el Ministerio de Medio Ambiente y el Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre - INEFAN, de cuya fusión, la entidad resultante es el Ministerio del Ambiente, lo que lo constituye en la máxima autoridad forestal; Que de acuerdo al artículo 42 de la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, el Ministerio del Ambiente supervigilará todas las etapas primarias de producción, tenencia, aprovechamiento y comercialización de materias primas forestales;  
**Art. 1.-**La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

**Art. 2.-**La gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.

**Art. 3.-**El proceso de Gestión Ambiental, se orientará según los principios universales del Desarrollo Sustentable, contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de 1992, sobre Medio Ambiente y Desarrollo.

**Art. 4.-**Los reglamentos, instructivos, regulaciones y ordenanzas que, dentro del ámbito de su competencia, expidan las instituciones del Estado en materia ambiental, deberán observar las siguientes etapas, según corresponda: desarrollo de estudios técnicos sectoriales, económicos, de relaciones comunitarias, de capacidad institucional y consultas a organismos competentes e información a los sectores ciudadanos.

**Art. 5.-**Se establece el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental como un mecanismo de coordinación transectorial, interacción y cooperación entre los distintos ámbitos, sistemas y subsistemas de manejo ambiental y de gestión de recursos naturales.

En el sistema participará la sociedad civil de conformidad con esta Ley.

**Art. 6.-**El aprovechamiento racional de los recursos naturales no renovables en función de los intereses nacionales dentro del patrimonio de áreas naturales protegidas del Estado y en ecosistemas frágiles, tendrán lugar por excepción previo un estudio de factibilidad económico y de evaluación de impactos ambientales.

## **Fundamentación Técnica**

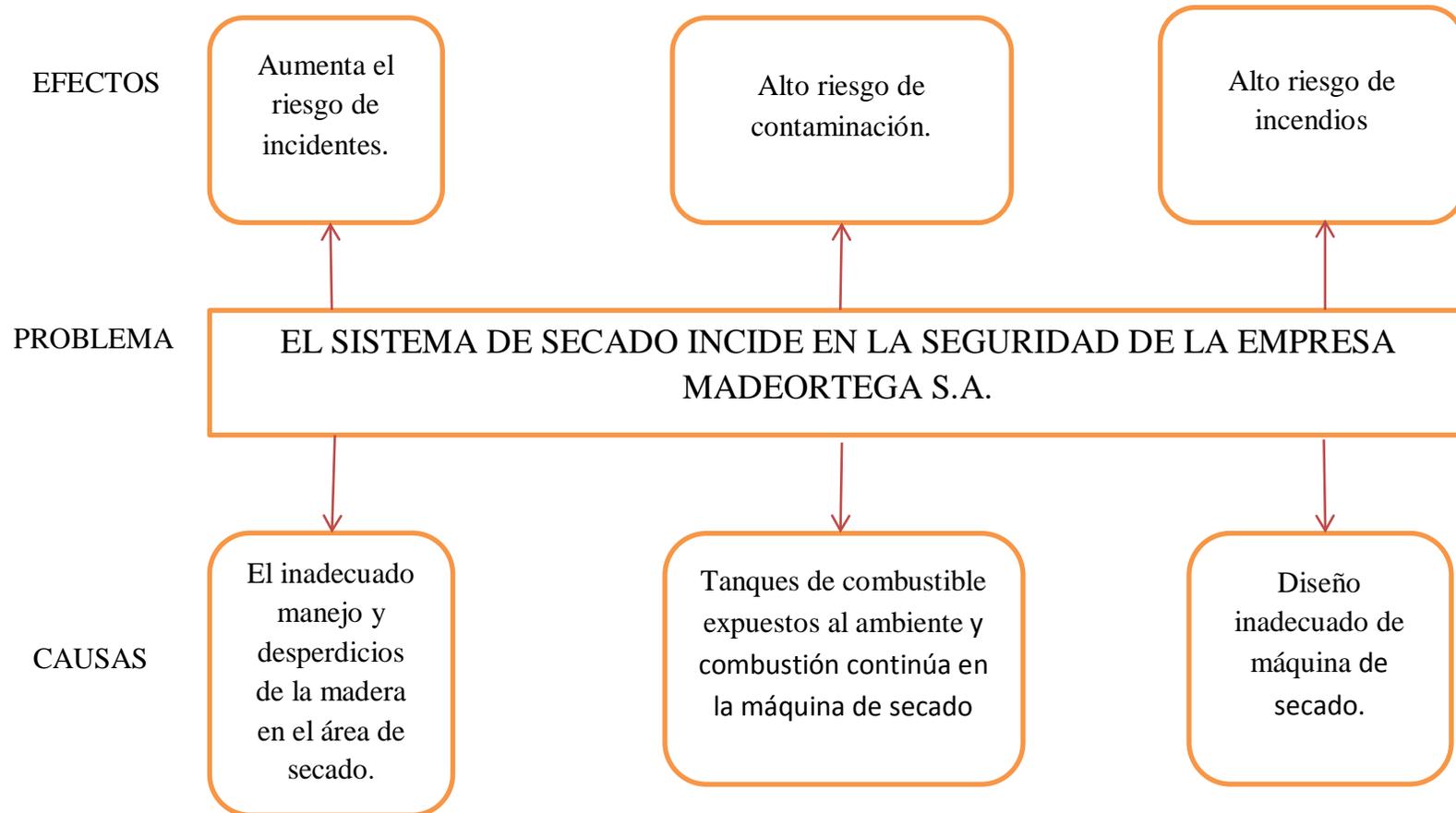
### **Reglamento de prevención de incendios**

**El objetivo principal del Reglamento de Prevención Contra Incendios, es dar cabal cumplimiento a los artículos 25, 26, 35, 45, 49, y 53 de la Ley de Defensa Contra Incendios, mediante normas de prevención y protección para las vidas y los bienes de los ciudadanos en todo el territorio nacional.**

**Determinar las medidas de Seguridad Contra Incendios que deben ser adoptadas en la planificación de las edificaciones a construirse como a la modificación, ampliación, remodelación de las ya existentes, a fin de que dichos lugares reúnan las condiciones de seguridad y fácil desocupación en caso de incendio, sismos, desastres, etc., y consecuentemente sean autorizadas por el Cuerpo de Bomberos mediante el visto bueno de edificación.**

**Exigir que se cumplan con las normas generales y se apliquen las normas técnicas aprobadas para las construcciones, a efectos de garantizar su habitabilidad; proveer mecanismos de vigilancia y control del cumplimiento de las normas, prestar asesoramiento oportuno y permanente en materia de prevención de incendios en las actividades tales como: comercio, industria, transporte, almacenamiento y expendio de combustibles o explosivos y de toda actividad que represente riesgo de siniestro; y otorgar el permiso de funcionamiento a quienes cumplan con las disposiciones.**

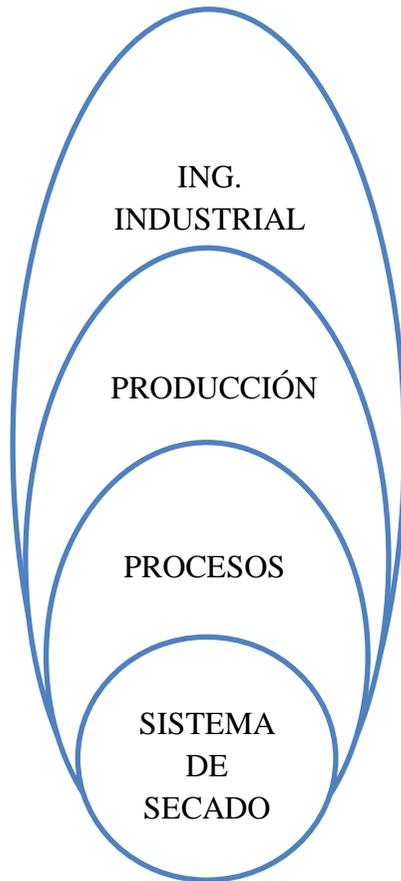
## ÁRBOL DE PROBLEMAS



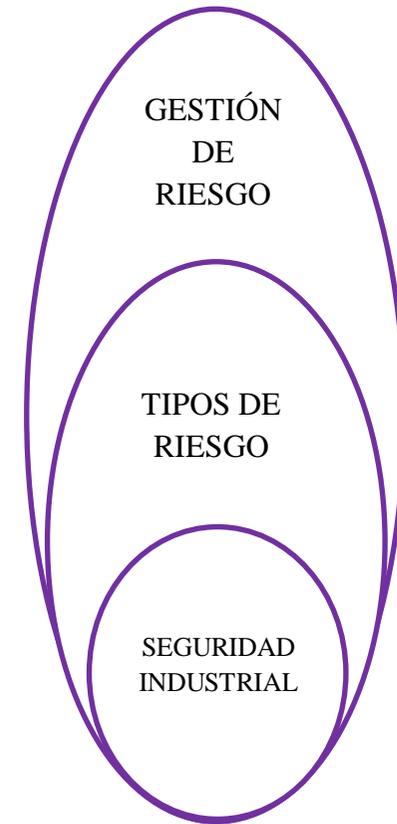
**Gráfico No 1.** Árbol de Problemas

**Elaborado por:** Investigador

## RED DE CATEGORÍAS



**VARIABLE INDEPENDIENTE**

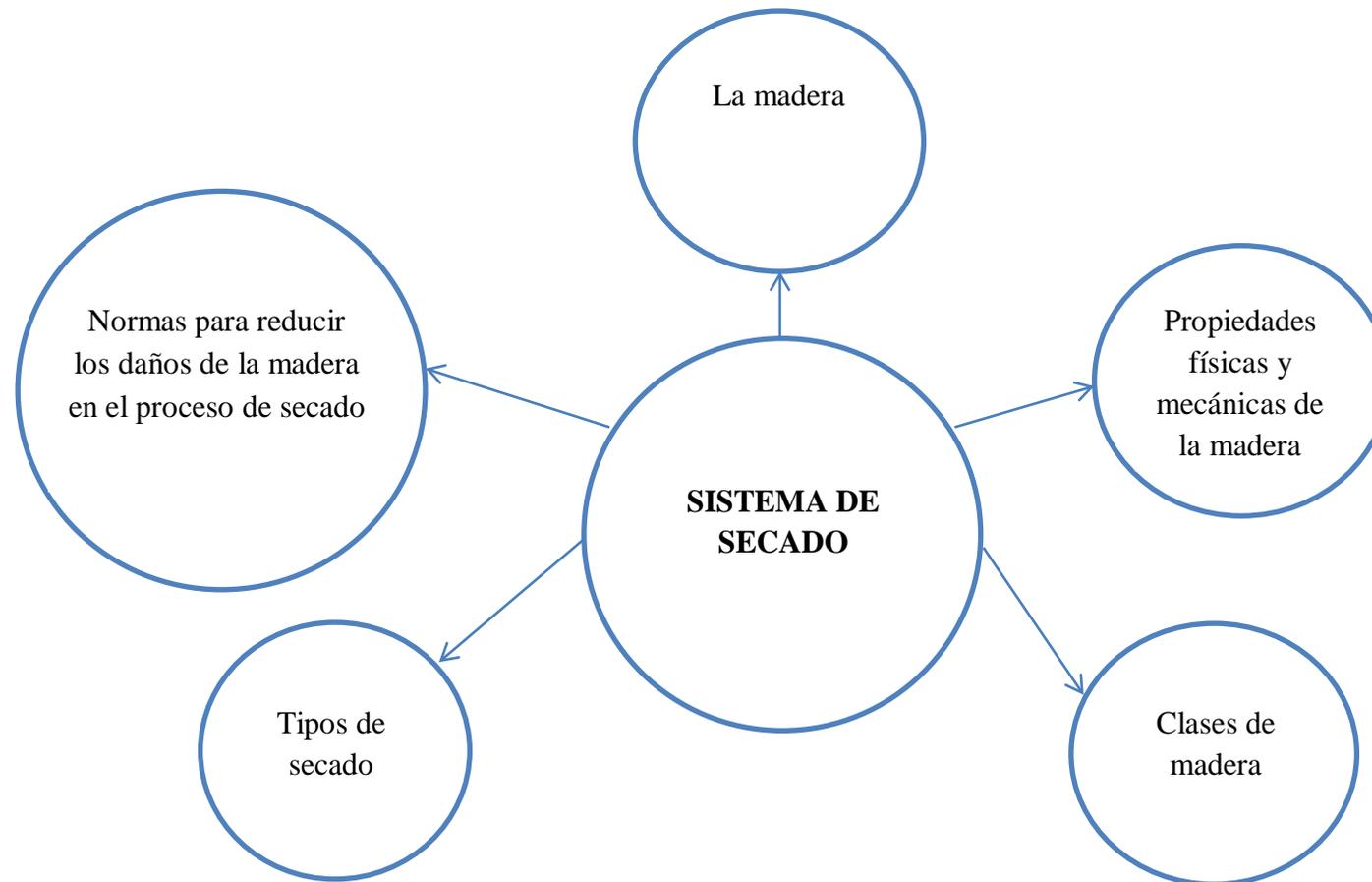


**VARIABLE DEPENDIENTE**

**Gráfico No 2.** Red de Categorías

**Elaborado por:** Investigador

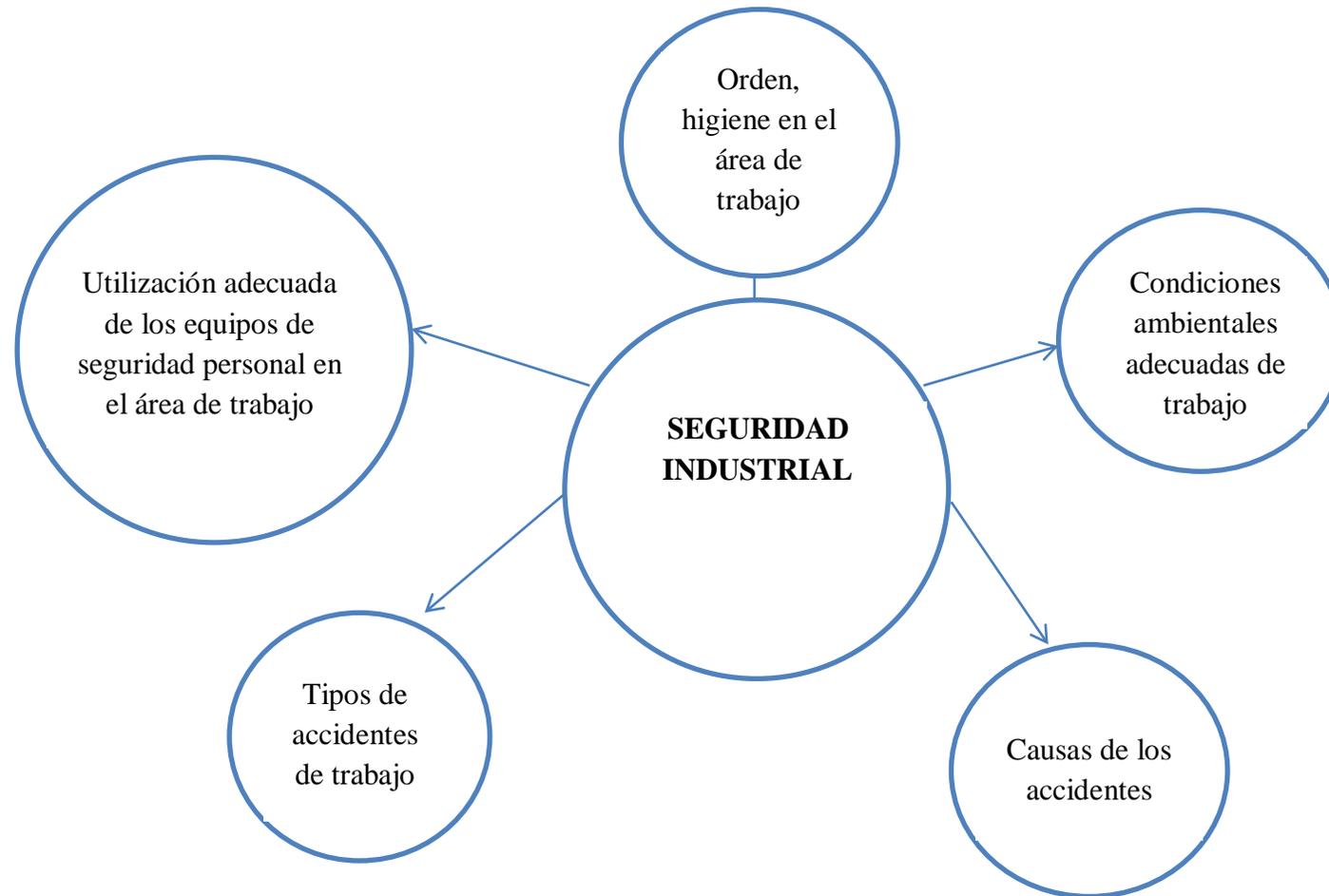
### CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE



**Gráfico No 3.** Constelación de ideas de la Variable Independiente

**Elaborado por:** Investigador

### CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE



**Gráfico No 4.** Constelación de ideas de la Variable Dependiente

**Elaborado por:** Investigador

## Marco Conceptual

### Ingeniería Industrial

**Según (Urwick Orr and Partners l., 1835) La Ingeniería Industrial ha sido definida como la aplicación de los procedimientos de dirección técnica a todos los factores (incluyendo el factor humano) que interviene en la fabricación y distribución de los productos y aplicación de los servicios.**

La Ingeniería Industrial hoy en día es la carrera más importante en una empresa ya que es la que debe controlar todos los aspectos técnicos industriales, administración inclusive recursos humanos, están preparados para ser las personas más idóneas en poder administrar una industria.

La Ingeniería Industrial quizás en todo el mundo es la carrera más amplia de todas las funciones de la administración actual, la Ingeniería Industrial es como una gran sombrilla que incluyen una gran variedad de tareas establecidas con el fin de diseñar establecer y mantener los sistemas administrativos para una eficiente operación.

El mercado actual tan competitivo ya existe una mayor conciencia de la necesidad de integrar mayor cantidad de Ingenieros Industriales en sus empresas de cara a las necesidades del cliente, para lograr mejorar la fabricación, diseño, y distribución de sus productos, esto con el fin de crear productos de mejor calidad y a menor precio que estén disponibles al cliente en menor tiempo, la introducción de nuevos productos debe realizarse en tiempos menores y complementar una estrategia de manufactura simplificada y de ciclos más cortos.

Los objetivos básicos del Ingeniero Industrial es establecer métodos de producción y reducir costos estos siguen siendo hasta el día de hoy los mismos pero las estrategias para lograr la meta deseada es la que se ha expandido.

## Producción

**Según (Ferrell) Un producto se describe por medio de un dibujo o una serie de dibujos, con la presentación de las especificaciones pertinentes de los materiales necesarios, de la configuración del mismo y de sus capacidades funcionales. Las actividades necesarias de fabricación para llevar a cabo la producción de un artículo terminado deben ser procesadas o arregladas en una secuencia ordenada y viable. Esta planeación y análisis es el puente entre la ingeniería de diseño y la fabricación del producto e incluye cada fase de la Ingeniería Industrial y de la fabricación, al establecer un plan de fabricación económico y que proporcione un producto de calidad.**

La fabricación consta de uno o varios procesos los cuales están ligados para poder terminar con un producto de calidad y a bajo costo, para poder lograr un producto satisfactorio debe tomarse en cuenta que los procesos deben ser ordenados y de una forma viable que incluye estrategias, factibilidad, y un plan general de fabricación.

El personal responsable de llevar a cabo el análisis del proceso o procesos y de la planeación operativa varía de una planta a otra como también lo hacen sus obligaciones que tengan en cada una de ellas. Por lo general esto depende del tipo y tamaño de actividad industrial que hayan sido designados.

Las plantas de producción se dividen en tres grupos que son: Talleres pequeños de trabajo, plantas de producción de pequeñas a medianas y plantas de producción grandes.

Talleres pequeños de trabajo son en los cuales el supervisor es el responsable de establecer las directrices en el taller como las rutas de las piezas para máquinas apropiadas, utilizando las habilidades de los trabajadores de producción y su relación con los empleados para eliminar un análisis y una planeación detallada. Además el supervisor especifica las cantidades y que contiene algunos croquis o dibujos del taller no se proporciona ningún dato adicional al trabajador.

Plantas de producción, de pequeñas a medianas, estas plantas cuyas líneas de producto tienen un diseño relativamente estable y que se fabrican en forma consecutiva por lo general utilizan varios departamentos de Ingeniería Industrial o

de producción para realizar el análisis del proceso, la supervisión y planeación de la operación, se caracterizan por tener en diferentes áreas personal de mucha experiencia en el manejo del producto como del equipo así como las prácticas actuales de fabricación y de esta manera pasar ese conocimiento al personal nuevo.

Plantas de producción grandes, por lo general las plantas de producción grandes, con uno o más de sus productos elaborados en forma consecutiva utilizan expertos, cada uno de los cuales realiza sólo un segmento del análisis del proceso y de la planificación de la operación, generalmente estas áreas están formadas por una mezcla de Ingenieros Industriales y de personal de muchos años de trabajo en esa área, normalmente un solo Ingeniero se encarga de la planificación análisis y planeación de un solo proceso determinado como por ejemplo: Un Ingeniero es el encargado del maquinado inicial o de la fabricación de hojas metálicas.

La organización, el análisis y la planeación es muy importante para poder lograr un proceso satisfactorio debido a su posición primordial en la capacidad de la compañía para poder operar con utilidades mientras se fabrica un producto con calidad. Es el Ingeniero que toma las decisiones sobre fabricación, que define la operación, que aplica normas, estándares de trabajo, que define el equipo a trabajar en dicha área y que diseña las herramientas, debe tener la suficiente jerarquía siempre dispuesto a reforzar la aceptación de planeación definida.

### **Procesos**

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. La mejora continua de procesos se ha constituido en la piedra angular de las actividades en las organizaciones. Su implantación puede ayudar a una mejora significativa de todos los ámbitos de las organizaciones, constituye un elemento clave, en la estrategia, que las empresas desarrollan para afrontar los mercados actuales competitivos. Entre las principales causas de esta perspectiva, se puede mencionar lealtad del cliente, proceso, actualización y mejora continua. (Guerrero, 2011)

El proceso es el trabajo de cada área o departamento de trabajo estos son procesos que la empresa realiza para poder operar y funcionar como tal, de esta manera tendrá un proceso que señale la compra de materia prima, otra área para la fabricación de la misma, y otra para la venta de los productos terminados, otro para los pagos a proveedores y cobranzas, de esta manera un proceso se puede formar por varios micro procesos sea este para la venta o si es una industria el proceso desde la compra de la materia prima hasta la venta del producto terminado.

**Según (Metz) Desarrollo del proceso. El método para llevar a cabo un proceso permanece de la misma manera sin tomar en cuenta la variación de la naturaleza del producto, el nivel de producción, el tiempo de entrega permitido y otros aspectos similares. Los pasos formales en este procedimiento son:**

- 1.- Crear una norma general de las operaciones de fabricación que se van a realizar.**
- 2.- Establecer un proceso provisional.**
- 3.- Crear procesos alternos.**
- 4.- Seleccionar un proceso de producción.**
- 5.- Comunicar el proceso seleccionado a otras actividades afectadas.**
- 6.- Realizar el proceso detallado.**

**Cada uno de estos pasos no necesariamente se registran en el papel o se introducen a una computadora. Muchas veces solo existen en el pensamiento del personal que crea los planes de operación. Estos pasos o parte de ellos pueden también ser elaborados por más de un individuo.**

Para poder plantear un proceso se debe tomar en cuenta muchos aspectos muy importantes como el tiempo de fabricación, complicaciones en la fabricación, tiempo de fabricación, tiempo de entrega del producto final al cliente, entre otras..

Los registros o secuencias de los procesos normalmente se deben llevar en un registro pero en muchos de los casos los Ingenieros que ya conocen del proceso solo lo llevan en el pensamiento. Existen varios tipos de procesos los cuales se va a detallar a continuación.

**Norma general.** Este paso es el que se utiliza por normas requeridas del fabricante del equipo como tiempo, las cantidades o detalles que requiere el equipo para la fabricación de dicho producto, aquí la experiencia y el conocimiento del ingeniero ayudará mucho en la toma de decisiones.

**Procesos Provisionales.** Los datos de la fábrica se emplean para establecer un proceso provisional que se trata de determinar con detalles la producción como las cantidades, las fechas de cumplimiento establecidas, las materias primas, los costos de los equipos por producción, herramientas, y los estándares de trabajo.

**Procesos alternos.** Estos procesos se utilizan como una alternativa dentro de la planta después de determinar que un proceso está causando inconvenientes por costos elevados de fabricación, problemas con las herramientas, pérdidas por demora, entre otras para ese tipo de procesos se determina utilizar el proceso alternativo.

**Procesos de producción.** Después de haber analizado el proceso provisional y el proceso alternativo se determina un proceso final con todas las ventajas y facilidades que se encontró en los dos procesos anteriores y se determina un proceso final de producción.

**Comunicación del proceso.** Con el proceso de producción seleccionado, ahora resulta necesario comunicar sus condiciones a otras áreas de soporte, como los estándares de trabajo, diseño de herramientas, control, calidad y la programación.

**Proceso detallado.** Este paso cubre temas como la impresión del proceso, las listas de herramientas con velocidades y alimentaciones recomendadas así como la información detallada del proceso a trabajar, el costo y el esfuerzo necesario que se va a emplear para cumplir con dicho proceso.

**Según (Metz) Revisión y actualización del proceso. Una vez que se ha probado el proceso de producción, puede dejar de revisarse por**

**un periodo largo. El equipo nuevo, los métodos revisados y los cambios de ingeniería del diseño son por lo general las razones para que los planes de operación necesiten ser modificados. Cualquier cambio del proceso después de la primera prueba de producción debe considerar lo siguiente:**

- 1.- Las existencias de las piezas o ensambles en el proceso.**
- 2.- El costo del cambio, incluyendo el efecto en las herramientas, en el material y el programa de liberación o entrega.**
- 3.- Los ahorros previstos o los costos agregados.**

**Aunque la reducción de costos es una filosofía constante en la fabricación, los cambios se deben efectuar con cuidado. Se sabe que los ahorros menores crean problemas y ocasionan pérdidas. Con gran frecuencia, por el afán de mostrar una mejora, no se presta atención a los costos de capacitación, al desperdicio potencial, a la repetición del trabajo y al nuevo balance de las cargas de las máquinas y de las líneas de ensamble**

Para poder realizar una actualización y revisión de un proceso se debe tomar muy en cuenta muchas cosas entre ellas que tan necesario es realizar esta actualización ya que para llegar a este paso se determinó muchos pasos previos para definir el proceso final, solo se deberá realizar esta actualización y revisión después de analizar costos y como va a influenciar en la planta, pero si al realizar este paso se determina una mejora para la producción se lo deberá realizar caso contrario no.

### **Sistema de secado**

**Según (Bethel, 1965) La madera, tal como existe en el árbol vivo, contiene una cantidad considerable de humedad. Esta humedad, a la que con frecuencia se la llama “savia” es necesaria para la vida y el crecimiento del árbol. Es la conductora de los alimentos para la planta, obtenidos del suelo por medio de las raíces. En esta calidad ella transporta el alimento a la parte viva del árbol. La humedad se pierde en el árbol por transpiración y continuamente es respuesta del suelo.**

Cuando un árbol se corta o es derribado por acción del hombre o la naturaleza se convierte en madera aserrada desde ese momento la madera comienza a perder su humedad, esta pérdida de líquidos es imperceptible en muchos de los casos o solo que se pueda controlar de alguna manera.

Cuando una madera es aserrada las industrias buscan la manera más rápida de acelerar el secado de la madera verde para de esa manera poder someterle a tratamiento industrial. Para poder acelerar este importante paso de la industrialización de la madera se debe conocer muchos aspectos y mecanismos por la cual la madera pierde sus líquidos.

**Según (Bosco, Tecnología de la madera, 1977) Un árbol, como toda otra planta, se compone de células, fibras y de vasos. El elemento fundamental anatómico de las plantas es la célula. La unión de las células forma el tejido. El conjunto de los tejidos determina la masa leñosa. En las plantas resinosas, los tejidos suelen tener de dos a siete milímetros de largo, y unos dos milímetros de grueso**

El árbol es un ser vivo y como cualquier ser vivo está conformado de células que le permite crecer y alimentarse.

## **La Madera**

**Estructura de la madera.-** Cuando se examina la sección transversal de dentro hacia afuera de un árbol se encuentra cinco secciones que son:

1. Meollo o médula es la parte más interna de un árbol es la capa esponjosa es el corazón del árbol.
2. Madera propiamente dicha o duramen es el tejido del árbol que a llegado a su máximo desarrollo y resistencia.
3. Madera joven o albura es la que le rodea a la masa de la madera cuando se encuentra el periodo de elaboración es más suave y coloreada que el mismo duramen.
4. Liber es un tejido muy delgado que le protege a la albura y conduce la savia descendente.
5. Corteza es un tejido impermeable que recubre al liber y es la capa más externa del árbol y que sirve como protección de la misma.

## **Propiedades físicas y mecánicas de la madera**

Es muy importante conocer las propiedades de la madera sana, de eso depende mucho para saber cual de los métodos a seguir en el secado es el más apropiado.

Es muy importante saber conocer al árbol la cual se puede determinar sus diferencias en las ramas, raíces, tronco, etc.. saber si el árbol es joven o viejo, creció en un área seca o húmeda, en lugares cálidos o fríos, formando grupos o aislados.

Las propiedades físicas de la madera que más deben interesar son;

**Hendibilidad.** Es la facilidad que tienen las maderas de partirse en el sentido de las fibras después de haber penetrado una pieza en la madera, las maderas más apropiadas para partirse son las que tienen las fibras largas y no tienen nudos

**Dureza o resistencia al corte.** La dureza depende casi siempre de la unión de las fibras y de su estructura consiste en la mayor dificultad de la madera a la penetración de objetos como clavos, tornillos, etc..

**Flexibilidad.** Es la capacidad que tienen algunas maderas para poder ser dobladas o curvadas en sentido de su longitud, sin romperse.

**Color.** Todo depende de el tipo de madera con el que se está trabajando, cambia de una especie a otra algunas son muy blancas otras rojizas, amarillas, castaño, entre otros.

**Duración.** La duración varía no solo por la especie sino de la forma como fue secado, según el medio ambiente, y las condiciones de la puesta en el trabajo.

**Por qué se seca la madera.** Se va a detallar algunas de las causas más importantes por la cual deberíamos secar la madera:

La madera aserrada secada reduce notoriamente su peso y por lo tanto también el costo de embarque. Es muy habitual ver que la madera aserrada lo sequen al aire libre a lo que algunas veces lo llaman secar para embarque de esta manera reducen su peso entre un 20 % – 50% esto lo hacen para reducir costos de embarque cuando se refiere en especial a productos de exportación.

Por la resistencia de la madera mientras menos humedad tenga la madera va ser mucho más resistente, esto lo usan mucho cuando quieren tener un mejoramiento de sus propiedades mecánicas.

Para disminuir los cambios de dimensión cuando una madera tiene mucha humedad se corre el riesgo de una deformación por la pérdida de líquido, al contrario de la madera seca se reduce al mínimo el riesgo de deformación.

Evitar la pudrición las bacterias y microorganismos que viven en ella están en un ambiente adecuado cuando la madera se encuentra con más del 20% de humedad pero si al contrario la madera tiene una humedad mínima los microorganismos no podrán vivir en ella y por lo tanto no hay el riesgo de pudrición.

Para evitar daños en la fabricación de muebles, cuando se quiere engomar la madera debe estar bien seca, para cuando se quiere poner preservantes de igual manera ya que si la madera se encuentra con mucha humedad simplemente no va a dar los resultados esperados por el carpintero.

**Según (Bethel, 1965) El secado de la madera incluye dos operaciones básicas: el movimiento de la humedad a la superficie de la madera, y la evaporación de la superficie. La evaporación, la cual es la conversión de un líquido a vapor, se presenta en la superficie del líquido cuando las moléculas del líquido con movimiento más rápido se sobreponen a la atracción cohesiva de las otras moléculas y se escapan a la atmosfera. El agua contenida en un recipiente abierto o en una superficie abierta, se evaporará hasta que el recipiente o la superficie están secos.**

Para que se pueda realizar un secado de madera se debe realizar dos pasos fundamentales, el movimiento de la humedad y la evaporación de líquidos.

## Clases de Madera

Se pueden hacer varias clasificaciones de la madera. La estructura de la madera es lo que determina la diversidad de los troncos y su utilización, hay distintos tipos de madera que se caracterizan : Por su dureza en relación con el peso específico.

Las maderas pueden ser: Duras. Son las procedentes de árboles de crecimiento por lo que son mas caras, y debido a su resistencia, suelen emplearse para la fabricación de muebles de calidad.

### Maderas duras

**Roble:** Es de color pardo amarillento, es una de las mejores maderas que se conocen; Muy resistente y duradera. Se utiliza en muebles de calidad.

**Nogal:** Es una de las maderas más nobles y apreciadas en todo el mundo. Se fabrica para muebles y decoración de lujo.

**Cerezo:** Su madera no es muy apreciada para la construcción de muebles. Es muy delicada por que es propensa a sufrir alteraciones y a la carcoma.

**Encina:** Es de color rojo oscuro. Tiene una gran dureza y es difícil para la fabricación de muebles, es la madera utilizada en la construcción de cajas de cepillo y garlopas.

**Olivo:** Se usa para trabajos artísticos y en decoración, ya que sus fibras tienen unos dibujos muy vistosos(sobre todo las que se aproximan a la raíz).

**Castaño:** se emplea, actualmente, en la construcción de puertas y muebles de cocina. Su madera es fuerte y elástica.

**Olmo:** Es resistente a la carcoma. Antiguamente se utilizaba para construir carros.

### **Maderas Blandas.**

Son las que proceden básicamente de coníferas o de árboles de crecimiento rápido. Son las más abundantes y económicas.

**Álamo:** Es poco resistente a la humedad y a la carcoma. Existen dos especies: El álamo blanco (de corteza plateada) y el álamo negro, más conocido con el nombre de chopo.

**Abedul:** Árbol de madera amarillenta o blanco-rojiza, elástica, no duradera, empleada en la fabricación de pipas, cajas, zapatos, zuecos, etc.

**Aliso:** Su madera se emplea en ebanistería, tornería y en carpintería, así como en la fabricación de objetos de pequeño tamaño.

### **Tipos de secado**

**Secado natural.-** Es la forma más antigua que se sigue utilizando hasta el día de hoy, es el más sencillo y de buenos resultados, este método requiere de mucho tiempo, moviliza capitales importantes y se necesita de mucho terreno, pero el problema más importante que no consigue destruir las larvas de los insectos. En cambio tiene muchas ventajas no cambia su colorido, conservando la madera su color y belleza natural.

**Secado natural acelerado.-** Para facilitar el secado de la savía y la eliminación de las sales las maderas se deben sumergir en agua esta a la vez por ósmosis atraviesa los tejidos de los vasos y disuelve la savía ocupando su sitio. En algunos sectores se les sumerge a la madera en piscinas, balsas o estanques durante cuatro a cinco semanas esto también tiene un inconveniente que oscurece ligeramente la madera pero reduce en un tercio el tiempo necesario para el secado.

**Secado artificial.-** El desaviado es un lavado interno de la madera para poder eliminar de una manera más rápida la savia, el secado artificial es una manera rápida de disponer de la madera con una humedad del 10% al 15%, por su desarrollo rápido no se moviliza mucho capital pero si exige instalaciones muy costosas, las ventajas más importantes de este secado es la muerte de las larvas de los insectos y gusanos pero endurece las capas externas de la madera o puede echar a perder la madera durante su tratamiento.

**Desecación al vapor de agua.-** Este es un sistema mucho más rápido y completo, el momento que es introducida la madera en el secadero, se inyecta vapor de agua y que este a la vez va incrementando su temperatura, este vapor ensancha los vasos, disuelve la savia que arrastra con la corriente del vapor de agua inyectado condensandola de esa manera en el fondo de modo líquido sucio y oscuro.

**Secado con aire caliente.-** Este procedimiento es similar al de secado a base de vapor de agua en vez de que circule vapor circula aire caliente llevándose la humedad y este a la vez es impulsado por un ventilador hacia una cámara esta cámara debe estar totalmente cerrada y con una temperatura promedio de 40 a 50 grados centígrados.

**Secado con fuego indirecto.** Esto se utiliza cuando la madera se encuentra apilada y se debe prender fuego con mucho cuidado para tener mayor cantidad de humo y no de fuego para evitar un incendio esta madera dura mucho y se debe realizar con las maderas resinosas.

**Secado con ozono.-** Pasando una corriente de aire ozonizado por un secadero o apilamiento de madera se obtiene un secado perfecto, este secado evita el daño que pueden ocasionar los gusanos, este tratamiento es muy costoso y solo se debería hacer a maderas que requieran un acabado perfecto.

## **Normas para reducir los daños de la madera en el proceso de secado**

**Efectos que ocasionan el secado.-** Principalmente al secar la madera sufre una disminución de peso, de volumen y deformación esto se produce durante el proceso de secado porque la contracción de la madera no se verifica uniformemente debido a que la humedad varía a lo largo del tronco, curvamiento y alabeo esto es inevitable en muchos de los casos ya que los poros de la madera no todos son iguales y eso hace que tienda a alabarse y curvarse.

Antes del secado propiamente dicho de la madera, hay que tomar algunas precauciones a fin de reducir los defectos en ese proceso. Si no se tiene mucho cuidado en las etapas iniciales del aserrado, el proceso posterior de secado podría no eliminar los defectos ya existentes. Las primeras semanas son muy importantes en el proceso de secado.

Hay que ser precavidos desde el principio, comenzando con los troncos. Los troncos recién serrados corren peligros a corto y largo plazo. Las presiones a las que se somete un árbol vivo pueden causar hendiduras y resquebrajamiento graves en el momento del talado o poco después. Algunos de los peligros a largo plazo son las hendiduras en los extremos, manchas, corrosión e infestación de insectos. Los daños ocurren con mayor rapidez en los troncos cortados entre los meses de abril y octubre, cuando los hongos e insectos están más activos.

### **Los procedimientos siguientes ayudan a proteger los troncos contra daños:**

1. Mantener los troncos constantemente mojados o guárdelos bajo el agua, si es posible, durante la primavera, verano y otoño.

2. Orientar los troncos verdes con mucho cuidado. Los extremos de los troncos orientados de este a oeste no se ven perjudicados por el calor del sol. El extremo sur de los troncos y las maderas aserradas orientadas de norte a sur reciben intenso calor solar, lo que propicia la hendidura de la madera y por lo tanto, su

desperdicio. El recubrimiento de los extremos ayuda a evitar estas hendiduras durante el almacenamiento.

3. Cortar los troncos en madera aserrada lo antes posible o dentro de los 15 días siguientes al talado. Esto es especialmente importante durante los meses cálidos.

4. Si los troncos han de guardarse en seco por un período superior al mes, descortécelos y rocíelos por completo en sus extremos y lados con una mezcla de fungicida e insecticida dentro de los diez días siguientes al corte. Para evitar la penetración de manchas descolorantes, es necesario rociar el producto dentro de las 24 horas siguientes al serrado durante la estación caliente.

5. Recubrir los extremos para reducir las hendiduras en los extremos de los troncos. Se puede usar soluciones comerciales, asfalto, brea de alquitrán de carbón, petróleo crudo, pinturas a base de aceite y parafina.

6. Se deberá aplicar el recubrimiento de los extremos después de haber dado el tratamiento fungicida e insecticida (con un rociador manual de jardín). Use un rociador o cepillo para aplicar una película gruesa de recubrimiento en los extremos de troncos. No lo aplique en la parte externa de los troncos, sólo en los extremos.

7. Descortezar los troncos también evita las manchas y los insectos. Se puede utilizar un descortezador comercial o una azada de cuello recto para retirar la corteza del árbol. ¡Tome todas las precauciones necesarias cuando use pesticidas! los fungicidas e insecticidas mal empleados pueden causar daños a los seres humanos, animales y plantas. Siga las instrucciones y tome las precauciones que se dan en la etiqueta. No aplique pesticidas cuando haya peligro de que se los lleve el viento o la corriente. Vista y use las vestimentas y equipos de protección especificados en el empaque.

## Gestión de Riesgos

(Según Obando, 2010) La Gestión de Riesgo es un programa de trabajo y estrategias para disminuir la vulnerabilidad y promover acciones de conservación, desarrollo mitigación y prevención frente a desastres naturales y antrópicos.

Hablar de gestión de riesgo significa desarrollar una serie de medidas que permitan conocer y dimensionar todos los elementos relacionados con los riesgos para poder hacerles frente, hacerlos decrecer o, en el mejor de los casos, anularlos.

Muchos autores han establecido parámetros, métodos y fases de trabajo para tratar la gestión de riesgo con el objetivo de definir un modelo válido que permita a una comunidad prepararse y convivir con el riesgo. Ello depende en gran medida de los recursos económicos, el medio natural, la cultura o la religión de una determinada comunidad.

Un programa de gestión de riesgo requiere de la participación, de técnicos cualificados para la caracterización de la amenaza, de la población civil que se deberá organizar y coordinar con los gobiernos locales y otras instituciones a través de la creación de los llamados “espacios de concertación”, en los que se fundamenta la participación y el diálogo. <http://www.monografias.com/trabajos-pdf3/gestion-riesgo/gestion-riesgo.pdf>

La gestión de riesgo es una estrategia a medio y largo plazo que requiere el consenso de la sociedad, los técnicos y los políticos encaminado a la disminución de los desastres naturales y humanos, y por consiguiente, la mejora de la calidad de vida y del desarrollo socioeconómico. (Obando, 2010).

Las principales funciones un sistema de gestión de riesgos interdependientes son:

**Planificación.**- se basa en hacer previsiones y establecer métodos, política, objetivos, fijación de plazos).

**Organización.**- Responsabilidad, estructura, funciones y autoridad)

**Implantación.-** Mecanismos y acciones de dirección, decisiones comunicación, entrenamiento y motivación.

**Control y mejora.-** Estándares, evaluación, mediciones, corrección y mejora.

**Según (Lluna, 1993) diversos estudios han demostrado que los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales van muchas veces asociados a una gestión deficiente. Una buena gestión implica el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles y ello exige un lugar de trabajo seguro que proteja la salud y la seguridad de los trabajadores, mejore su motivación y estado de ánimo, promueva la calidad de la producción y contribuya, en consecuencia, a mejorar el rendimiento económico de la empresa.**

Los estudios demuestran que tener un sistema de gestión de riesgos adecuada en una empresa le da mejor calidad de vida a los trabajadores y a la empresa ya que si llega a pasar un accidente la empresa y los empleados están protegidos por las leyes y esto conlleva a un mejoramiento continuo.

### **Tipos de Riesgo**

Para poder definir y saber cuantos y cuales son los tipos de riesgo es importante conocer algunas definiciones.

**Accidente.-** Un accidente es un suceso inesperado que impide, interrumpe el proceso normal del trabajo y eso conlleva el potencial daño o perjuicio. Los accidentes según su magnitud pueden o no causar la muerte lesiones temporales o totales en la propiedad o en el trabajador, un accidente puede atribuirse a un factor humano, a un factor de trabajo o a un factor ambiental.

**Peligro.-** Es una condición que posee el potencial para causar algún perjuicio, daño a las instalaciones o a los equipos, pérdida de material de la propiedad o una disminución de la capacidad del trabajador para poder realizar un trabajo determinado.

**Daño.-** Es la gravedad del perjuicio o la magnitud de la pérdida que resulta de un riesgo o accidente incontrolable.

**Riesgo.-** Es una función de la probabilidad de una pérdida y de la magnitud de la pérdida potencial que tiene un equipo o un ser humano frente a una amenaza.

**Seguridad.-** La seguridad es la ausencia de peligros o la reducción de la exposición a peligros latentes, o también se lo puede definir como el control total de los peligros a un nivel aceptable.

### **Riesgos Físicos.**

**Ruido.** El sonido consiste en un movimiento ondulatorio producido en un medio elástico por una fuente de vibración.

La velocidad del sonido en el aire a 0 °C es de 331 a 335 metros por segundo y varía aproximadamente de 0.65 metros por segundo por cada °C de cambio en la temperatura.

En efecto el nivel del ruido medido desde el punto de vista físico, con un instrumento, es diferente del nivel del ruido que percibe el oído humano ya que todos tienen diferente sensibilidad a los sonidos, el oído no responde en forma igual a todos los tipos o frecuencias de sonidos y puede ocurrir que dos niveles sonoros iguales sean percibidos por el oído como de distinta intensidad.

El concepto de intensidad del sonido debe entenderse en este caso como la magnitud de la sensación auditiva que una persona normal experimenta en relación con un sonido

Existe un límite de tolerancia del oído humano. Entre 100-120 decibeles, el ruido se hace insoportable, a los 130 decibeles se sienten crujidos, de 130 a 140 decibeles la sensación se hace dolorosa y a los 160 decibeles el efecto es

devastador. Esta tolerancia no depende mucho de la frecuencia, aunque las altas frecuencias producen las sensaciones más desagradables.

Los efectos del ruido en el ser humano se clasifican en los siguientes:

- Efectos sobre mecanismo auditivo.
- Efectos generales.

Los efectos sobre el órgano auditivo se pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Debidos a un ruido repentino e intenso.
- Debidos a un ruido continuo.

Los efectos de un ruido repentino e intenso, corrientemente se deben a explosiones o detonaciones, cuyas ondas de presión pueden romper el tímpano y dañan, la lesión resultante del oído interno es de tipo leve o moderado. El desgarramiento timpánico se cura generalmente sin dejar alteraciones, pero si la restitución no tiene lugar, puede desarrollarse una alteración permanente y ocasionar la sordera.

Los efectos de una exposición continua al ruido, puede ocasionar la fatiga del sistema osteomuscular del oído, permitiendo pasar al oído más energía de la que puede resistir el órgano. A esta fase de fatiga sigue la vuelta al nivel normal de sensibilidad, de esta manera el oído está en un continuo estado de fatiga y recuperación, esta recuperación puede presentarse en el momento en que cesa la exposición al ruido, o después de minutos, horas o días, con la exposición continua al ruido es mucho más dañino que la intermitente.

Existen además otros daños que causa el ruido, a parte de la pérdida de audición:

- Trastornos sobre el aparato digestivo.
- Trastornos respiratorios.
- Alteraciones en la función visual.

- Trastornos cardiovasculares: tensión y frecuencia cardíaca.
- Trastorno del sueño, irritabilidad y cansancio.

Además de esto se debe evaluar el riesgo del ruido, y para esto se requieren tres tipos de información:

- Niveles de ruido de una planta y maquinaria.
- El modelo de exposición de todas las personas afectadas por el ruido.
- Cantidad de personas que se encuentran en los distintos niveles de exposición.

**Los ruidos industriales pueden ser:**

- a. Continuos (máquinas, motores o ventiladores).
- b. Intermitentes (prensas, herramientas neumáticas).
- c. Variables (personas que hablan, manejo de herramientas o materiales).

**Temperatura.** Existen cargos cuyo sitio de trabajo se caracteriza por elevadas temperaturas, como en el caso de proximidad de hornos de alimentos, cerámica y forjas, donde el ocupante del cargo debe vestir ropas adecuadas para proteger su salud y minimizar el calor. En el otro extremo, existen cargos cuyo sitio de trabajo exige temperaturas muy bajas, como en el caso de los frigoríficos, empresas de hielo que requieren trajes de protección adecuados.

**Iluminación.** Cantidad de luminosidad que se presenta en el sitio de trabajo del empleado, no se trata de iluminación general sino de la cantidad de luz en el punto focal del trabajo, de este modo los estándares de iluminación se establecen de acuerdo con el tipo de tarea visual que el empleado debe ejecutar: cuanto mayor sea la concentración visual del empleado en detalles y minucias, más necesaria será la luz en el punto focal del trabajo. La iluminación deficiente ocasiona fatiga, cansancio a los ojos, perjudica el sistema nervioso, ayuda a la deficiente calidad del trabajo y es responsable de una buena parte de los accidentes de trabajo.

Un sistema de iluminación debe cumplir los siguientes requisitos:

Ser suficiente, de modo que cada bombilla o fuente luminosa proporcione la cantidad de luz necesaria para cada tipo de trabajo.

Estar constante y uniformemente distribuido para evitar la fatiga de los ojos, que deben acomodarse a la intensidad variable de la luz, deben evitarse contrastes violentos de luz y sombra, y las oposiciones de claro y oscuro.

**(Según Obando, 2010) Vibraciones. Es muy frecuente encontrar un foco que genere, a la vez ruido y vibraciones, los efectos que pueden causar son distintos ya que el primero tiene una acción en una zona específica el oído y las vibraciones afectan a zonas extensas del cuerpo, incluso a su totalidad.**

**Las partes del cuerpo más afectadas son el segmento mano-brazo, cuando se habla de vibraciones parciales. También hay vibraciones globales de todo el cuerpo <http://www.monografias.com/trabajos-pdf3/gestion-riesgo/gestion-riesgo.pdf>**

**Vibraciones Mano-Brazo (vibraciones parciales).** A menudo son el resultado del contacto de los dedos o la mano con algún elemento vibrante. Los efectos adversos se manifiestan normalmente en la zona de contacto con la fuente vibración, pero también puede existir una transmisión importante al resto del cuerpo.

**Vibraciones Globales (vibraciones en todo el cuerpo).** La transmisión de vibraciones al cuerpo y los efectos sobre el mismo dependen mucho de la postura y no todos los individuos presentan la misma sensibilidad, es decir, la exposición a vibraciones puede no tener las mismas consecuencias en todas las situaciones.

Los efectos más usuales son

- Traumatismos en la columna vertebral.
- Dolores abdominales y digestivos.
- Problemas de equilibrio.
- Dolores de cabeza.

**Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes.** Las radiaciones pueden ser definidas en general, como una forma de transmisión espacial de la energía, dicha transmisión se efectúa mediante ondas electromagnéticas o partículas materiales emitidas por átomos inestables. Una radiación es Ionizante cuando interacciona con la materia y origina partículas con carga eléctrica (iones). Las radiaciones ionizantes pueden ser:

- Electromagnéticas (rayos X y rayos Gamma).
- Corpusculares (partículas componentes de los átomos que son emitidas, partículas Alfa y Beta).

Las exposiciones a radiaciones ionizantes pueden originar daños muy graves e irreversibles para la salud.

### **Riesgos Químicos**

**Polvos.** En la higiene industrial el problema del polvo es uno de los más importantes, ya que muchos polvos ejercen un efecto de deterioro sobre la salud de los obreros; y así pueden aumentar los índices de mortalidad por tuberculosis y los índices de enfermedades respiratorias. Se sabe que el polvo se encuentra en todas partes de la atmósfera terrestre, y se considera verdadero que las personas dedicadas a ciertos trabajos donde existe mucho polvo son menos saludables que los que no están en esas condiciones, por lo que se considera que existen polvos dañinos y no dañinos.

**Vapores.** Son sustancias en forma gaseosa que normalmente se encuentran en estado líquido o sólido y que pueden ser tornadas a su estado original mediante un aumento de presión o disminución de la temperatura.

**Líquidos.** En la industria, la exposición o el contacto con diversos materiales en estado líquido puede producir, efecto dañino sobre los individuos; algunos líquidos penetran a través de la piel, llegan a producir cánceres ocupacionales y causan dermatitis.

**Disolventes.** Los disolventes orgánicos ocupan un lugar muy destacado entre las sustancias químicas más frecuentes empleadas en la industria. Se puede decir que raras son las actividades humanas en donde los disolventes no son utilizados de una manera o de otra, por lo que las situaciones de exposición son extremadamente diversas. **Obando, T. (2010). La Gestión de Riesgo.** <http://www.monografias.com/trabajos-pdf3/gestion-riesgo/gestion-riesgo.pdf>

### **Riesgos biológicos.**

El problema de reducir la incidencia de las enfermedades profesionales de origen biológico está presente en diversas profesiones y actividades en las cuales los gérmenes patógenos son elementos de trabajo (laboratorios) o contaminantes producidos por personas, animales o el ambiente.

En el proceso del trabajo (manipuladores de carnes, pieles, vísceras y leche de animales infectados por carbunco o brucelosis; mineros infectados por anquilostomas; trabajadores y profesionales en hospitales infectocontagiosos, etc.), aunque la vía respiratoria continúa siendo la principal, hay casos en que no se puede negar la importancia de la vía cutánea (erosiones, heridas, cortantes y pinchazos) o de la vía digestiva (ingestión por pipeteo, alimentos contaminados, etc.).

Los contaminantes biológicos son seres vivos, con un determinado ciclo de vida que, al penetrar dentro del ser humano, ocasionan enfermedades de tipos infecciosos o parasitarios.

### **Riesgos ergonómicos.**

Es el estudio científico de las relaciones del hombre y su medio de trabajo, su objetivo es diseñar el entorno de trabajo para que se adapte al hombre y así mejorar el confort en el puesto de trabajo.

La ergonomía industrial como un campo de conocimiento nuevo que interviene en el campo de la producción, es relativamente nuevo en el país, nuevo por el poco conocimiento de esta y su aplicación, pero que ha venido desarrollándose y aplicándose en algunas empresas grandes cuyo corporativo está

fuera de nuestro país. Sin embargo, cada día mediante la difusión en congresos, encuentros y cursos, empieza tener demanda y resultados en su aplicación.

Este trabajo pretende dar un panorama general de la práctica ergonómica, su método y técnicas que de aplicarse ofrecen beneficios al trabajador, supervisor y sobre todo en ahorro a la empresa, dando como resultado un mejoramiento en la calidad de vida de todos los trabajadores y de la empresa.

### **La Postura.**

Es la posición que el cuerpo adopta al desempeñar un trabajo. La postura agachada se asocia con un aumento en el riesgo de lesiones. Generalmente se considera que más de una articulación que se desvía de la posición neutral produce altos riesgos de lesiones.

### **Estrés y condiciones de trabajo.**

Por estresores se entiende un conjunto de situaciones físicas y/o psicosociales de carácter estimular que se dan en el trabajo y que con frecuencia producen tensión y otros resultados desagradables para la persona. Son, por tanto, elementos recurrentes de carácter estimular (sensorial o intrapsíquico) ante las cuales las personas suelen experimentar estrés y consecuencias negativas. En base a esta definición, cualquier aspecto del funcionamiento organizacional relacionado con resultados conductuales negativos o indeseables se correspondería con un estresor.

### **Seguridad Industrial**

**Según (Bosco, 1977) La seguridad industrial tiene como objeto evitar por todos los medios posibles los accidentes durante el trabajo, es decir, toda la lesión corporal que el trabajador pueda experimentar en el desempeño de su labor. No todos los accidentes tienen la misma gravedad unos consisten en una simple herida y otros llegan hasta producir la muerte.**

La Seguridad Industrial tiene por objeto la prevención y limitación de riesgos, así como la protección contra accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, derivados de la actividad industrial o de la utilización, funcionamiento y mantenimiento de las

instalaciones o equipos y de la producción, uso o consumo, almacenamiento y administración de los desechos industriales.

### **Condiciones ambientales adecuadas de trabajo**

#### **Criterios preventivos sobre el ruido**

Se analizarán los focos o motivos de ruidos, las causas que lo originan y los lugares de trabajo que estén afectados, se deberá conocer los niveles de exposición, que tienen los empleados a los diferentes focos de ruido

Se emplearán medidas de control de ruido con elementos de protección personal (orejeras) cuando los trabajadores estén expuestos a valores superiores a 80 decibeles, podrán disponer de equipos de protección de personal para su uso, el cual será obligatorio cuando se sobrepasen los 90 decibeles

Se informarán a los trabajadores sobre los riesgos de audición y los medios de protección a utilizar, se deberán señalar los lugares con riesgos y se establecerá una limitación de acceso, e hará un reconocimiento médico a los trabajadores según la normativa legal.

#### **Criterios preventivos básicos sobre las vibraciones.**

1. Se disminuirá el tiempo de exposición.
2. Se establecerá un sistema de rotación de lugares de trabajo.
3. Se establecerá un sistema de pausas durante la jornada laboral.
4. Habrá una adecuación de los trabajos a las diferencias individuales.
5. Se intentará, siempre que sea posible, minimizar la intensidad de las vibraciones.
6. Se reducirán las vibraciones entre las piezas de las máquinas y los elementos que vayan a ser transformados.
7. Se reducirán las vibraciones a causa del funcionamiento de la maquinaria o materiales, y de los motores, alternadores, etc., no equilibrados.

8. Se mejorarán, en lo posible, las irregularidades del terreno por el cual circulen los medios de transporte.
9. Se utilizarán equipos de protección individual: guantes anti-vibración, zapatos, botas, etc., cuando sea necesario

### **Criterios preventivos básicos para el calor.**

1. Las instalaciones de salubridad y confort se ajustarán a aquello establecido a la normativa vigente: dispondrán de aireación y ventilación.
2. En situaciones térmicas extremas se limitará el tiempo de permanencia de estas condiciones.
3. Se deberá conocer cuáles son los períodos de actividad y reposo para evitar exposiciones térmicamente agresivas.
4. Cuando la realización del trabajo lo requiera se propondrá ropa especial que dificulte el intercambio térmico.
5. El alumno-trabajador beberá líquido antes de empezar a trabajar (aproximadamente 0.5 litros).
6. Durante la jornada laboral deberá ingerir líquido a menudo y en pequeñas cantidades (100 o 150 ml. cada 15/20 min.).
7. Tomar bebidas que contengan sales o bien poner un poco de sal al agua.
8. Se evitará la ingestión del alcohol y de bebidas excitantes.
9. Se establecerán pautas de descanso en ambientes más frescos.

### **Criterios preventivos básicos para el frío.**

1. Se distinguirán protecciones de tipo ambiental y de tipo personal.
2. Para las primeras, se dispondrá de un acontecimiento climático: calefacción y/o climatización.
3. Para lugares de trabajo situados en el exterior, las medidas serán mucho más limitadas.
4. Se utilizará el apantallamiento.
5. Se utilizarán protecciones resistentes al frío y a la humedad.

6. El soporte calorífico deberá de ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

### **Criterios Preventivos Básicos ante los Agentes Químicos.**

La prevención de posibles riesgos originados por la exposición a contaminantes químicos se basa en la actuación, según un esquema clásico de actuación, sobre:

- a) Los focos de contaminación.
- b) El medio.
- c) El receptor (individuo expuesto).

#### **a) Medidas de actuación en el foco.**

- 1) Selección de equipos adecuados.
- 2) Sustitución de productos, cuando las características toxicológicas del contaminante en cuestión (cancerígenos, sensibilizantes) justifiquen la búsqueda de alternativas a las sustancias utilizadas.
- 3) Modificación del proceso, cuando técnicamente sea posible, de forma que se eliminen operaciones especialmente contaminantes.
- 4) Cierre de procesos, cuando son generadores de agentes químicos y se puede prescindir de la presencia continuada de personas en los alrededores.
- 5) Extracción localizada, implica la instalación de un sistema de ventilación que elimine el contaminante al momento de la generación en el foco.
- 6) Mantenimiento preventivo de las instalaciones y equipos de trabajo. El envejecimiento de la maquinaria en general aumenta el riesgo de fugas y deficiencias en los materiales pueden favorecer la presencia de agentes químicos en el ambiente de trabajo.

#### **b) Medidas de actuación sobre el medio.**

La actuación preventiva en el medio supone casi siempre una serie de medidas correctoras de apoyo que por sí mismas no consiguen solucionar los problemas de

contaminación, pero unidas con las medidas preventivas aplicadas al foco y al receptor disminuyen el riesgo. Se pueden enunciar las siguientes:

- 1) Limpieza de los locales y lugares de trabajo, de forma periódica, ya que la existencia de vertidos o derrames generan nuevos focos de contaminación adicionales y dispersos.
- 2) Señalización de riesgos, advertencia de peligro y precauciones a tomar.
- 3) Ventilación general, con el objetivo de diluir la concentración en el ambiente, útil como medida de complemento o cuando los operarios estén lejos o los agentes químicos presenten poca toxicidad.
- 4) Sistemas de alarma, mediante sistemas de detección continuos.
- 5) Muestras periódicas, con la finalidad de conocer la concentración ambiental de manera periódica por aquellas situaciones en las cuales el muestreo inicial no permita afirmar que la concentración ambiental está claramente por debajo de los niveles establecidos.

**c) Medidas de actuación sobre el receptor.**

- 1) Formación e información sobre los riesgos posibles generados por la manipulación de sustancias químicas. Implica organizar las actuaciones necesarias para que los operarios reciban:
  1. Formación previa a la incorporación al lugar de trabajo.
  2. Información toxicológica básica de las materias que manipulan.
  3. Etiquetaje y sensibilización de las sustancias.

4. Equipos de protección individual (EPI'S) han de ser certificados y de uso complementario.

Actualmente están establecidos dos tipos de soluciones para reducir la magnitud de los factores de riesgo: controles de ingeniería y administrativos.

- **Controles de Ingeniería.**

Los controles de ingeniería cambian los aspectos físicos del puesto de trabajo. Incluyen acciones tales como modificaciones del puesto de trabajo, obtención de equipo diferente o cambio de herramientas modernas. El enfoque de los controles de ingeniería identifica los estresores como malas posturas, fuerza y repetición entre otros, eliminar o cambiar aquéllos aspectos del ambiente laboral que afectan al trabajador.

Los controles de ingeniería son los métodos preferidos para reducir o eliminar los riesgos de manera permanente.

- **Controles Administrativos.**

Los controles administrativos van a realizar cambios en la organización del trabajo. Este enfoque es menos amplio que los controles de ingeniería pero son menos dependientes.

Los controles administrativos incluyen los siguientes aspectos:

- Rotación de los trabajadores.
  - Aumento en la frecuencia y duración de los descansos.
  - Preparación de todos los trabajadores en los diferentes puestos para un rotación adecuada.
  - Mejoramiento de las técnicas de trabajo.
  - Acondicionamiento físico a los trabajadores para que respondan a las demandas de las tareas.
  - Realizar cambios en la tarea para que sea más variada y no sea el mismo trabajo monótono.
  - Mantenimiento preventivo para equipo, maquinaria y herramientas.
  - Desarrollo de un programa de auto mantenimiento por parte de los trabajadores.
  - Limitar la sobrecarga de trabajo en tiempo.
- **Implementación de los controles.**

Una vez realizadas las soluciones sugeridas, la evaluación y soluciones ergonómicas deben ser revisadas por los trabajadores y los supervisores, con pruebas de los prototipos (si hay cambio o rediseño del puesto de trabajo) deben ser evaluados, para asegurarse que los riesgos identificados se han reducido o eliminados y que no producen nuevos riesgos de trabajo. Estas evaluaciones deben realizarse en el puesto de trabajo.

- Implementación del programa ergonómico.

Un programa ergonómico es un método sistemático de prevenir, evaluar y manejar las alteraciones relacionadas con el sistema músculo-esquelético. Los elementos son los siguientes:

- Análisis del puesto de trabajo.
- Prevención y control de lesiones.
- Manejo médico.
- Entrenamiento y educación.

Esto se puede lograr mediante la formación de un equipo ergonómico.

Es con la prevención de accidentes, lesiones y enfermedades laborales que debe formarse o fortalecerse un equipo de ergonomía. Esto requiere de la formación de un comité de administración, ya que cada uno de los miembros actúa a un nivel del programa.

El tamaño del equipo y el estilo del programa pueden variar, dependiendo del tamaño de la empresa. Pero una persona que tenga autoridad y toma de decisiones en relación a lo económico y de los recursos necesarios debe estar al frente.

- Para empresas pequeñas, el equipo de ergonomía debe constar de:

Representante sindical

Administradores y supervisores

Personal de mantenimiento

Personal de higiene y seguridad

Médico o enfermera o ambos

- Para empresas grandes, además de los anteriores:

Ingenieros

Personal de recursos humanos

Médico del trabajo

Ergónomo.

Los elementos de un programa ergonómico se componen básicamente de cuatro elementos:

1. Análisis del puesto de trabajo. Se revisa, analiza e identifica el trabajo en relación a dicho puesto, que puede presentar riesgos musculares y sus causas.
2. Prevención y control de riesgos. Disminuye o elimina los riesgos identificados en el puesto de trabajo, cambiando el trabajo, puesto, herramienta, equipo o ambiente.
3. Manejo médico. Aplicación adecuada y efectiva de los recursos médicos para prevenir las alteraciones relacionadas con el sistema muscular o enfermedades laborales.
4. Entrenamiento y educación. Educación que se le facilita a los administradores y trabajadores para entender y evitar los riesgos potenciales de lesiones, sus causas, síntomas, prevención y tratamiento.

Los programas de intervención para la prevención del estrés ocupacional, deben abordarse de una panorámica global que incluye un conjunto de estrategias y técnicas de intervención y que, por su carácter eminentemente técnico, exige ser llevada a cabo por especialistas. Un programa de intervención debe distinguir:

- a) Planificación preventiva, tratando de reducir o evitar estresares.
- b) Diagnósticos de las fuentes y niveles de estrés.
- c) Puesta en marcha de programas de prevención e intervención sobre estrés en aquellas áreas o grupos de personas de mayor riesgo.
- d) Evaluación de los programas para documentar su eficacia y documentar el progreso de apoyo y modificaciones si hubiera lugar.

Por su parte las estrategias de intervención pueden ser:

- a) Primarias, dirigidas a reducir o a eliminar los factores de estrés.
- b) Secundarias, dirigidas a favorecer el manejo del estrés.
- c) Terciarias, dirigidas a facilitar programas de asistencia a los empleados, tanto grupales como individuales.

### **Causas de los accidente**

Hay dos grandes causas de accidentes, las personas y el medio ambiente de trabajo. Los trabajadores causarán accidentes cuando lleva a cabo o trabajan con acciones inadecuadas. El medio ambiente de trabajo causará accidentes cuando existen condiciones inadecuadas.

Es normal que en un accidente encontremos no sólo una, sino varias causas actuando al mismo tiempo.

### **Causas humanas de los accidentes**

En general, las acciones humanas se definen como cualquier acción (cosas que se hacen) o falta de acción (cosas que no se hacen) que pueden llevar a un accidente. Es la actuación personal indebida, que se desvía de los procedimientos o metodología de trabajo aceptados como correctos, ya sean escritos o entregados en forma de instrucción verbal por la supervisión. Se trata de acciones comunes, muchas veces las hacemos sin pensar que estos nos pueden llevar a un accidente.

## **Causas para producir un accidente de trabajo.**

1. No respetar procedimientos de trabajo.
2. Trabajar sin autorización o no estar capacitado.
3. No usar los equipos de protección personal.
4. Hacer bromas.
5. Conducir a exceso de velocidad.
6. Fumar en presencia de combustibles o inflamables.

Cada acción no adecuada tiene una explicación. Hay algo que lleva a la persona a cometer esa acción. A ese algo debe ir principalmente la acción de prevención. A ese factor que explica las acciones inadecuadas lo llamamos factor personal.

Los factores personales pueden dividirse en tres grandes tipos:

- 1.- Falta de conocimiento (no sabe)
  - 2.- Falta de motivación o actitud indebida. (no quiere)
  - 3.- Falta de capacidad física o mental (no puede)
- <http://accidenteslaborables98.blogspot.com/>

### **Falta de conocimiento**

La falta de conocimiento o de habilidad se produce cuando la persona se ha seleccionado mal para el cargo a ejecutar, no es el trabajador adecuado, no se le ha enseñado o no ha practicado lo suficiente.

Generalmente ocurre que un supervisor manda a un trabajador a realizar una actividad sin preguntar si sabe o no hacerlo, o no cerciorase de que efectivamente sabe el trabajo que se le ha asignado.

### **Falta de motivación**

Las actitudes indebidas se producen cuando la persona trata de ahorrar tiempo, de evitar esfuerzos, de evitar incomodidades o de ganar un prestigio mal entendido. Es cuando su actitud hacia su propia seguridad y la de los demás no es positiva.

### **Falta de capacidad**

La incapacidad física o mental se produce cuando la persona se ha seleccionado mal para el cargo a ejecutar, no es el trabajador adecuado, la persona ha visto disminuida su capacidad física o mental.

El control de estos factores personales se puede hacer con selección de personal, entrenamiento, controles médicos y otras prácticas de buena administración.

### **Causa ambiental del accidente**

A las causas ambientales de los accidentes las hemos llamado condiciones inadecuadas. En general, las condiciones inadecuadas se definen como cualquier condición del ambiente de trabajo que puede contribuir a un accidente. Estas condiciones del ambiente de trabajo está conformado por el espacio físico, herramientas, estructuras, equipos y materiales en general, que no cumplen con los requisitos mínimos para garantizar la protección de las personas y los recursos físicos del trabajo.

### **Ejemplos de condiciones físicas inadecuadas**

1. Líneas eléctricas sin conexión a tierra
2. Piso resbaladizo o con manchas de aceite
3. Caminos y señalización en mal estado
4. Equipos de levante en mal estado

5. Correa transportadora sin protección
  6. Engranajes o poleas en movimiento sin protección
- <http://accidenteslaborables98.blogspot.com/>

**Las causas orígenes de las condiciones inadecuadas o factores del trabajo pueden dividirse en:**

1. Desgaste normal o anormal
2. Abuso por Parte de los usuarios
3. Diseño inadecuado
4. Mantenimiento inadecuado

#### **Desgaste normal o anormal**

El desgaste normal es un proceso natural a todo equipo o material, el uso y el tiempo lo producen. Llega un momento en que dicho desgaste se convierte en una condición inadecuada. Antes de que se produzca ese momento debe actuarse para evitar el riesgo. Es fundamental para ello llevar una bitácora del equipo, material o repuesto para saber con certeza cuando cambiar o reparar.

El desgaste anormal se produce por abuso de un equipo o herramienta, la que debe corregirse con capacitación e inspecciones.

#### **Abuso por parte de los usuarios.**

Muchas veces encontramos que herramientas y equipos buenos se usan para otros fines. Ello daña las herramientas, causando condiciones inadecuadas. Por ejemplo, usan un destornillador como palanca, un alicate para golpear, etc.

## **Diseño inadecuado**

Por otra parte, podemos encontrar que las instalaciones no siempre han considerado la seguridad de su operación. Ello es origen de condiciones inadecuadas. Dentro del diseño debemos incluir espacio suficiente, iluminación adecuada, ventilación, espacios de tránsito, etc.

## **Mantenimiento inadecuado**

También la inadecuada mantención es fuente de condiciones inadecuadas. El no reemplazo de equipos viejos, la falta de repuestos y piezas, originan condiciones para provocar accidentes.

Lo importante de las acciones y condiciones inadecuadas es detectarlas y controlarlas a tiempo. El riesgo de mayor potencial de pérdidas es aquel que no se conoce.

El accidente puede ocurrir, cuando se trabaja con un riesgo desconocido o incontrolado.

Cuando muchas acciones y condiciones inadecuadas existen sin controlarse, el ánimo de los trabajadores se va deteriorando, y a la larga se producen más accidentes. Por ello es importante tomar conciencia de que es necesario esforzarse para lograr la eliminación de todas las acciones y condiciones adversas para el trabajo.

## **Consecuencias de los accidentes**

Según lo explicado, lo que debemos evitar "es el origen de", ya que al producirse éste, puede generar serias consecuencias para la integridad de las personas, equipos, instalaciones y el medio ambiente. Luego estos elementos constituyen una cadena que nos obliga a actuar definitivamente en su origen, o

sea, evitar las causas si queremos realmente tener éxito en el objetivo final de la prevención.

### **Tipos de accidentes de trabajo**

#### **Clasificación de los tipos de accidentes**

- 1.- Accidentes en los que el material va hacia el trabajador.
  - a. Golpes
  - b. Atrapamiento
  
- 2.- Accidentes en los que el trabajador va hacia el material.
  - a. Golpes
  - b. Atrapamiento
  - c. Caída a nivel
  - d. Caída a desnivel
  
- 3.- Accidentes en los que el movimiento relativo es indeterminado
  - a. Por sobre esfuerzo
  - b. Por exposición

A cada uno de los tipos de accidentes corresponden medidas preventivas específicas, de modo que mientras más sepamos de ellos, más fácil se nos hará la prevención de los accidentes.

### **Orden higiene en el área de trabajo**

La necesidad de la higiene industrial para proteger la salud de los trabajadores no debe subestimarse. Incluso cuando se puede diagnosticar y tratar una enfermedad profesional, no podrá evitarse que ésta se repita en el futuro si no cesa la exposición al agente etiológico. Mientras no se modifique un medio ambiente de trabajo insano, seguirá teniendo el potencial de dañar la salud. Sólo si se controlan los riesgos para la salud podrá romperse el círculo vicioso.

Sin embargo, las acciones preventivas deben iniciarse mucho antes, no sólo antes de que se manifieste cualquier daño para la salud, sino incluso antes de que se produzca la exposición. El medio ambiente de trabajo debe someterse a una vigilancia continua para que sea posible detectar, eliminar y controlar los agentes y factores peligrosos antes de que causen un efecto nocivo; ésta es la función de la higiene industrial.

Para atender las necesidades de la actual población sin agotar ni dañar los recursos y sin generar consecuencias negativas para la salud y el medio ambiente, hacen falta conocimientos y medios para influir en la acción esto, aplicado a los procesos de trabajo, está estrechamente relacionado con la práctica de la higiene industrial. La salud en el trabajo requiere un enfoque interdisciplinario con la participación de disciplinas fundamentales, una de las cuales es la higiene y el aseo.

Es importante que los responsables de la toma de decisiones, los directivos y los propios trabajadores, así como todos los profesionales de la salud en el trabajo, comprendan la función básica que desempeña la higiene para proteger la salud de los trabajadores y el medio ambiente.

Tampoco debe olvidarse la estrecha relación que existe entre la salud en el trabajo y la salud ambiental, puesto que la prevención de la contaminación de fuentes industriales mediante procesos adecuados de tratamiento y evacuación de residuos y desechos peligrosos debe iniciarse en el lugar de trabajo.

### **Utilización adecuada de los equipos de protección personal en el área de trabajo**

El método correcto es siempre el mejor. Los trabajadores no ven con gusto los equipos de seguridad personal por su incomodidad. En consecuencia este equipo puede ser alterado por sus usuarios, tratando de obtener un ajuste más satisfactorio y a su gusto, lo que se puede traducir en un empeoramiento de su funcionamiento.

La mejor manera de prevenir los accidentes es eliminar los riesgos o controlarlos lo más cerca posible de su origen. Cuando esta acción de reducir los riesgos en su origen no es posible, se ve en la necesidad de implantar en los trabajadores algunos dispositivos de protección personal.

El uso de equipos de protección personal, se debe considerar usarlo como un recurso obligatorio a pesar de que la incomodidad que pueda ocasionar y pueda limitar la libertad de movimientos en el trabajador; de esta manera no es sorprendente que a veces este ni lo utilice. Como el objetivo fundamental del equipo es evitar que alguna parte del cuerpo del trabajador haga contacto con riesgos, al mismo tiempo impide también que el calor y la humedad se escapen del cuerpo, teniendo como consecuencia de que alta temperatura y el sudor incomoden al trabajador, haciendo evidente una fatiga más rápida.

Todo los esfuerzos que se hagan por seleccionar y proveer de equipo de protección personal apropiado serán inútiles si este no se usa adecuadamente, y el resultado final es la desilusión y la desgana, pérdida de tiempo, de esfuerzos y de dinero.

La elección de los dispositivos de protección personal, debe hacerse con ayuda del trabajador ya que va a ser este quien los use, ya que si se requiere equipo de protección en un área específica, esto significa que debe ser protección cómoda.

Es claro que dentro de la planificación de un programa de protección personal es necesario tomarlos en consideración, pero a veces se les toma sin ver la necesidad , esto se traduce mejor a un desarrollo de métodos de higiene y seguridad industrial que corrijan estas condiciones peligrosas de un ambiente de trabajo

## **Hipótesis**

El sistema de secado incide en la seguridad de la empresa MADEORTEGA S.A

### **Señalamiento de Variables**

#### **Variable Independiente**

Sistema de secado

#### **Variable dependiente**

Seguridad Industrial

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **Enfoque de la modalidad**

##### **Modalidad y tipos de la investigación**

**De campo.-** El enfoque es cualitativo es porque se realizó muchas actividades para poder obtener datos para la investigación, se tomó reportes de trabajo diario en la que señala las horas de para que se ocasionaban en el área de secado, este informe lo recoleta la persona encargada del área después de presentarse algún acontecimiento como: conato de incendio, incendio, cortes de energía, desabastecimiento de diésel al ventilador, etc.

El enfoque es cuantitativo porque se va a recolectar datos e información de la planta de producción en el área de secado como: cantidad de lotes de producción diaria, equipos de seguridad que se utiliza en el proceso de secado, cantidad de incidentes que se han presentado en el último año, trabajadores que han tenido algún accidentes y cuantos en esta área, etc.

**Bibliografía documental.-** Porque se buscará datos de algunas fuentes como revistas, libros, internet, tesis relacionadas a la investigación, e información dada por la misma empresa.

**Exploratoria.-** Dado que se va a buscar, recabar, investigar, información importante de la empresa de años y meses anteriores hasta la fecha actual para tener una base de datos de los acontecimientos dados en esa área y que sea de mucha utilidad para determinar el problema en el proceso de secado de la empresa MADEORTEGA S.A y su incidencia en la seguridad.

**Descriptiva.-** En el área de secado se ha determinado que han existido muchos acontecimientos no deseados como incendios, paras de horas de trabajo por lo que la seguridad industrial y el manejo adecuado de equipos son muy importantes en esta área para evitar accidentes e incidentes.

**Población.-** Se ha obtenido 108 datos.

**Muestra.-** Se realizará el estudio con todos los datos obtenidos de la población planteada y recabada en la recolección de datos.

## Operacionalización de la Variable Independiente

Tabla No 1. **Variable Independiente: Sistema de Secado**

SISTEMA DE SECADO				
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ITEM BÁSICO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El sistema de secado es el proceso de sacar el agua de la madera en donde el tiempo es fundamental para este proceso	1 año 4 meses	Horas de para por el # de incidentes/horas a la semana	Tiempo sin producir por efecto de los incidentes	Observación y Fichas de Observación

**Elaborado por:** Investigador

## Operacionalización de la Variable Dependiente

Tabla No 2. **Variable Dependiente: Seguridad**

SEGURIDAD				
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ITEM BÁSICO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
La seguridad industrial es un factor indispensable para evitar que exista accidentes e incidentes en la empresa	1 año 4 meses	Horas de para por el # de incidentes/horas a la semana	Tiempo sin producir por efecto de los incidentes	Observación y Fichas de Observación

**Elaborado por:** Investigador

## Recolección de la Información

Tabla No 3 Recolección de la Información

MES / AÑO	# DE EVENTOS
Mayo – 13	15
Jun – 13	7
Jul – 13	7
Ago – 13	7
Sep – 13	4
Oct – 13	7
Nov – 13	10
Dic – 13	15
Ene – 14	6
Feb – 14	5
Mar – 14	4
Abr – 14	4
Mayo – 14	6
Jun – 14	5
<b>TOTAL EVENTOS</b>	<b>108</b>

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

### Procesamiento y Análisis de la Investigación

Los datos recogidos en la siguiente investigación serán analizados mediante la siguiente técnica.

#### Coefficiente de correlación de Karl Pearson

Dado dos variables, la correlación permite hacer estimaciones del valor de una de ellas conociendo el valor de la otra variable.

Los coeficientes de correlación son medidas que indican la situación relativa de los mismos sucesos respecto a las dos variables, es decir, son la expresión

numérica que nos indica el grado de relación existente entre las 2 variables y en qué medida se relacionan. Son números que varían entre los límites +1 y -1. Su magnitud indica el grado de asociación entre las variables; el valor  $r = 0$  indica que no existe relación entre las variables; los valores (1 son indicadores de una correlación perfecta positiva (al crecer o decrecer X, crece o decrece Y) o negativa (Al crecer o decrecer X, decrece o crece Y). (Obando, 2010)

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Para poder obtener la información necesaria se pidió autorización a la gerencia de MADEORTEGA S.A, esta información lo recolecta el encargado del área de secado que lleva un control diario de acontecimientos que se pueda originar en dicha área, esta informe se lo presenta a gerencia por cualquier motivo que origine una para de trabajo, se tomó la información de incidentes y accidentes desde mayo del 2013 hasta junio del 2014.

La información recolectada, que fue emitida por parte de la persona encargada del área de secado fue analizada, se calculó la cantidad de accidentes e incidentes correspondientes a cada mes, que se ocasionaba en dicha área.

Se analizó en qué meses y en que épocas del año se ocasionaban la mayor cantidad de accidentes e incidentes, teniendo como resultado que en los meses de invierno al haber más cortes de energía producidos por los rayos esto ocasionaba que los ventiladores de los secadores se apaguen ocurriendo mayor cantidad de incendios.

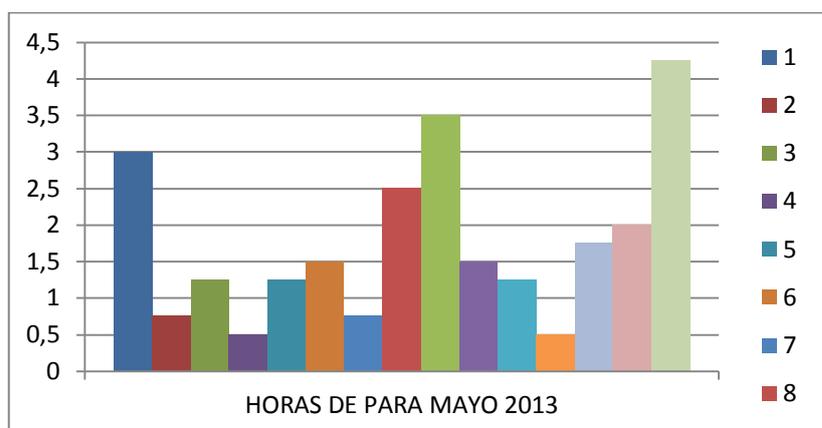
A continuación se muestran las tablas con los datos recolectados de los antes mencionados y sus análisis.

**Tabla No 4.** Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados may-13

<b>INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS</b>					
			<b>Mes : may-13</b>		
<b>Fecha</b>	<b>#</b>	<b>Evento</b>	<b>Tiempo Horas</b>	<b>INCIDENTES</b>	<b>ACCIDENTES</b>
02/05/2013	1	Paro por conato de incendio	3		1
04/05/2013	2	Paro por corte de energía	0,75	1	
04/05/2013	3	Paro por llama excesiva del quemador	1,25	1	
05/05/2013	4	Paro de ventilador expulsor de llama	0,5	1	
09/05/2013	5	Paro por llama no adecuada del sistema	1,25	1	
12/05/2013	6	Paro por llama excesiva del quemador	1,5	1	
14/05/2013	7	Paro por llama excesiva del quemador	0,75	1	
17/05/2013	8	Paro por corte energético	2,5	1	
18/05/2013	9	Paro por conato de incendio	3,5		1
20/05/2013	10	Paro por llama excesiva del quemador	1,5	1	
21/05/2013	11	Paro de ventilador expulsor de llama	1,25	1	
23/05/2013	12	Paro por llama excesiva del quemador	0,5	1	
24/05/2013	13	Paro de ventilador expulsor de llama	1,75	1	
25/05/2013	14	Paro por conato de incendio	2		1
26/05/2013	15	Paro por conato de incendio	4,25		1
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>26,25</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>250,00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual %</b>			<b>10,5%</b>		

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador.



**Gráfico No 5.** Horas de para por eventos inesperados mayo 2013

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

**Análisis.**

Este es el primer reporte que se pudo recolectar, es del mes de Mayo del 2013 en él se puede evidenciar que hubo muchas horas de para por motivos varios, hubo accidentes e incidentes esto produjo quemaduras en el personal y esto conlleva a una disminución en el porcentaje de producción mensual.

**Tabla No 5.** Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados jun-13

<b>INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS</b>					
			<b>Mes : jun-13</b>		
<b>Fecha</b>	<b>#</b>	<b>Evento</b>	<b>Tiempo Horas</b>	<b>INCIDENTES</b>	<b>ACCIDENTES</b>
02/06/2013	1	Paro por corte de energía	0,75	1	
04/06/2013	2	Paro por corte de energía	1	1	
06/06/2013	3	Paro por llama no adecuada del sistema	0,75	1	
13/06/2013	4	Incendio de un lote	2		1
19/06/2013	5	Paro de ventilador expulsor de llama	1,25	1	
22/06/2013	6	Paro por llama excesiva del quemador	0,5	1	
28/06/2013	7	Incendio de un lote	1		1
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>7,25</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>270,00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual %</b>			<b>2,7%</b>		

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador.



**Gráfico No 6.** Horas de para por eventos inesperados junio 2013

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis.**

Este es el segundo reporte que se pudo recolectar, es del mes de Junio del 2013 en él se puede evidenciar que hubo menos paros comparados con el mes de Mayo pero hubo más pérdidas económicas en este mes ya que se quemó 2 lotes de producción, eso da una pérdida de \$3.000 dólares aproximadamente, estos

acontecimientos y los otros detallados en el reporte conllevan a una disminución en el porcentaje de producción mensual.

Tabla No 6. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados Jul-13

INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS					
			Mes : jul-13		
Fecha	#	Evento	Tiempo Horas	INCIDENTES	ACCIDENTES
02/07/2013	1	Paro de ventilador expulsor de llama	0,75	1	
04/07/2013	2	Paro por corte de energía	1	1	
06/07/2013	3	Paro por llama no adecuada del sistema	0,75	1	
13/07/2013	4	Incendio de un lote	2,5		1
19/07/2013	5	Paro por corte de energía	1,25	1	
22/07/2013	6	Paro por llama excesiva del quemador	0,5	1	
28/07/2013	7	Paro por llama no adecuada del sistema	1	1	
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>7,75</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>270,00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual %</b>			<b>2,9%</b>		

Fuente:

Elaborado por: Investigador.



Gráfico No 7. Horas de para por eventos inesperados julio 2013

Fuente:

Elaborado por: Investigador

### Análisis.

Este es el tercer reporte que se pudo recolectar, es del mes de Julio del 2013 en él se puede evidenciar que hubo los mismos paros comparados con el mes de Junio, hubo un lote de producción quemado y muchas horas de para lo que ocasiona que exista un bajo porcentaje de producción mensual.

Tabla No 7. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos Inesperados ago-13

INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS					
			Mes : ago-13		
Fecha	#	Evento	Tiempo Horas	INCIDENTES	ACCIDENTES
05/08/2013	1	Incendio de material de desecho	1,5		1
08/08/2013	2	Paro por corte de energía	1,25	1	
14/08/2013	3	Quemadura de un empleado	2,5		1
17/08/2013	4	Paro por corte de energía	1	1	
19/08/2013	5	Paro por corte de energía	1,5	1	
22/08/2013	6	Paro por llama excesiva del quemador	2,5	1	
30/08/2013	7	Paro por llama no adecuada del sistema	1	1	
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>11,25</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>260,00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual %</b>			<b>4,3%</b>		

Fuente:

Elaborado por: Investigador

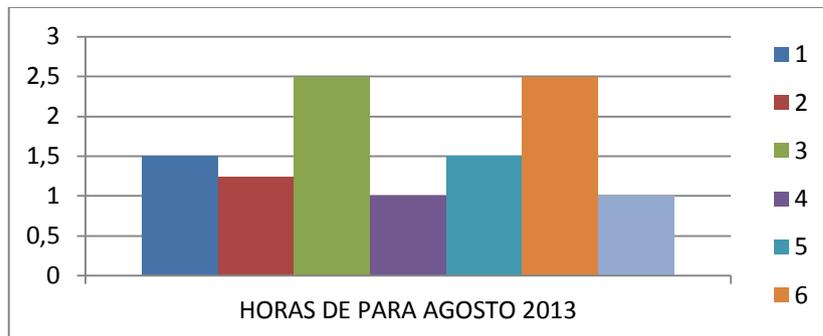


Gráfico No 8. Horas de para por eventos inesperados agosto 2013

Fuente:

Elaborado por: Investigador

### Análisis.

Este es el cuarto reporte que se pudo recolectar, es del mes de Agosto del 2013, en él se puede evidenciar que hubo los mismos paros comparados con el mes de Julio, pero hubo una persona herida con quemaduras en sus manos por un incendio producido en la cama de secado por mal manejo de productos cerca de los secadores, hubo un incendio de los materiales de desecho por mal manejo de

los mismos cerca de los tanques de diésel esto conlleva a horas de para por lo tanto un porcentaje bajo de producción mensual.

Tabla No 8. **Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados Sep-13**

INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS					
			Mes : sep-13		
Fecha	#	Evento	Tiempo Horas	INCIDENTES	ACCIDENTES
02/09/2013	1	Paro por llama no adecuada del sistema	0,75	1	
14/09/2013	2	Paro por conato de incendio	3,5		1
20/09/2013	3	Paro por corte de energía	1,25	1	
24/09/2013	4	Paro por llama excesiva del quemador	0,5	1	
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>6,00</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>250,00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual %</b>			<b>2,4%</b>		

Fuente:

Elaborado por: Investigador

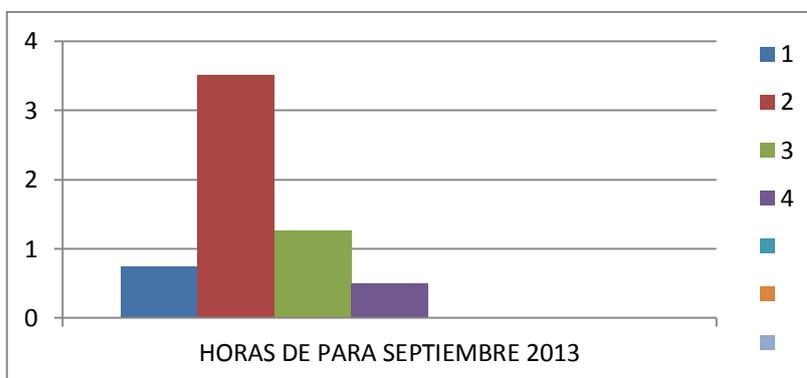


Gráfico No 9. **Horas de para por eventos inesperados septiembre 2014**

Fuente:

Elaborado por: Investigador

### Análisis.

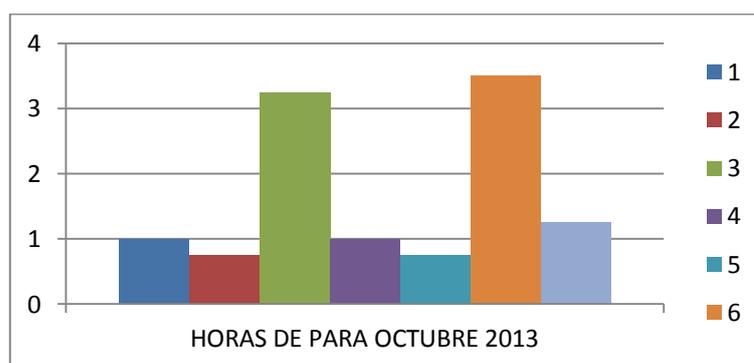
Este es el quinto reporte que se pudo recolectar es del mes de Septiembre del 2013, en él se puede evidenciar que hubo menos paros comparados con el mes de Agosto, pero esto no justifica que es un mes sin incidentes, de igual manera se registró un conato de incendio que pudo ser controlado a tiempo y no produjo daños considerables para la empresa.

**Tabla No 9.** Informe de Horas No Trabajadas en la Planta por Eventos Inesperados Oct-13

<b>INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS</b>					
			<b>Mes : oct-13</b>		
<b>Fecha</b>	<b>#</b>	<b>Evento</b>	<b>Tiempo Horas</b>	<b>INCIDENTES</b>	<b>ACCIDENTES</b>
03/10/2013	1	Paro por corte de energía	1	1	
05/10/2013	2	Paro por llama no adecuada del sistema	0,75	1	
08/10/2013	3	Paro por conato de incendio	3,25		1
09/10/2013	4	Paro por corte de energía	1	1	
16/10/2013	5	Paro por llama no adecuada del sistema	0,75	1	
22/10/2013	6	Paro por conato de incendio	3,5		1
25/10/2013	7	Paro por corte de energía	1,25	1	
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>11,50</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>270,00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual %</b>			<b>4,3%</b>		

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador



**Gráfico No 10.** Horas de para por eventos inesperados octubre 2014

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis.**

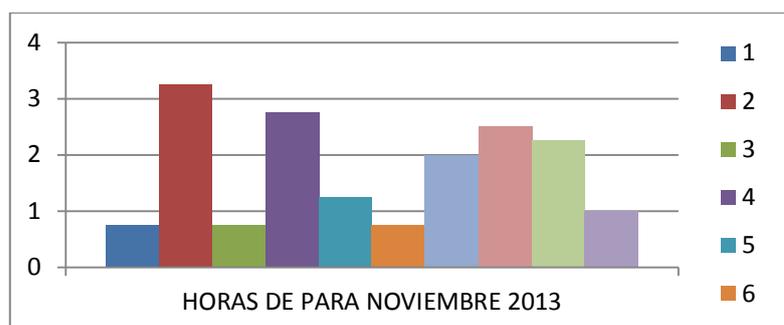
Este es el sexto reporte que se pudo recolectar, es del mes de Octubre del 2013, en él se puede evidenciar que hubo más paros comparados con el mes de septiembre pero no hubo personas heridas ni lotes de producción quemados, pero hubo más cortes de energía lo que ocasionó demasiadas paras de trabajo en el área de secado por lo tanto una disminución en el porcentaje de producción mensual.

**Tabla No 10.** Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados nov-13

<b>INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS</b>					
			<b>Mes : nov-13</b>		
<b>Fecha</b>	<b>#</b>	<b>Evento</b>	<b>Tiempo Horas</b>	<b>INCIDENTES</b>	<b>ACCIDENTES</b>
01/11/2013	1	Paro por corte de energía	0,75	1	
02/11/2013	2	Paro por conato de incendio	3,25		1
06/11/2013	3	Paro por corte de energía	0,75	1	
07/11/2013	4	Paro por conato de incendio	2,75		1
08/11/2013	5	Paro por corte de energía	1,25	1	
12/11/2013	6	Paro por llama no adecuada del sistema	0,75	1	
19/11/2013	7	Paro por corte de energía	2	1	
22/11/2013	8	Paro por conato de incendio	2,5		1
28/11/2013	9	Paro por conato de incendio	2,25		1
29/11/2013	10	Paro por llama no adecuada del sistema	1	1	
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>17,25</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>270,00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual %</b>			<b>6,4%</b>		

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador



**Gráfico No 11.** Horas de para por eventos inesperados noviembre 2014

### **Análisis**

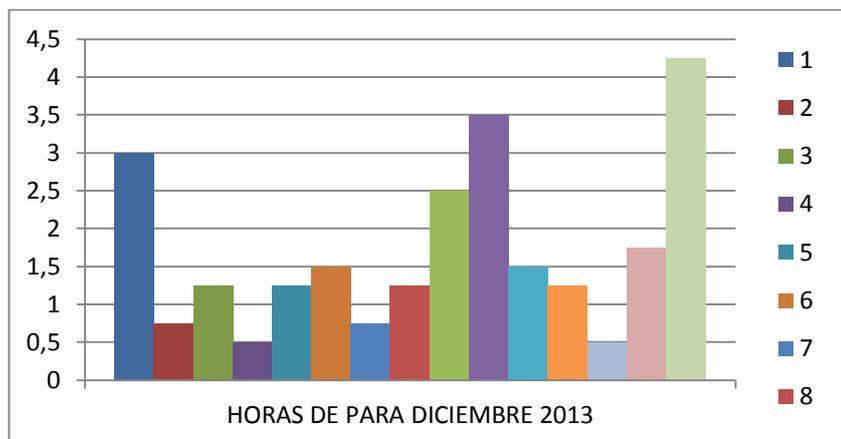
Este es el séptimo reporte que se pudo recolectar, es del mes de Noviembre del 2013, en él se puede evidenciar que hubo más paros comparados con el mes de Octubre, pero no hubo personas heridas ni lotes de producción quemados pero se incrementó las horas de para lo que conlleva a una producción mensual baja.

Tabla No 11. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados dic-13

INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS					
			Mes : dic-13		
Fecha	#	Evento	Tiempo Horas	INCIDE NTES	ACCIDE NTES
02/12/13	1	Paro por conato de incendio	3		1
04/12/13	2	Paro por corte de energía	0.75	1	
04/12/13	3	Paro por llama excesiva del quemador	1.25	1	
05/12/13	4	Paro de ventilador expulsor de llama	0.5	1	
09/12/13	5	Paro por llama no adecuada del sistema	1.25	1	
12/12/13	6	Paro por llama excesiva del quemador	1.5	1	
14/12/13	7	Paro por llama no adecuada del sistema	0.75	1	
14/12/13	8	Paro por daño en la manguera de alimentación	1.25	1	
17/12/13	9	Paro por corte energético	2.5	1	
18/12/13	10	Paro por conato de incendio	3.5		1
20/12/13	11	Paro por llama excesiva del quemador	1.5	1	
21/12/13	12	Paro de ventilador expulsor de llama	1.25	1	
23/12/13	13	Paro por llama excesiva del quemador	0.5	1	
24/12/13	14	Paro de ventilador expulsor de llama	1.75	1	
26/12/13	15	Paro por conato de incendio	4.25		1
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>25.50</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>250.00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual %</b>			<b>10.2%</b>		

Fuente:

Elaborado por: Investigador



Fuente:

Gráfico No 12. Horas de para por eventos inesperados diciembre 2014

Elaborado por: Investigador

**Análisis.**

Este es el octavo reporte que se pudo recolectar es del mes de Diciembre del 2013, en él se puede evidenciar que hubo más paros comparados con el mes de Noviembre ya que la producción se incrementa por motivo de festividades pero no hubo trabajadores heridos ni lotes quemados pero se incrementó las paras lo que origina que exista una disminución en el porcentaje de producción mensual.

Tabla No 12. Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados ene-14

INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS					
			Mes : ene-14		
Fecha	#	Evento	Tiempo Horas	INCIDENTES	ACCIDENTES
02/01/2014	1	Paro por conato de incendio	3,5		1
04/01/2014	2	Paro por corte de energía	1,5	1	
13/01/2014	3	Paro de ventilador expulsor de llama	3	1	
15/01/2014	4	Paro por corte de energía	2,5	1	
18/01/2014	5	Paro por llama no adecuada del sistema	1,25	1	
24/01/2014	6	Paro por corte energético	1,75	1	
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>13,50</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>260,00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual %</b>			<b>5,2%</b>		

Fuente:

Elaborado por: Investigador.

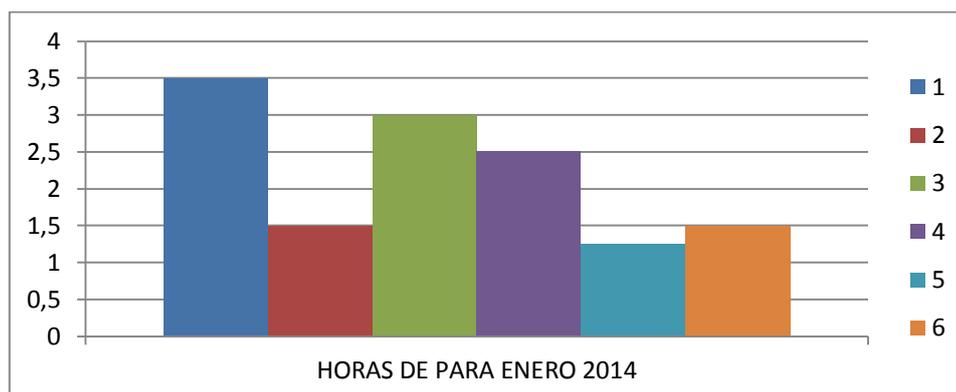


Gráfico No 13. Horas de para por eventos inesperados enero 2014

Fuente:

Elaborado por: Investigador

### Análisis.

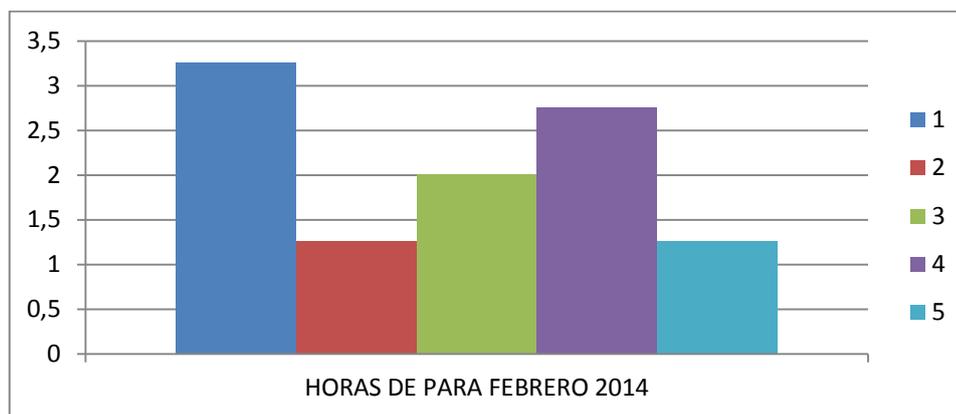
Este es el noveno reporte que se pudo recolectar, es del mes de Enero del 2014, en él se puede evidenciar que hubo menos paros comparados con el mes de Diciembre ya que la producción disminuye por inicio de año, en este mes hubo muchos cortes de energía lo que ocasiona paros en el proceso de secado y por lo tanto baja el porcentaje de producción mensual.

**Tabla No 13.** Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados feb-14

<b>INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS</b>					
			<b>Mes : feb-14</b>		
<b>Fecha</b>	<b>#</b>	<b>Evento</b>	<b>Tiempo Horas</b>	<b>INCIDENTE S</b>	<b>ACCIDENTE S</b>
05/02/2014	1	Paro por conato de incendio	3,25		1
08/02/2014	2	Paro por corte de energía	1,25	1	
12/02/2014	3	Paro por corte energético	2	1	
15/02/2014	4	Paro por conato de incendio	2,75		1
22/02/2014	5	Paro por corte de energía	1,25	1	
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>10,50</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>240,00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual %</b>			<b>4,4%</b>		

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador



**Gráfico No 14.** Horas de para por eventos inesperados febrero 2014

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis.**

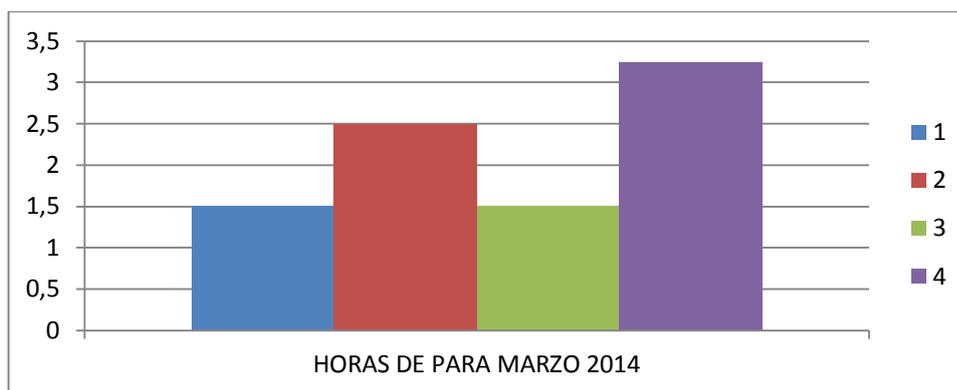
Este es el décimo reporte que se pudo recolectar, es del mes de Febrero del 2014, en él se puede evidenciar que hubo menos paros comparados con el mes de Enero pero la misma cantidad de paros por cortes de energía, lo que ratifica que en temporada de invierno se produce este fenómeno y conlleva a paros inesperados y disminución en el porcentaje de producción.

**Tabla No 14.** Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados mar-14

<b>INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS</b>					
			<b>Mes : mar-14</b>		
<b>Fecha</b>	<b>#</b>	<b>Evento</b>	<b>Tiempo Horas</b>	<b>INCIDEN TES</b>	<b>ACCIDEN TES</b>
01/03/2014	1	Paro de ventilador expulsor de llama	1,5	1	
01/03/2014	2	Paro por corte de energía	2,5	1	
01/03/2014	3	Paro por daño eléctrico	1,5	1	
01/03/2014	4	Paro por conato de incendio	3,25		1
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>8,75</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>260,00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual %</b>			<b>3,4%</b>		

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador.



**Gráfico No 15.** Horas de para por eventos inesperados marzo 2014

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis.**

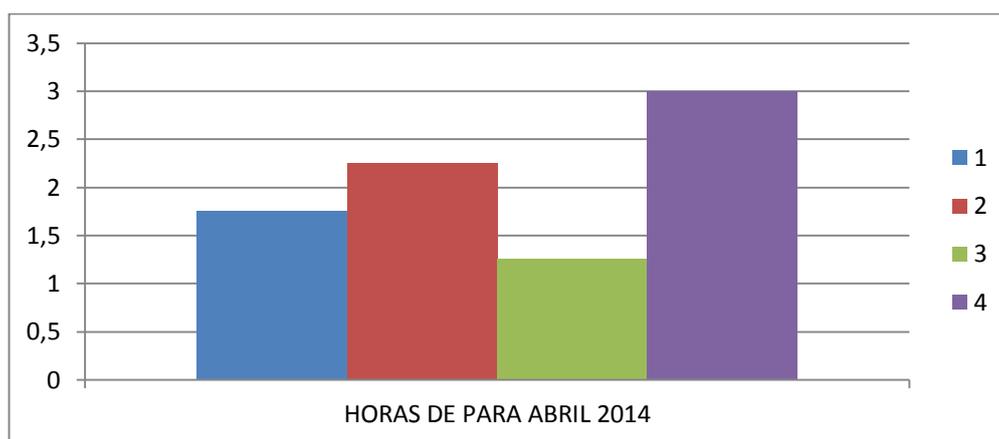
Este es el undécimo reporte que se pudo recolectar, es del mes de Marzo del 2014, en él se puede evidenciar que hubo menos paros comparados con el mes de Febrero, no hubo pérdidas de lotes ni trabajadores heridos pero si horas de paros que conlleva a la disminución de porcentaje de producción mensual.

**Tabla No 15.** Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados abr-14

INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS					
			Mes : abr-14		
Fecha	#	Evento	Tiempo Horas	INCIDENTE S	ACCIDENTE S
05/04/2014	1	Paro por corte de energía	1,75	1	
11/04/2014	2	Paro por conato de incendio	2,25		1
23/04/2014	3	Paro por corte energético	1,25	1	
28/04/2014	4	Paro por conato de incendio	3		1
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>8,25</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>250,00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual</b>			<b>% 3,3%</b>		

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador.



**Gráfico No 16.** Horas de para por eventos inesperados abril 2014

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis.**

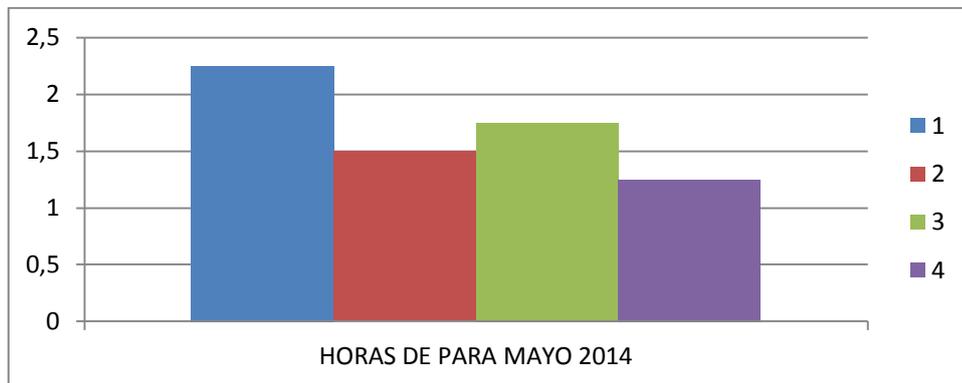
Este es el duodécimo reporte que se pudo recolectar, es del mes de Abril del 2014, en él se puede evidenciar que hubo los mismos paros comparados con el mes de Marzo, no hubo pérdidas de lotes ni trabajadores heridos pero si horas de paras que conlleva a la disminución de porcentaje de producción mensual.

Tabla No 16. Informe de Horas No Trabajadas en la Planta por Eventos Inesperados May-14

INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS					
			Mes : <b>may-14</b>		
Fecha	#	Evento	Tiempo Horas	INCIDENTES	ACCIDENTES
03/05/2014	1	Paro por conato de incendio	2,25		1
05/05/2014	2	Paro por corte de energía	1,5	1	
07/05/2014	3	Paro por daño eléctrico	1,75	1	
09/05/2014	4	Paro por llama no adecuada del sistema	1,25	1	
17/05/2014	5	Paro por conato de incendio	2,5		1
27/05/2014	6	Paro por corte de energía	1,25	1	
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>10,50</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>260,00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual %</b>			<b>4,0%</b>		

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador.



**Gráfico No 17. Horas de para por eventos inesperados mayo 2014**

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

**Análisis.**

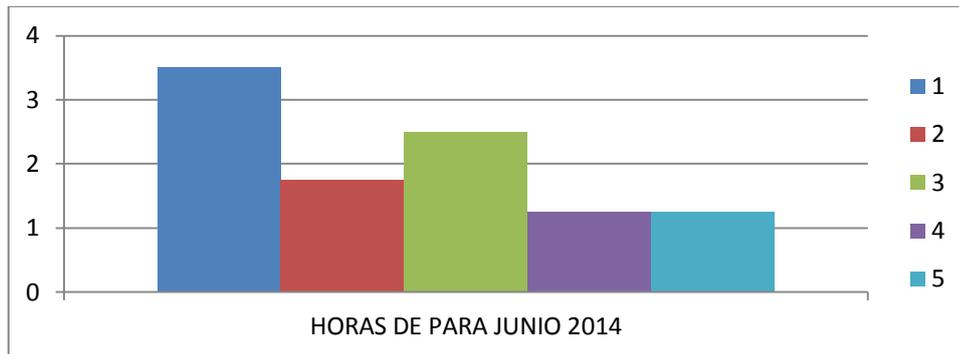
Este es el treceavo reporte que se pudo recolectar que pertenece al mes de Mayo del 2014, en él se puede evidenciar que hubo más paros comparados con el mes de Abril, no hubo pérdidas de lotes ni trabajadores heridos, pero si incremento en los cortes de energía lo que incrementa las horas de paras, que conlleva a la disminución de porcentaje de producción mensual.

**Tabla No 17.** Informe de horas no trabajadas en la planta por eventos inesperados jun-14

<b>INFORME DE HORAS NO TRABAJADAS EN LA PLANTA POR EVENTOS INESPERADOS</b>					
			<b>Mes : jun-14</b>		
<b>Fecha</b>	<b>#</b>	<b>Evento</b>	<b>Tiempo Horas</b>	<b>INCIDENTES</b>	<b>ACCIDENTES</b>
06/06/2014	1	Paro por conato de incendio	3,5		1
09/06/2014	2	Paro por llama excesiva del quemador	1,75	1	
19/06/2014	3	Paro por llama excesiva del quemador	2,5	1	
26/06/2014	4	Paro por corte de energía	1,25	1	
28/06/2014	5	Paro por llama excesiva del quemador	1,25	1	
<b>Total horas paros no programados</b>			<b>10,25</b>		
<b>Horas totales mes</b>			<b>250,00</b>		
<b>Incidencia de la seguridad en la productividad mensual %</b>			<b>4,1%</b>		

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador



**Gráfico No 18.** Horas de para por eventos inesperados junio 2014.

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

**Análisis.**

Este es el último reporte que se pudo recolectar pertenece al mes de Junio del 2014, en él se puede evidenciar que hubo menos paros comparados con el mes de Mayo, no hubo pérdidas de lotes ni trabajadores heridos, pero si hubo paros en las horas de trabajo lo que influye en una disminución del porcentaje de productividad.

## **Verificación de la Hipótesis.**

El método que se va a realizar para la correlación es el diagrama de Pearson.

El método de Pearson permite estudiar la relación de dos variables existiendo dos datos uno de X y el otro de Y, primero se debe tomar los datos de las dos variables, luego se debe realizar un gráfico de dispersión para eso se debe seleccionar todos los datos de X y Y toda esta información trabajando en Excel, luego de tener los datos se va a la pestaña insertar y se señala el ícono de dispersión y en ella el icono de dispersión solo marcadores, automáticamente se crea el gráfico.

Se continua y se va al icono de presentación y se toma el icono de título de gráfico para poder colocar el título de correlación, luego se va al icono de líneas de tendencia y damos un clic en ese icono va a dar una línea de tendencia en el gráfico, damos un clic derecho en la línea y se va al formato de línea de tendencia y se selecciona dos iconos uno presentar ecuación en el gráfico y el otro es el R cuadrado.

Posterior a esto va aparecer en la pantalla la ecuación y el coeficiente de correlación si el valor del coeficiente de correlación es más cerca de 1 el valor va ser mejor, si está más cerca del cero no va a existir una correlación por lo tanto la correlación no existiría.

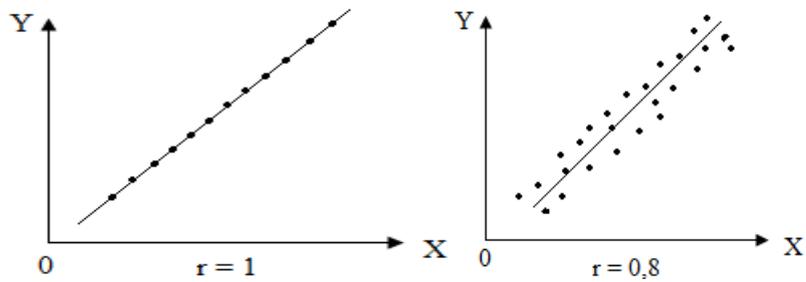
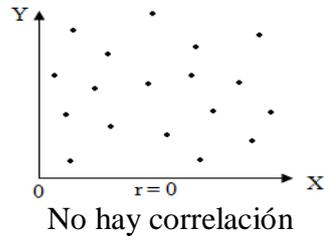
Existen varios tipos de correlación que se muestran a continuación:

- **Según la relación entre variables.**
  - **Correlación lineal:** Se representa mediante una línea recta.
  
- **Según el número de variables**

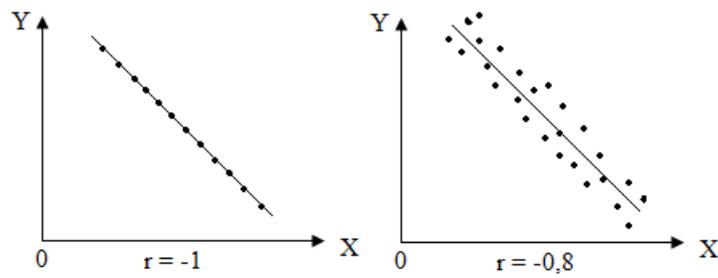
- **Correlación simple:** La variable dependiente actúa sobre la variable independiente.
  - **Correlación múltiple:** Cuando la variable dependiente actúa sobre varias variables independientes.
  - **Correlación parcial:** Cuando la relación que existe entre una variable dependiente y una independiente es de tal forma que los demás factores permanezcan constantes.
- **Según el valor cuantitativo**
    - **Correlación perfecta:** El valor del coeficiente de correlación es 1
    - **Correlación imperfecta:** El coeficiente de correlación es menor a 1 sea en sentido positivo o negativo.
    - **Correlación nula:** El coeficiente de correlación es 0. No existe correlación entre las variables. Ejemplo: Número de calzado de una persona y su cociente intelectual
- **Según el signo**
    - **Correlación positiva.-** Dos variables tiene correlación positiva cuando al aumentar o disminuir el valor de una de ellas entonces el valor correspondiente a la otra aumentará o disminuirá respectivamente, es decir, cuando las dos variables aumentan en el mismo sentido. Ejemplo: Peso de una persona y su talla.
    - **Correlación negativa.-** Dos variables tiene correlación negativa cuando al aumentar o disminuir el valor de una de ellas entonces el valor de la otra disminuirá o aumentará respectivamente, es decir, una variable aumenta y

otra disminuye o viceversa. Ejemplo: Número de partidos ganados por un equipo en una temporada y su posición final en la tabla.

### Coeficientes de Correlación



Correlación positiva



Correlación Negativa

Para interpretar el coeficiente de correlación se utiliza la siguiente escala:

**Tabla No 18.** Valores para Interpretar el Coeficiente de Correlación

Valor	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

El resultado que se obtuvo al calcular el coeficiente de correlación en Excel fue el siguiente:

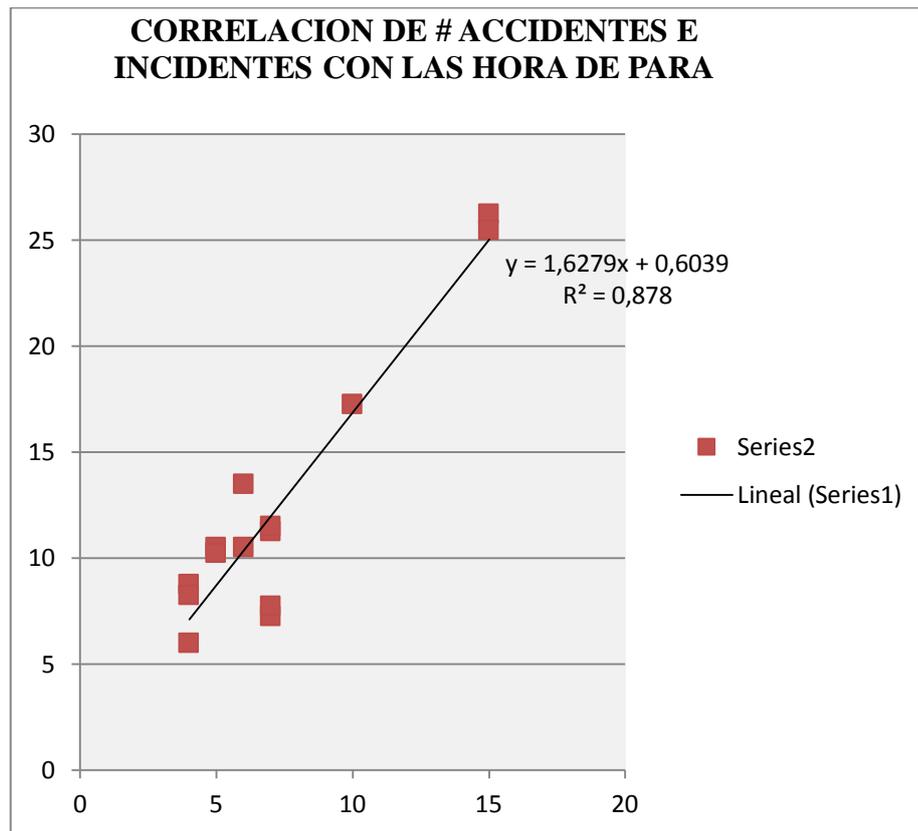
**Tabla No 19.** Coeficiente de Correlación Calculado en Excel

VARIABLE	INDEPENDIENTE	DEPENDIENTE
MESES DEL AÑO 2013/2014	# DE ACCIDENTES/INCID	HORAS DE PARA
MAYO	15	26,25
JUNIO	7	7,25
JULIO	7	7,75
AGOSTO	7	11,25
SEPTIEMBRE	4	6
OCTUBRE	7	11,5
NOVIEMBRE	10	17,25
DICIEMBRE	15	25,5
ENERO	6	13,5
FEBRERO	5	10,5
MARZO	4	8,75
ABRIL	4	8,25
MAYO	6	10,5
JUNIO	5	10,25
	CORDENADA X	CORDENADA Y

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla No 20.** Resultado coeficiente de correlación.



**NOTA: MIENTRAS MAS INCIDENTES Y ACCIDENTES EXISTA LAS HORAS DE PARA INCREMENTA**

**CORRELACION**

**0,878**

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

Para realizar el cálculo del coeficiente de correlación manualmente se realiza el siguiente procedimiento:

Se calcula aplicando la siguiente ecuación:

**Tabla No 21.** Datos recolectados de la investigación.

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

**Solución:**

Se calcula la media aritmética

**Tabla No 22.** Cálculo de Coeficiente de Correlación

X	Y	$x = X - \bar{x}$	$y = Y - \bar{y}$	$x^2$	$x y$	$y^2$
15	26,3	7,714	13,629	59,510	105,135	185,738
7	7,3	-0,286	-5,371	0,082	1,535	28,852
7	7,8	-0,286	-4,871	0,082	1,392	23,731
7	11,3	-0,286	-1,371	0,082	0,392	1,881
4	6	-3,286	-6,671	10,796	21,920	44,508
7	12	-0,286	-0,671	0,082	0,192	0,451
10	17,3	2,714	4,629	7,367	12,563	21,424
15	26	7,714	13,329	59,510	102,820	177,651
6	14	-1,286	1,329	1,653	-1,708	1,765
5	11	-2,286	-1,671	5,224	3,820	2,794
4	8,8	-3,286	-3,871	10,796	12,720	14,988
4	8,3	-3,286	-4,371	10,796	14,363	19,109
6	11	-1,286	-1,671	1,653	2,149	2,794
5	10,3	-2,286	-2,371	5,224	5,420	5,624
102	177,4	0,00	0,00	172,857	282,714	531,309
7,286	12,671					

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador.

Se aplica la fórmula:

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

Se obtiene el valor de 0,9329 es decir que se acerca a uno, por lo tanto indica que existe una correlación perfecta entre los valores de X y Y, denominada también como correlación positiva muy alta.

## **Conclusiones y recomendaciones**

### **Conclusiones.**

- Se concluye que las máquinas de secado no están funcionando con todas las seguridades exigidas por entes de control y esto ocasiona una amenaza para el área de secado y el personal de toda la empresa.

- Se concluye que la seguridad si influye en área de secado ya que se ha demostrado bajo investigaciones, reportes que tienen un alto índice de accidentes e incidentes que han causado daños a los trabajadores como quemaduras, pérdida de lotes, paras de horas en el trabajo y esto a la vez una bajo porcentaje de producción mensual.

- Se concluye que la seguridad contra incendios del área de secado y seguridad personal que posee el personal que labora en dicha área no es suficiente para contrarrestar los accidentes que puedan ocurrir, por lo que se recomienda instalar un sistema automático contraincendios.

### **Recomendaciones.**

- Se debe implementar un sistema de gestión de riesgos en la empresa y una brigada contraincendios para que puedan actuar eficazmente en caso de un incendio.

- Se debe dar capacitaciones sobre el manejo y uso adecuado de los equipos de protección personal e industrial, dotar equipos adecuados de seguridad personal y el uso obligatorio de dichos implementos para evitar más trabajadores accidentados.

- Realizar una reubicación y remodelación de los tanques de diésel para evitar que se encuentren cerca de las llamas que producen los secaderos y de tal manera minimizar los incendios y accidentes al personal.

- Analizar el proceso de secado y su incidencia en la seguridad.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA**

**Título:**

“Diseño de un sistema automático contraincendios en el área de secado de madera en la empresa “MADEORTEGA S.A.”

#### **Datos Informativos**

**Institución ejecutora:** Universidad Tecnológica Indoamérica.

**Beneficiarios:** La principal beneficiaria de la ejecución de este proyecto es la empresa MADEORTEGA S.A.

**Ubicación:** Km 10 vía a Amaguaña

**Tiempo estimado para la ejecución:** Mayo 2014 a Julio 2015

**Equipo técnico responsable:** Christian Germán Albuja Salazar

**Costo:** El costo aproximado del proyecto es de 9438.84 dólares americanos.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

“Diseñar un sistema de seguridad para conatos de incendio en la cama de secado de la empresa “MADEORTEGA S.A.” utilizando la normativa adecuada y ajustándose a la realidad del país y de la empresa.”

### **Objetivos Específicos:**

- Analizar un sistema a base de agente químico seco que sea más rentable y que implique menos gastos de instalación, mantenimiento para la empresa respecto a un sistema más caro y tradicional como es el uso del agente químico FM -200 o similares.
- Desarrollar un sistema acorde a la exigencia del cliente en cuanto a costo asequible y calidad de alto nivel.
- Realizar los cálculos necesarios para garantizar el funcionamiento del sistema.

### **Justificación**

La empresa mantiene un alto interés en realizar mejoras en su proceso de secado, los cuales permitan contar con un sistema de secado que elabore productos de la más alta calidad y diseñado bajo parámetros técnicos, normas ambientales y de seguridad industrial. Además de contar con un sistema de secado seguro bajo normas para evitar conatos de incendio y que esto les brinde seguridad al personal y a las instalaciones.

La utilidad teórica que la empresa recibirá con este estudio es:

Mejorar sus niveles de seguridad y por ende minimizar riesgos de incendios de la planta, la misma que servirá para la presentación de informes al directorio de la

empresa. La utilidad práctica es de contar con un sistema de secado seguro, eficiente y monitoreado.

La empresa MADEORTEGA S.A. tiene en su **visión** la mejora continua como uno de sus principales pilares para llegar a ser una empresa líder en el mercado nacional e internacional, por lo cual el diseño, análisis, estudio e implementación de un sistema automatizado contra incendios en el área de secado darán como resultado una mejora en la seguridad del personal y de la empresa.

### **Análisis de factibilidad Legal**

El conjunto de normas a utilizar para el diseño del sistema de la presente tesis pueden ser nacionales e internacionales.

Estas normas son requeridas para la operación y aprobación del proyecto.

#### NFPA 17: Standard for Dry Chemical Extinguishing Systems

Esta norma incluye los requerimientos mínimos para asegurar que los sistemas de extinción de incendios con agente químico seco (P.Q.S) funcionen continuamente y de una manera efectiva en un conato de incendio. Está destinada al uso y la guía de aquellos que compran, diseñan, instalan, prueban, inspeccionan, aprueban, enlistan, operan, o mantienen tales equipos.

#### NFPA 10: Standard for Portable Fire Extinguishers

NFPA 10 provee los requerimientos para asegurar que los extintores portables trabajarán hasta proveer la primera línea de defensa contra fuegos de tamaño limitad.

### **Análisis de la factibilidad Científica-Técnica**

Los accesorios y elementos a utilizarse se consiguen con relativa facilidad en el mercado, el sistema no contará con elementos tecnológicos de punta pero si con

aquellos que cumpla con los requerimientos exigidos por las entidades de control para poder aplacar un conato de incendio.

Mejora del sistema actual

Disponibilidad de tecnología que satisfaga las necesidades.

El área de secado no cuenta con un sistema de extinción de incendios así que la propuesta del proyecto resulta muy viable en términos de contar con el mismo.

### **Análisis de factibilidad Económica Financiera**

La empresa MADEORTEGA S.A cuenta con todas las facilidades físicas necesarios para poder implementar el sistema automático contra incendios, cabe destacar que el área de secado está ubicado en un sector de la planta de producción en la cual se puede realizar los trabajos necesarios sin tener que paralizar otras áreas, con lo que el proyecto a realizar se lo puede ejecutar paralelamente con los trabajos cotidianos de la empresa.

Los costos para el desarrollo del proyecto y su futura implementación, están de acuerdo a la estructura económica de la empresa, es decir, los alcances económicos permiten que se desarrolle de manera adecuada el proyecto en términos de economía y fiabilidad.

### **Metodología**

El diseño e implementación del sistema automatizado contra incendios está relacionado directamente a la carrera de Ingeniería Industrial dado que se enmarca en: seguridad industrial, mecánica, hidráulica, gestión de recursos, electricidad, electrónica.

Para el estudio, análisis, diseño y construcción del proyecto se ha establecido los tiempos estipulados para la ejecución de cada una de las actividades y fecha de finalización del proyecto.

## Programación

El proyecto se ha programado considerando todos los tiempos estipulados para cada actividad , el mismo que tendrá inicio en Noviembre 2014 y su culminación en julio 2015 el cual se dará con la implementación y pruebas de funcionamiento en la planta de producción de la empresa MADEORTEGA S.A.

## Cronograma de actividades

El cronograma de actividades se ha elaborado considerando la ruta crítica del proyecto, el mismo que se ha calculado con la utilización del método de diagramas de rutas crítica PERT, para luego de esto plasmar el proyecto y su tiempo de duración en un diagrama de GANTT en el cual se puede visualizar todas las actividades del proyecto.

**Tabla No 23.** Detalle de actividades y tiempos de ejecución

	ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA FINAL	DURACION (DIAS)
A	VISITA A LA EMPRESA	25/08/2014	13/10/2014	45
B	PLANIFICACION DE TRABAJO CON GERENCIA GENERAL	13/10/2014	27/10/2014	15
C	RECOPIRAR DATOS TECNICOS	27/10/2014	01/12/2014	35
D	ANALIZAR DATOS	01/12/2014	29/12/2014	30
E	VISITA DE INGENIEROS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMERICA	29/12/2014	05/01/2015	7
F	APROBACION DEL PROYECTO A REALIZAR	05/01/2015	12/01/2015	7
G	LEVANTAMIENTO DE LAY OUT	12/01/2015	02/02/2015	21
H	PRESENTAR PROPUESTA DE DISEÑO A LA EMPRESA	02/02/2015	16/02/2015	14
I	CALCULOS DE DATOS TECNICOS A EVALUAR.	16/02/2015	20/04/2015	63
J	REALIZACION DEL DISEÑO	20/04/2015	01/06/2015	42
K	PRESENTAR PROPUESTA DE DISEÑO A LA EMPRESA	01/06/2015	08/06/2015	7
L	ENTREGA DE PROYECTO A LA EMPRESA "MADEORTEGA"	08/06/2015	24/06/2015	14

**Fuente**

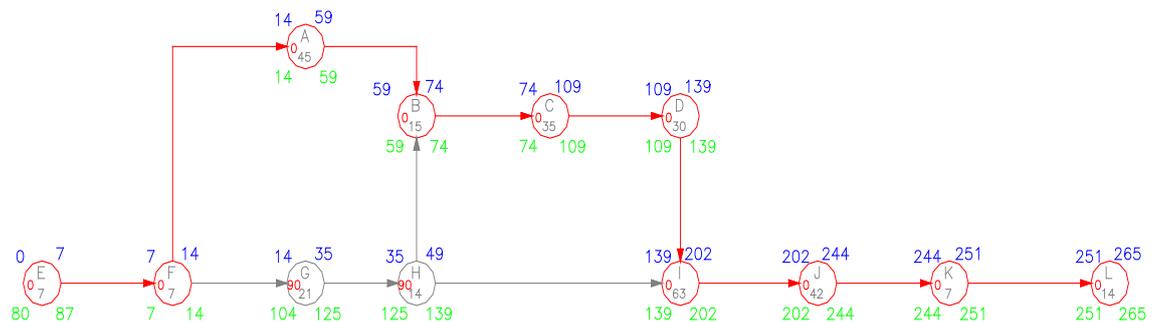
**Elaborado por:** Investigador.

**Tabla No 24.** Diagrama de Gantt

ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA FIN	DURACION (DIAS)	2014												2015											
				SEMANAS																							
VISITA A LA EMPRESA	25/08/2014	13/10/2014	45	[Green bars]																							
PLANIFICACION DE TRABAJO CON GERENCIA GENERAL	13/10/2014	27/10/2014	15	[Green bars]																							
RECOPIAR DATOS TECNICOS	27/10/2014	01/12/2014	35	[Green bars]																							
ANALIZAR DATOS	01/12/2014	29/12/2014	30	[Green bars]																							
ENTREGA DEL PROYECTO A LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA "MADDEORTEGA"	29/12/2014	05/01/2015	7	[Green bars]																							
APROVACION DEL PROYECTO A REALIZAR	05/01/2015	12/01/2015	7	[Green bars]																							
LEVANTAMIENTO DE LAY OUT	12/01/2015	02/02/2015	21	[Green bars]																							
PRESENTAR PROPUESTA DE DISEÑO A LA EMPRESA	02/02/2015	16/02/2015	14	[Green bars]																							
CALCULOS DE DATOS TECNICOS A EVALUAR.	16/02/2015	20/04/2015	63	[Green bars]																							
REALIZACION DEL DISEÑO	20/04/2015	01/06/2015	42	[Green bars]																							
PRESENTAR PROPUESTA DE DISEÑO A LA EMPRESA	01/06/2015	08/06/2015	7	[Green bars]																							
ENTREGA DE PROYECTO A LA EMPRESA "MADDEORTEGA"	08/06/2015	24/06/2015	14	[Green bars]																							

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador



**Gráfico No 19.** Estudio de ruta crítica

**Elaborado por:** Investigador

Elaborada la ruta crítica, se tiene que el camino a seguir contiene a las actividades A-B-C-D-E-F-I-J-K-L, teniendo una holgura de 90 días tanto para la actividad G como para la actividad H, que corresponden a el levantamiento del Lay Out y la presentación de la propuesta de diseño a la empresa.

### Modelo Operativo

Sistemas de aplicación de agente químico seco (P.Q.S).

**Polvo Químico.** Son varias mezclas de partículas sólidas finamente pulverizadas usualmente a base de bicarbonato de sodio, bicarbonato de potasio, o fosfato de amonio suplementadas adicionalmente con material en partículas con tratamientos especiales para darle resistencia al asentamiento, absorción de humedad (compactación) y características de fluidez.(NFPA 17,2002).

El polvo químico es un medio eficaz para la extinción en el tipo de incendios que se van a manejar y que se generan en el área de secado de la empresa.

El fuego que se genera en el área de secado está clasificado como Tipo A, según NFPA 10 – 2007. (Anexo F)

El riesgo se lo clasifica en el nivel de Riesgo Extra (alto)

**Tabla No 25.** Tabla NFPA para cálculo de riesgo según su clasificación

Tabla 6.2.1.1 Tamaño y Localización de Extintores para Clase A Criterio	Riesgo Leve (bajo)	Ocupación Riesgo Ordinario (moderado)	Riesgo Extra ( alto)
Clasificación mínima por extintor individual	2-A	2-A	4-A
Máximo de área por piso por unidad A	3,000 ft <sup>2</sup>	1,500 ft <sup>2</sup>	1,000 ft <sup>2</sup>
Área máxima cubierta por extintor	11,250 ft <sup>2</sup>	11,250 ft <sup>2</sup>	11,250 ft <sup>2</sup>
Distancia máxima de recorrido hasta el extintor	75 ft	75ft	75ft

**Fuente:** NFPA 10

**Elaborado por:** Investigador

Se escoge como área de combate la sección horizontal de la cama de secado que es de 6.00 m<sup>2</sup>.

Se elige un cilindro de agente químico de 150lbs, de tal manera que se garantice un funcionamiento continuo en varios conatos de incendio.

**Tabla No 26.** Selección del extintor que se debe utilizar

**Wheeled Dry Chemical - Product Specification**

SP = Stored Pressure RG = Regulated Pressure PT = Pressure Transfer  
Canadian Part Numbers are shown in parentheses.

MODEL	TYPE	PART NUMBER	AGENT CAPACITY	UL/ULC RATING	DISCHARGE TIME	DISCHARGE RANGE	UNIT WEIGHT
A-50-SP	ABC Dry Chemical	30010 (30015)	50 lb. (22.7 kg)	10-A-160-B-C	35 sec	25-35 ft. (7.6-10.7 m)	154 lb. (70 kg)
A-150-SP	ABC Dry Chemical	30110 (30115)	125 lb. (56.7 kg)	30-A-240-B-C	47 sec	30-40 ft. (9.1-12.2 m)	300 lb. (136 kg)
A-150-RG	ABC Dry Chemical	31120 (31125)	125 lb. (56.7 kg)	30-A-240-B-C	44 sec	30-40 ft. (9.1-12.2 m)	387 lb. (176 kg)
A-150-RG-36	ABC Dry Chemical	31140 (31145)	125 lb. (56.7 kg)	30-A-240-B-C	44 sec	30-40 ft. (9.1-12.2 m)	422 lb. (191 kg)
A-150-RG-36R	ABC Dry Chemical	31150 (31155)	125 lb. (56.7 kg)	30-A-240-B-C	44 sec	30-40 ft. (9.1-12.2 m)	434 lb. (197 kg)
A-150-PT	ABC Dry Chemical	31110 (31115)	125 lb. (56.7 kg)	30-A-240-B-C	43 sec	30-40 ft. (9.1-12.2 m)	325 lb. (147 kg)
A-350-RG	ABC Dry Chemical	32120 (32125)	300 lb. (136 kg)	30-A-320-B-C	52 sec	30-40 ft. (9.1-12.2 m)	780 lb. (354 kg)
A-350-RG-R	ABC Dry Chemical	32140 (32145)	300 lb. (136 kg)	30-A-320-B-C	52 sec	30-40 ft. (9.1-12.2 m)	806 lb. (366 kg)
A-350-PT	ABC Dry Chemical	32110 (32115)	300 lb. (136 kg)	30-A-320-B-C	53 sec	30-40 ft. (9.1-12.2 m)	657 lb. (298 kg)
A-350-PT-R	ABC Dry Chemical	32130 (32135)	300 lb. (136 kg)	30-A-320-B-C	53 sec	30-40 ft. (9.1-12.2 m)	683 lb. (310 kg)
S-150-RG	Standard Dry Chemical	31220 (31225)	150 lb. (68 kg)	240-B-C	48 sec	30-40 ft. (9.1-12.2 m)	412 lb. (187 kg)
S-150-RG-36	Standard Dry Chemical	31240 (31245)	150 lb. (68 kg)	240-B-C	48 sec	30-40 ft. (9.1-12.2 m)	447 lb. (203 kg)

**Fuente:** <http://buckeyefire.com/product/dry-chemical-models-2/>

**Elaborado por:** Investigador

**Modelo Operativo**

De acuerdo al cilindro seleccionado, se tiene entonces que:

$M_c = 150$  lbs: Capacidad del agente extintor

$A_c = 1000$  m<sup>2</sup>: Área de cobertura máxima del extintor (según tabla 6.2.1.1 NFPA 10)

$t = 10$  seg: Tiempo máximo de extinción del incendio (Norma NFPA 2001, Chapter 6

– 6.4.1.1) Ver Anexo A.

$m$  = Cantidad de agente extintor por área.

$W$  = Flujo por unidad de área.

$WT$  = Flujo total requerido para extinción del incendio.

$C_1$  = Cantidad de agente para extinción del incendio, bajo condiciones ideales.

$CT$  = Cantidad total de agente necesaria.

$SF$  = Factor de seguridad. Ver anexo B

$A$  = Área de cama de secado (área que tiene que ser cubierta por el agente extintor)

Por lo tanto:

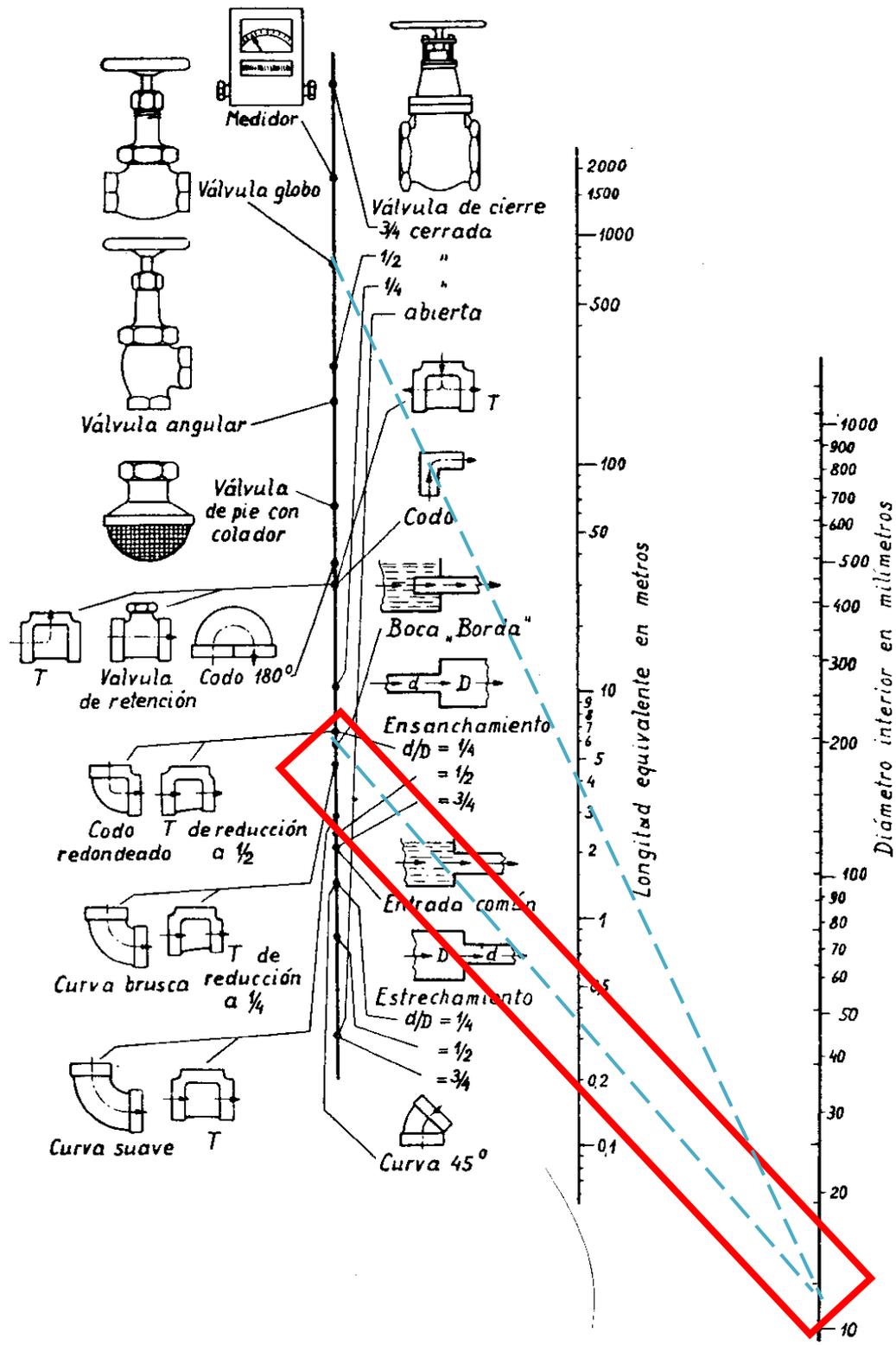


Ahora se determinará el diámetro de la tubería necesario para conducir el fluido, en este caso agente químico seco, de la siguiente manera:

Tamaño nominal de la tubería (pulgadas)	Caudal (lb/s)		Caudal (kg/s)	
	Diseño mínimo	Diseño nominal máx.	Diseño mínimo	Diseño nominal máx.
1/2	1	3.0	0.5	1.4
3/4	2	3.5	0.9	2.3
1	3.5	8.5	1.6	3.9
1¼	6	12.5	2.7	5.7
1½	9	20.0	4.1	9.0
2	14	30.0	6.4	13.6
2½	20	55.0	9.0	25.0
3	30	90.0	13.6	40.9
4	55	125.0	25	56.8
5	90	200.0	40.9	90.9
6	120	300.0	54.5	136.4

Pérdidas por fricción (Método Hazen Williams)

Se determinan en base a la fórmula de Hazzen-Williams



Fuente: Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas, Claudio Mataix, Ediciones del Castillo 1986, Pág. 248.

Entonces la longitud equivalente por los accesorios a utilizarse será 23ft.

$$Le = 53,46 + 23 = 76,46 \text{ ft}$$

Tubería o Tubo	Valor C*
Fundición de hierro o fundición dúctil sin recubrimiento interior	100
Acero negro (sistemas de tubería seca, incluyendo de preacción)	100
Acero negro (sistemas de tubería húmeda, incluyendo diluvio)	120
Galvanizada (toda)	120
Plástico (listada), toda	150
Fundición de hierro o fundición dúctil, revestida de cemento	140
Cobre o acero inoxidable	150

\* La autoridad competente podrá considerar otros valores de C.

Diámetro nominal del tubo	Cédula 10 <sup>1</sup>				Cédula 30				Cédula 40					
	Diámetro externo		Diámetro Interno		Espesor de la Pared		Diámetro interno		Espesor de la Pared		Diámetro interno		Espesor de la Pared	
Pulg.	Pulg.	(mm)	pulg.	(mm)	Pulg.	(mm)	Pulg.	(mm)	pulg.	(mm)	pulg.	(mm)	pulg.	(mm)
1/2	0.840	(21.3)	0.674	(17)	0.083	(2.1)	—	—	—	—	0.622	(15.8)	0.109	(2.8)
3/4	1.050	(26.7)	0.884	(22.4)	0.083	(2.1)	—	—	—	—	0.824	(21.0)	0.113	(2.9)
1	1.315	(33.4)	1.097	(27.9)	0.109	(2.8)	—	—	—	—	1.049	(26.6)	0.133	(3.4)
1 1/4	1.660	(42.2)	1.442	(36.6)	0.109	(2.8)	—	—	—	—	1.380	(35.1)	0.140	(3.6)
1 1/2	1.900	(48.3)	1.682	(42.7)	0.109	(2.8)	—	—	—	—	1.610	(40.9)	0.145	(3.7)
2	2.375	(60.3)	2.157	(54.8)	0.109	(2.8)	—	—	—	—	2.067	(52.5)	0.154	(3.9)
2 1/2	2.875	(73.0)	2.635	(66.9)	0.120	(3.0)	—	—	—	—	2.469	(62.7)	0.203	(5.2)
3	3.500	(88.9)	3.260	(82.8)	0.120	(3.0)	—	—	—	—	3.068	(77.9)	0.216	(5.5)
3 1/2	4.000	(101.6)	3.760	(95.5)	0.120	(3.0)	—	—	—	—	3.548	(90.1)	0.226	(5.7)
4	4.500	(114.3)	4.260	(108.2)	0.120	(3.0)	—	—	—	—	4.026	(102.3)	0.237	(6.0)
5	5.563	(141.3)	5.295	(134.5)	0.134	(3.4)	—	—	—	—	5.047	(128.2)	0.258	(6.6)
6	6.625	(168.3)	6.357	(161.5)	0.134 <sup>2</sup>	(3.4)	—	—	—	—	6.065	(154.1)	0.280	(7.1)
8	8.625	(219.1)	8.249	(209.5)	0.188 <sup>2</sup>	(4.8)	8.071	(205.0)	0.277	(7.0)	—	—	—	—
10	10.75	(273.1)	10.37	(263.4)	0.188 <sup>2</sup>	(4.8)	10.14	(257.6)	0.307	(7.8)	—	—	—	—

Para unidades SI: 1 pulgada = 25.4 mm

NOTAS:

1. Cédula 10 definida para 5 pulgadas de diámetro nominal de tubería por la norma ASTM A 135.

2. Espesor de pared especificado en 2-3.2.

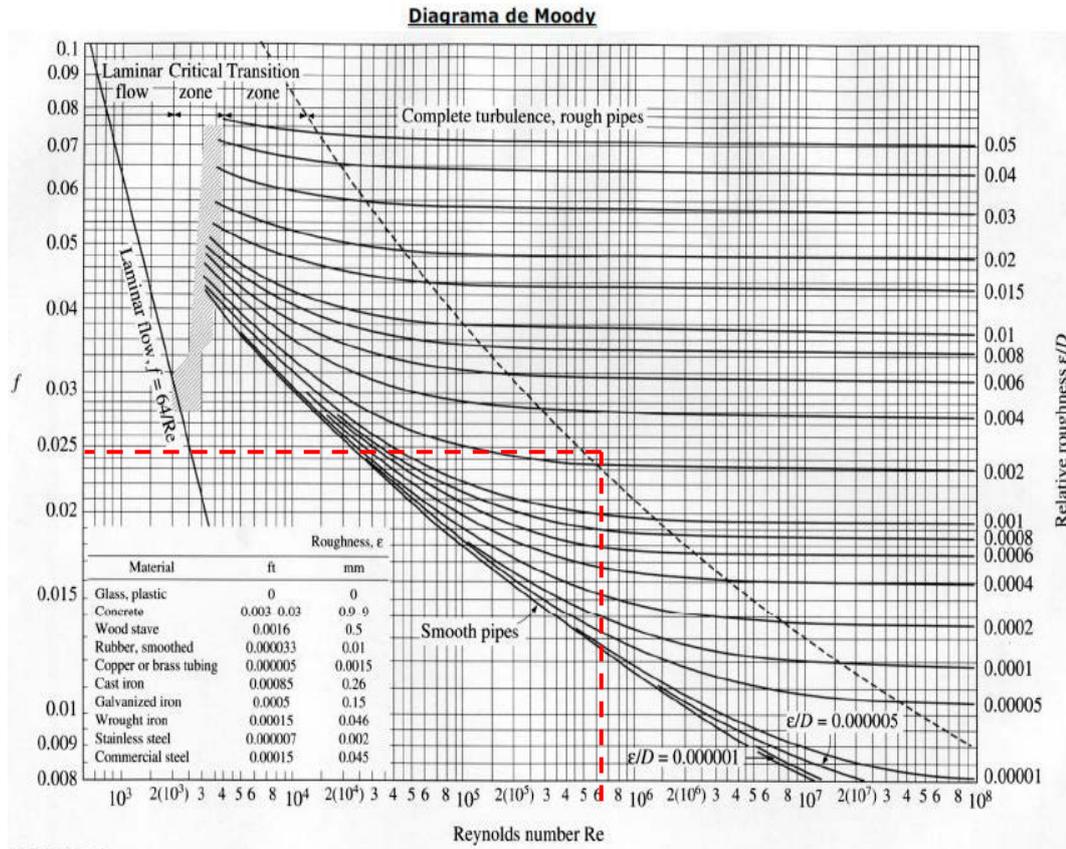
3. Estos valores son aplicables al usar conjuntamente con 4-13.18.2 y 4-13.18.3.

Entonces aplicando la ecuación:

Como  $Re \geq 2000$ , entonces el flujo es turbulento.

De acuerdo al diagrama de Moody

**Tabla No 31.** Diagrama de Moody



**Fuente:** Hidráulica de Tuberías, Juan G. Saldarriaga V, McGraw-Hill 1998, Apéndice 2, Pág. 527.

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla No 32.** Rugosidad absoluta de materiales

RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES			
Material	$\epsilon$ (mm)	Material	$\epsilon$ (mm)
Plástico (PE, PVC)	0,0015	Fundición asfaltada	0,06-0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01	Fundición	0,12-0,60
Tubos estirados de acero	0,0024	Acero comercial y soldado	0,03-0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015	Hierro forjado	0,03-0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024	Hierro galvanizado	0,06-0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024	Madera	0,18-0,90
Fundición centrifugada	0,003	Hormigón	0,3-3,0

**Fuente:**

<http://www.ingenieriarural.com/Hidraulica/Temas/TablaRugosidadAbsolutaMateriales.pdf>

La rugosidad del acero es 0.00015 ft ( $4.54 \times 10^{-5}$  m) y el diámetro interior de la tubería es 0.0518 ft (0.015696 m), por lo tanto la rugosidad relativa es ( $\epsilon / d_i$ ): 0,00289.

De acuerdo al diagrama de Moody, el coeficiente de fricción es:

0.0241



- C. **Condiciones de medición.-** Se refiere al entorno que debe soportar el instrumento de medida.
- D. **Confiabilidad.-** Es la "exactitud o precisión de un instrumento de medición"
- E. **Alcance de medición.-** Es la diferencia algebraica entre los valores extremos del rango. El alcance expresa con un solo número, dado en unidades del proceso. Ejemplo: 16 °C.
- F. **Facilidad de instalación.-** Tiene que ver con todos los atributos físicos que tiene el instrumento que lo hace manejable en términos de instalación, rápida y sin problemas.

La puntuación, ira desde 1 = menos importante, hasta 10 = más importante.

### MATRIZ DE CRITERIOS

**Tabla No 33.** Matriz de Criterios

	A	B	C	D	E	F	SUMA	PORCENTAJE
A. BAJO COSTO		8	3	3	3	7	24	16,00%
B. VELOCIDAD DE RESPUESTA	2		3	3	4	8	20	13,33%
C. CONDICIONES DE MEDICIÓN	7	7		5	8	8	35	23,33%
D. CONFIABILIDAD	7	7	5		8	8	35	23,33%
E. ALCANCE DE MEDICION	7	6	2	2		8	25	16,67%
F. FACILIDAD DE INSTALACIÓN	3	2	2	2	2		11	7,33%
							150	100,00%

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla No 34.** Matriz para análisis (bajo costo)

BAJO COSTO	1	2	3	SUMA	PORCENTAJE
1. SENSOR DE TEMPERATURA		8	5	13	43,33%
2. SENSOR DE HUMO	2		3	5	16,67%
3. SENSOR DE CHISPA	5	7		12	40,00%
				30	100,00%

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla No 35.** Matriz para análisis (velocidad de respuesta)

VELOCIDAD DE RESPUESTA	1	2	3	SUMA	PORCENTAJE
1. SENSOR DE TEMPERATURA		8	8	16	53,33%
2. SENSOR DE HUMO	2		3	5	16,67%
3. SENSOR DE CHISPA	2	7		9	30,00%
				30	100,00%

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla No 36.** Matriz para análisis (condiciones de medición)

CONDICIONES DE MEDICION	1	2	3	SUMA	PORCENTAJE
1. SENSOR DE TEMPERATURA		8	8	16	53,33%
2. SENSOR DE HUMO	2		6	8	26,67%
3. SENSOR DE CHISPA	2	4		6	20,00%
				30	100,00%

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla No 37.** Matriz para análisis (confiabilidad)

CONFIABILIDAD	1	2	3	SUMA	PORCENTAJE
1. SENSOR DE TEMPERATURA		8	5	13	43,33%
2. SENSOR DE HUMO	2		3	5	16,67%
3. SENSOR DE CHISPA	5	7		12	40,00%
				30	100,00%

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla No 38.** Matriz para análisis (alcance de medición)

ALCANCE DE MEDICION	1	2	3	SUMA	PORCENTAJE
1. SENSOR DE TEMPERATURA		8	8	16	53,33%
2. SENSOR DE HUMO	2		4	6	20,00%
3. SENSOR DE CHISPA	2	6		8	26,67%
				30	100,00%

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigado

**Tabla No 39.** Matriz para análisis (facilidad de instalación)

FACILIDAD DE INSTALACION	1	2	3	SUMA	PORCENTAJE
1. SENSOR DE TEMPERATURA		8	8	16	53,33%
2. SENSOR DE HUMO	2		3	5	16,67%
3. SENSOR DE CHISPA	2	7		9	30,00%
				30	100,00%

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla No 40** Resultado final para la selección del sensor

	A. BAJO COSTO	B. VELOCIDAD DE RESPUESTA	C. CONDICIONES DE MEDICION	D. CONFIABILIDAD	E. ALCANCE DE MEDICIÓN	F. FACILIDAD DE INSTALACION	
	16,00%	13,33%	23,33%	23,33 %	16,67 %	7,33%	Porcentaje
1. SENSOR DE TEMPERATURA	43,33%	53,33%	53,33%	43,33 %	53,33 %	53,3%	49,40%
2. SENSOR DE HUMO	16,67%	16,67%	26,67%	16,67 %	20,00 %	16,6%	19,55%
3. SENSOR DE CHISPA	40,00%	30,00%	20,00%	40,00 %	26,67 %	30,0%	31,04%

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

Por lo tanto se escoge al sensor de temperatura como el elemento más adecuado para el control de accionamiento del sistema.

### Elementos a utilizar

#### Sensor de temperatura

El sensor de temperatura tiene una velocidad de respuesta que cambia directamente con la temperatura de la llama. Este dispositivo tiene la capacidad de poder ser ajustado mediante programación a la temperatura real medida en cualquier ambiente, es un desfase (OFFSET) que se lo puede cuantificar y dar al mismo para que la lectura sea la que se mida en el ambiente de trabajo.

La precisión depende del sensor escogido.

Es fácil de instalarse, y en este caso se adapta a cualquier superficie. Su temperatura de empleo es alta y eso facilita la instalación directa en el sitio mismo del incendio.

Es muy eficaz ya que brinda una señal de sensor directa de la variable más crítica, al estar en el área de origen del incendio, las variaciones de temperatura que son directamente proporcionales al incendio, darán una señal verdadera de incendio, y así evitar falsas alarmas.

### **Extintor**

Extintor es un aparato compuesto por un recipiente metálico, manómetro, manguera, cañería que contiene en su interior el agente extintor PQS, que se debe presurizarse, constantemente o en el momento de su utilización, con un gas impulsor.

### **Válvula solenoide**

La válvula solenoide es una válvula eléctrica utilizada para controlar el paso de gas o fluidos, la apertura o cierre de la válvula se basa en impulsos electromagnéticos de un solenoide que trabaja junto a un muelle diseñado para devolver a la válvula a su posición neutral cuándo el solenoide se desactiva. Las válvulas solenoides ofrecen funciones de apertura o cierre total.

### **Regulador de presión**

Es un dispositivo de dos relojes que mide la presión de entrada y la de salida, permite disminuir la presión de un fluido en una red.

### **Tobera**

Son dispositivos que se lo instala al final de la tubería contraincendios y que la función principal es dispersar el agente químico en el área de incendio.

La inversión necesaria para la instalación del sistema contra incendios se basa en la propuesta generada que se encuentra en la siguiente tabla.

**Tabla No 41** Costos directos para implementación del sistema contra incendios.

<b>RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>TUBERIA GALVANIZADA ASTM A53 CEDULA 40 ROSCABLE</b>				
Diam 1/2"	m	21,00	\$ 11,13	\$ 233,67
<b>SPRINKLERS</b>				\$ -
PENDENT ESTÁNDAR, K 5.6,	u	2,00	\$ 44,44	\$ 88,89
<b>CODOS 90 ROSCADOS</b>				\$ -
Diam 1/2"	u	6,00	\$ 1,20	\$ 7,20
<b>TEE ROSCADAS</b>				\$ -
Diam 1/2"	u	1,00	\$ 4,50	\$ 4,50
<b>REDUCCIONES ROSCADAS</b>				\$ -
3/4" x 1/2"	u	1,00	\$ 3,75	\$ 3,75
<b>EXTINTORES</b>				\$ -
PQS/ABC: 150 LBS	u	1,00	\$ 6.300,00	\$ 6.300,00
<b>VALVULAS</b>				\$ -
Válvula Mariposa UL/FM 1/2"	u	1,00	\$ 450,00	\$ 450,00
Sensor de temperatura	u	2,00	\$ 75,00	\$ 150,00
Válvula solenoide 24 V	u	2,00	\$ 220,00	\$ 440,00
Manómetro 0 - 200 psi	u	1,00	\$ 88,00	\$ 88,00
<b>TABLERO DE CONTROL</b>				\$ -
LOGO SIEMENS	u	1,00	\$ 330,00	\$ 330,00
Transformador 110/24 V	u	1,00	\$ 108,75	\$ 108,75
Luz/Bocina 24V	u	1,00	\$ 150,00	\$ 150,00
Cable 2 x 16 AWG	mts	30,00	\$ 1,60	\$ 47,85
Cable 2 x 18 AWG	mts	20,00	\$ 1,10	\$ 22,00
<b>SOPORTES DE TUBERÍA</b>				
Soporte tipo pera. 1"	u	8,00	\$ 14,28	\$ 114,24
<b>TOTAL ANTES DE IVA</b>				<b>\$ 8.538,84</b>

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla No 42** Costo indirecto (mano de obra)

<b>RUBRO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>TECNICOS AREA DE SECADO</b>	2	\$ 450,00	\$ 900,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 900,00</b>

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla No 43** Costo total del proyecto

<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>		
<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>COSTO INDIRECTO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>\$ 8.538,84</b>	<b>\$ 900,00</b>	<b>\$ 9.438.84</b>

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador.

De acuerdo a las tablas anteriores se tiene que el costo total del proyecto es de \$ 9.438.84, que se divide en costo directo con un valor de \$ 8.538,84 y costo indirecto con un valor de \$ 900,00.

**Cálculo del valor de inversión al final del tiempo estimado de recuperación.**

Tasa de interés = 9,45 %

Capital de Inversión (P) = \$ 9.438.84

Fórmula para Calcular Interés ( I )



**Tabla No 45** Cálculo del valor actual neto (VAN)

AÑO	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO NETO	FACTOR DE ACTUALIZACION	VAN
0	\$ -	\$ 9.438,84	\$ (9.438,84)	1,00	\$ (9.438,84)
1	\$ 39.600,00	\$29.520,00	\$ 10.080,00	0,91	\$ 9.205,48
2	\$39.600,00	\$29.995,20	\$ 9.604,80	0,83	\$ 8.010,51
					\$ 7.777,15

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

El VAN da positivo por lo tanto el proyecto es viable, y es recuperable la inversión inicial.

Para el cálculo de la TIR se debe hacer de la siguiente manera.

Se analizan tasas de intereses hasta que el VAN se hace cero, para nuestro caso el van se hace cero con una tasa de recuperación de 67.53%; por lo tanto si la tasa de interés es mayor al 67.53 % no se recuperara la inversión realizada al final del periodo estimado.

**Tabla No 46** Cálculo de la tasa interna de retorno

AÑO	INGRESOS	EGRESOS	FLUJO NETO	FACTOR DE ACTUALIZACION	VAN
0	\$ -	\$ 9.438,84	\$ 9.438,84	1,00	\$ (9.438,84)
1	\$39.600,00	\$ 29.520,00	\$10.080,00	0,60	\$ 6.016,83
2	\$39.600,00	\$ 29.995,20	\$ 9.604,80	0,36	\$ 3.422,18
					\$ 0,18

**Fuente:**

**Elaborado por:** Investigador

El TIR es alto, el proyecto es rentable

## **Conclusiones**

- El sistema planteado en la presente tesis cumple con las normas internacionales y resulta beneficioso para la empresa ya que aumenta la producción, evita paros innecesarios, reduce productos dañados, incrementa el nivel de seguridad para los operadores y su área de trabajo.
- Se realizó un análisis del proceso de producción de la planta y se llegó a determinar el uso del agente químico seco como materia para la extinción del fuego, ya que este es comúnmente utilizado para el tipo de fuego que se tiene en esa área “A B C”, el acceso a la compra de este material no es complicado y su precio es conveniente para los propósitos de la empresa.
- El sistema, al contar con una activación automática, hace que no se necesite personal para activarlo. Así mismo cuenta con una estación de aborto, que anula su funcionamiento durante el tiempo en que se tomen los correctivos, para ponerlo a punto nuevamente.

## **Recomendaciones**

- Es necesario que se monitoree con alta precisión la temperatura a la que llega el medio a incendiarse, para programar el nivel de disparo del sistema, y así evitar falsas alarmas y desperdicio de agente químico seco.
- En la actualidad los niveles de seguridad implementados en las empresas, son exigidos como parte del bienestar y seguridad de los trabajadores y en general de todos los actores que forman parte de la empresa. Este criterio se está convirtiendo en parte de una cultura de seguridad industrial que va en beneficio de la empresa. Por lo tanto es recomendable implantar un sistema contra incendios que esté de acuerdo a la realidad de cada empresa.

- Es necesario un programa de mantenimiento que garantice el funcionamiento normal en cualquier momento del sistema contra incendios. Identificar de acuerdo a los tiempos de proceso cual es el período en el que se debe realizar el mantenimiento del sistema.

# Amexos

## ANEXO A

or otherwise adversely affect the contents or integrity of the enclosure.

### Chapter 6 Local Application Systems

**6.1 Description.** A local application system shall consist of a fixed supply of clean agent permanently connected to a system of fixed piping with nozzles arranged to discharge directly into the fire.

**6.1.1 Uses.** Local application systems shall be used for the extinguishment of surface fires in flammable liquids, gases, and shallow solids where the hazard is not enclosed or where the enclosure does not conform to the requirements for total flooding.

**6.1.2 General Requirements.** Local application systems shall be designed, installed, tested, and maintained in accordance with the applicable requirements of this standard.

**6.1.3<sup>a</sup> Safety Requirements.** The safety requirements of Section 1.5 shall apply. During agent discharge, locally high concentrations of the agent will be developed; therefore the requirements of Section 1.5 shall be followed to prevent exposure of personnel to high concentrations of agent.

#### 6.2 Hazard Specifications.

**6.2.1 Extent of Hazard.** The hazard shall be so isolated from other hazards or combustibles that fire will not spread outside the protected area.

**6.2.1.1** The entire hazard shall be protected.

**6.2.1.2** The hazard shall include all areas that are or can be

#### 6.4 Nozzles.

**6.4.1 Nozzle Selection.** The basis for nozzle selection shall be listed performance data that clearly depict the interrelationship of agent quantity, discharge rate, discharge time, area coverage, and the distance of the nozzle from the protected surface.

**6.4.1.1<sup>a</sup>** The maximum permitted time to extinguish a fire with a halocarbon agent shall be 10 seconds.

**6.4.1.2<sup>a</sup>** The maximum permitted time to extinguish a fire with an inert gas agent shall be 30 seconds.

**6.4.1.3<sup>a</sup>** Where flammable liquid fires of appreciable depth [over ¼ in. (6 mm)] are to be protected, a minimum freeboard of 6 in. (152 mm) shall be provided unless otherwise noted in approvals or listings of nozzles.

**6.4.2 Nozzle Discharge Rates.** The design discharge rate through individual nozzles shall be determined on the basis of location or projection distance in accordance with specific approvals or listings.

**6.4.2.1** The system discharge rate shall be the sum of the individual rates of all the nozzles and discharge devices used in the system.

**6.4.3 Discharge Time.** The minimum design discharge time shall be determined by dividing the design quantity by the design rate.

**6.4.3.1** The discharge time shall be increased to compensate for any hazard condition that would require a longer cooling period or for mechanical rundown time associated with ventilation equipment present to prevent re-ignition.

Fuente: Norma NFPA 2001, Chapter 6 – 6.4.1.1)

ANEXO B

## **PERFORMANCE DATA FOR CHEMGUARD DRY CHEMICAL UNITS**

### **Equations Required To Figure Dry Chemical Flow Rate and Capacity For Hydrocarbon Spill Fires**

A	= Projected area of hazard – square feet
T	= Extinguishing time -seconds
W	= Flow rate per unit area (lbs./sec.)/ft <sup>2</sup> . (From Figure 1.)
W <sub>T</sub>	= Total flow rate required to extinguish hazard – lbs./sec. =(W)(A)
*Q <sub>i</sub>	= Quantity of agent to extinguish hazard under ideal conditions –Pounds =(W <sub>T</sub> )(t)
SF	= Flow safety factor, accounts for non-ideal conditions, pressure fires, re-ignitions hazards, Class A material should be between 2.5 & 3 dimensionless.
**Q <sub>T</sub>	= Total quantity of agent needed – pounds =(Q <sub>i</sub> )(SF).

ANEXO C

	<b>MANUAL DE PROCESOS DE APOYO</b>	<b>MPA-02-F-17-8</b>	
	<b>GESTION ADMINISTRATIVA</b>	FECHA 18/09/13	VERSIÓN 1
	<b>GESTION EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>	Página 4 de 5	

#### **HOJA DE SEGURIDAD**

**ALMACENAMIENTO:** Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades: Almacenar en área seca, con buena ventilación

#### **8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL**

- **Equipo de protección personal:** En lo posible usar ropa que cubra la piel que pueda estar expuesta durante el uso del producto (manga larga).
- Entrenamiento del personal en su uso.

#### **9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

Estado Físico	Polvo
Color	Amarrillo
Olor	Inoloro
Valor PH	(1% acuoso) 6.0-7.5
Punto de fusión	200°C
Densidad aparente	0.85-0.98g/cm <sup>3</sup>
Solubilidad (20°C)	Insoluble en agua

Fuente:<http://corponor.gov.co/corponor/sigescor2010/Hojas%20de%20Seguridad/HS%20Extintor%20PQS%202013.pdf>

ANEXO D

738  
APÉNDICE 1

**TABLA A-16**  
*Propiedades de gases a la presión de 1 atm (continuación)*

Temp., T, °C	Densidad, ρ, kg/m <sup>3</sup>	Calor específico, C <sub>p</sub> , J/kg · °C	Conductividad térmica, k, W/m · °C	Difusividad térmica, α, m <sup>2</sup> /s	Viscosidad dinámica, μ, kg/m · s	Viscosidad cinemática, ν, m <sup>2</sup> /s	Número de Prandtl, Pr
<i>Nitrógeno, N<sub>2</sub></i>							
-50	1.5299	957.3	0.02001	1.366 × 10 <sup>-5</sup>	1.390 × 10 <sup>-5</sup>	9.091 × 10 <sup>-6</sup>	0.6655
0	1.2498	1 035	0.02384	1.843 × 10 <sup>-5</sup>	1.640 × 10 <sup>-5</sup>	1.312 × 10 <sup>-5</sup>	0.7121
50	1.0564	1 042	0.02746	2.494 × 10 <sup>-5</sup>	1.874 × 10 <sup>-5</sup>	1.774 × 10 <sup>-5</sup>	0.7114
100	0.9149	1 041	0.03090	3.244 × 10 <sup>-5</sup>	2.094 × 10 <sup>-5</sup>	2.289 × 10 <sup>-5</sup>	0.7056
150	0.8068	1 043	0.03416	4.058 × 10 <sup>-5</sup>	2.300 × 10 <sup>-5</sup>	2.851 × 10 <sup>-5</sup>	0.7025
200	0.7215	1 050	0.03727	4.921 × 10 <sup>-5</sup>	2.494 × 10 <sup>-5</sup>	3.457 × 10 <sup>-5</sup>	0.7025
300	0.5956	1 070	0.04309	6.758 × 10 <sup>-5</sup>	2.849 × 10 <sup>-5</sup>	4.783 × 10 <sup>-5</sup>	0.7078
400	0.5072	1 095	0.04848	8.727 × 10 <sup>-5</sup>	3.166 × 10 <sup>-5</sup>	6.242 × 10 <sup>-5</sup>	0.7153
500	0.4416	1 120	0.05358	1.083 × 10 <sup>-4</sup>	3.451 × 10 <sup>-5</sup>	7.816 × 10 <sup>-5</sup>	0.7215
1 000	0.2681	1 213	0.07938	2.440 × 10 <sup>-4</sup>	4.594 × 10 <sup>-5</sup>	1.713 × 10 <sup>-4</sup>	0.7022
1 500	0.1925	1 266	0.11793	4.839 × 10 <sup>-4</sup>	5.562 × 10 <sup>-5</sup>	2.889 × 10 <sup>-4</sup>	0.5969
2 000	0.1502	1 297	0.18590	9.543 × 10 <sup>-4</sup>	6.426 × 10 <sup>-5</sup>	4.278 × 10 <sup>-4</sup>	0.4483
<i>Oxígeno, O<sub>2</sub></i>							
-50	1.7475	984.4	0.02067	1.201 × 10 <sup>-5</sup>	1.616 × 10 <sup>-5</sup>	9.246 × 10 <sup>-6</sup>	0.7694
0	1.4277	928.7	0.02472	1.865 × 10 <sup>-5</sup>	1.916 × 10 <sup>-5</sup>	1.342 × 10 <sup>-5</sup>	0.7198
50	1.2068	921.7	0.02867	2.577 × 10 <sup>-5</sup>	2.194 × 10 <sup>-5</sup>	1.818 × 10 <sup>-5</sup>	0.7053
100	1.0451	931.8	0.03254	3.342 × 10 <sup>-5</sup>	2.451 × 10 <sup>-5</sup>	2.346 × 10 <sup>-5</sup>	0.7019
150	0.9216	947.6	0.03637	4.164 × 10 <sup>-5</sup>	2.694 × 10 <sup>-5</sup>	2.923 × 10 <sup>-5</sup>	0.7019
200	0.8242	964.7	0.04014	5.048 × 10 <sup>-5</sup>	2.923 × 10 <sup>-5</sup>	3.546 × 10 <sup>-5</sup>	0.7025
300	0.6804	997.1	0.04751	7.003 × 10 <sup>-5</sup>	3.350 × 10 <sup>-5</sup>	4.923 × 10 <sup>-5</sup>	0.7030
400	0.5793	1 025	0.05463	9.204 × 10 <sup>-5</sup>	3.744 × 10 <sup>-5</sup>	6.463 × 10 <sup>-5</sup>	0.7023
500	0.5044	1 049	0.06140	1.164 × 10 <sup>-4</sup>	4.100 × 10 <sup>-5</sup>	8.126 × 10 <sup>-5</sup>	0.7023

Fuente: <https://termoaplicadaunefm.files.wordpress.com/2012/01/tablas-cengel.pdf>

ANEXO E

Free Access to: 2013 edition of NFPA 17 20

*Signaling Code*, and the manufacturer's instructions at least semiannually or sooner depending on operating conditions.

**11.3.3.1** At a minimum, maintenance for restorable-type heat detectors shall include the following:

- (1) A visual inspection to determine that there is no damage to the detector or buildup of foreign debris
- (2) An operational/functional test in accordance with the detector manufacturer's testing instructions
- (3) A calibration verification test if applicable, in accordance with the detector manufacturer's instructions

**11.3.3.2** Nonrestorable heat detectors shall be functionally tested in accordance with the manufacturer's instructions.

**11.3.3.3** Heat detectors and all associated wiring that show signs of fire damage shall be tested in accordance with the manufacturer's instructions and replaced if necessary.

**11.4 Recharging.**

**11.4.1** All extinguishing systems shall be recharged after use or as indicated by an inspection or a maintenance check.

**11.4.2** Systems shall be recharged in accordance with the manufacturer's design, installation, and maintenance manual.

**11.5 Hydrostatic Testing.** Hydrostatic testing shall be performed by persons trained in pressure-testing procedures and safeguards and having available suitable testing equipment, facilities, and an appropriate service manual(s).

**11.5.1\*** The following parts of dry chemical extinguishing systems shall be subjected to a hydrostatic pressure test at intervals not exceeding 12 years:

- (1) Dry chemical containers
- (2) Auxiliary pressure containers

**11.5.5** To protect the hazard during hydrostatic testing, if there is no connected reserve, alternative protection acceptable to the authority having jurisdiction shall be provided.

**Annex A Explanatory Material**

*Annex A is not a part of the requirements of this NFPA document but is included for informational purposes only. This annex contains explanatory material, numbered to correspond with the applicable text paragraphs.*

**A.1.1** The dry chemical systems described in this standard are designed to discharge dry chemical from fixed nozzles and piping or from hose lines by means of an expellant gas. The intent of the standard is to present the design considerations applicable to these systems. It contains only the essential requirements and recommendations needed to make the standard workable in the hands of those skilled in this field.

Because the flow of dry chemical (solid particles suspended in a gaseous medium) does not follow general hydraulic theories, most of the flow principles have been determined experimentally. The dry chemicals produced by various manufacturers usually are not identical in all characteristics, and each manufacturer designs equipment for use with a specific dry chemical. System design principles applicable to the products of one manufacturer are not applicable to the products of another manufacturer. As a result, it is not practical to include system design details as a part of this standard.

It is now generally accepted that the flame-extinguishing properties of dry chemicals are due to the interaction of the particles, which stops the chain reaction that takes place in flame combustion. Dry chemicals vary in their flame-extinguishing effectiveness. Multipurpose dry chemical owes its effectiveness in

## ANEXO F Tabla para instalacion sistemas contraincendios

Free Access to: 2013 edition of NFPA 10

(2) They shall be visible from the normal path of travel.

**6.1.3.4\*** Portable fire extinguishers other than wheeled extinguishers shall be installed using any of the following means:

- (1) Securely on a hanger intended for the extinguisher
- (2) In the bracket supplied by the extinguisher manufacturer
- (3) In a listed bracket approved for such purpose
- (4) In cabinets or wall recesses

**6.1.3.5** Wheeled fire extinguishers shall be located in designated locations.

**6.1.3.6** Fire extinguishers installed in vehicles or under other conditions where they are subject to dislodgement shall be installed in approved strap-type brackets specifically designed for this application.

**6.1.3.7** Fire extinguishers installed under conditions where they are subject to physical damage (e.g., from impact, vibration, the environment) shall be protected against damage.

**6.1.3.8 Installation Height.**

**6.1.3.8.1** Fire extinguishers having a gross weight not exceeding 40 lb (18.14 kg) shall be installed so that the top of the fire extinguisher is not more than 5 ft (1.53 m) above the floor.

**6.1.3.8.2** Fire extinguishers having a gross weight greater than 40 lb (18.14 kg) (except wheeled types) shall be installed so that the top of the fire extinguisher is not more than 3½ ft (1.07 m) above the floor.

**6.1.3.8.3** In no case shall the clearance between the bottom of the hand portable fire extinguisher and the floor be less than 4 in. (102 mm).

**6.1.3.9 Label Visibility.**

tures outside the listed temperature range shown on the fire extinguisher label.

**6.1.4 Antifreeze.**

**6.1.4.1** Fire extinguishers containing only plain water shall be protected to temperatures as low as -40°F (-40°C) by the addition of an antifreeze that is stipulated on the fire extinguisher nameplate.

**6.1.4.2** Calcium chloride solutions shall not be used in stainless steel fire extinguishers.

**6.1.5 Electronic Monitoring and Alarm System.**

**6.1.5.1** The connection to the electronic monitoring device shall be continuously supervised for integrity.

**6.1.5.2** The power source for the electronic monitoring device shall be supervised for continuity of power.

**6.2 Installations for Class A Hazards.**

**6.2.1 Fire Extinguisher Size and Placement for Class A Hazards.**

**6.2.1.1** Minimal sizes of fire extinguishers for the listed grades of hazards shall be provided on the basis of Table 6.2.1.1, except as modified by 6.2.1.3.1 and 6.2.1.4.

**6.2.1.2** The minimum number of extinguishers for Class A hazards shall be sufficient to meet the requirements of 6.2.1.2.1 through 6.2.1.2.3.

**6.2.1.2.1** The minimum number of fire extinguishers for Class A hazards for each floor of a building shall be determined by dividing the total floor area by the maximum area to be protected per extinguisher as determined by Table 6.2.1.1. (See Annex E.)

### INSTALLATION OF PORTABLE FIRE EXTINGUISHERS

10-13

**Table 6.2.1.1 Fire Extinguisher Size and Placement for Class A Hazards**

Criteria	Light Hazard Occupancy	Ordinary Hazard Occupancy	Extra Hazard Occupancy
	Minimum rated single extinguisher	2-A	2-A
Maximum floor area per unit of A	3000 ft <sup>2</sup>	1500 ft <sup>2</sup>	1000 ft <sup>2</sup>
Maximum floor area for extinguisher	11,250 ft <sup>2</sup>	11,250 ft <sup>2</sup>	11,250 ft <sup>2</sup>
Maximum travel distance to extinguisher	75 ft	75 ft	75 ft

For SI units, 1 ft = 0.305 m; 1 ft<sup>2</sup> = 0.0929 m<sup>2</sup>.

Note: For maximum floor area explanations, see E.3.3.

**Table 6.3.1.1 Fire Extinguisher Size and Placement for Class B Hazards**

Type of Hazard	Basic Minimum Extinguisher Rating	Maximum Travel Distance to Extinguishers	
		ft	m
Light	5-B	30	9.14
	10-B	50	15.25
Ordinary	10-B	30	9.14
	20-B	50	15.25
Extra	40-B	30	9.14
	80-B	50	15.25

Note: The specified ratings do not imply that fires of the magnitudes indicated by these ratings will occur, but, rather, they are provided to give the operators more time and agent to handle difficult spill fires that have the potential to occur.

## Anexo G

### Sensor SITRANS TS100

#### Overview

- ▼ Descripción
- ▼ Detalles
- ▼ Ventajas

#### Descripción



La gama de sensores de temperatura se suministra con un cable montado directamente. La versión con aislamiento mineral cubre un amplio campo de aplicación. El montaje es muy sencillo y flexible gracias a un prensaestopas o a una boquilla para soldar. El adaptador opcional permite medir superficies fácilmente. El modelo de seguridad intrínseca cuenta con una homologación para zona 0 sin vaina de protección adicional. El excelente tiempo de respuesta del sensor es una ventaja indudable para este tipo de aplicación.

#### Detalles

Salida	Señal de sensor directa
Temperatura de empleo máx.	Pt 100 Basic: -30...+400 °C
-Fluido	Termopar -196...+1100 °C
-Lado del cable	(según el tipo)
	-40...+80 °C
Grado de protección	IP54

#### Ventajas

- Montaje sencillo gracias al prensaestopas o a la boquilla para soldar
- Uso universal en numerosas aplicaciones
- Amplias posibilidades de selección gracias al principio de los sistemas modulares
- Homologaciones ATEX e IEC EX, utilizable en zona 0

El sensor se calibra en el Programa LOGO Soft Comfort de SIEMENS, ingresando valores para que se emita una lectura ajustada a la realidad del ambiente.

# ANEXO H

The screenshot displays the LOGO!Soft Comfort software interface. On the left is a component library with categories: Constants, Digital, Analog, Network, Basic functions, and Special functions. The main workspace shows a ladder logic diagram with two temperature sensors (AI1 and AI2) connected to analog threshold trigger blocks (B001 and B004). A dialog box titled "B001 [Analog threshold trigger]" is open, showing the following configuration:

- Block name: [Empty]
- Sensor: 0 ... 10 V
- Measurement Range: Minimum 12, Maximum 112
- Parameter: Gain 0,10, Offset 12
- Threshold: On 80, Off 78
- Decimal places in the message text: 0 +12345
- Protection Active:

The background diagram includes components like "SENSOR DE TEMPERATURA 1", "SENSOR TEMPERATURA 2", "24 V VALVULA SOLENOIDE ON/OFF PQS 1", "BOCINA LUZ INTERMITENTE", "CONTROL ON/OFF VALVULA PASO COMBUSTIBLE", and "24 V VALVULA SOLENOIDE ON/OFF PQS 2".

## ANEXO I

**FD\_**



### Infrared flame detector

Infrared flame detector for special applications. The infrared flame detector detects smokeless liquid and gas fires as well as smoke-generating open fires resulting from the combustion of carbonaceous materials such as wood, synthetics, gases, oil products, etc. The LE3 test lamp is used to make a performance check on the infrared flame detector at a distance of up to 10 m.

Can be used as an addressable, collective or conventional device. The detector unit FDF2x1-9 and the base FDFB291 must be ordered separately.

Communication protocol	FDnet/C-NET, collective, conventional
Ext. alarm indicator	2
Relative humidity	≤95 %
Color	white, ~RAL 9010
System compatibility	FDnet -> FS20, AlgoRex, SIGMASYS C-NET -> FS720 collective, conventional -> CZ10, BC10, FC10, XC10, CS11, FC700A, FC330A, SIGMASYS, BMS, SM80/88/D100
Standard	EN 54-10, EN 54-17
Dimensions (W x H x D)	135 x 135 x 77 mm
Data sheet	007012
Accessories	DFZ1190 Rain hood MV1 Mounting bracket MWV1 Ball and socket joint

### Products to select from

FDF221-9	See Page 9-2
FDF241-9	See Page 9-3
FDFB291	See Page 9-3

## ANEXO J

### Válvula Solenoide

032U7567 Especificaciones  
de producto Danfoss

<http://www.danfoss.com/IPP/Templates/ProductPresentation/ProductDetail.aspx?NRMODE=Published&NRNODEGUID={2B44F0C69D7846889F8E...>

1/1

Características Valor

Tipo EV210B

Peso kg 0.323 kg

Actuator size 13.5 mm

Actuator size [in] 0.53 in

Ambient temperature max. [°C] 80 °C

Ambient temperature max. [°F] 176 °F

Material del cuerpo Latón

Conexión NPT 1/2

Conexión Interna/Externa Internal

Conexión estándar ANSI/ASME B1.20.1

Cv value [USgal/min] 1,750 gpm US

Presión diferencial[bar] 0 1,1bar

Presión diferencial[psi] 0,0 15,7psi

EAN number 5702423045280

Función NCKv value [m³/h] 1,500 m3/h

Max. Working Pressure [bar] 25,0 bar

Presión de trabajo máx. [psig] 363 psig

Temperatura del medio [°C] 1060°C

Temperatura del medio [°F] 15 140°F

Nº de vías 2/2

Operación Accionamiento directo

Tamaño orificio [mm] 10,00 mm

Orifice size [in] 3/8 in

Formato del embalaje Multi pack

Cantidad en cada embalaje 15 PC

Material de la junta FKM

Tipo Solenoid valve

# FM-200™ Pendant Nozzles

Effective: August 1999

P/N 93-1940.1



93.1940.1

## FEATURES

- 180° and 360° Styles
- Six Pipe Sizes - 1/2" to 2" NPT
- Specially designed for FM-200
- Uniform Agent Distribution
- Custom Orifice Sizing
- UL Listed
- FMRC Approved

## DESCRIPTION

These nozzles are used in Fenwal FM-200 Fire Suppression Systems to disperse FM-200 uniformly throughout the hazard area. Patterns direct discharged FM-200 parallel to the ceiling. Nozzles are available to discharge in either 180° or 360° patterns, depending on location within the hazard area. A selection of orifices is available for each nozzle size to provide correct sizing for appropriate agent distribution.

Nozzles are constructed of brass, nozzle sizes are 1/2, 3/4, 1/ 1-1/4, 1-1/2 and 2 inch NPT. See Ordering Information for sizes and part numbers.

## DESIGN/INSTALLATION

The nozzles are equipped with female National Pipe Threads and provide an equal distribution of agent throughout the protected area. Nozzles should be mounted in a downward vertical position only. The Placement of the nozzles for adequate coverage to all portions of the hazard area is determined by considering the indicated throw of each nozzle. When using large nozzles in an area where smaller nozzles have a sufficient throw, care should be used to avoid any unnecessary and unwanted turbulence.

## ARCHITECT/ENGINEER SPECIFICATION

This FM-200 Fire Suppression System shall use discharge nozzles that distributed the FM-200 uniformly throughout the protected area. The nozzle shall be Fenwal P/N 93-1940XX-XXX.



360° Nozzle



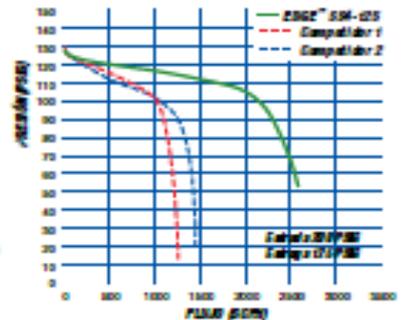
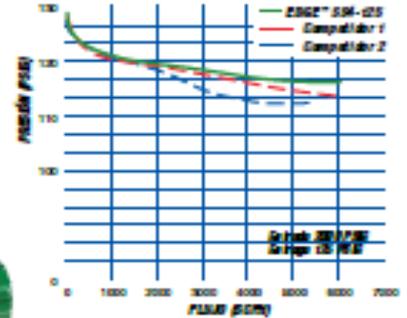
180° Nozzle



## Serie EDGE<sup>®</sup> ESS4 de trabajo pesado y Serie EDGE<sup>®</sup> ESS3 de trabajo mediano

La serie ESS4- serie de reguladores para trabajo pesado, alta capacidad, de una etapa que establece el estándar para la línea completa de reguladores EDGE. Su rendimiento de flujo superior brinda un control de flujo mejorado a lo largo de todas las presiones de cilindro con una sensibilidad y precisión excepcionales en la entrega de presión. La serie ESS3 está compuesta por reguladores de trabajo mediano, diseño de fase simple con la misma seguridad y beneficios de diseño que los de la serie ESS4.

- Cuerpo de bronce forjado
- Tapa de zinc-aluminio
- Protector para el manómetro ABS de alto impacto
- Mecanismo de asiento tipo vértigo
- Válvula de alivio en modelos de alta presión
- Filtro de entrada de bronce niquelado sinterizado
- Pantalla de seguridad de absorción de impacto codificada por color con tecnología SLAM™
- Cumple o supera las normas CGA E-4, UL 252 y la prueba de encendido provocado ASTM G-175

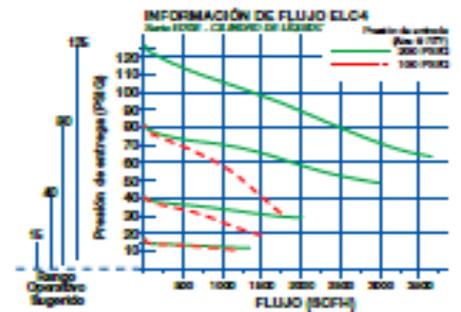


- AMARILLO Aire
- ROJO Acetileno
- VERDE Oxígeno
- NEGRO Gas Inerte
- GRIS Dióxido de carbono
- NARANJA Gas LP

## Serie de reguladores de cilindro para líquido EDGE ELC4

La serie ELC4 brinda las características innovadoras del regulador EDGE para uso de cilindro para líquido. Este regulador está diseñado de manera óptima para trabajar con el gas vaporizado de un recipiente líquido y su rendimiento será mejor que el de un regulador de cilindro estándar.

- Cuerpo de bronce forjado
- Tapa de zinc-aluminio de alta resistencia
- Diafragma de acero inoxidable
- Diseño de entrada posterior
- Manómetro de 2.5" con gráficos actualizados
- Pantalla de seguridad de absorción de impacto codificada por color con tecnología SLAM
- Cumple o supera las normas industriales CGA E-4 y UL 252



*Signaling Code*, and the manufacturer's instructions at least semiannually or sooner depending on operating conditions.

**11.3.3.1** At a minimum, maintenance for restorable-type heat detectors shall include the following:

- (1) A visual inspection to determine that there is no damage to the detector or buildup of foreign debris
- (2) An operational/functional test in accordance with the detector manufacturer's testing instructions
- (3) A calibration verification test if applicable, in accordance with the detector manufacturer's instructions

**11.3.3.2** Nonrestorable heat detectors shall be functionally tested in accordance with the manufacturer's instructions.

**11.3.3.3** Heat detectors and all associated wiring that show signs of fire damage shall be tested in accordance with the manufacturer's instructions and replaced if necessary.

#### **11.4 Recharging.**

**11.4.1** All extinguishing systems shall be recharged after use or as indicated by an inspection or a maintenance check.

**11.4.2** Systems shall be recharged in accordance with the manufacturer's design, installation, and maintenance manual.

**11.5 Hydrostatic Testing.** Hydrostatic testing shall be performed by persons trained in pressure-testing procedures and safeguards and having available suitable testing equipment, facilities, and an appropriate service manual(s).

**11.5.1<sup>a</sup>** The following parts of dry chemical extinguishing systems shall be subjected to a hydrostatic pressure test at intervals not exceeding 12 years:

- (1) Dry chemical containers
- (2) Auxiliary pressure containers

**11.5.5** To protect the hazard during hydrostatic testing, if there is no connected reserve, alternative protection acceptable to the authority having jurisdiction shall be provided.

### **Annex A Explanatory Material**

*Annex A is not a part of the requirements of this NFPA document but is included for informational purposes only. This annex contains explanatory material, numbered to correspond with the applicable text paragraphs.*

**A.1.1** The dry chemical systems described in this standard are designed to discharge dry chemical from fixed nozzles and piping or from hose lines by means of an expellant gas. The intent of the standard is to present the design considerations applicable to these systems. It contains only the essential requirements and recommendations needed to make the standard workable in the hands of those skilled in this field.

Because the flow of dry chemical (solid particles suspended in a gaseous medium) does not follow general hydraulic theories, most of the flow principles have been determined experimentally. The dry chemicals produced by various manufacturers usually are not identical in all characteristics, and each manufacturer designs equipment for use with a specific dry chemical. System design principles applicable to the products of one manufacturer are not applicable to the products of another manufacturer. As a result, it is not practical to include system design details as a part of this standard.

It is now generally accepted that the flame-extinguishing properties of dry chemicals are due to the interaction of the particles, which stops the chain reaction that takes place in flame combustion. Dry chemicals vary in their flame-extinguishing effectiveness. Multipurpose dry chemical owes its effectiveness in

## BIBLIOGRAFÍA

- Aune, A. (1980). *ejemplo*. lima.
- Bethel, J. S. (1965). *La industria maderera*. Mexico.
- Bosco, S. J. (1977). *Tecnología de la madera*.
- Eguiguren, F. V. (2004). *Normas para el manejo forestal de madera de bosque humedo*. Quito.
- Ferrell, M. D. (s.f.). *Historia, Desarrollo y alcance de la Ingenieria Industrial*. Pittsburgh, Pennsylvania.
- Guerrero, G. (Octubre de 2011). *Gestión por Procesos*. Recuperado el Agosto de 2014, de Slideshare: <http://es.slideshare.net/Gonzalo12345/gestin-por-procesos-9848472>
- Indoamerica, U. (2011). *Temas para tesis*. Quito.
- Lluna, G. B. (1993). *SISTEMA DE GESTION DE RIESGOS LABORALES E INDUSTRIALES*. BRUSELAS: FUNDACION MAPFRE.
- Metz, J. (s.f.). *Análisis del proceso y planeación de la operación*. Beloit Wisconsin.
- Obando, T. (2010). *La Gestión de Riesgo*. Recuperado el Julio de 2014, de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf3/gestion-riesgo/gestion-riesgo.pdf>
- Urwick Orr and Partners, I. (1835). *Desarrollo de la ingenieria Industrial*. Londres.