



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS  
EN BASE A LA NORMATIVA NFPA, PARA LA  
EMPRESA METALÚRGICA ECUATORIANA  
ADELCA C.A”**

**BÓSQUEZ YÁNEZ FLOR MARÍA**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERA INDUSTRIAL**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2013**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

**Mayo, 28 de 2013**

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**BÓSQUEZ YÁNEZ FLOR MARÍA**

---

Titulada:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS EN BASE A LA  
NORMATIVA NFPA, PARA LA EMPRESA METALÚRGICA  
ECUATORIANA ADELCA C.A”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERA INDUSTRIAL**

---

Ing. Geovanny Novillo A.  
DECAÑO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Carlos Santillán Mariño.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. José Samaniego Cabrera.  
ASESOR DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** BÓSQUEZ YÁNEZ FLOR MARÍA.

**TÍTULO DE LA TESIS:** “DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS EN BASE A LA NORMATIVA NFPA, PARA LA EMPRESA METALÚRGICA ECUATORIANA ADELCA C.A”

**Fecha de Examinación:** Mayo, 28 de 2013.

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Gloria Miño. (PRESIDENTA TRIB. DEFENSA)			
Ing. Carlos Santillán. (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. José Samaniego. (ASESOR DE TESIS)			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

La Presidenta del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

\_\_\_\_\_  
f) Presidenta del Tribunal

## **CERTIFICACIÓN**

Ing. CARLOS SANTILLÁN, Ing. JOSÉ SAMANIEGO en su orden de Director y Asesor del Tribunal de Tesis de Grado desarrollado por la señorita Egresada: **BÓSQUEZ YÁNEZ FLOR MARÍA.**

### **CERTIFICAN:**

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería Industrial, carrera INGENIERÍA, por lo tanto autorizamos su presentación y defensa.

---

**Ing. Carlos Santillán.**  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

**Ing. José Samaniego.**  
**ASESOR DE TESIS**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, el fundamento teórico - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de la autora. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Flor María Bósquez Yánez

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico principalmente a Dios por haberme dado la vida, quién supo guiarme por el camino del bien, dándome fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se me presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la confianza y dignidad en mí misma ni desfallecer en el intento y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional

A mi familia a quienes amo infinitamente y por ellos soy quién soy.

A mis padres Ángel Miguel Bósquez Barragán y Flor Piedad Yánez Ribadeneira por su amor, consejos, comprensión, apoyo incondicional y ayuda en los momentos difíciles. Me han dado y me han enseñado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para luchar y salir adelante a cumplir mis objetivos.

A mis hermanos Dany, Darío y Omar por estar siempre presentes acompañándome y alentándome en cada instante de mi vida para poderme realizar.

A mi sobrino Sthephano quién ha sido y es mi motivación, inspiración y felicidad.

Flor María Bósquez Yánez

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por guiar mis pasos y llevarme a alcanzar mis metas y objetivos propuestos.

A mi familia que con su incondicional y permanente apoyo supieron ser un soporte invaluable en todo momento a lo largo de mi vida.

A Acería del Ecuador Adelca C.A por haber prestado todas las facilidades de información, así como al personal técnico de la misma, que contribuyeron para el desarrollo del presente trabajo.

De igual manera al Ing. Carlos Santillán Mariño y al Ing. José Francisco Samaniego, Director y Asesor de Tesis, quienes aportaron con sus conocimientos, experiencia y esfuerzo para la culminación de este trabajo de investigación.

Por último, quiero dejar constancia de mi agradecimiento a todas y cada una de las personas que de una u otra forma han contribuido con la realización del presente trabajo y han hecho de éste una realidad.

Flor María Bósquez Yánez

# CONTENIDO

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Introducción a los sistemas contra incendios en el Ecuador.....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i> .....	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	4
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Incendios.....	6
2.1.1 <i>Sistemas contra incendios</i> .....	6
2.1.2 <i>Sistemas básicos contra incendios</i> .....	7
2.1.2.1 <i>Sistemas de detección de incendios convencional</i> .....	7
2.1.2.2 <i>Sistemas de detección de incendios analógica/inteligente</i> .....	7
2.1.2.3 <i>Sistemas de detección y alarma</i> .....	7
2.1.2.4 <i>Sistemas de rociadores automáticos</i> .....	7
2.1.2.5 <i>Sistemas con hidrantes</i> .....	7
2.1.2.6 <i>Sistemas con extintores</i> .....	8
2.2 Seguridad industrial y manejo del riesgo.....	8
2.2.1 <i>Riesgo</i> .....	10
2.2.2 <i>Clasificación de los riesgos para incendios bajo NFPA 10</i> .....	10
2.2.2.1 <i>Riesgo ligero (bajo)</i> .....	10
2.2.2.2 <i>Riesgo ordinario (moderado)</i> .....	10
2.2.2.3 <i>Riesgo extra (alto)</i> .....	10
2.3 Norma NFPA 704 y afines.....	10
2.3.1 <i>Tetraedro de fuego</i> .....	13
2.3.2 <i>Materiales combustibles</i> .....	14

2.3.2.1	<i>Combustibles sólidos</i> .....	14
2.3.2.2	<i>Combustibles líquidos</i> .....	14
2.3.2.3	<i>Combustibles gaseosos</i> .....	14
2.3.4	<i>Clasificación de los fuegos</i> .....	15
2.3.5	<i>Tipos de fuego</i> .....	15
2.3.5.1	<i>De superficie o sin llamas</i> .....	15
2.3.5.2	<i>De llamas</i> .....	15
2.3.6	<i>Agentes extintores</i> .....	16
2.3.6.1	<i>Agua</i> .....	16
2.3.6.2	<i>Espuma</i> .....	16
2.3.6.3	<i>Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)</i> .....	16
2.3.6.4	<i>Polvo químico seco (PQS)</i> .....	16
2.3.6.5	<i>Derivados halogenados</i> .....	17
2.4	<i>Tipos de extintores</i> .....	17
2.4.1	<i>Extintores tipo A</i> .....	17
2.4.2	<i>Extintores tipo B</i> .....	18
2.4.3	<i>Extintores tipo C</i> .....	18
2.4.4	<i>Extintores tipo D</i> .....	18
2.4.5	<i>Extintores tipo K</i> .....	19
2.5	<i>Hidrantes NFPA 291</i> .....	19
2.5.1	<i>Clasificación de los hidrantes</i> .....	21
2.5.2	<i>Gasto o caudal requerido</i> .....	21
2.5.3	<i>Presión residual clase I y III</i> .....	21
2.5.4	<i>Presión residual clase II</i> .....	22
2.6	<i>Normas aplicable a la realidad ecuatoriana y a nivel sudamericano</i> ....	22
2.6.1	<i>IESS</i> .....	22
2.6.2	<i>Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del ambiente de trabajo</i> .....	24
2.6.3	<i>Normas INEN</i> .....	29
2.6.4	<i>Normas NFPA</i> .....	30

### **3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA METALÚRGICA ECUATORIANA ADELCA C.A**

3.1	Análisis de la situación actual de la empresa.....	32
3.1.1	<i>Información general de la empresa.....</i>	32
3.1.2	<i>Estructura administrativa.....</i>	34
3.1.3	<i>Política de seguridad y salud.....</i>	35
3.1.4	<i>Misión y visión.....</i>	35
3.1.4.1	<i>Misión.....</i>	35
3.1.4.2	<i>Visión.....</i>	35
3.2	Identificación de las áreas de estudio.....	35
3.2.1	<i>Planta laminados.....</i>	36
3.2.2	<i>Planta trefilados.....</i>	36
3.2.3	<i>Planta acería.....</i>	37
3.3	Operaciones.....	37
3.3.1	<i>Descripción de la manufactura en general.....</i>	37
3.3.2	<i>Proceso de manufactura.....</i>	39
3.4	Descripción del proceso productivo.....	42
3.4.1	<i>Proceso de laminación.....</i>	44
3.4.1.1	<i>Productos terminados laminados.....</i>	45
3.4.2	<i>Proceso de trefilación.....</i>	47
3.4.2.1	<i>Productos terminados trefilados.....</i>	48
3.5	Descripción de las instalaciones por área ocupada en empresa.....	54
3.6	Estudio de eventos suscitados dentro de las instalaciones.....	56
3.6.1	<i>Incendio de chatarra, vía de acceso a la empresa.....</i>	56
3.6.2	<i>Incendio del puente grúa de 80 toneladas planta acería.....</i>	57
3.6.3	<i>Incendio de sistema de suspensión de horno eléctrico.....</i>	57
3.7	Sistema de gestión integral.....	58
3.7.1	<i>ISO 9001:2008.....</i>	58
3.7.2	<i>ISO 14001:2004.....</i>	58
3.7.3	<i>OHSAS18001:2007.....</i>	58
3.7.4	<i>Ranking de las mejores empresas del Ecuador.....</i>	60
3.8	Riesgo.....	61

3.8.1	<i>Evaluación de los riesgos por concepto de seguridad.....</i>	62
3.8.2	<i>Requerimientos legales.....</i>	62
<b>4.</b>	<b>PROPUESTA Y ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS EN BASE A LA NORMATIVA NFPA PARA LA EMPRESA METALÚRGICA ADELCA C.A</b>	
4.1	Definición de las fases del proyecto.....	63
4.1.1	<i>Análisis de cotas y pendientes del anillo perimetral.....</i>	63
4.1.2	<i>Cuarto de máquinas y equipos de bombeo.....</i>	63
4.1.3	<i>Protecciones complementarias.....</i>	63
4.2	Diseño de la propuesta considerando las normas NFPA.....	64
4.2.1	<i>Instalación del sistema contra incendios.....</i>	64
4.2.2	<i>Cálculos.....</i>	64
4.2.2.1	<i>Cálculo de velocidad, número de reynolds, rugosidad relativa, factor de fricción para flujo turbulento, pérdidas por fricción en la tubería (primarias), pérdidas por accesorios (secundarias), pérdidas totales (primarias y secundarias) para tubería de Ø 8in.....</i>	64
4.2.2.2	<i>Cálculo de velocidad, número de reynolds, rugosidad relativa, factor de fricción para flujo turbulento, pérdidas por fricción en la tubería (primarias), pérdidas por accesorios (secundarias), pérdidas totales (primarias y secundarias) en cada hidrante en la tubería de Ø 6in.....</i>	67
4.2.2.3	<i>Cálculo de pérdidas totales en las tuberías de Ø 8in y Ø 6in.....</i>	83
4.2.2.4	<i>Cálculo de carga total de la bomba.....</i>	84
4.2.2.5	<i>Cálculo de potencia de la bomba.....</i>	84
4.2.2.6	<i>Cálculo de succión positiva neta requerida (NSPH<sub>R</sub>).....</i>	84
4.2.3	<i>Instalación de bombas estacionarias contra incendios, cuarto de bombeo según NFPA 20.....</i>	86
4.2.4	<i>Normas para la instalación de sistemas de tuberías verticales y mangueras NFPA 14.....</i>	87

4.2.5	<i>Hidrantes según NFPA 291</i> .....	87
4.2.6	<i>Inspección, prueba y mantenimiento del sistema de protección contra incendios NFPA 25</i> .....	88
4.2.6.1	<i>Inspecciones</i> .....	88
4.2.6.2	<i>Pruebas</i> .....	88
4.2.6.3	<i>Mantenimiento</i> .....	89
4.3	Equipos de protección personal NFPA 1971.....	91
4.3.1	<i>Casco</i> .....	92
4.3.2	<i>Protección de ojos</i> .....	92
4.3.3	<i>Protección contra ruidos</i> .....	93
4.3.4	<i>Monjitas o pasamontañas</i> .....	93
4.3.5	<i>Capa o chaquetón</i> .....	93
4.3.6	<i>Pantalones protectores</i> .....	94
4.3.7	<i>Protección de manos</i> .....	94
4.3.8	<i>Protección de pies</i> .....	95
4.3.9	<i>Equipo de respiración autónoma</i> .....	95
4.4	Símbolos de seguridad contra el fuego NFPA 170- (edición 2002)....	96
4.4.1	<i>Presentación de símbolos</i> .....	96
4.4.2	<i>Excepción</i> .....	96
4.4.3	<i>Color del símbolo</i> .....	96
4.4.4	<i>Símbolos para uso por el cuerpo de bomberos</i> .....	96
4.4.4.1	<i>Conexión siamesa para rociadores automáticos por el cuerpo de bomberos</i> .....	96
4.4.4.2	<i>Conexión sencilla para los bomberos a rociadores automáticos</i> .....	97
4.4.4.3	<i>Conexión al sistema de gabinetes</i> .....	97
4.4.4.4	<i>Conexión combinada a rociadores automáticos y a sistemas de gabinetes para el cuerpo de bomberos</i> .....	98
4.4.4.5	<i>Hidrantes</i> .....	98
4.4.4.6	<i>Mangueras contra incendio y gabinetes</i> .....	98
4.4.4.7	<i>Extintores</i> .....	99
4.4.4.8	<i>Flecha direccional</i> .....	99
4.4.4.9	<i>Panel eléctrico o interruptor eléctrico</i> .....	100
4.5	Sistemas de extinción de incendios especiales NFPA 2001 edición	

	2012.....	100
4.5.1	<i>Impacto ambiental</i> .....	100
4.6	Pautas y recomendaciones para la implementación de la propuesta de diseño.....	101

## **5. PRESUPUESTO DE INVERSIONES PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIOS**

5.1	Análisis de costos.....	102
5.2	Presupuesto total de inversión.....	104

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1	Conclusiones.....	105
6.2	Recomendaciones.....	106

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
1 Peligros a la salud, rombo azul.....	11
2 Peligros de inflamabilidad o incendio, rombo rojo.....	12
3 Peligros de reactividad, rombo amarillo.....	12
4 Extintores existentes en Adelca C.A.....	55
5 Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 8in.....	66
6 Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 1).....	68
7 Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 2).....	70
8 Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 3).....	72
9 Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 4).....	74
10 Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 5).....	76
11 Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 6).....	78
12 Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 7).....	80
13 Coeficiente de resistencia para Pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 8).....	82
14 Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la Línea de succión, desde la fuente del fluido a la entrada de la bomba.....	86
15 Descripción de equipos y accesorios para el sistema contra incendios.....	90
16 Análisis de costo directo.....	103
17 Análisis de costo indirecto.....	104
18 Análisis de costo total del proyecto.....	104

## LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Diamante de fuego NFPA 704.....	13
2	Triángulo de fuego.....	14
3	Extintor tipo A, agua presurizada, espuma o químico Seco.....	17
4	Extintor tipo B, espuma.....	18
5	Extintor tipo C, dióxido de carbono.....	18
6	Extintor tipo D, polvo seco especial.....	19
7	Extintor tipo K, solución a base de acetato de potasio.....	19
8	Estructura administrativa Adelca C.A.....	34
9	Adelca C.A.....	35
10	Chatarra, materia prima para la elaboración de palanquilla.....	38
11	Recepción de chatarra.....	39
12	Procesamiento de la chatarra.....	39
13	Fundición de la chatarra.....	40
14	Acero en estado líquido.....	40
15	Incorporación de ferroaleaciones.....	40
16	Distribución de colada continua.....	41
17	Solidificación del acero.....	41
18	Enfriamiento de la palanquilla.....	41
19	Almacenamiento de palanquilla.....	42
20	Recepción de palanquilla.....	42
21	Abastecimiento de palanquilla al horno.....	43
22	Desbaste de palanquilla.....	43
23	Rodillos de laminación.....	44
24	Cama de enfriamiento.....	44
25	Empaque y amarre de varillas.....	45
26	Varilla recta sismo resistente para hormigón armado.....	45
27	Varilla figurada.....	46
28	Ángulo estructural.....	46
29	Barra cuadrada.....	46
30	Barra redonda.....	47

31	Platina.....	47
32	Tees.....	48
33	Alambrón de acero en forma de bobinas.....	48
34	Proceso de decapado.....	49
35	Alambre de púas.....	49
36	Alambre galvanizado.....	50
37	Alambre recocido.....	50
38	Alambre trefilado.....	50
39	Clavos.....	51
40	Grapas.....	51
41	Malla sismo resistente electro soldada.....	52
42	Malla de cerramiento.....	52
43	Malla de tumbado.....	52
44	Malla trefilada electro soldada.....	53
45	Varilla trefilada.....	53
46	Vigas.....	54
47	Viguetas.....	54
48	Logotipo del sistema de gestión integral Adelca.....	60
49	Ránking empresas en el Ecuador.....	61
50	Casco NFPA 1971.....	92
51	Gafas de seguridad normalizadas ANSI Z87.1.....	92
52	Protectores auditivos NFPA 1971.....	93
53	Monjitas o pasamontañas NFPA 1971.....	93
54	Capa o chaquetón NFPA 1971.....	94
55	Pantalones protectores NFPA 1971.....	94
56	Guantes NFPA 1971.....	95
57	Botas NFPA 1971.....	95
58	Equipo de respiración autónoma NFPA 1971.....	96
59	Conexión siamesa para rociadores automáticos.....	97
60	Conexión sencilla de rociadores automáticos.....	97
61	Conexión al sistema de gabinetes.....	97
62	Conexión combinada a rociadores automáticos y a sistemas de gabinetes.....	98

63	Hidrantes.....	98
64	Mangueras contra incendio.....	99
65	Extintor.....	99
66	Flecha direccional.....	100
67	Panel eléctrico o interruptor eléctrico.....	100

## LISTA DE ABREVIACIONES

<b><i>A</i></b>	Área
<b><i>AFFF</i></b>	Espuma formadora de película acuosa.
<b><i>ANSI</i></b>	Instituto Nacional de Normas Americanas (American National Standards Institute).
<b><i>CO<sub>2</sub></i></b>	Dióxido de carbono
<b><i>D</i></b>	Diámetro
<b><i>Db</i></b>	Decibeles
<b><i>EPP</i></b>	Equipo de protección personal.
<b><i>F</i></b>	Factor de fricción
<b><i>g</i></b>	Gravedad
<b><i>GPM</i></b>	Galones por minuto.
<b><i>h<sub>A</sub></i></b>	Carga total de la bomba
<b><i>h<sub>f</sub></i></b>	Pérdida de carga en la tubería de succión, debido a la fricción y pérdidas menores.
<b><i>h<sub>L1</sub></i></b>	Pérdidas por fricción en la tubería
<b><i>h<sub>L2</sub></i></b>	Pérdidas por accesorios
<b><i>h<sub>LT</sub></i></b>	Pérdidas totales
<b><i>h<sub>s</sub></i></b>	Diferencia de elevación desde el nivel del fluido en el depósito a la línea central de la entrada de succión de la bomba.
<b><i>h<sub>sp</sub></i></b>	Carga de presión estática (absoluta) sobre el fluido en el almacenamiento.
<b><i>h<sub>vp</sub></i></b>	Carga de presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo
<b><i>IESS</i></b>	Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.
<b><i>INEN</i></b>	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
<b><i>ISO</i></b>	Organización Internacional de Estandarización (International Organization of Standardization).
<b><i>K</i></b>	Coefficiente de resistencia
<b><i>Log</i></b>	Logaritmo
<b><i>Le/D</i></b>	Longitud equivalente en diámetro de tubería
<b><i>NFPA</i></b>	Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (National Fire Protection Association).

$N_R$	Número de reynolds.
$NSPH_A$	Succión neta positiva admitida.
$NSPH_R$ :	Succión neta positiva requerida.
$P$	Potencia de la bomba.
$P_{abs}$	Presión absoluta.
$PQS$	Polvo químico seco.
$P_{vp}$	Presión de vapor (absoluta) del líquido a la temperatura a la que se bombea.
$Rpm$	Revoluciones por minuto.
$v$	Velocidad
$\varphi$	Caudal
$\rho$	Densidad
$\gamma$	Peso específico
$\epsilon$	Rugosidad
$\epsilon/D$	Rugosidad relativa
$\Sigma K$	Sumatoria del coeficiente de resistencia
$\eta$	Viscosidad dinámica

## LISTA DE ANEXOS

- A Tablas de tasas comunes de flujo volumétrico para distintas clases de sistema y valores de diseño de rugosidad de tubos.
- B Tabla de dimensiones de tubería de acero.
- C Tablas de resistencia de válvulas y acoplamientos, factores de fricción para zona turbulenta, propiedades del agua y coeficientes de resistencia para válvulas y accesorios.
- D Tablas de presión de vapor y carga de presión de vapor de agua.
- E Especificaciones técnicas bomba centrífuga tipo horizontal marca Goulds, serie 3700, 400 Hp, modelo 6x8-13 A.
- F Inspección, prueba y mantenimiento de tuberías, hidrantes y bombas de servicio privado de incendios.
- G Tabla de cotización de suministros técnicos industriales.

## **RESUMEN**

La investigación establece el Diseño de un Sistema Contra Incendios en Base a la Normativa NFPA, para la Empresa Metalúrgica Ecuatoriana Adelca C.A, su actividad es el reciclaje y fundición de chatarra, complementado por la laminación y trefilación del acero para material de construcción.

Consta de los conceptos, terminología y articulados obligatorios de las diferentes normas estandarizadas y reglamentos aplicables para la prevención de incendios, de acuerdo a: Norma NFPA, Norma INEN, Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Ambiente de Trabajo.

La ausencia de un sistema contra incendios alrededor de las áreas de producción de la empresa (acería, laminado, trefilado) y los eventos suscitados a causa de incendios no controlados originados por la alta concentración de chatarra existente, quema de palets, derrame de combustibles combinados con elementos de combustión, presenta el desarrollo del sistema contra incendios bajo las consideraciones de la Norma NFPA, que incluye la aplicación del: código de seguridad humana, código uniforme contra incendios, código de alarmas contra incendios y el código eléctrico; contiene los cálculos para el diseño del sistema de tubería, bomba, accesorios y selección de los equipos y materiales complementarios, presentados en cuadros con especificaciones técnicas, planos y recomendaciones para la instalación del sistema contra incendios.

El sistema será implementado con personal calificado de acuerdo a la normativa establecida, y principalmente el diseño radica en salvaguardar la vida del personal que labora dentro de la misma.

## **ABSTRACT**

The research establishes the design of a fire fighting system based on NFPA, standards for the metallurgical Ecuadorian Company Adelca C.A, its activity is the recycling and smelting of scrap, complemented by lamination and drawing of steel for construction material.

It includes the concepts, terminology and articulated obligatory of the different standardized norms and applicable regulations for the prevention, of fires in accordance to NFPA, Standard INE, Regulation of Safety and Health of the workers and improvement of the work environment.

The absence of a fire fighting system about the areas of production of the company (steelworks, laminated, drawing) and the events occurred by fires uncontrolled caused by the high concentration of existing scrap, burning of pallets, spills of fuels combined with elements of combustion, it presents the development of the fire system under the considerations of the NFPA, Standard which includes the application of the code of human safety, uniform code against fires, code of fire alarms and the electrical code; it contains the calculations for the design of the piping system, pump, accessories and selection of the equipment and complementary materials presented in pictures with technical specifications, plans and recommendations for the installation of the fire system.

The system will be implemented with qualified personnel in accordance with the established regulations and mainly the design consists in safeguarding the lives of staff working within the same.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Introducción a los sistemas contra incendios en el Ecuador

Las medidas apropiadas para evitar el riesgo de incendios o explosiones pueden variar según las circunstancias en que se presente el riesgo -el incendio como fenómeno- su evolución y las medidas de seguridad admite un tratamiento común, tomando en cuenta todos los factores que puedan incidir en su ocurrencia, es decir, no sólo la parte de los equipos y su funcionamiento sino también las actitudes del trabajador y las medidas administrativas que puede tomar la organización.

El desarrollo de las diferentes actividades humanas, cualquiera que estas sean, están sujetas a amenazas de tipo antrópico o natural. La respuesta ante una amenaza, normalmente es escapar del sitio de peligro; es claro entonces, que buscar un mecanismo mediante el cual se logre canalizar dicho comportamiento, representará en el evento de un siniestro un factor positivo para el enfrentamiento del mismo.

Un incendio es una ocurrencia de fuego no controlada que puede abrasar algo que no está destinado a quemarse.

Este documento, contempla el análisis de la norma internacional NFPA en la prevención de incendios en la empresa Adelca C.A, y su potencial aplicación en sus instalaciones. En el Ecuador, los incendios y sus riesgos, son estudiados exclusivamente por el BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS bajo reglamentos cuidadosamente establecidos. A continuación se hace alusión al artículo 1 del reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios (Ecuador).

ARTICULO 1 [1]. Las disposiciones legales del Reglamento de Prevención, Mitigación y protección contra incendios, serán aplicadas en todo el territorio nacional, para los proyectos arquitectónicos y de ingeniería, en edificaciones a construirse, así

como la modificación, ampliación, remodelación de las ya existentes, sean públicas, privadas o mixtas, y que su actividad sea de comercio, prestación de servicios, educativas, hospitalarias, alojamiento, concentración de público, industrias, transportes, almacenamiento y expendio de combustibles explosivos, manejo de productos químicos peligrosos y de toda actividad que represente riesgo de siniestro.

Adicionalmente esta norma se aplicará a aquellas actividades que por razones imprevistas, no consten en el presente reglamento, en cuyo caso se someterán al criterio técnico profesional del cuerpo de bomberos de su jurisdicción en base a la constitución política del estado, normas INEN, código nacional de la construcción, código eléctrico ecuatoriano y demás normas y códigos conexos vigentes en nuestro país.

Toda persona natural y/o jurídica, propietaria, usuaria o administrador, así como profesionales del diseño y construcción, están obligados a cumplir las disposiciones contempladas en el presente reglamento de prevención, mitigación y protección contra incendios, basados en normas técnicas ecuatorianas INEN.

## **1.2 Antecedentes**

La empresa ADELCA C.A fue fundada en 1963, por un grupo de empresarios ecuatorianos que asumieron el reto de entregarle al país una industria del acero, que en forma técnica y económica, cubriera las necesidades del sector de la construcción.

Desde su creación, ADELCA C.A ha mantenido una permanente innovación en sus sistemas de producción y en los servicios prestados a sus clientes, siendo necesario reinvertir sus beneficios, con la finalidad de dotarle a la empresa de una tecnología avanzada y personal capacitado.

Los procesos de acería, laminado y trefilado que se llevan a cabo dentro de sus instalaciones, requieren que se realice operaciones de manejo de hidrocarburos, mismos que se encuentran almacenados en tanques en el sector exterior de las áreas de

producción, acorde a las demandas de las distintas áreas y a los distintos procesos que en ella se realizan.

La distribución de combustible se la hace empleando un sistema de tuberías; los años de servicio y las altas presiones del traslado generan posibilidades de derrame que combinados con elementos de combustión, crean incendios.

El cuerpo de bomberos más cercano, se encuentra en Machachi, cantón Mejía, a 5 km de distancia, lo cual hace que su respuesta esté disponible en 15 minutos aproximadamente.

Esta condición, hace necesario que los principales responsables de la empresa propongan el desarrollo del proyecto de control y eliminación de los factores de incendio a través de un sistema propio, adaptado a la eventualidad y posibilidad de riesgos en cada una de las áreas de producción.

La propuesta de este trabajo radica en el proyecto de un sistema de protección contra incendios que estará bajo la consideración de la norma NFPA, quienes desde 1896 supervisan el desarrollo y mantenimiento de más de 300 códigos y normas para protección contra incendios que incluyen código de seguridad humana, código uniforme contra incendios, el código de alarmas contra incendios y el código eléctrico.

## **1.2 Justificación**

La necesidad de reducir posibles daños dentro de las instalaciones de la empresa ADELCA C.A, evitar daños a infraestructuras o equipos de difícil reemplazo, así como el hecho de reducir los tiempos de respuestas ante emergencias, disminuir los posibles costos derivados del combate de incendios y posteriores reparaciones para el reinicio de actividades normales en las áreas productivas de la empresa, y principalmente el cuidado de la salud de los trabajadores, hace imperioso el empleo de un sistema contra incendios para las instalaciones de la misma.

La ausencia de sistemas públicos de respuesta a emergencias cercano a la instalación, además, que cuente con las suficientes herramientas y de rápida acción ante la posibilidad de presentarse un incendio de gran magnitud, hace que esta empresa metalúrgica requiera de la implementación de políticas de reacción y actuación para lograr una rápida respuesta para el manejo y control de este tipo de riesgo, así como de consideraciones que deben cumplirse para lograr el mantenimiento adecuado de las instalaciones, control de fugas y derrames y finalmente del control de emanaciones de gases, humos y vapores que puedan afectar a las zonas aledañas a la empresa.

Actualmente no se cuenta con un sistema que permita manejar estas actividades y reducir los costos y daños que podrían producirse dentro de las instalaciones de la empresa y sus zonas de influencia. Una posible para, repercute en grandes pérdidas económicas más aún cuando la misma maneja un porcentaje superior al 50% de participación en el mercado nacional.

Como estudiante de la Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, al contar con las competencias formativas en los ámbitos de seguridad industrial, manejo de normativas y mecánica de los fluidos principalmente, hace imperioso el desarrollo del presente trabajo de investigación.

## **1.4 Objetivos**

**1.4.1 *Objetivo general.*** Diseñar un sistema contra incendios en base a la normativa NFPA, para la empresa metalúrgica ecuatoriana Adelca C.A.

### **1.4.2 *Objetivos específicos***

Describir los componentes principales de la empresa desde su organización, actividades, funcionamiento.

Describir la situación actual de la empresa en cuanto a los niveles de riesgos que se presentan en cada una de las áreas.

Analizar y evaluar la propuesta de diseño.

Elaborar la propuesta del presupuesto para la puesta en marcha y ejecución del proyecto.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Incendios

Un incendio es una reacción química de oxidación - reducción fuertemente exotérmica, es decir, con gran evacuación de calor. El reductor se denomina combustible y el oxidante comburente; las reacciones entre los dos se denominan combustión.

**2.1.1 *Sistemas contra incendios* [2].** Un sistema de protección contra incendios es el conjunto de medidas que se disponen en edificaciones, fábricas, construcciones, y todo tipo de entidades para protegerlos contra la acción del fuego. Generalmente, con ellas se trata de conseguir tres fines:

- Salvar vidas humanas
- Minimizar las pérdidas económicas producidas por el fuego.
- Conseguir que las actividades de las empresas puedan reanudarse en el plazo de tiempo más corto posible.

Para poder determinar las medidas de prevención y protección necesarias para controlar los riesgos de incendio en las instituciones, se debe evaluar el grado de riesgo, para así, tomar las medidas adecuadas según el caso. Para esto se debe considerar lo siguiente:

- El riesgo de que el incendio se inicie.
- El riesgo de que el incendio se propague.

El riesgo de que el incendio se inicie o se propague viene determinado por las medidas de prevención no adoptadas.

**2.1.2 Sistemas básicos contra incendios [3].** Según su configuración y tecnología de fabricación, los sistemas de detección de incendios se clasifican en:

**2.1.2.1 Sistema de detección de incendios convencional.** Las instalaciones de detección de incendios convencionales son concebidas para una máxima duración y mínimo mantenimiento, además de su facilidad de manejo, por lo que son muy comunes en pequeños locales comerciales y garajes de viviendas, además de ser una instalación de obligado montaje en prácticamente todos los locales citados anteriormente.

En caso de incendio esta central sólo nos dice qué zona está en alarma pero no la ubicación exacta del detector en alarma.

Asimismo en un sistema de detección analógico se pueden integrar centrales de detección convencional o de extinción automática por gases, y ser controladas desde la misma central analógica, lo que hace de este sistema el más completo en cuanto a instalaciones de detección de incendios se refiere.

**2.1.2.3 Sistemas de detección y alarma.** Los sistemas de detección y alarma tienen por objeto descubrir rápidamente el incendio y transmitir la noticia para iniciar la extinción y evacuación.

**2.1.2.4 Sistemas de rociadores automáticos.** Los sistemas de rociadores automáticos desempeñan simultáneamente dos funciones con idéntica eficacia: detección y extinción de incendios.

Los sistemas se activarán automáticamente para controlar el fuego. El tiempo de vida útil de los rociadores automáticos depende en gran medida de las condiciones ambientales a las que se encuentren sometidos.

**2.1.2.5 Sistemas con hidrantes.** Los sistemas con hidrantes son equipos que suministran gran cantidad de agua en poco tiempo, se conecta y forma parte íntegramente de la red de agua específica de protección contra incendios del establecimiento a proteger, permite la conexión de mangueras y equipos de lucha contra incendios. El agua puede obtenerla de la red urbana de abastecimiento o de un depósito, mediante una bomba.

**2.1.2.6 Sistemas con extintores.** Son los dispositivos de control de incendios más utilizados a nivel no profesional, por su conveniencia, costo y disponibilidad. Los extintores como dispositivos de control tienen como base la acción del agente extintor que contiene que ataca uno de los cuatro elementos del tetraedro de fuego. Es decir realiza la extinción por reducción de temperatura, eliminación de oxígeno, combustible, inhibición de la reacción en cadena.

## **2.2 Seguridad industrial y manejo del riesgo**

La seguridad industrial es un área multidisciplinaria que se encarga de minimizar los riesgos en la industria, además es el conjunto de actividades destinadas a la identificación, prevención de riesgos de trabajo y control mediante la aplicación de medidas normativas y correctivas estandarizadas.

La innovación tecnológica, el cambio de maquinarias, la capacitación de los trabajadores y los controles habituales son algunas de las actividades vinculadas a la seguridad industrial.

No puede obviarse que, muchas veces, las empresas deciden no invertir en seguridad para ahorrar costos, lo que pone en riesgo la vida de los trabajadores y el de las instalaciones mismas; por lo tanto, requiere de la protección de los empleados a través de minimizar los riesgos en la fuente generadora (del riesgo), en el medio, y más importante aún, en el individuo (equipo de protección personal) y su permanente monitoreo médico.

Cabe destacar que la seguridad industrial siempre es relativa, ya que es imposible garantizar

que nunca se producirá ningún tipo de accidente. De todas formas, su misión principal es trabajar para prevenir los siniestros.

Un aspecto muy importante de la seguridad industrial es el uso de estadísticas, que le permite advertir en qué sectores suelen producirse los accidentes para extremar las precauciones. De todas formas, la seguridad absoluta nunca puede asegurarse. Los aspectos por los cuales la seguridad industrial es importante, son los siguientes:

- Prevención de accidentes de trabajo.
- Control de riesgos
- Control en el comportamiento humano.
- Manejo de estadísticas.
- Prevención de incendios.
- Control en los elementos de protección personal.
- Cambio de mentalidad a través de la capacitación.

La finalidad de toda organización de seguridad industrial y de salud ocupacional en cualquier actividad es ayudar a la dirección a que establezca y tenga en vigor un programa destinado a proteger a los empleados y aumentar la producción satisfactoriamente, sin sacrificar la prevención y control de accidentes que afectan a cualquiera de los elementos de la producción a saber: mano de obra, equipo, materiales, calidad, maquinaria, costos, herramientas, productividad, medio ambiente.

Los principales riesgos en la industria están vinculados a los accidentes, que pueden tener un importante impacto ambiental y perjudicar a regiones enteras, aún más allá de la empresa donde ocurre el siniestro.

**2.2.1 Riesgo.** El riesgo es la probabilidad de que se produzca un evento adverso, que ponga en peligro el confort y la salud de un trabajador, así como la integridad de las instalaciones, equipo, maquinaria, etc.

Los riesgos se clasifican en: físicos, químicos, biológicos, mecánicos, ergonómicos, psicosociales y de accidentes mayores; esta es la clasificación general que obedece a los estándares internacionales, pero, para fines de esta investigación, se tomará en cuenta únicamente la clasificación bajo la norma NFPA.

**2.2.2 Clasificación de los riesgos para incendios bajo NFPA 10 [4].** Los riesgos se clasifican en:

**2.2.2.1 Riesgo ligero (bajo).** Son aquellos en donde el total de materiales combustibles de clase A y clase B es de menor cantidad, y la cantidad de combustible de clase A no supera un galón en cualquier lugar del área.

**2.2.2.2 Riesgo ordinario (moderado).** Son aquellos en donde el total de materiales combustibles de clase B es moderado y la cantidad total de inflamable clase B está entre 1 y 5 galones en cualquier lugar del área.

**2.2.2.3 Riesgo extra (alto).** Son aquellos en donde la cantidad de materiales combustibles clase A es alta y la cantidad de materiales combustibles clase B están presentes en concentraciones mayores a 5 galones en cualquier lugar del área.

## **2.3 Norma NFPA 704 y afines [5]**

La norma NFPA 704 es el código que explica el diamante de fuego que es establecido por la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (National Fire Protection Association), utilizado para comunicar los riesgos de los materiales peligrosos. Es importante para ayudar a mantener el uso seguro de productos químicos.

Las cuatro divisiones tienen colores asociados con un significado, el azul hace referencia a los riesgos para la salud, el rojo indica el peligro de inflamabilidad y el amarillo los riesgos por reactividad: es decir, la inestabilidad del producto.

A estas tres divisiones se les asigna un número de 0 (sin peligro) a 4 (peligro máximo). Por su parte, en la sección blanca puede haber indicaciones especiales para algunos materiales, indicando que son oxidantes, corrosivos, reactivos con agua o radiactivos.

A continuación nombraremos cómo se utiliza el diagrama según la norma y que información lleva cada una de sus casillas o rombos.

Tabla 1. Peligros a la salud, rombo azul

No.	DESCRIPCIÓN
4	Materiales que en muy poco tiempo pudieran causar la muerte o daños permanentes aunque se hubiera recibido pronta atención médica.
3	Materiales que en un corto tiempo pudieran causar daños temporales o residuales aunque se hubiera recibido pronta atención médica.
2	Materiales que en exposición intensa o continuada pudieran causar incapacitación temporal o posibles daños residuales a menos que se dé pronta atención médica.
1	Materiales que en exposición causan irritación, pero solo leves lesiones residuales, incluso si no se da tratamiento.
0	Materiales que en exposición en condiciones bajo el fuego no ofrecen peligro más allá que el de un material combustible ordinario.

Fuente: Norma NFPA 704

Tabla 2. Peligros de inflamabilidad o incendio, rombo rojo

No.	DESCRIPCIÓN
4	Materiales que se vaporizan rápida o completamente a presión atmosférica y temperatura ambiente normal y se queman fácilmente en el aire.
3	Líquidos y sólidos que pueden encenderse bajo casi cualquier temperatura ambiente.
2	Materiales que deben ser calentados moderadamente o ser expuestos a temperatura ambiente relativamente alta antes de que tenga lugar la ignición.
1	Materiales que deben ser precalentados antes que tenga lugar la ignición.
0	Materiales que no arderán

Fuente: Norma NFPA 704

Tabla 3. Peligros de reactividad, rombo amarillo

No.	DESCRIPCIÓN
4	Materiales que son capaces de detonar fácilmente o de tener descomposición explosiva o reacciona a temperaturas o presiones normales.
3	Materiales que son capaces de tener reacción de detonación o explosión pero requieren una fuerte fuente de ignición.
2	Materiales que en si son normalmente inestables y sufren fácilmente un cambio químico violento pero no detonan o pueden reaccionar violentamente con agua o pueden formar mezclas potencialmente explosivas con agua.
1	Materiales que en si son normalmente estables, pero los cuales pueden hacerse inestables a temperaturas elevadas o reaccionar con agua con alguna liberación de energía pero no violentamente.
0	Materiales que en si son normalmente estables, incluso cuando son expuestos al fuego, y que no reaccionan con agua.

Fuente: Norma NFPA 704

Casilla especial, rombo blanco, el bloque blanco está designado para información especial acerca del producto químico. Por ejemplo, puede indicar que el material es radiactivo. En este caso, se emplea el símbolo correspondiente e internacionalmente aceptado. Si el material es reactivo, se usa una W atravesada por una raya para indicar que un material puede tener una reacción peligrosa al entrar en contacto con el agua. No quiere decir "no use el agua" ya que algunas formas de agua, niebla o finamente rociada, pueden utilizarse en muchos casos.

Lo que realmente significa este signo es: el agua puede originar ciertos riesgos, por lo que deberá utilizarse con cautela hasta que esté debidamente informada. Las letras OXY indican la existencia de un oxidante, ALC se usa para identificar materiales alcalinos, ACID para ácidos, CORR para corrosivos y el símbolo internacional para los materiales radiactivos: O.

Figura 1. Diamante de fuego NFPA 704

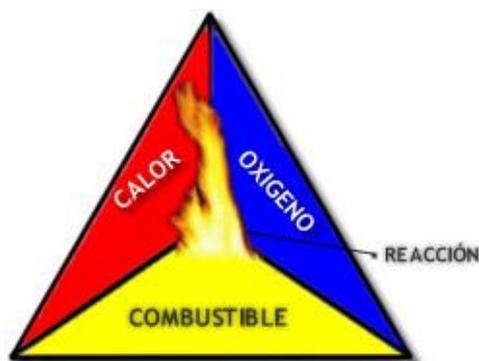


Fuente: Norma NFPA 704

**2.3.1 Tetraedro de fuego.** Para que se produzca el fuego o la explosión tienen que coexistir los siguientes elementos: combustible, oxígeno y energía en forma de calor; existe un cuarto elemento a tener en cuenta: la reacción de los gases de la combustión entre sí y con el propio oxígeno del aire lo que produce una reacción en cadena.

De esta forma, como resultado de la misma combustión, el triángulo de fuego se transforma en un tetraedro de fuego, que permite su propagación. Si llegara a faltar uno de sus cuatro elementos la combustión no tendría lugar o se extinguiría rápidamente.

Figura 2. Triángulo de fuego



Fuente: <http://rhr94.blogspot.com/2012/06/tetraedro-del-fuego.html>

**2.3.2 Materiales combustibles [6].** Básicamente, un combustible es toda sustancia que, bajo ciertas condiciones, resulta capaz de arder.

**2.3.2.1 Combustibles sólidos.** Los materiales sólidos más combustibles son de naturaleza celulósica (en general, papel).

**2.3.2.2 Combustibles líquidos.** Los líquidos inflamables son muy usados en distintas actividades, y su empleo negligente o inadecuado provoca muchos incendios.

Los líquidos no arden, los que lo hacen son los vapores que se desprenden de ellos. Los combustibles líquidos más pesados -como los aceites- no arden a temperaturas ordinarias pero cuando se los calienta, desprenden vapores que, en forma progresiva, favorecen la posibilidad de la combustión, cuya concreción se logra a una temperatura suficientemente alta.

**2.3.2.3 Combustibles gaseosos.** Los gases inflamables arden en una atmósfera de aire o de oxígeno. Es necesario conocer algunos aspectos relevantes acerca de lo que es el fuego, por esto existen diferentes clases de fuego y distintos tipos de fuego.

**2.3.4 Clasificación de los fuegos.** Las clases de fuegos se designan con las letras **A-B-C-D-K.** [7]

**Clase A.-** Fuegos que se desarrollan sobre combustible sólidos, ejemplo: madera, tela, goma, papel, etc.

**Clase B.-** Fuegos sobre líquidos inflamables, grasa, pinturas, ceras, asfalto, aceites, etano, metano, gasolina, etc.

**Clase C.-** Fuegos sobre materiales, instalaciones o equipos sometidos a la acción de la corriente eléctrica, ejemplo: motores, transformadores, cables, tableros, interruptores, cajas de fusibles, etc.

**Clase D.-** Fuegos sobre metales combustibles, ejemplo: magnesio, titanio, potasio, sodio, circonio, uranio, etc. Estos metales arden a altas temperaturas y exhalan suficiente oxígeno como para mantener la combustión, pueden reaccionar violentamente con el agua u otros químicos. La acción del matafuego puede tener un efecto contraproducente, pero, eventualmente, la utilización de arena o tierra es efectiva.

**Clase K.-** Los fuegos de la clase K implican el combustible de cocina como grasas, aceites, etc. Un agente químico mojado especial extingue y suprime estos fuegos muy calientes.

**2.3.5 Tipos de fuego.** Desde el punto de vista de la forma en que se exteriorizan, los fuegos pueden ser tipificados en dos grupos:

**2.3.5.1 De superficie o sin llamas.** Este tipo de fuego también recibe el nombre de brasa, superficie al rojo, incandescencia, etc., su característica fundamental es la ausencia de llamas.

**2.3.5.2 De llamas.** Son la evidencia directa de la combustión de gases o vapores de líquidos inflamables que a su vez pueden ser luminosas y no luminosas.

**2.3.6 Agentes extintores.** Los agentes pueden ser encontrados en estado líquido, sólido y gaseoso. Los agentes más utilizados en la extinción de incendios son los siguientes: agua, espuma, anhídrido carbónico, polvo químico seco.

**2.3.6.1 Agua.** Es el agente extintor más empleado, debido a su abundancia y a su relativo bajo costo. Además, el método más común de extinción de incendios es el de enfriamiento, y la característica del agua en estado líquido es su temperatura promedio de 15° C, lo que lo hace idóneo para dicho fin.

**2.3.6.2 Espuma.** Está constituida de una gran cantidad de bolas de aire o gas ( $CO_2$ ) formadas por películas de agua. Para que se formen las películas es necesario mezclarla con un agente espumante. El objetivo de la formación de espuma es volver al agua más liviana gasificándola para que de esta manera pueda flotar sobre los líquidos (combustibles).

**2.3.6.3 Dióxido de carbono.** El ( $CO_2$ ), anhídrido carbónico o bióxido de carbono, es un gas que se utiliza en la extinción de incendios y que tiene las siguientes propiedades:

– Es incombustible e inerte (no reacciona químicamente).

– Se almacena comprimido.

– Es incoloro e inodoro.

– Fácilmte licuable solidificable, mediante compresión y enfriamiento.

No es apto para fuegos de clase D pues los materiales incendiados descomponen el ( $CO_2$ ) en sus productos básicos (carbono y oxígeno), proporcionando combustible y comburente al fuego.

**2.3.6.4 Polvo químico seco.** El polvo químico seco (PQS) es una mezcla de sales metálicas finamente pulverizadas. Los compuestos más utilizados son: bicarbonato sódico, bicarbonato potásico y fosfato amónico. Los polvos químicos no son tóxicos,

aunque su uso en gran cantidad puede causar dificultades respiratorias al producirse una atmósfera particulada que también puede dificultar la visión.

**2.3.6.5 Derivados halogenados.** Son productos químicos resultantes de la halogenación de hidrocarburos. Antiguamente se empleaban el tetra cloruro de carbono y el bromuro de metilo, hoy prohibidos en todo el mundo debido a su gran toxicidad. Pueden emplearse en fuegos sólidos (clase A), de líquidos (clase B) y gases (clase C). No son conductores de la corriente eléctrica, no dejan residuo alguno, pero al ser ligeramente tóxicos debe ventilarse los locales después de su uso.

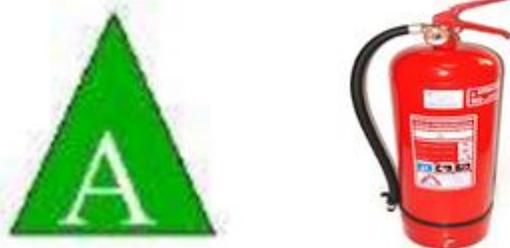
## **2.4 Tipos de extintores [8]**

Los extintores son equipos para combatir incendios pequeños o incipientes, y se clasifican de acuerdo al agente extintor que contenga.

**2.4.1 Extintores tipo A.** Son aquellos que contienen agua presurizada, espuma o polvo químico seco. Combaten fuegos que contienen materiales orgánicos sólidos y forman brasas como: madera, papel, plásticos, telas de algodón, etc.

Actúa por enfriamiento de material y remojando el material para evitar que vuelva a encenderse.

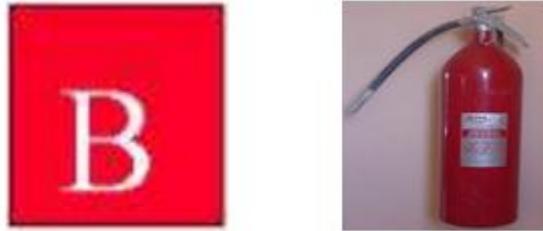
Figura 3. Extintor tipo A, agua presurizada, espuma o polvo químico seco



Fuente:<http://extintorespeed.comuf.com/extintores-portatiles-agua-presurizada-a/>

**2.4.2 Extintores tipo B.** Son aquellos que contienen espuma, dióxido de carbono, los de uso múltiple de químico seco común y de halón; se utilizan en incendios provocados por líquidos y sólidos fácilmente inflamables: aguarrás, alcohol, grasa, cera, gasolina, etc. Impiden la reacción química en cadena.

Figura 4. Extintor tipo B, espuma



Fuente: <http://rexseinca.com/productos/extintores/>

**2.4.3 Extintores tipo C.** Son aquellos que contienen gas carbónico o dióxido de carbono -el químico seco común-, son los recomendados para incendios provocados por equipos eléctricos: electrodomésticos, interruptores, cajas de fusibles, y herramientas eléctricas. Los de dióxido de carbono deben usarse con poca presión, porque con mucha potencia pueden esparcir el fuego. Impiden la conducción de la corriente eléctrica.

Figura 5. Extintor tipo C



Fuente: <http://rexseinca.com/productos/extintores/>

**2.4.4 Extintores tipo D.** Son aquellos que contienen polvo seco especial para ser utilizados en incendios en los cuales intervienen metales que arden a gran temperatura y

necesitan mucho oxígeno para su combustión ya que con el agua o químicos reaccionan violentamente. Enfrían el material por debajo de su temperatura de combustión.

Figura 6. Extintor tipo D, polvo seco especial



Fuente: [http://www.lesspiro.com/delme\\_pdf.html](http://www.lesspiro.com/delme_pdf.html)

**2.4.5 Extintores tipo K.** Estos extintores contienen una solución a base de acetato de potasio para ser utilizados en la extinción de fuegos de aceites vegetales no saturados para los que se requiere un agente extintor que produzca un agente refrigerante y que reaccione con el aceite produciendo un efecto de saponificación que sella la superficie aislándola del oxígeno.

Figura 7. Extintor tipo K, solución a base de acetato de potasio



Fuente: [http://www.uriseg.cl/producto1\\_5\\_1\\_1.htm](http://www.uriseg.cl/producto1_5_1_1.htm)

## 2.4 Hidrantes NFPA 291 [9]

Los hidrantes son dispositivos hidráulicos de lucha contra incendios constituidos esencialmente por un conjunto de válvulas y racores, conectados a la red de

abastecimiento y destinados a suministrar agua a través de mangueras o monitores y usarlos en situaciones emergentes.

El tipo más conocido es el seco cuya válvula de control se encuentra en la base, por debajo de la línea de congelamiento y entre la zapatilla y cuerpo del hidrante, estos hidrantes son conocidos también como a prueba de congelamiento.

Otro tipo es el húmedo, muchas veces utilizado cuando no hay peligro de congelamiento del agua, este hidrante tiene generalmente una válvula tipo compresión en cada salida, y a su vez el agua en estos se encuentra hasta la válvula de salida y son utilizados en lugares donde no existe problemas de congelamiento de agua por el medio ambiente.

Los hidrantes tipo seco, generalmente son montados sobre una base de grava o piedras para facilitar el drenaje del mismo y así evitar el congelamiento, un pequeño drenaje cerca de la base del hidrante se abre cuando el hidrante es cerrado. Cuando la válvula del hidrante es abierta por las vueltas efectuadas en la tuerca de maniobra este drenaje se cierra.

Aunque está conectado a la red de agua, la parte interna del cuerpo del hidrante no tiene agua. Para activar un hidrante una tuerca de maniobra en su parte superior requiere ser operada a fin de abrir su válvula situada en la base, la tuerca y la válvula están conectadas mediante un vástago.

Si no disponen de bridas de seguridad, los hidrantes pueden romper la tubería enterrada a la que están conectados.

Los hidrantes de columna seca están compuestos por:

– Cabeza, es la parte superior del hidrante que estará situada por encima del suelo, tendrá un mecanismo de accionamiento y las bocas de salida.

- Cuerpo de válvula, es la parte que se conecta por mediación de unas bridas a la red general de la instalación, podrá tener la conexión vertical u horizontal con un codo.
- Carrete, es la parte del hidrante que une la cabeza y el cuerpo de la válvula, su función es ajustar la distancia entre estos dos componentes.

**2.5.1 Clasificación de los hidrantes.** La clasificación de los hidrantes según NFPA 291 se detalla a continuación:

**Clase I.-** Hidrantes de 2 ½” para ser utilizados por el departamento de bomberos o personal entrenado en el manejo de éstos. La clase I es recomendable en instalaciones consideradas como de altos riesgos o extraordinarios.

**Clase II.-** Hidrantes de 1 ½” para ser utilizados tanto por cuerpo de bomberos como el personal del edificio con o sin entrenamiento. Estos sistemas de hidrantes son los más comunes y se aplican a edificaciones de riesgo ligero y moderado.

**Clase III.-** Hidrantes con mangueras instaladas de 1 ½” con salidas adicionales para ser conectadas a mangueras de 2 ½” para uso exclusivo del cuerpo de bomberos o personal entrenado. Esta categoría se destina a cubrir edificaciones desde riesgo ligero hasta un alto riesgo.

**2.5.2 Gasto o caudal requerido (Q).** Para clase I y III, se requiere un gasto de 500 gpm (gasto 1) para operar los dos hidrantes más lejanos o más altos, el sistema debe de soportar un tercer hidrante (gasto 2) con un gasto de 750 gpm.

Para clase II.- Se requiere un gasto de 100 gpm (gasto 1) para operar los dos hidrantes más lejanos o más altos, el sistema debe de soportar un tercer hidrante (gasto 2) con un gasto total de 150 gpm.

**2.5.3 Presión residual clase I y III.** La presión residual debe de ser en Gasto 1 de 7.03 Kg/cm<sup>2</sup> (100 psi) y para gasto 2 de 4.57 Kg/cm<sup>2</sup> (65 psi).

**2.5.4 Presión residual clase II.** La presión residual debe de ser en gasto 1 de 4.57 Kg. /cm.<sup>2</sup> (65 psi) y para gasto 2 de 2.95 Kg. /cm.<sup>2</sup> (42 psi)

El volumen almacenado de agua deberá garantizar el funcionamiento del sistema por un tiempo mínimo de una hora para sistemas de hidrantes cuando la edificación se encuentra cerca de una estación de bomberos.

Si la estación de bomberos se encuentra a más de 30 Km el volumen almacenado deberá ser suficiente para que el sistema se mantenga en operación durante dos horas para hidrantes.

## **2.6 Normas aplicable a la realidad Ecuatoriana y a nivel Sudamericano**

Dentro de la investigación es necesario conocer normas estandarizadas aplicables para la prevención de incendios, las mismas que se describirán a continuación:

**2.6.1 IESS [10].** Aquellos edificios industriales o fabriles que, a la expedición del presente reglamento, se encuentran en funcionamiento deberán cumplir con todas las normas de seguridad contra incendios que se detallan a continuación: y, en cuanto a aquellas que estructural o constructivamente sean impracticables pueden ser remplazados por medidas adicionales o complementarias que, previa aceptación del Cuerpo de Bomberos, sustituyen eficientemente a las exigidas.

Art. 179. Las sustancias químicas que puedan reaccionar juntas y expeler emanaciones peligrosas, causar incendios o explosiones, serán almacenadas separadamente en recipientes adecuados. Igual tratamiento se dará a los depósitos de basura orgánica.

Art. 182. Todo establecimiento que por sus características industriales o tamaño de sus instalaciones disponga de más de 25 personas en calidad de trabajadores o empleados, deberá organizar una brigada de incendios, periódica y debidamente entrenada para combatir incendios dentro de las zonas de trabajo.

Art. 183. Las construcciones para esta clase de establecimientos, serán de un solo piso, de materiales incombustibles y dotados de muros cortafuego para impedir la propagación del incendio de un local a otro.

Art. 185. Todo establecimiento de trabajo en el cual exista riesgo potencial de incendio, dispondrá de sistema de detección alarma, y extinción de incendios automáticos y cuyo funcionamiento esté asegurado aun cuando no exista personal o fluido eléctrico.

Art. 186. Las materias primas y productos que ofrezcan peligro de incendio, deberán mantenerse en depósitos incombustibles, aislados y en lo posible fuera de lugar de trabajo: debiendo disponerse de estos materiales únicamente en las cantidades necesarias para la elaboración del producto.

Art. 187. Los depósitos de sustancias que puedan dar lugar a explosiones, desprendimientos de gases o líquidos inflamables, deberán ser instalados a nivel de suelo y en lugares especiales a prueba de fuego. No deberán estar situados de debajo de locales de trabajo o habitaciones.

Art. 188. Las sustancias inflamables que se empleen deberán estar en compartimentos aislados: y los trapos, algodones, napas, etc., impregnado de grasas, aceites o sustancias fácilmente combustibles deberán recogerse en recipientes metálicos de cierre hermético.

Art. 189. El almacenamiento de combustibles se hará en locales de construcción resistente al fuego o en tanques depósitos preferentemente subterráneos y situados a distancia prudencial de los edificios, y su distribución a los distintos lugares de trabajo se hará por medio de tuberías.

Art. 190. Las sustancias químicas que puedan reaccionar juntas y expeler emanaciones peligrosas o causar incendios o explosiones, serán almacenadas separadamente unas de otras.

Art. 191. Los recipientes de las sustancias peligrosas (tóxicas, explosivas, inflamables, oxidantes, corrosivas, radiactivas), deberán llevar rótulos y etiquetas para su identificación, en que indique el nombre de la sustancia, la descripción del riesgo, las precauciones que se han de adoptar y las medidas de primeros auxilios en caso de accidente o lesión.

Art. 192. En los locales de trabajo donde se manipulen o almacenen líquidos o sustancias inflamables, la iluminación de lámparas, linternas y cualquier extensión eléctrica que sea necesario utilizar, serán a prueba de explosión.

Art. 193. No se manipularán ni almacenarán líquidos inflamables en locales situados sobre o al lado de sótanos, a menos que tales áreas estén provistas de ventilación adecuada.

Art. 194. Todo establecimiento industrial o fabril deberá contar con extintores de incendio del tipo adecuado al tiempo existente.

Art. 197. Todo establecimiento industrial, fabril contará con el personal especializado en la seguridad contra incendios del local y proporcionalmente a la escala productiva contará con un departamento de seguridad industrial, comité de seguridad y brigada de incendios.

Art. 198. En todos los establecimientos de trabajo se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones respecto a las salidas de escape o emergencia.

Art. 199. Ningún puesto de trabajo fijo distará más de 24 m de una puerta o ventana que pueda ser utilizada en caso de peligro.

**2.6.2** *Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del ambiente de trabajo [11].* De acuerdo a la constitución de la república del Ecuador, son deberes primordiales del estado ecuatoriano proteger la vida y garantizar a sus

habitantes el derecho a una seguridad integral; así como proteger a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación ante el desastre, la recuperación y el mejoramiento de las condiciones sociales, económicas ambientales, con el fin de minimizar la condición de vulnerabilidad.

## Título V: Protección colectiva

### Capítulo I: Prevención de incendios: normas generales.

Art.146. Pasillos, corredores, puertas y ventanas, en aquellos centros de trabajo donde sea posible incendios de rápida propagación, existirán al menos dos puertas de salida en direcciones opuestas. En las puertas que no se utilicen normalmente, se inscribirá el rótulo de salida de emergencia.

Art. 147. Señales de salida, todas las puertas exteriores, ventanas practicables y pasillos de salida estarán claramente rotulados con señales indelebles y perfectamente iluminadas o fluorescentes.

Art. 148. Pararrayos, serán de obligada instalación en los siguientes lugares:

- En los edificios en que se fabriquen, manipulen, almacenen explosivos.
- En los tanques que contengan sustancias muy inflamables.
- En las chimeneas altas.
- En los edificios y centros laborales que destaquen por su elevación.

Art. 150. Soldadura u oxicorte, las operaciones de soldadura u oxicorte se acompañarán de especiales medidas de seguridad, despejándose o cubriéndose adecuadamente los materiales combustibles próximos a la zona de trabajo.

Art. 151. Manipulación de sustancias inflamables, se observarán las reglas siguientes:

- Siempre que se lleven a cabo reacciones químicas en las que se desprenda una elevada cantidad de calor, se establecerá la protección adecuada.
- Los almacenamientos de productos de elevada reactividad entre sí, se dispondrán en locales diferentes o debidamente separados.
- Se prohíbe la práctica de reacciones explosivas no controladas.
- Se prohíbe el vertido incontrolado o conducciones públicas o privadas de sustancias inflamables.
- Cuando se produzca un derrame de sustancias inflamables se tomarán adecuadas medidas de seguridad.
- Prohíbese fumar, encender llamas abiertas, utilizar aditamentos o herramientas capaces de producir chispas cuando se manipulen líquidos inflamables.

Art. 152. Residuos, siempre que se produzca residuos que puedan originar un incendio se instalarán recipientes contenedores, cerrados e incombustibles, para depositarlos en ellos. Cuando estos residuos puedan reaccionar entre sí, se dispondrán recipientes contenedores diferentes, señalizados adecuadamente.

Estos recipientes se vaciarán con la frecuencia adecuada, manteniéndose en buen estado de conservación y limpieza.

Art. 153. Adiestramiento y equipo.

1. Todos los trabajadores deberán conocer las medidas de actuación en caso de incendio, para lo cual:

- a) Serán capacitados de modo conveniente.
- b) Dispondrán de los medios y elementos de protección necesarios.

2. El material destinado al control de incendios no podrá ser utilizado para otros fines y su emplazamiento, libre de obstáculos, será conocido por las personas que deban emplearlo, debiendo existir una señalización adecuada de todos los elementos de control, con indicación clara de normas y operaciones a realizar.

3. Las bocas de incendios dispuestas en cualquier local con algún riesgo de incendio, serán compatibles en diámetro y acoplamiento con el material utilizado por las entidades de control de incendios, de la zona donde se ubique el local, disponiéndose en caso contrario de elementos adaptadores, en número suficiente, y situados de modo visible en las proximidades de la boca de incendios correspondiente.

#### Capítulo II: Instalación de detección de incendios.

Art. 154. En los locales de alta concurrencia o peligrosidad se instalarán sistemas de detección de incendios, cuya instalación mínima estará compuesta por los siguientes elementos: equipo de control y señalización, detectores y fuente de suministro.

#### Capítulo III: Instalación de extinción de incendios.

Art. 155. Se consideran instalaciones de extinción las siguientes: bocas de incendio, hidrantes de incendios, columna seca, extintores y sistemas fijos de extinción.

Art.156. Bocas de incendio, estarán provistos de los elementos indispensables para un accionamiento efectivo, de acuerdo a las normas internacionales de fabricación.

Art. 157. Hidrantes de incendios, se conectarán a la red mediante una conducción independiente para cada hidrante. Dispondrán de válvulas de cierre de tipo compuesto o bola. Estarán situados en lugares fácilmente accesibles y debidamente señalizados.

Art.158. Columna seca, será recomendable la instalación de columnas secas formadas por una conducción normalmente vacía, que partiendo de la fachada del edificio se dirige por la caja de la escalera y está provista de bocas de salida en cada piso y toma de alimentación en la fachada para conexión a un tanque con equipo de bombeo que es el

que proporciona a la conducción la presión y el caudal de agua necesarios. La tubería será de acero.

Art. 159. Extintores móviles.

Los extintores se clasifican en los siguientes tipos:

- Extintor de agua
- Extintor de espuma
- Extintor de polvo
- Extintor de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>)
- Extintor de hidrocarburos halogenados
- Extintor específico para fugas de metales

Capítulo IV: Incendios - evacuación de locales.

Art. 160. Evacuación de locales.

- La evacuación de los locales con riesgos de incendios, deberá poder realizarse inmediatamente.
- Todas las salidas estarán debidamente señalizadas y se mantendrán en perfecto estado de conservación y libres de obstáculos que impidan su utilización.
- Todo operario deberá conocer las salidas existentes.
- No se considerarán salidas utilizables para la evacuación, los dispositivos elevadores, tales como ascensores y montacargas.

–La empresa formulará y entrenará a los trabajadores en un plan de control de incendios y evacuaciones de emergencia; el cual se hará conocer a todos los usuarios y de forma ordenada y continua.

Art. 161. Salidas de emergencia.

- Cuando las instalaciones normales de evacuación, no fuesen suficientes o alguna de ellas pudiera quedar fuera de servicio, se dotará de salidas o sistemas de evacuación de emergencia.
- Las puertas o dispositivos de cierre de las salidas de emergencia, se abrirán hacia el exterior y en ningún caso podrán ser corredizas o enrollables.
- Las puertas y dispositivos de cierre, de cualquier salida de un local con riesgo de incendio, estarán provistas de un dispositivo interior fijo de apertura, con mando sólidamente incorporado.
- Las salidas de emergencia tendrán un ancho mínimo de 1,20 metros, debiendo estar siempre libres de obstáculos y debidamente señalizados.

### **2.6.3 Normas INEN [12]**

INEN 92 clasificación de los fuegos, esta norma tiene por objeto clasificar los fuegos de acuerdo con el tipo de combustible que los produce. Esta clasificación es particularmente útil para simplificar la terminología en el campo de control de incendios mediante extinguidores.

NTE INEN 440:1984 colores de identificación de tuberías, esta norma define los colores, su significado y aplicación, que deben usarse para identificar tuberías que transportan fluidos en instalaciones en tierra y a bordo de barcos.

INEN 731 extintores portátiles, esta norma establece las definiciones y la clasificación de los extintores portátiles.

NTE INEN 801:1987 extintores portátiles, requisitos generales, esta norma establece los requisitos que deben cumplir los extintores portátiles en general. Esta norma se aplica a los extintores, independientemente del agente de extinción que utilicen, de la cantidad del mismo o de la clase de fuego a que se destinan.

INEN 812 identificación de cilindros y otros recipientes que contienen agentes extintores de fuego, esta norma establece el sistema de marcado para identificación de aquellos

cilindros y recipientes que contienen agentes extintores de fuego.

– INEN 1076 prevención de incendios, clasificación e identificación de sustancias peligrosas en presencia de fuego, esta norma establece la clasificación y el método de identificar las sustancias peligrosas en presencia de fuegos, respecto a tres aspectos fundamentales:

– Riesgo para la salud

– Riesgo de inflamabilidad

– Riesgo de reactividad (inestabilidad)

#### **2.6.4 Normas NFPA [13]**

NFPA 10 extintores, las estipulaciones de esta norma se dirigen a la selección, instalación, inspección, mantenimiento y prueba de equipos de extinción portátiles.

NFPA 13 sistemas de rociadores automáticos, esta norma proporciona los requisitos mínimos para el diseño e instalación de sistemas de rociadores automáticos contra incendio y sistemas de rociadores para protección contra la explosión al fuego; incluyendo el carácter y adecuación de las fuentes de abastecimiento de agua y la selección de los rociadores, tuberías, válvulas, y todos los materiales y accesorios.

NFPA 14 normas para la instalación de sistemas de tuberías verticales y mangueras, esta norma contempla los requisitos mínimos para la instalación de sistemas de tuberías

verticales y mangueras.

NFPA 20 instalación de bombas estacionarias contra incendios, cuarto de bombeo, esta norma trata lo relativo a la selección e instalación de bombas que suministran líquido a sistemas privados de protección contra incendio.

NFPA170 edición 2002 símbolos de seguridad contra el fuego, esta norma presenta símbolos para usar en seguridad contra el fuego y los riesgos asociados. El propósito de esta norma es estandarizar los símbolos usados en la representación de riesgos asociados con el fuego.

NFPA 291 clasificación de hidrantes, esta norma establece la clasificación de los hidrantes tomando en consideración el riesgo: alto, ligero o moderado.

Clase I y III para hidrantes de 2 ½” para ser utilizados por el departamento de bomberos o personal entrenado

Clase II para hidrantes de 1 ½” para ser utilizados tanto por cuerpo de bomberos como el personal del edificio con o sin entrenamiento.

NFPA 704 clasificación de productos químicos, este código explica el diamante del fuego, utilizado para comunicar los peligros de los materiales peligrosos.

NFPA 2001 sistemas de extinción de incendios especiales, esta norma describe los requisitos de diseño, instalación y mantenimiento para los sistemas de extinción de incendios mediante agentes limpios. Los agentes limpios son agentes extintores gaseosos que no dejan residuos y que no transmiten electricidad.

## CAPÍTULO III

### **3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA METALÚRGICA ECUATORIANA ADELCA C.A.**

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

##### *3.1.1 Información general de la empresa*

Razón social: Acería del Ecuador Adelca C. A

Dirección de la empresa: Acería del Ecuador Adelca C. A, es una empresa privada, cuyas instalaciones productivas se encuentran ubicadas en la provincia de Pichincha, cantón Mejía, parroquia de Alóag en el Km. 1 ½ vía Santo Domingo de los Tsáchilas.

Actividad económica: Tiene como actividad económica el reciclaje y fundición de chatarra, laminación y trefilación del acero para material de construcción.

Perfil Corporativo: 50 años liderando el mercado ecuatoriano, productor local con mayor diversificación de productos de acero para la construcción, principal reciclador del Ecuador, cobertura nacional con bodegas/oficinas comerciales propias y más de 500 distribuidores, generación de más de 1000 fuentes de empleo directo y más de 5000 indirectos.

Valores corporativos: El cliente es lo primero, transparencia y ética en todos sus actos, compromiso con la calidad y la productividad, mejoramiento continuo, trabajo en equipo.

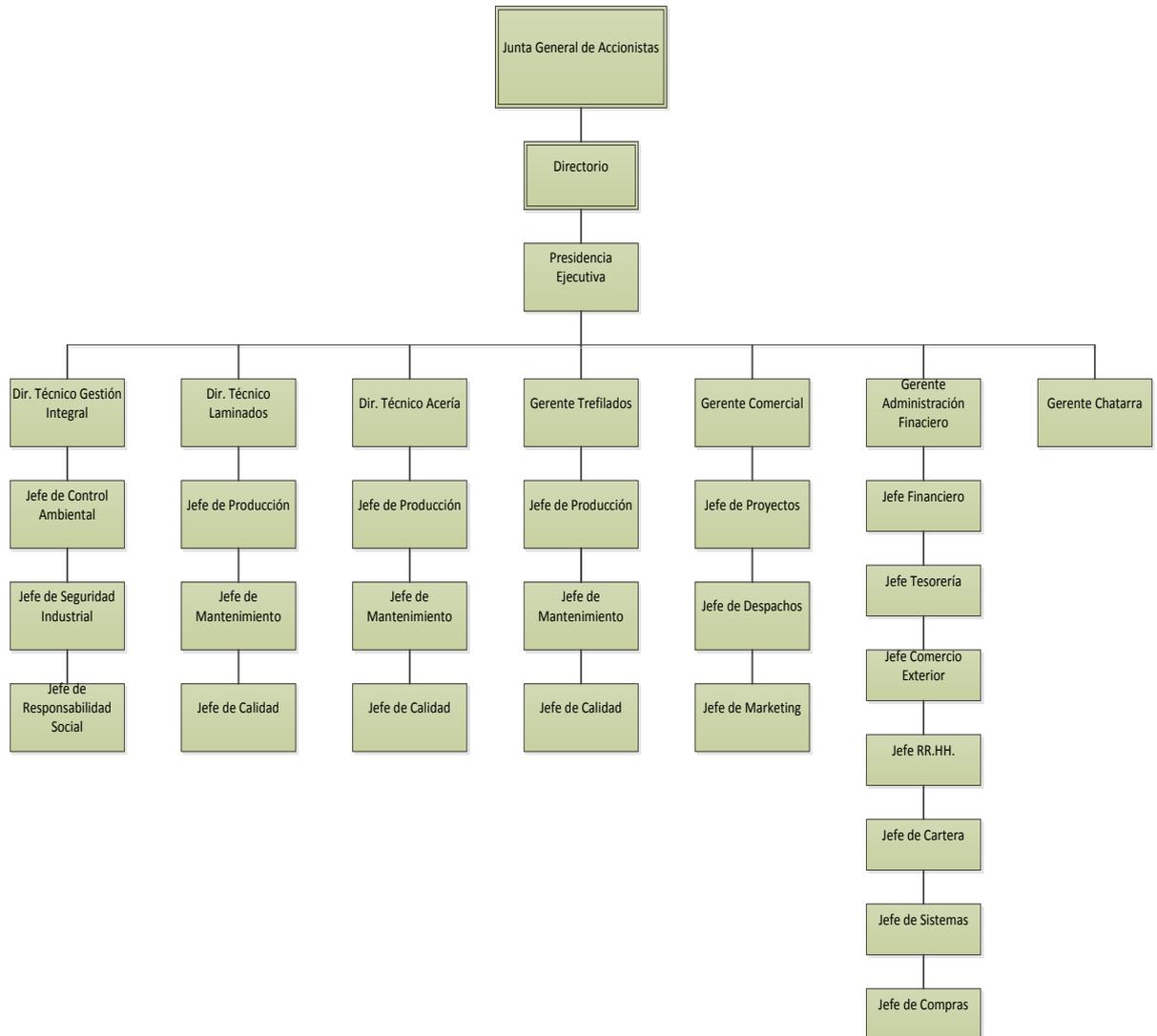
Reseña histórica: Acería del Ecuador Adelca C.A es una empresa fundada en 1963, por un grupo de empresarios ecuatorianos que asumieron el reto de entregarle al país una industria del acero, que en forma técnica y económica, cubriera las necesidades del sector de la construcción.

Adelca inició las operaciones de una acería de arco eléctrico para el reciclaje de chatarra ferrosa.

Desde su creación, acería del Ecuador Adelca C.A ha mantenido una permanente innovación en sus sistemas de producción y en los servicios prestados a sus clientes, siendo necesario reinvertir sus beneficios, con la finalidad de dotarle a la empresa de una tecnología avanzada y personal capacitado.

### 3.1.2 Estructura Administrativa

Figura 8. Estructura administrativa Adelca C.A



Fuente: Adelca C.A

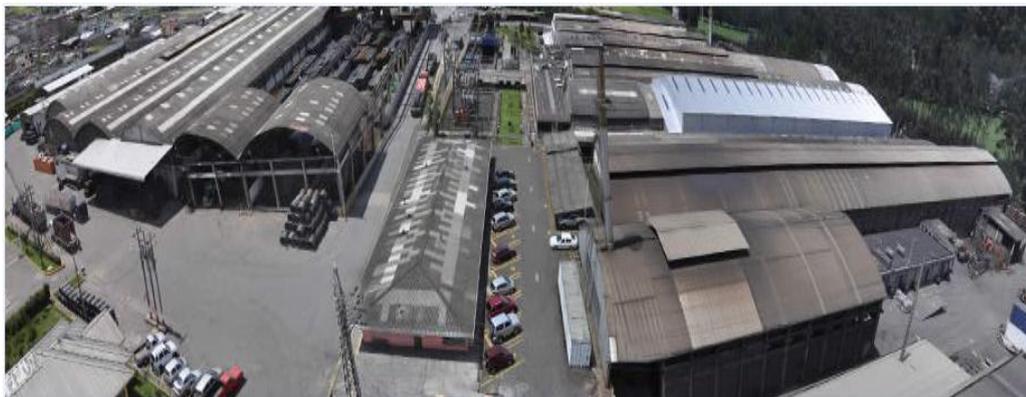
**3.1.3 Política de seguridad y salud.** Acería del Ecuador Adelca C.A empresa ecuatoriana que recicla y fabrica acero con eficiencia, calidad y tecnología, establece dentro de sus prioridades de negocio: la satisfacción del cliente, la seguridad y salud de sus colaboradores, la conservación y preservación del ambiente y el compromiso de responsabilidad social, comprometiéndonos a trabajar en equipo e involucrándonos con la mejora continua de los procesos, con el respaldo de nuestra gente capacitada, respetuosa y honesta protegiendo el entorno y cumpliendo las leyes aplicables a la empresa.

### **3.1.4 Misión y Visión**

**3.1.4.1 Misión.** Líderes en el reciclaje para la producción de acero, con excelencia en el servicio, calidad, tecnología, sistemas de gestión, recursos humanos, seguridad industrial, protección ambiental y responsabilidad social.

**3.1.4.2 Visión.** Siempre pensando en el cliente, con el mejor servicio y los mejores productos de acero.

Figura 9. Adelca C.A



Fuente: Adelca C.A

## **3.2 Identificación de las áreas de estudio**

Acería del Ecuador Adelca C.A es una empresa dedicada a la elaboración de productos de acero, productos que son el resultado de varios procesos.

Para garantizar un adecuado desempeño no sólo productivo sino también administrativo, la empresa cuenta con varias áreas que cumplen con funciones específicas.

### **3.2.1 Planta laminados**

Está dividida en diferentes naves, las mismas que se detallan a continuación:

Nave 1: Tren de productos perfilados.

Nave 2: Almacenamiento y horno de calentamiento.

Nave 3: Tren de laminación de acero y cabinas de control.

Nave 4: Talleres de mantenimiento y piscinas de enfriamiento.

Nave 5: Área de empaquetado de perfiles y bodega de equipos, materiales y herramientas.

Nave 6: Tornos y taller mecánico.

Nave 7: Tren de laminación de acero y cabinas de control.

Nave 8: Almacenamiento de palanquilla y horno de calentamiento.

**3.2.2 Planta de trefilados.** Está dividida en diferentes naves, las mismas que se detallan a continuación:

Nave K: Trefilación y bodega.

Nave L: Trefilación y clavos.

Nave M: Galvanización y recocido de alambre.

Nave N: LPP (laminación de productos pequeños) y bodega de productos terminados.

### 3.2.3 Planta Acería

Nave de producción: Fundición de acero.

Nave bodega: Bodega.

#### **Naves de almacenamiento**

Nave I, J: Almacenamiento varilla de construcción.

Nave O: Varilla y figurado.

Nave P: Almacenamiento perfiles varilla cuadrada, varilla lisa.

### 3.3 Operaciones

Las operaciones que se desarrollan dentro de las instalaciones de la empresa en el ámbito productivo son:

- Fundición de chatarra para la obtención de palanquilla, la misma que se utiliza como materia prima para el proceso de laminación.
- Laminación de productos de acero.
- Trefilación de productos de acero mediante la importación de alambón.

**3.3.1 Descripción de la manufactura en general.** Para empezar a describir la manufactura se procede a definir la materia prima que se utiliza –la chatarra- para posteriormente detallar la elaboración de la palanquilla, producto que es utilizado para efectuar el proceso de laminación.

**Chatarra.-** La chatarra no es otra cosa que un cúmulo de desperdicios de hierro que no cumplen ninguna función, o en todo caso, generan perjuicios para la sociedad y el medio ambiente. La mayoría de los metales que conforman la chatarra, están diseminados en formas de láminas, trozos o partes.

A más del hierro, que es el elemento predominante en la chatarra pueden encontrarse metales pesados en cantidades mínimas por ejemplo, en las pinturas de los automóviles.

La chatarra sólo puede ser peligrosa si se incinera a cielo abierto y si se vierten los líquidos que contienen equipos obsoletos como transformadores o baterías.

Adelca recicla únicamente hierro, no compra residuos de acero inoxidable, cobre, plomo, bronce, aluminio o baterías usadas.

Adelca ha creado y/o patrocinado centros de acopio controlados para garantizar un manejo seguro de la chatarra en los cuales la manipulación es mínima.

Por eso, Adelca, como lo hacen varias otras empresas alrededor del mundo, ha emprendido un proyecto de reciclaje para convertir la chatarra en su materia prima, y elaborar nuevos productos de acero.

Figura 10. Chatarra, materia prima para la elaboración de palanquilla.



Fuente: Adelca C.A

Una vez definido rápidamente el producto que se utiliza como materia prima, a continuación se describe el proceso de manufactura en general.

**3.3.2** *Proceso de manufactura.* Se empieza por la recepción y calificación de chatarra.

Figura 11. Recepción de chatarra



Fuente: Adelca C.A

- [http://www.adelca.com/sitio/esp/reciclaje\\_lachatarra.php](http://www.adelca.com/sitio/esp/reciclaje_lachatarra.php) La chatarra es cargada a la cesta y procesada.

Figura 12. Procesamiento de la chatarra.



Fuente: Adelca C.A

- Luego ingresa al horno de arco eléctrico para ser fundida.

Figura 13. Fundición de la chatarra



Fuente: Adelca a C.A

- El acero en estado líquido es vertido en un carro llamado porta cuchara.

Figura 14. Acero en estado líquido



Fuente: Adelca C.A

- En el horno de afinado se agregan las ferroaleaciones para conseguir la composición química deseada.

Figura 15. Incorporación de ferroaleaciones



Fuente: Adelca C.A

- La cuchara sube a la torreta para caer en un tandish o distribuidor de colada continua.

Figura 16. Distribución de colada continua



Fuente: Adelca C.A

- En la colada continua el acero se solidifica en forma de palanquilla la cual es cortada a 12 m de largo con una sección de cuadrado de 130 mm.

Figura 17. Solidificación del acero



Fuente: Adelca C.A

- La palanquilla pasa a la cama de enfriamiento.

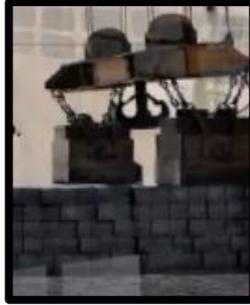
Figura 18. Enfriamiento de la palanquilla



Fuente: Empresa Adelca C.A

- Por último la palanquilla pasa a ser almacenada al aire libre en la bodega respectiva.

Figura19. Almacenamiento de palanquilla



Fuente: Empresa Adelca C.A

### 3.4 Descripción del proceso productivo

**3.4.1 Proceso de laminación.** Es un proceso de deformación volumétrica mediante el cual el acero se somete a temperaturas promedio de 1100 °C en un horno durante aproximadamente dos horas, posteriormente sufre reducciones en un tren de laminación continuo.

– Almacenamiento de palanquilla, en esta área se realiza la recepción, clasificación, ubicación y almacenamiento de la palanquilla de acero, que es la materia prima para este proceso.

Figura 20. Recepción de palanquilla



Fuente: Adelca C.A

- Abastecimiento de palanquilla al horno, en esta área se ingresa la palanquilla al horno mediante un sistema de empuje automático, mismas que se calientan hasta alcanzar una temperatura de 1100°C a 1250°C.

Figura 21. Abastecimiento de palanquilla al horno



Fuente: Adelca C.A

- Desbaste de palanquilla, en esta área se traslada la palanquilla al eje de laminación de desbaste continuo donde atraviesa los rodillos de laminación en caliente y se consigue la reducción de la sección transversal de la palanquilla en porcentajes determinados, provocando un alargamiento de la barra; la misma que se traslada a sucesivos rodillos de laminación hasta conseguir los diámetros adecuados.

Figura 22. Desbaste de palanquilla



Fuente: Adelca C.A

- Rodillos de laminación, O cajas de laminación intermedias reducen aún más el diámetro de la palanquilla, mientras que los rodillos de terminado, hacen que el producto llegue a su forma final, integrando en él además características especiales que busca el cliente, como por ejemplo: corrugado, contramarcado y tolerancia dimensional.

Figura 23. Rodillos de laminación



Fuente: Adelca C.A

- Termo tratado, terminado el proceso de laminación el producto pasa por el QTB (Quenching Tempering Bar), donde se da la propiedad de sismoresistencia por medio de un cambio brusco de temperatura a través de presión de agua.
- Cama de enfriamiento, en este proceso se disminuye gradualmente la temperatura y se corta el producto a medidas comerciales listas para su distribución.

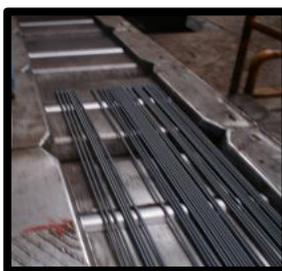
Figura 24. Cama de enfriamiento



Fuente: Empresa Adelca C.A

- Empaque y amarre, al final de la mesa de enfriamiento se encuentra la cizalla que da el corte a la medida comercial para las varillas o perfiles que se estén laminando, estos son atados y etiquetados para posteriormente almacenarlos en la bodega de producto terminado.

Figura 25. Empaque y amarre de varillas

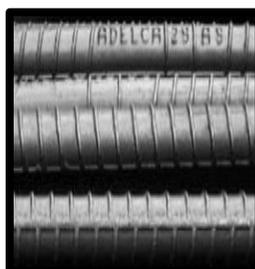


Fuente: Empresa Adelca C.A

**3.4.1.1 Productos terminados laminados.** Los productos finales laminados que Adelca oferta son:

– Varilla recta sismoresistente para hormigón armado, es una varilla de acero de sección circular, con resaltes transversales que asegura una alta adherencia con el concreto; laminadas en caliente y termotratadas que garantizan mayor flexibilidad y seguridad que el acero común. Puede ser soldable en caso de que la estructura así la requiera. Se ofrece en longitudes estándar de 6,9 y 12 m agrupadas en paquetes de 2.2 toneladas (50 quintales).

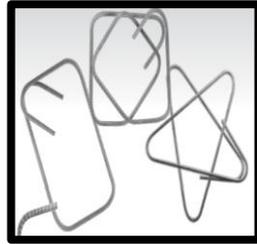
Figura 26. Varilla recta sismoresistente para hormigón armado



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

– Varilla figurada, es una varilla de acero de sección circular, con resaltes transversales, cortada y figurada a exactitud de acuerdo a la planilla de hierros proporcionada por el cliente. Elaborada con varillas de acero sismo resistente para hormigón armado.

Figura 27. Varilla figurada



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Ángulo estructural, ángulos a 90 grados de alas iguales, en acero de baja aleación, laminados en caliente presentados en longitudes estándar de 6 m.

Figura 28. Ángulo estructural



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Barra cuadrada, productos de acero de baja aleación, laminados en caliente de sección cuadrada presentados en longitudes estándar de 6 m.

Figura 29. Barra cuadrada



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Barra redonda, varillas de sección circular, lisas, laminada en caliente presentados en longitudes estándar de 6 m.

Figura 30. Barra redonda



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Platina, platinas de acero de baja aleación laminadas en caliente de sección rectangular presentadas en longitudes estándar de 6 m.

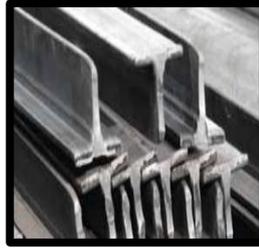
Figura 31. Platina



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Tees.-** Tees de alas iguales, en acero de baja aleación, laminadas en caliente, de sección en forma de “T”. Longitudes estándar de 6 m.

Figura 32. Tees



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

**3.4.2** *Proceso de trefilación.* Este proceso consiste en reducir progresivamente la sección inicial de un producto metalúrgico (alambrón) haciéndolo pasar mediante tracción, por unos orificios calibrados llamados hileras, de sección inferior a la de la pieza que se va a trabajar.

El alambrón es el acero en forma de bobinas, mismas que se utilizan en este proceso.

Figura 33. Alambrón de acero en forma de bobinas



Fuente: Empresa Adelca C.A

– El alambrón al pasar por un proceso de decapado (quitar el óxido superficial) sufre una transformación mecánica en frío, reduciendo su diámetro de acuerdo a las necesidades.

Figura 34. Proceso de decapado



Fuente: Empresa Adelca C.A

- Galvanización, consiste en un proceso de electrodeposición sobre el acero, entregándole un recubrimiento de una capa de zinc caliente al alambre con temperatura controlada que logra que el mismo soporte mejor el ataque químico del oxígeno.

**3.4.2.1** *Productos terminados trefilados.* Los productos finales trefilados que Adelca oferta son:

- Alambre de púas, es un cordón torsionado formado por dos alambres de acero galvanizado del mismo diámetro con púas de cuatro puntas enrolladas o entrelazadas en el cordón a intervalos regulares. Longitudes y tamaños bajo pedidos.

Figura 35. Alambre de púas



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Alambre galvanizado, es un alambre de acero de sección circular con superficie lisa recubierto con zinc (galvanizado regular  $50 \text{ g/m}^2$ ) que resiste a la oxidación. Rollos de 10,20 y 44 kg.

Figura 36. Alambre galvanizado



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Alambre recocido, es un alambre de acero de baja resistencia (suave) de sección circular con superficie lisa. Rollos de 20, 40 y 50 kg.

Figura 37. Alambre recocido



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Alambre trefilado, rollos de acero trefilado de sección circular con superficie lisa o corrugada. Rollos de 20, 40 y 50 kg. Rollos corrugados a partir de 40 mm.

Figura 38. Alambre trefilado



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Clavos, es un elemento de sujeción fabricado a partir del alambre de acero trefilado. En cajas de 10 y 25 kg.

Figura 39. Clavos



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Grapas, la grapa es un elemento de sujeción fabricado de Alambre de Acero Galvanizado. En cajas de 25 kg.

Figura 40. Grapas



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Malla sismoresistente electrosoldada, panel electrosoldado formado por varillas corrugadas en diámetros 8 – 10 y 12 mm. dispuestas ortogonalmente formando recuadros regulares de 15 a 50 cm. Los paneles se presentan en variedades de 2,40 m de ancho x 6,25 m de longitud.

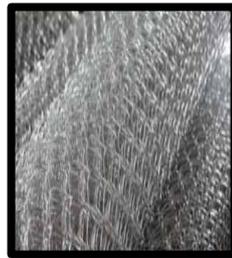
Figura 41. Malla sismoresistente electrosoldada



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Malla de cerramiento, es una malla elaborada con alambre galvanizado regular que forma celdas o eslabones entrelazados. Rollos de 10 m de longitud en 1, 1,5 y 2 m de ancho.

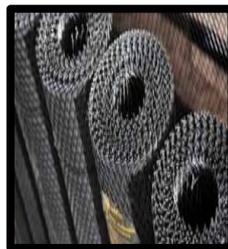
Figura 42. Malla de cerramiento



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Malla de tumbado, es un panel formado por celdas que se obtienen del corte y estiramiento de una lámina de acero. Rollos de 10 unidades.

Figura 43. Malla de tumbado



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Malla trefilada electrosoldada, panel electrosoldado formado por varillas lisas o corrugadas en varios diámetros dispuestas ortogonalmente formando recuadros regulares de 10 a 50 cm. Paneles de 2.40 m de ancho x 6,25 m de longitud =15 m<sup>2</sup>.

Figura 44. Malla trefilada electrosoldada



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Varilla trefilada, varilla de acero trefilado de sección circular con superficie lisa o corrugada. Longitud estándar de 50-6,0 y 12,0 metros longitudinales.

Figura 45. Varilla trefilada



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

- Vigas, es una armadura de sección rectangular o cuadrada, producida en base a varillas trefiladas o varillas de acero antisísmico.

Longitud estándar de 6,50 m.

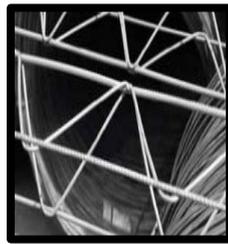
Figura 46. Vigas



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

– Viguetas, es una armadura de sección triangular producida en base a varillas trefiladas con diámetros y longitudes de acuerdo a las necesidades de los clientes. Longitud de acuerdo a las necesidades del cliente.

Figura 47. Viguetas



Fuente: Catálogo de productos Adelca C.A

### **3.5 Descripción de las instalaciones por área ocupada en la empresa**

La instalación de detectores de humo o calor dentro de las áreas productivas, se dificulta por las altas temperaturas bajo las que se realizan los procesos de fundición de chatarra, laminación y trefilación de acero; así como el polvo que se genera en cada uno de estos.

Adelca dentro de la estructura de manejo de equipos para combate de incendios cuenta con un conjunto de extintores y un sistema de agua presurizada que sirve a un sistema de sprinklers para el enfriamiento y el manejo de algún tipo de emergencia relacionada a las bombonas de gas licuado de petróleo de tres metros cúbicos de capacidad.

El sistema de agua presurizada está alimentado de la piscina de agua de enfriamiento de la planta de acería la misma que tiene una capacidad de 2775 metros cúbicos de agua, de los cuales la acería utiliza para procesos de enfriamiento el 25% de la capacidad almacenada, encontrándose la misma sobredimensionada debido a la necesidad de generar una presión estática que permita asegurar un empuje en caso de cortes de energía, lo que garantizaría el paro y evacuación segura del acero fundido presente en el horno de fundición, horno de afino y los procesos de conformación de la barra o palanquilla de acero.

Se cuenta con 189 extintores repartidos de la siguiente manera dentro de las instalaciones:

Tabla 4. Extintores existentes en Adelca

Número de extintores	Localización	Lbs. PQS	Lbs. CO <sub>2</sub>	Otros Agentes
55	Planta Laminados	782	270	0
22	Planta Trefilados	315	215	0
62	Planta Acería	980	265	0
3	Oficinas Laminados	0	20	AFFF 2,5 Gal
1	Oficinas Trefilados	10	0	0
2	Oficinas Acería	20	0	0
2	Administración	5	10	0
5	Comercialización	13	0	0
5	Dispensario Médico	42	10	0
8	Comedor	110	10	1, 5 Gal Tipo K
5	Oficinas Gestión Integral	360	0	0
9	Planta de Oxígeno	180	40	0

Fuente: Departamento de comercialización de Adelca C.A

La existencia de extintores de dióxido de carbono se encuentra cercana a puntos específicos para su uso, como son las cámaras de transformación y distribución de energía eléctrica, centrales de telecomunicación, servidores y centros de cómputo y cámaras de almacenamiento de PLC's.

La alta concentración de extintores y carga de PQS en el galpón de producción en la planta de acería, se debe a la imposibilidad de usar agua de forma directa, tanto en el sector del horno eléctrico de fundición, como en el horno cuchara de afino, para evitar reacciones violentas que ocurren cuando el acero líquido se pone en contacto con agua. Para el manejo de incendios en el área se ha utilizado únicamente PQS hasta el momento.

Otro valor de alta concentración de extintores se presenta en el área de gestión integral, ya que se mantienen en reserva 25 extintores de 20 lbs cada uno para la reposición de los equipos que salen de las instalaciones para recarga o mantenimiento preventivo, tales como pruebas hidrostáticas o cambios de partes constitutivas por desgaste o falla.

La empresa cuenta con 6 pararrayos tipo franklin, ubicados en áreas estratégicas de la planta, logrando una cobertura del 85% de la extensión de la empresa, concentrándose en áreas críticas como son: la sub-estación de energía eléctrica, planta de filtrado de humos y tanques de combustible. El proyecto cuenta con la certificación de cumplimiento emitida por el cuerpo de bomberos de Machachi, acorde a lo indicado en el Art 166 del Reglamento de Prevención de Incendios.

### **3.6 Estudio de eventos suscitados dentro de las instalaciones**

**3.6.1 Incendio de chatarra, vía de acceso a la empresa.** Se produjo un incendio en un depósito de chatarra de aproximadamente 4500 toneladas de chatarra ferrosa. Se inició con la quema no controlada de palets de madera ubicados en dicha zona. Se gastaron 510 libras de PQS, y se contó con el apoyo del cuerpo de bomberos del cantón Mejía, el cual aportó con el uso del vehículo autotanque.

Los daños reportados fueron 40 toneladas de acero, se generaron 2 toneladas de basura, se utilizó 200 libras de espuma. Se presentaron daños en bosque limítrofe con vecinos y se generó una nube de humos que cubrió a la parroquia de Alóag. Generó una multa de 6500 dólares, con un incremento en la prima de seguro en un 3,5% por el volumen del fuego y la contaminación provocada.

**3.6.2** *Incendio del puente grúa de 80 toneladas, planta acería.* Durante el turno de la noche, se produjo un corto circuito en el motor de transmisión del puente grúa de 80 toneladas, el cual generó que los cables del equipo se incendien y se produzca la rotura del cable de la polea principal.

Los daños producidos en el motor, provocaron paro de producción durante 12 horas, con un lucro cesante de 8500 dólares por hora, recambio de motor por un costo aproximado de 27000 dólares, cambio de cable de puente grúa por 1700 dólares y trabajos especiales para el equipo de mantenimiento durante 48 horas.

**3.6.3** *Incendio de sistema de suspensión de horno eléctrico, planta acería.* El aceite hidráulico del sistema basculante del horno eléctrico de fundición de chatarra, fugó por un sello perforado, entrando en contacto con escoria a alta temperatura; lo que produjo una ignición inmediata del fluido anteriormente mencionado.

Se controló el incendio inicial, mas no se verificó el estado de cables de potencia y los empaques del sistema hidráulico, los cuales provocan un nuevo derrame, en el cual se consume todo el cableado de control, potencia y datos del horno eléctrico, invade el área de abastecimiento de chatarra, provocando quemadura de segundo grado superficial en un empleado y daño total des sistema basculante, el incendio duró aproximadamente 4 horas en las cuales se consumen, 620 libras de polvo químico seco y 210 libras de dióxido de carbono para equipos electrónicos. Se controla el incendio internamente, mas es llamado al cuerpo de bomberos, los cuales no se encontraron equipados para el manejo del incendio, ya que la motobomba con la que ingresaron a las instalaciones no contaba con agua.

Se cuantifica un paro de 3 días a un costo aproximado de 120000 dólares por día, ya que no se pudo operar el horno, se requirió de todo el personal para proceder al arreglo del sistema eléctrico y electrónico del horno. Costo total aproximado del daño 545000 dólares.

### **3.7 Sistema de gestión integral**

El compromiso de Adelca con el sistema de gestión integral se ve reflejado en sus políticas de seguridad, salud ocupacional y el compromiso con el cuidado del ambiente.

Sus productos y operaciones cuentan con certificaciones ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, y OHSAS 18001:2007, sistemas certificados por Bureau Veritas del Ecuador.

**3.7.1 ISO 9001:2008.** Es una norma internacional que aplica a cualquier tipo de organización que desee asegurar la calidad en sus procesos y por consiguiente de sus productos y satisfacer las necesidades de sus clientes. Adelca mantiene su certificación desde el año 2007.

**3.7.2 ISO 14001:2004.** Es una norma internacional que aplica a cualquier tipo de organización que desee asegurar un sistema de gestión ambiental para realizar sus actividades de una manera amigable con el ambiente. Adelca, consiguió su certificación a partir del 2010.

**3.7.3 OHSAS 18001:2007.** Es una norma internacional que aplica a cualquier tipo de organización que desee realizar sus actividades bajo un sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo. Adelca, consiguió su certificación en noviembre del 2010.

Por medio del SGI, Adelca realiza gestiones enfocadas a los procesos, a satisfacer las necesidades de los clientes, a tener el personal competente, a mejorar continuamente trabajando con una conciencia de calidad, seguridad ocupacional, responsabilidad social y cuidado del ambiente.

Además cuentan con sellos de calidad INEN, los mismos que son constantemente controlados por auditores líderes en cada una de las Normas.

El objetivo del sistema de gestión integral en Adelca es concertar las dimensiones de: responsabilidad social, ambiente y seguridad industrial, en todas las decisiones y actividades de la empresa.

Responsabilidad Social, Adelca realiza acciones que benefician a la comunidad enfocadas a las áreas de influencia directa de sus operaciones, bajo el marco de sus políticas de responsabilidad social.

El objetivo principal es integrar la responsabilidad social como un eje de acciones de la empresa orientado a contribuir con el desarrollo sostenible de la comunidad.

La unidad de responsabilidad social trabaja bajo los siguientes lineamientos:

- Priorizar contribuciones en las áreas de salud, educación, trabajo e infraestructura.
- Contribuir exclusivamente con iniciativas sostenibles.
- Contribuir con donaciones para interés de la comunidad.
- No generar dependencia ni realizar acciones paternalistas con la comunidad.

Ambiente, el área de Ambiente de Adelca tiene como objetivo integrar controles y monitoreos ambientales a todas las actividades de la compañía que tengan el potencial de generar impactos ambientales significativos, e implementar las medidas necesarias para evitar, reducir o mitigar dichos impactos.

Como parte del rendimiento ambiental, Adelca ha integrado programas como el plan de reciclaje en todo el país como apoyo a la gestión de manejo de residuos a nivel nacional, el plan de gestor de residuos, entre otros.

Adelca cuenta con 8 licencias ambientales a nivel nacional para la operación de sus plantas de producción y regionales en el país.

Seguridad industrial, La unidad de Seguridad Industrial tiene como objetivo propiciar condiciones seguras de trabajo mediante la implementación de políticas y procedimientos que prioricen la protección de la integridad de las personas, el ambiente y las instalaciones, en todas las actividades operativas.

El absoluto de seguridad en Adelca se basa en que:

- La seguridad es un hábito de todos los días.
- Todos los accidentes pueden y deben ser prevenidos.
- Queremos ser los mejores cuidando nuestra integridad y nuestro entorno.

Figura 48. Logotipo del Sistema de Gestión Integral Adelca



Fuente: Adelca C.A

**3.7.4 Ranking de las mejores empresas del Ecuador.** La multinacional MERCO, monitor empresarial de reputación corporativa evalúa una serie de parámetros que van desde la calidad del producto, servicio y resultados económicos hasta la reputación interna de la empresa. Dentro del ranking Adelca ocupa el primer lugar entre las empresas metalúrgicas, el lugar 25 en responsabilidad empresarial y el puesto 30 entre todas las empresas nacionales.

Esto es el resultado de personas, de talentos, de competencias y de capacidades de la familia Adelca.

Figura 49. Ránking empresas en el Ecuador

Empresa	Puntos	Puesto
<a href="#">Corporación Azende</a>	6052	≡ 29
<a href="#">Acería del Ecuador (ADELCA)</a>	6049	≡ 30
<a href="#">Empresa Eléctrica Quito</a>	6004	≡ 31

Fuente: <http://www.merco.info/es/countries/9/rankings/16>

### 3.8 Riesgo

La gestión en seguridad y salud en el trabajo se ha convertido en una prioridad para ADELCA.

El objetivo primordial es la prevención de los riesgos laborales mediante la implementación de políticas y procedimientos que prioricen la protección de la integridad de las personas, el ambiente y las instalaciones, dando origen al involucramiento de la gestión técnica, administrativa y talento humano.

Nuestro sistema nace de las directrices y lineamientos de la organización que tiene como base la Planificación Estratégica en categorías asociadas a la seguridad, gente, calidad, respuesta y costo.

Al iniciar una planificación estratégica contemplamos las fortalezas, oportunidades de mejora, debilidades y amenazas que se asocian al resultado de indicadores como índices de frecuencia, gravedad y tasa de riesgo.

**3.8.1 Evaluación de los riesgos por concepto de seguridad.** Uno de los pilares primordiales en un sistema de gestión de riesgos, es saber identificar, evaluar y controlar dichos factores para trabajar en la prevención.

En Adelca consideramos iniciar con una identificación cualitativa o estimativa que tiene fundamento en el triple criterio (probabilidad de ocurrencia, gravedad de daño, gestión ante el riesgo) para posteriormente corroborarla en una identificación específica (equipos y métodos).

**3.8.2 *Requerimientos Legales.*** El personal competente de Adelca aplica un estándar de condiciones (basado en normativa, mejores prácticas y sentido común) para el levantamiento de observaciones, cuya aplicación frecuente la convierte en una herramienta de prevención de accidentes fundamentada en la retroalimentación e identificación de actos y condiciones subestandar.

## CAPÍTULO IV

### **4. PROPUESTA Y ELABORACIÓN DEL DISEÑO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS EN BASE A LA NORMATIVA NFPA, PARA LA EMPRESA METALÚRGICA ECUATORIANA ADELCA C.A**

#### **4.1. Definición de las fases del proyecto**

**4.1.1** *Análisis de cotas y pendientes del anillo perimetral.* Al realizar el análisis de cotas y pendientes se determinó la longitud equivalente de tubería que se va a utilizar alrededor de las tres áreas en el sistema contra incendios.

No se considera dentro del estudio los recipientes que almacenan Gas Licuado de Petróleo (GLP) ni la planta de indura debido a que estos ya cuentan con un sistema de extinción de incendios, por lo cual, se contempla un sistema de apoyo por hidrantes en el perímetro cercano para los mismos.

**4.1.2** *Cuarto de máquinas y equipos de bombeo.* La ubicación propuesta para la casa o el cuarto de bombas contra incendios está ubicada en la planta de tratamiento de agua.

Se ha previsto tomar agua de una de las cisternas existentes en la planta de tratamiento de agua cuya capacidad nominal es de 2000 m<sup>3</sup>. El tanque debe ser capaz de proveer agua contra incendios al escenario de fuego más demandante, por 120 min, es decir 100000 gal de agua utilizables aproximadamente.

**4.1.3** *Protecciones complementarias.* Las protecciones complementarias que se han utilizado para el sistema contra incendios se presentan a continuación:

–Sistemas de protección eléctrica (protección a tierra, sobrevoltajes, cortocircuitos y descargas estáticas)

## 4.2. Diseño de la propuesta considerando las Norma NFPA

4.2.1 *Instalación del sistema contra incendios.* Al ser una empresa metalúrgica de riesgo moderado alto, requiere un sistema contra incendios.

El diseño del sistema contra incendios se lo ha realizado en las tres plantas de la empresa:

- Fundidora (acería)
- Planta de laminados en caliente
- Planta de trefilados (laminados en frío)

### 4.2.2 Cálculos

#### Datos:

Material de la tubería propuesta →acero comercial o soldado cédula 40 (Ver ANEXO A).

Diámetro de las tuberías cédula 40 (Ver ANEXO B).

8in → 202,7mm= 0,2027m

6in → 154,1mm= 0,1541m

Número de Hidrantes= 8

Caudal requerido por cada hidrante→ 250 gpm= 0,0157 m<sup>3</sup>/s

Caudal requerido para 8 hidrantes→ 2000 gpm=0,126 m<sup>3</sup>/s

4.2.2.1 *Cálculo de velocidad, número de Reynolds, rugosidad relativa, factor de fricción para flujo turbulento, pérdidas por fricción en la tubería (primarias), pérdidas por accesorios (secundarias), pérdidas totales (primarias y secundarias) para tubería de Ø 8in.*

(Ver ANEXO C). [14]

#### Velocidad

$$\varphi = v \times A \tag{1}$$

$$v = \frac{\varphi}{A} \quad (2)$$

$$v = \frac{4(0,126 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0,2027\text{m})^2}$$

$$v = 3,9 \text{ m/s}$$

### Número de Reynolds

$$N_R = \frac{v \times D \times \rho}{\eta} \quad (3)$$

$$N_R = \frac{(3,9 \text{ m/s}) \times (0,2027\text{m}) \times (1000 \text{ kg/m}^3)}{1,30 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}}$$

$$N_R = 608100 \rightarrow \text{Flujo turbulento}$$

### Rugosidad relativa

$$\epsilon = 4,6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0,2027\text{m}}{4,6 \times 10^{-5}\text{m}} \quad (4)$$

$$\frac{D}{\epsilon} = 4406,52$$

### Factor de fricción para flujo turbulento

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(D/\epsilon)} + \frac{5,74}{N_R^{0,9}})]^2} \quad (5)$$

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(4406,52)} + \frac{5,74}{(608100)^{0,9}})]^2}$$

$$f = 0,015$$

### Pérdidas por fricción en la tubería (primarias)

#### Ecuación de Darcy

$$h_{L_1} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \quad (6)$$
$$h_{L_1} = 0,015 \times \frac{3009,2m}{0,2027m} \times \frac{(3,9 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2}$$

$$h_{L_1} = 137,86m$$

### Pérdidas por accesorios (secundarias)

Tabla 5. Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 8in

Accesorio	#	$\frac{Le}{D}$	$f_T$	K
Te	12	20	0,014	3,36
Codo 90°	38	30	0,014	15,96
Codo 45°	7	16	0,014	1,57
Válvula de Compuerta	7	8	0,014	0,78
Válvula de Pie	1	420	0,014	5,88
Reducciones	7	1	0,014	0,098
<b><math>\Sigma K</math></b>				<b>27,65</b>

Fuente: Autora

$$h_{L_2} = \Sigma K \times \frac{v^2}{2g} \quad (7)$$

$$h_{L_2} = 27,65 \times \left( \frac{(3,9 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2} \right)$$

$$h_{L_2} = 21,44m$$

### Pérdidas totales

$$h_{L_{Total\ Tubería\ \phi 6in}} = h_{L_1} + h_{L_2} \quad (8)$$

$$h_{L_{Total\ Tubería\ \phi 6in}} = 139,86 + 21,44 \text{ (m)}$$

$$h_{L_{Total\ Tubería\ \phi 6in}} = 159,3 \text{ (m)}$$

**4.2.2.2** *Cálculo de velocidad, número de Reynolds, rugosidad relativa, factor de fricción para flujo turbulento, pérdidas por fricción en la tubería (primarias), pérdidas por accesorios (secundarias), pérdidas totales (primarias y secundarias) en cada hidrante en la tubería de Ø 6in. [14]*

### **Hidrante # 1**

#### **Velocidad**

$$\varphi = v \times A$$

$$v = \frac{\varphi}{A}$$

$$v = \frac{4(0,0157 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0,1541 \text{ m})^2}$$

$$v = \mathbf{0,84 \text{ m/s}}$$

#### **Número de Reynolds**

$$N_R = \frac{v \times D \times \rho}{\eta}$$

$$N_R = \frac{(0,84 \text{ m/s}) \times (0,1541 \text{ m}) \times (1000 \text{ kg/m}^3)}{1,30 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}}$$

$$N_R = \mathbf{99572,31 \rightarrow \text{Flujo turbulento}}$$

#### **Rugosidad relativa**

$$\epsilon = 4,6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0,1541 \text{ m}}{4,6 \times 10^{-5} \text{ m}}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \mathbf{3350}$$

### Factor de fricción para flujo turbulento

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(D/\epsilon)} + \frac{5,74}{N_R^{0,9}})]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(3350)} + \frac{5,74}{(99572,31)^{0,9}})]^2}$$

$$f = \mathbf{0,019}$$

### Fricción en la tubería (primarias)

➤ Ecuación de Darcy

$$h_{L_1} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_1} = 0,019 \times \frac{20,28m}{0,1541m} \times \frac{(0,84 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2}$$

$$h_{L_1} = \mathbf{0,089m}$$

### Pérdidas por accesorios (secundarias)

Tabla 6. Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 1)

Accesorio	#	$\frac{Le}{D}$	$f_r$	K
Válvula de Compuerta	1	8	0,015	0,12
Codo 90°	1	30	0,015	0,45
<b><math>\Sigma K</math></b>				<b>0,57</b>

Fuente: Autora

$$h_{L_2} = \Sigma K \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_2} = 0,57 \times \left( \frac{(0,84 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2} \right)$$

$$h_{L_2} = \mathbf{0,020m}$$

$$h_{L_1} = h_{L_1} + h_{L_2}$$

$$h_{L_1} = 0,089m + 0,020m$$

$$h_{L_1} = \mathbf{0,109m}$$

## Hidrante # 2

### Velocidad

$$\varphi = v \times A$$

$$v = \frac{\varphi}{A}$$

$$v = \frac{4(0,0314 m^3/s)}{\pi(0,1541m)^2}$$

$$v = \mathbf{1,68 m/s}$$

### Número de Reynolds

$$N_R = \frac{v \times D \times \rho}{\eta}$$

$$N_R = \frac{(1,68 m/s) \times (0,154m) \times (1000 kg/m^3)}{1,30 \times 10^{-3} Pa.s}$$

$$N_R = \mathbf{199015,38 \rightarrow \text{Flujo turbulento}}$$

### Rugosidad relativa

$$\epsilon = 4,6 \times 10^{-5}m$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0,1541m}{4,6 \times 10^{-5}m}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \mathbf{3350}$$

### Factor de fricción para flujo turbulento

$$f = \frac{0,25}{\left[\log\left(\frac{1}{3,7(D/\epsilon)} + \frac{5,74}{N_R^{0,9}}\right)\right]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(3350)} + \frac{5,74}{(199015,38)^{0,9}})]^2}$$

$$f = \mathbf{0,018}$$

### Pérdidas por fricción en la tubería (primarias)

➤ Ecuación de Darcy

$$h_{L_1} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_1} = 0,018 \times \frac{54,47m}{0,1541m} \times \frac{(1,68 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2}$$

$$h_{L_1} = \mathbf{0,92m}$$

### Pérdidas por accesorios (secundarias)

Tabla 7. Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 2)

Accesorio	#	$\frac{Le}{D}$	$f_T$	K
Válvula de Compuerta	1	8	0,015	0,12
Codo 90°	1	30	0,015	0,45
<b>ΣK</b>				<b>0,57</b>

Fuente: Autora

$$h_{L_2} = \Sigma K \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_2} = 0,57 \times \left( \frac{(1,68 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2} \right)$$

$$h_{L_2} = \mathbf{0,082m}$$

$$h_{L_2} = h_{L_1} + h_{L_2}$$

$$h_{L_2} = 0,92m + 0,082m$$

$$h_{L_2} = 1,002m$$

### Hidrante # 3

#### Velocidad

$$\varphi = v \times A$$

$$v = \frac{\varphi}{A}$$

$$v = \frac{4(0,0471 m^3/s)}{\pi(0,1541m)^2}$$

$$v = 2,53 m/s$$

#### Número de Reynolds

$$N_R = \frac{v \times D \times \rho}{\eta}$$

$$N_R = \frac{(2,53 m/s) \times (0,154m) \times (1000 kg/m^3)}{1,30 \times 10^{-3} Pa \cdot s}$$

$$N_R = 237076,92 \rightarrow \text{Flujo turbulento}$$

#### Rugosidad relativa

$$\epsilon = 4,6 \times 10^{-5}m$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0,1541m}{4,6 \times 10^{-5}m}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = 3350$$

#### Factor de fricción para flujo turbulento

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(D/\epsilon)} + \frac{5,74}{N_R^{0,9}})]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(3350)} + \frac{5,74}{(237076,92)^{0,9}})]^2}$$

$$f = 0,017$$

### Fricción en la tubería (primarias)

➤ Ecuación de Darcy

$$h_{L_1} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_1} = 0,017 \times \frac{46,29m}{0,1541m} \times \frac{(2,53 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2}$$

$$h_{L_1} = 1,66m$$

### Pérdidas por accesorios (secundarias)

Tabla 8. Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in  
(Hidrante # 3)

Accesorio	#	$\frac{Le}{D}$	$f_T$	K
Válvula de Compuerta	1	8	0,015	0,12
Codo 90°	1	30	0,015	0,45
Te	1	30	0,015	0,45
$\Sigma K$				<b>0,87</b>

Fuente: Autora

$$h_{L_2} = \Sigma K \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_2} = 0,87 \times \left( \frac{(2,53 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2} \right)$$

$$h_{L_2} = 0,28m$$

$$h_{L_3} = h_{L_1} + h_{L_2}$$

$$h_{L_3} = 1,66m + 0,28m$$

$$h_{L_3} = 1,94m$$

#### Hidrante # 4

#### Velocidad

$$\varphi = v \times A$$

$$v = \frac{\varphi}{A}$$

$$v = \frac{4(0,0628 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0,1541 \text{ m})^2}$$

$$v = 3,37 \text{ m/s}$$

#### Número de Reynolds

$$N_R = \frac{v \times D \times \rho}{\eta}$$

$$N_R = \frac{(3,37 \text{ m/s}) \times (0,154 \text{ m}) \times (1000 \text{ kg/m}^3)}{1,30 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}}$$

$$N_R = 399474,61 \rightarrow \text{Flujo turbulento}$$

#### Rugosidad relativa

$$\epsilon = 4,6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0,1541 \text{ m}}{4,6 \times 10^{-5} \text{ m}}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = 3350$$

#### Factor de fricción para flujo turbulento

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(D/\epsilon)} + \frac{5,74}{N_R^{0,9}})]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(3350)} + \frac{5,74}{(399474,61)^{0,9}})]^2}$$

$$f = 0,016$$

### Pérdidas por fricción en la tubería (primarias)

➤ Ecuación de Darcy

$$h_{L_1} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_1} = 0,017 \times \frac{151,47m}{0,1541m} \times \frac{(3,37 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2}$$

$$h_{L_1} = 9,09m$$

### Pérdidas por accesorios (secundarias)

Tabla 9. Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 4)

Accesorio	#	$\frac{Le}{D}$	$f_T$	K
Válvula de Compuerta	1	8	0,015	0,12
Codo 90°	2	30	0,015	0,90
<b>ΣK</b>				<b>1,02</b>

$$h_{L_2} = \Sigma K \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_2} = 1,02 \times \left( \frac{(3,37 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2} \right)$$

$$h_{L_2} = 0,59m$$

$$h_{L_4} = h_{L_1} + h_{L_2}$$

$$h_{L_4} = 9,09m + 0,59m$$

$$h_{L_4} = 9,68m$$

## Hidrante # 5

### Velocidad

$$\varphi = v \times A$$

$$v = \frac{\varphi}{A}$$

$$v = \frac{4(0,0785 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0,1541\text{m})^2}$$

$$v = 4,21 \text{ m/s}$$

### Número de Reynolds

$$N_R = \frac{v \times D \times \rho}{\eta}$$

$$N_R = \frac{(4,21 \text{ m/s}) \times (0,154\text{m}) \times (1000 \text{ kg/m}^3)}{1,30 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}}$$

$$N_R = 499046,92 \rightarrow \text{Flujo turbulento}$$

### Rugosidad relativa

$$\epsilon = 4,6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0,1541\text{m}}{4,6 \times 10^{-5}\text{m}}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = 3350$$

### Factor de fricción para flujo turbulento

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(D/\epsilon)} + \frac{5,74}{N_R^{0,9}})]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(3350)} + \frac{5,74}{(499046,92)^{0,9}})]^2}$$

$$f = 0,016$$

### Pérdidas por fricción en la tubería (primarias)

➤ Ecuación de Darcy

$$h_{L_1} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_1} = 0,016 \times \frac{21,04m}{0,1541m} \times \frac{4,21 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2}$$

$$h_{L_1} = 1,97m$$

### Pérdidas por accesorios (secundarias)

Tabla 10. Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 5)

Accesorio	#	$\frac{Le}{D}$	$f_r$	K
Válvula de Compuerta	1	8	0,015	0,12
Codo 90°	1	30	0,015	0,45
<b><math>\Sigma K</math></b>				<b>0,57</b>

Fuente: Autora

$$h_{L_2} = \Sigma K \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_2} = 1,02 \times \left( \frac{(4,21 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2} \right)$$

$$h_{L_2} = 0,51m$$

$$h_{L_5} = h_{L_1} + h_{L_2}$$

$$h_{L_5} = 1,97m + 0,51m$$

$$h_{L_5} = 2,48m$$

## Hidrante # 6

### Velocidad

$$\varphi = v \times A$$

$$v = \frac{\varphi}{A}$$

$$v = \frac{4(0,0942 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0,1541\text{m})^2}$$

$$v = 5,05 \text{ m/s}$$

### Número de Reynolds

$$N_R = \frac{v \times D \times \rho}{\eta}$$

$$N_R = \frac{(5,05 \text{ m/s}) \times (0,154\text{m}) \times (1000 \text{ kg/m}^3)}{1,30 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}}$$

$$N_R = 598619,23 \rightarrow \text{Flujo turbulento}$$

### Rugosidad relativa

$$\epsilon = 4,6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0,1541\text{m}}{4,6 \times 10^{-5}\text{m}}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = 3350$$

### Factor de fricción para flujo turbulento

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(D/\epsilon)} + \frac{5,74}{N_R^{0,9}})]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(3350)} + \frac{5,74}{(598619,23)^{0,9}})]^2}$$

$$f = 0,016$$

### Pérdidas por fricción en la tubería (primarias)

➤ Ecuación de Darcy

$$h_{L_1} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_1} = 0,016 \times \frac{28,71m}{0,1541m} \times \frac{5,05 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2}$$

$$h_{L_1} = 3,85m$$

### Pérdidas por accesorios (secundarias)

Tabla 11. Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 6)

Accesorio	#	$\frac{Le}{D}$	$f_T$	K
Válvula de Compuerta	1	8	0,015	0,12
Codo 90°	1	30	0,015	0,45
$\Sigma K$				<b>0,57</b>

Fuente: Autora

$$h_{L_2} = \Sigma K \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_2} = 0,57 \times \left( \frac{(5,05 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2} \right)$$

$$h_{L_2} = 0,74m$$

$$h_{L_6} = h_{L_1} + h_{L_2}$$

$$h_{L_6} = 3,85m + 0,74m$$

$$h_{L_6} = 4,59m$$

## Hidrante # 7

### Velocidad

$$\varphi = v \times A$$

$$v = \frac{\varphi}{A}$$

$$v = \frac{4(0,1099 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0,1541 \text{ m})^2}$$

$$v = 5,89 \text{ m/s}$$

### Número de Reynolds

$$N_R = \frac{v \times D \times \rho}{\eta}$$

$$N_R = \frac{(5,89 \text{ m/s}) \times (0,154 \text{ m}) \times (1000 \text{ kg/m}^3)}{1,30 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}}$$

$$N_R = 698191,54 \rightarrow \text{Flujo turbulento}$$

### Rugosidad relativa

$$\epsilon = 4,6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0,1541 \text{ m}}{4,6 \times 10^{-5} \text{ m}}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = 3350$$

### Factor de fricción para flujo turbulento

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(D/\epsilon)} + \frac{5,74}{N_R^{0,9}})]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(3350)} + \frac{5,74}{(698191,54)^{0,9}})]^2}$$

$$f = 0,016$$

### Pérdidas por fricción en la tubería (primarias)

➤ Ecuación de Darcy

$$h_{L_1} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_1} = 0,016 \times \frac{11,19m}{0,1541m} \times \frac{5,89 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2}$$

$$h_{L_1} = 2,06m$$

### Pérdidas por accesorios (secundarias)

Tabla 12. Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 7)

Accesorio	#	$\frac{Le}{D}$	$f_T$	<b>K</b>
Válvula de Compuerta	1	8	0,015	0,12
Codo 90°	1	30	0,015	0,45
<b><math>\Sigma K</math></b>				<b>0,57</b>

Fuente: Autora

$$h_{L_2} = \Sigma K \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_2} = 0,57 \times \left( \frac{(5,89 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2} \right)$$

$$h_{L_2} = 1,00m$$

$$h_{L_7} = h_{L_1} + h_{L_2}$$

$$h_{L_7} = 2,06m + 1,00m$$

$$h_{L_7} = 3,06m$$

## Hidrante # 8

### Velocidad

$$\varphi = v \times A$$

$$v = \frac{\varphi}{A}$$

$$v = \frac{4(0,126 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0,1541\text{m})^2}$$

$$v = 6,76 \text{ m/s}$$

### Número de Reynolds

$$N_R = \frac{v \times D \times \rho}{\eta}$$

$$N_R = \frac{(6,76 \text{ m/s}) \times (0,154\text{m}) \times (1000 \text{ kg/m}^3)}{1,30 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}}$$

$$N_R = 3472386,67 \rightarrow \text{Flujo turbulento}$$

### Rugosidad relativa

$$\epsilon = 4,6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0,1541\text{m}}{4,6 \times 10^{-5} \text{ m}}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = 3350$$

### Factor de fricción para flujo turbulento

$$f = \frac{0,25}{\left[\log\left(\frac{1}{3,7(D/\epsilon)} + \frac{5,74}{N_R^{0,9}}\right)\right]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log\left(\frac{1}{3,7(3350)} + \frac{5,74}{(3472386,67)^{0,9}}\right)\right]^2}$$

$$f = 0,015$$

### Pérdidas por fricción en la tubería (primarias)

#### ➤ Ecuación de Darcy

$$h_{L_1} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_1} = 0,015 \times \frac{117,21m}{0,1541m} \times \frac{(6,76 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2}$$

$$h_{L_1} = 26,58m$$

### Pérdidas por Accesorios (Secundarias)

Tabla 13. Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la tubería de Ø 6in (Hidrante # 8)

Accesorio	#	$\frac{Le}{D}$	$f_T$	K
Válvula de Compuerta	1	8	0,015	0,12
Codo 90°	1	30	0,015	0,45
$\Sigma K$				<b>0,57</b>

Fuente: Autora

$$h_{L_2} = \Sigma K \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_2} = 0,57 \times \left( \frac{(6,76 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2} \right)$$

$$h_{L_2} = 1,33m$$

$$h_{L_8} = h_{L_1} + h_{L_2}$$

$$h_{L_8} = 26,58m + 1,33m$$

$$h_{L_8} = 27,91m$$

### Pérdidas totales

$$h_{L_{Total Tubería \phi 6in}} = h_{L_1} + h_{L_2} + h_{L_3} + h_{L_4} + h_5 + h_{L_6} + h_{L_7} + h_{L_8} \quad (9)$$

$$h_{L_{Total\ Tubería\ \phi 6in}} = 0,109 + 1,002 + 1,94 + 2,48 + 4,59 + 3,06 + 9,68 + 27,91(m)$$

$$h_{L_{Total\ Tubería\ \phi 6in}} = \mathbf{50,77m}$$

#### 4.2.2.3 Cálculo de pérdidas totales en las tuberías de Ø 8in y Ø 6in

$$h_{L_{Total\ Tubería\ \phi 8in\ y\ \phi 6in}} = h_{L_{Total\ Tubería\ \phi 8in}} + h_{L_{Total\ Tubería\ \phi 6in}} \quad (10)$$

$$h_{L_{Total\ Tubería\ \phi 8in\ y\ \phi 6in}} = 159,3 + 50,77 (m)$$

$$h_{L_{Total\ Tubería\ \phi 8in\ y\ \phi 6in}} = \mathbf{210,07 (m)}$$

#### 4.2.2.4 Cálculo de Carga Total de la Bomba

– Altura desde el nivel de la bomba al punto más alto → 6,20m

– Altura desde el nivel del fluido en la cisterna a la entrada de la bomba → 1m

– Altura total= 7,20m

#### Carga total

$$h_A = h_{L_{Total\ Tubería\ \phi 8in\ y\ \phi 6in}} + 7,20(m)$$

(11)

$$h_A = 210,07 + 7,20 (m)$$

$$h_A = \mathbf{217,27 (m)}$$

#### 4.2.2.5 Cálculo de potencia de la bomba [14]

$$P = h_A \times \gamma \times \varphi \quad (11)$$

$$P = (217,27m)(9,81 \times 10^3 N/m^3)(0,126 m^3/s)$$

$$P = 268558,76 N.m/s$$

$$P = 268558,76W$$

$$P = \mathbf{359,99Hp}$$

#### 4.2.2.6 Cálculo de Succión Positiva Neta Requerida ( $NPSH_R$ ). (Ver ANEXO D) [14]

$$NPSH_A > 1,10NPSH_R$$

$$NPSH_A = h_{sp} \pm h_s - h_f - h_{vp} \quad (12)$$

#### Dónde:

$h_{sp}$  = Carga de presión estática (absoluta) sobre el fluido en el almacenamiento.

$h_s$  = Diferencia de elevación desde el nivel del fluido en el depósito a la línea central de la entrada de succión de la bomba.

$h_f$  = Pérdida de carga en la tubería de succión, debido a la fricción y pérdidas menores.

$h_{vp}$  = Carga de presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo.

$P_{vp}$  = Presión de vapor (absoluta) del líquido a la temperatura a la que se bombea.

*Presión absoluta = presión atmosférica + presión manométrica en el tanque.*

$$P_{abs} = 101,3 \text{ kPa}$$

Pero sabemos que:

$$h_{sp} = \frac{P_{abs}}{\gamma} \quad (13)$$

$$h_{sp} = \frac{101,3 \times 10^3 \text{ N/m}^2}{9,81 \times 10^3 \text{ N/m}^3}$$

$$h_{sp} = 10,3 \text{ m}$$

Con la base en la elevación del tanque tenemos:

$$h_s = -1 \text{ m}$$

Para encontrar la pérdida por fricción  $h_f$  debemos encontrar la velocidad, el número de Reynolds y el factor de fricción:

$$v = \frac{\varphi}{A}$$

$$v = \frac{4(0,126 \text{ m}^3/\text{s})}{\pi(0,2027\text{m})^2}$$

$$v = \mathbf{3,9 \text{ m/s}}$$

$$N_R = \frac{v \times D \times \rho}{\eta}$$

$$N_R = \frac{(3,9 \text{ m/s}) \times (0,2027\text{m}) \times (1000 \text{ kg/m}^3)}{1,30 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}}$$

$$N_R = \mathbf{608100}$$

$$\epsilon = 4,6 \times 10^{-5}\text{m}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \frac{0,2027\text{m}}{4,6 \times 10^{-5}\text{m}}$$

$$\frac{D}{\epsilon} = \mathbf{4406,52}$$

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(D/\epsilon)} + \frac{5,74}{N_R^{0,9}})]^2}$$

$$f = \frac{0,25}{[\log(\frac{1}{3,7(4406,52)} + \frac{5,74}{(608100)^{0,9}})]^2}$$

$$f = \mathbf{0,015}$$

➤ **Ecuación de Darcy**

$$h_{L_1} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_1} = 0,015 \times \frac{13,5\text{m}}{0,2027\text{m}} \times \frac{(3,9 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_{L_1} = \mathbf{0,78\text{m}}$$

Tabla 14. Coeficiente de resistencia para pérdidas por accesorios en la línea de succión, desde la fuente del fluido a la entrada de la bomba.

Accesorio	#	$\frac{Le}{D}$	$f_T$	<b>K</b>
Válvula de Pie	1	420	0,014	5,88
Codo 90°	1	30	0,015	0,45
<b><math>\Sigma K</math></b>				<b>6,33</b>

Fuente: Autora

$$h_{L_2} = \Sigma K \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_{L_2} = 6,33 \times \left( \frac{(3,9 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} \right)$$

$$h_{L_2} = 4,90\text{m}$$

$$P_{vp} = 0,1253\text{m a } 10^\circ\text{C (Ver ANEXO D)}$$

Al combinar estos términos queda:

$$NPSH_A = h_{sp} \pm h_s - h_f - h_{vp}$$

$$NPSH_A = 10,3 - 1 - 5,68 - 0,1223 \text{ (m)}$$

$$NPSH_A = 3,49\text{m}$$

Con la ecuación  $NPSH_A > 1,10NPSH_R$  máxima permisible para la bomba al reordenar obtenemos:

$$NPSH_R < NPSH_A / 1,10 \tag{14}$$

$$NPSH_R < 3,49\text{m} / 1,10 = 3,17\text{m}$$

**4.2.3 Instalación de bombas estacionarias contra incendios, cuarto de bombeo según NFPA 20 [15].** Tras el cálculo de los elementos del sistema, se seleccionó la Bomba centrífuga tipo horizontal, marca GOULDS, serie 3700, modelo 6x8-13A con una

velocidad de giro de 3570 rpm (1700 m<sup>3</sup>/h), con una capacidad de entrega de hasta 7500 GPM, con una carga dinámica total de 1000 feet (305 m) con una presión de hasta 870 psi (6000 kP), una potencia de 400 HP y una eficiencia de 80%. (Ver ANEXO E).

El caudal al que trabajará la bomba en su máxima capacidad será de 2000 GPM a 14,69 psi, una carga dinámica total de 217,27 m, una potencia de 359,99 HP y una eficiencia de 78%.

**4.2.4 Normas para la instalación de sistemas de tuberías verticales y mangueras NFPA 14 [16].** Esta norma hace alusión a lo siguiente: *No deben ser instaladas tuberías de menos de 6 pulgadas (152.4 mm) de diámetro como un servicio principal privado de suministro a hidrantes.*

Se propone un anillo de protección perimetral alrededor de las tres plantas (acería, laminados y trefilados) en tubería de acero comercial o soldado de 8" y 6" de diámetro.

Se ha utilizado tubería de 8" de diámetro para el anillo de protección perimetral cuyo objetivo es mantener la presión del fluido, garantizando de esta manera un adecuado funcionamiento de la bomba.

Se proveerán redes con tubería de 6" de diámetro las mismas que se conectarán a los hidrantes exteriores. Estos hidrantes estarán ubicados en puntos específicos de riesgo de incendio (cúmulos de chatarra, Shredder, bodegas).

Esta red de tuberías contará con 14 válvulas seccionadoras de 8" y 6" las cuales permitirán sectorizar el caudal de agua en caso de surgir algún daño o a su vez se requiera realizar mantenimientos programados.

**4.2.5 Hidrantes según NFPA 291.** De acuerdo a la clasificación de hidrantes según la norma NFPA 291 para el sistema contra incendios se han utilizado los de la clase tres:

**Clase III.-** Hidrantes con mangueras instaladas de 1 ½” con salidas adicionales para conectar mangueras de 2 ½” para uso exclusivo del cuerpo de bomberos o personal entrenado. Esta categoría se destina a cubrir edificaciones desde riesgo ligero hasta un alto riesgo. Soportan el caudal requerido de 2000 gpm.

**4.2.6 Inspección, prueba y mantenimiento del sistema de protección contra incendios NFPA 25 [17].** Este punto de análisis estipula los requisitos mínimos para la inspección, prueba y mantenimiento regulares de tuberías, hidrantes y bombas de servicio privado de incendios y sus accesorios. (Ver ANEXO F).

**4.2.6.1 Inspecciones.** Las tuberías expuestas deben inspeccionarse anualmente. Generalmente, las tuberías subterráneas no pueden inspeccionarse en forma regular. Sin embargo, las pruebas de flujo pueden mostrar el estado de las tuberías subterráneas.

*Hidrantes de cilindro seco o de pared,* los hidrantes de cilindro seco y de pared deben inspeccionarse anualmente y después de cada operación.

*Bomba,* el objeto de la inspección será verificar que el equipo de la bomba se encuentre en condiciones operativas idóneas y libres de daño físico.

**4.2.6.2 Pruebas tuberías.** Deben probarse las tuberías subterráneas y expuestas para verificar el estado interno de las tuberías a intervalos mínimos de 5 años. Las pruebas de flujo deben hacerse con flujos representativos de los que se espera durante un incendio.

*Hidrantes,* los hidrantes deben probarse anualmente para garantizar el funcionamiento adecuado. Cada hidrante se debe abrir completamente y dejar fluir el agua hasta que se haya limpiado de todas las materias extrañas.

*Bombas,* debe realizarse una prueba semanal de los equipos de bombas de incendio sin flujo de agua.

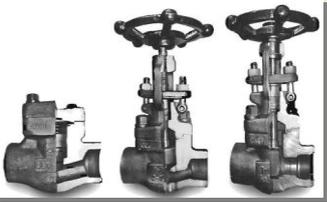
**4.2.6.3 Mantenimiento.** Todos los equipos deben mantenerse en condiciones de funcionamiento adecuadas, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

*Tuberías,* los filtros de la tubería principal deben limpiarse anualmente y después de cada operación.

*Hidrantes,* los hidrantes deben mantenerse libres de nieve, hielo u otros materiales y protegidos contra daño mecánico para garantizar su libre acceso.

*Bombas,* se debe establecer un programa de mantenimiento preventivo para todos los componentes del equipo de bombas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Se deben llevar registros de todos los trabajos realizados en la bomba, impulsor, regulador y equipo auxiliar.

Tabla 15: Descripción de equipos y accesorios para el sistema contra incendios

DESCRIPCIÓN	ILUSTRACIÓN	CARACTERÍSTICAS
<b>Bomba Goulds</b>		<p>Bomba de proceso API-610/ISO 13709.</p> <p><b>Modelo:</b> Goulds 3700/3710.</p> <p><b>Capacidad:</b> 7500 GPM (1700m<sup>3</sup>/h).</p> <p><b>Carga Dinámica Total:</b> 1000 feet (305m).</p> <p>Diseñada para óptima confiabilidad.</p>
<b>Hidrante 6 in</b>		<p><b>Norma:</b> NFPA 291</p> <p><b>Válvula:</b> Tipo Globo</p> <p><b>Accionamiento:</b> Llave de cuadrillo 30x30</p> <p><b>N° de vueltas hasta apertura total:</b> 10 1/2 vueltas</p> <p><b>N° de vueltas hasta inicio de flujo:</b> 2 1/2 vueltas</p> <p>Sistemas anti rotura para protección contra daños mecánicos.</p> <p>Sistema de drenaje para evitar el riesgo de heladas.</p> <p>Sistema de accionamiento con baño de aceite para un mejor y fácil mantenimiento.</p> <p>Opción de giro de 360°C a cualquier posición.</p>
<b>Tubos Cédula 40</b>		<p><b>Norma:</b> ASTM A53 GrB para conducción de fluidos.</p> <p><b>Recubrimiento:</b> Negro o galvanizado.</p> <p><b>Largo Normal:</b> 6.00 metros</p> <p><b>Acabado:</b> Natural.</p>
<b>Válvulas Cédula 40</b>		<p><b>Norma:</b> API 602 &amp; ASME B16.34</p> <p>Bonete bridado, atornillado o soldado.</p> <p>Cuña Sólida.</p> <p>Vástago con cuerda al exterior (OS&amp;Y).</p> <p>Paso estándar o completo.</p>

		Extremos roscados, con caja para soldar o mixtos.
<b>Tees Cédula 40</b>		<p><b>Material:</b> De acuerdo a especificaciones de normas ANSI B 16.9 y ASTM A 234:Grado WPB</p> <p><b>Extremos:</b> Biselados para soldar BFW.</p>
<b>Codos Cédula 40</b>		<p><b>Material:</b> De acuerdo a especificaciones de normas ANSI B 16.9 y ASTM A 234:Grado WPB</p> <p><b>Ángulo:</b> 90° y 45° ángulo de giro para el fluido.</p> <p><b>Tipo de radio de curvatura:</b> Radio largo.</p> <p><b>Extremos:</b> Biselados para soldar BFW.</p> <p><b>Diámetro:</b> El requerido por la entidad (1/2" a 48").</p>

Fuente: <http://www.grupoincendios.com/index.php?lan=es&men=100&id=82>

Norma ASTM A53 GrB para conducción de fluidos

Norma ANSI B 16.9

Norma NFPA 291

### 4.3 Equipos de protección personal NFPA 1971 [18]

El equipo de protección personal (EPP) permite la protección necesaria al realizar las operaciones contra incendios y rescate.

La norma NFPA 1971 establece ropa protectora para el combate de incendios estructurales, diseñados para proporcionar protección a los bomberos o personal capacitado durante un incendio estructural y en otras actuaciones. Los equipos están fabricados de los siguientes materiales:

– Fibras orgánicas (lana, algodón)

– Fibras sintéticas (kevlar, nomex, PBI, kynol, gore-tex, orlono teflón)

**4.3.1 Casco.** Están hechos de fibra de vidrio, con visor resistente al calor, barbiquejo y protector de cuello/nuca; principalmente para protección de impactos, agua caliente, radiación y calor.

Figura 50. Casco NFPA 1971



Fuente: NFPA 1971 equipos de protección personal

**4.3.2 Protección de ojos.** La protección está compuesta por gafas de seguridad, gafas de protección ocular, viseras de los cascos y máscaras de aparatos de respiración autónoma. Las gafas de seguridad normalizadas deben estar codificadas bajo ANSI Z87.1

Figura 51. Gafas de seguridad normalizadas ANSI Z87.1



Fuente: ANSI Z 87.1

**4.3.3 Protección contra ruidos.** La exposición a ruidos o una combinación de ruidos puede provocar a menudo una pérdida permanente de la capacidad auditiva y daños al sistema nervioso central. La norma establece que el ruido no debe sobrepasar los 85 dB en jornadas de 8 horas. Se puede utilizar protectores combinados con aparatos de comunicación.

Figura 52. Protectores auditivos NFPA 1971



Fuente: NFPA 1971 equipos de protección personal

**4.3.4 Monjitas o pasamontañas.** Las monjitas o pasamontañas están hechos de nomex y diseñados para proteger las orejas, el cuello y la cara del bombero de la exposición al calor extremo.

Figura 53. Monjitas o pasamontañas NFPA 1971



Fuente: NFPA 1971 equipos de protección personal

**4.3.5 Capa o chaquetón.** Están elaborados en tres capas, la primera generalmente está elaborada de hule o lona; la segunda cuenta con refrigeración y la tercera es un forro desmontable de franela u otro tejido similar.

Figura 54. Capa o chaquetón NFPA 1971



Fuente: NFPA 1971 equipos de protección personal

**4.3.6 Pantalones protectores.** Los pantalones protectores forman parte de la ropa de protección. Se usan entre 3-4 pulgadas por encima del talón para evitar tropezar o enredarse con los ruedos del pantalón. Generalmente elaborados en el mismo material del chaquetón.

Figura 55. Pantalones protectores NFPA 1971



Fuente: NFPA 1971 equipos de protección personal

**4.3.7 Protección de manos.** Las características más importantes de los guantes son la protección que ofrecen contra el calor o el frío y la resistencia a cortes, perforaciones y absorción de líquido.

Figura 56. Guantes NFPA 1971



Fuente: NFPA 1971 equipos de protección personal

**4.3.8 Protección de pies.** Se debe elegir una protección adecuada de los pies para asegurarse de que se minimiza el riesgo. Existen numerosos peligros para los pies en el lugar del incendio: brasas, objetos que caen y clavos.

Figura 57. Botas NFPA 1971



Fuente: NFPA 1971 equipos de protección personal

**4.3.9 Equipo de respiración autónoma.** Se trata de equipos que permiten que el usuario de desenvuelva dentro de casi cualquier atmósfera agresiva, aislando la respiración del exterior a un volumen de aire almacenado en un depósito canalizado hacia el rostro mediante un conjunto de válvulas, conductos y máscara, y cuyo transporte se concreta mediante arneses y breteles. Protege la cara y los pulmones del humo tóxico y los productos de combustión.

Figura 58. Equipo de respiración autónoma NFPA 1971



Fuente: NFPA 1971 equipos de protección personal

#### **4.4 Símbolos de seguridad contra el fuego NFPA 170- Edición 2002**

Esta norma presenta símbolos para su uso en seguridad contra el fuego y los riesgos asociados. El propósito de esta norma es estandarizar los símbolos usados en la representación de riesgos asociados con el fuego.

**4.4.1 *Presentación de símbolos.*** La orientación de los símbolos presentados en esta norma no deben ser alterados. La forma de fondo del símbolo debe ser cuadrada.

**4.4.2 *Excepción.*** Para símbolos de prohibición debe usarse una línea diagonal sobre un círculo (a 45° de la parte superior izquierda a la inferior derecha).

**4.4.3 *Color del símbolo.*** El color del símbolo debe cumplir con ANSI Z535-1 Safety Color Code.

**4.4.4 *Símbolos para uso por el cuerpo de bomberos***

**4.4.4.1 *Conexión siamesa para rociadores automáticos por el cuerpo de bomberos.***  
Campo cuadrado, fondo rojo, símbolo blanco.

Figura 59. Conexión siamesa para rociadores automáticos



Fuente: NFPA 170- Edición 2002 símbolos de seguridad contra en fuego

**4.4.4.2** *Conexión sencilla para los bomberos a rociadores automáticos.* Campo cuadrado, fondo rojo, símbolo blanco.

Figura 60. Conexión sencilla de rociadores automáticos



Fuente: NFPA 170- Edición 2002 símbolos de seguridad contra el fuego

**4.4.4.3** *Conexión al sistema de gabinetes.* Campo cuadrado, fondo rojo, símbolo blanco.

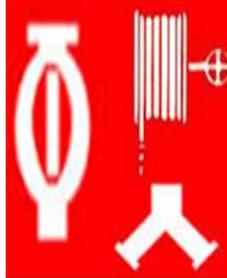
Figura 61. Conexión al sistema de gabinetes



Fuente: NFPA 170- Edición 2002 símbolos de seguridad contra el fuego

**4.4.4.4** *Conexión combinada a rociadores automáticos y a sistemas de gabinetes para el cuerpo de bomberos.* Campo cuadrado, fondo rojo, símbolo blanco.

Figura 62. Conexión combinada a rociadores automáticos y a sistemas de gabinetes



Fuente: NFPA 170- Edición 2002 símbolos de seguridad contra el fuego

**4.4.4.5** *Hidrantes.* Campo cuadrado, fondo rojo, símbolo blanco.

Figura 63. Hidrantes



Fuente: NFPA 170- Edición 2002 símbolos de seguridad contra el fuego

**4.4.4.6** *Mangueras contra incendio y gabinetes.* Campo cuadrado, fondo rojo, símbolo blanco.

Figura 64. Mangueras contra incendio



Fuente: NFPA 170- Edición 2002 símbolos de seguridad contra el fuego

**4.4.4.7** *Extintores.* Campo cuadrado, fondo rojo, símbolo blanco.

Figura 65. Extintor

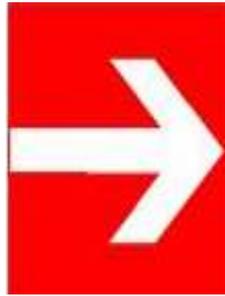


Fuente: NFPA 170- Edición 2002 símbolos de seguridad contra el fuego

**4.4.4.8** *Flecha direccional.* Campo cuadrado, fondo (rojo o azul) que corresponda con el signo acompañante o símbolo blanco.

Orienta hacia la ubicación de equipo contra incendio o de elementos.

Figura 66. Flecha direccional



Fuente: NFPA 170- Edición 2002 símbolos de seguridad contra el fuego

**4.4.4.9** *Panel eléctrico o interruptor eléctrico.* Campo cuadrado, fondo azul, símbolo blanco. [19]

Figura 67. Panel eléctrico o interruptor eléctrico



Fuente: NFPA 170- Edición 2002 símbolos de seguridad contra el fuego

#### **4.5 Sistemas de extinción de incendios especiales NFPA 2001 edición 2012 [20]**

La norma NFPA 2001, sistemas de extinción de incendios mediante agentes limpios, describe los requisitos de diseño, instalación y mantenimiento para los sistemas de extinción mediante agentes limpios. Los agentes limpios son extintores gaseosos que no dejan residuos y que no transmiten electricidad. Incluyen tanto a los agentes de halocarbono como a los agentes gaseosos inertes.

**4.5.1** *Impacto ambiental.* La edición 2012 de la NFPA 2001 incluye la lista del potencial de agotamiento de la capa de ozono y el potencial de calentamiento global para los agentes incluidos en esta norma.

Cuando un agente está siendo seleccionado para proteger un área en riesgo, los efectos del agente en el medio ambiente deben ser considerados. La selección adecuada del agente de extinción de incendios deberá considerar:

- Potenciales impactos ambientales de un fuego en el área protegida.
- Potenciales impactos ambientales del agente utilizado por agotamiento de la capa de ozono y calentamiento global.

#### **4.6. Pautas y recomendaciones para la implementación de la propuesta de diseño**

No se puede referir a un sistema contra incendio general para un sector productivo ya que un sistema es exclusivo de acuerdo a la necesidad de cada empresa.

Asegurar una buena instalación no exime a una empresa a realizar continuos chequeos en sus partes constitutivas para evitar su deterioro y asegurar su funcionamiento en el momento que ocurra un siniestro. Las frecuencias de las inspecciones, pruebas y mantenimiento se encuentran enumeradas en la norma NFPA 25 para cada uno de los componentes del sistema.

Todo hidrante conectado a un sistema privado de protección contra incendio debe ser de color rojo reflectivo, conforme a la norma NFPA 291.

Los hidrantes anti incendios deberán instalarse de forma tal que resulte fácil el acceso y la utilización. El estricto cumplimiento de una buena política de prevención es la única forma de poder optimizar resultados y evitar siniestros.

Para garantizar la eficacia de un Sistema Contra Incendios es recomendable incluir tres pasos: preparación, supervisión e inspección.

## **CAPÍTULO V**

### **5. PRESUPUESTO DE INVERSIONES PARA EL SISTEMA CONTRA INCENDIOS.**

#### **5.1. Análisis de costos**

El presupuesto total de inversión para el diseño del sistema contra incendios está dividido de la siguiente manera:

- Equipo de Bombeo
  
- Tuberías
  
- Accesorios
  
- Mano de obra

La cotización del equipo de bombeo, tuberías y accesorios se realizó con varios proveedores locales, los cuales garantizan la entrega del material en 15 días o 1 mes. La investigación arroja la mejor opción, la elección de la Empresa CALSEC Y SUMINTEC, la misma que garantiza la entrega de los suministros industriales técnicos en el área constructiva dentro de las 24 horas posteriores a la confirmación de la compra de los implementos.

Los precios de los materiales son los que se encuentran actualmente en el mercado. (Ver ANEXO G).

Tabla 16. Análisis de costo directo

<b>COSTO DIRECTO</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
<b>Maquinaria y Equipo</b>	Bomba centrífuga marca GOULDS, serie 3700, modelo 6x8-13A, velocidad de giro de 3570 rpm.	1	20000	20000
	Equipo de Protección Personal	7	240	1680
				<b>21680</b>
<b>Materiales</b>	Tubería negra Ø 8 plg SCH40 (6 m)	504 tubos	686,1	345794,4
	Tubería negra Ø 6 plg SCH40 (6 m)	76 tubos	405,6	30825,6
	Codo negro SCH40 – 8 plg x90°	38 unid.	52,25	1985,5
	Codo negro SCH40 – 8 plg x45°	7 unid.	28,72	201,04
	Codo negro SCH40 – 6 plg x90°	9 unid.	25,3	227,7
	T negro SCH40 – 8 plg	12 unid.	58,05	696,72
	T negro SCH40 – 6 plg	1 unid.	32,3	32,3
	Válvula check de Pie 8 plg	1 unid.	1162,62	1162,62
	Válvula de compuerta bridada 8 plg	7 unid.	998,6	6990,2
	Válvula de compuerta bridada 6 plg	8 unid.	738,23	5905,84
	Reductor excéntrico 8 plg - 6 plg	7 unid.	24,7	172,9
	Hidrantes de 6 plg	8 unid.	1173,75	9390
	Materiales de recubrimiento		4422,73	4422,73
<b>MOD</b>	Obreros	20	3413,66	<b>68273,19</b>
<b>TOTAL</b>				<b>497760,74</b>

Fuente: Autora

Tabla 17. Análisis de costo indirecto

<b>COSTO INDIRECTO</b>				
	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
<b>MOI</b>	Técnicos de mantenimiento	2	1285,715	<b>2571,43</b>

Fuente: Autora

Tabla 18. Análisis de costo total del proyecto

<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>		
<b>Costo Directo</b>	<b>Costo Indirecto</b>	<b>TOTAL</b>
497760,74	2571,43	<b>500332,17</b>

Fuente: Autora

## **5.2. Presupuesto total de inversión**

Una vez verificadas las cotizaciones en las tablas 16, 17 y 18 se ha determinado el costo total del proyecto por \$ 500332,17 los cuales se dividen en costos directos \$ 497760,74 que incluye maquinaria y equipo, materiales y mano de obra directa; y costos indirectos \$ 2571,43 que incluye mano de obra indirecta.

Cabe indicar que el presupuesto total para el diseño del sistema contra incendios, asumirá en su totalidad la empresa.

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

Mediante el apoyo brindado y la facilidad para obtener la información necesaria en Adelca C.A se logró describir su estado organizacional, los procesos de producción y las actividades que se realizan dentro de la misma como son: acería, laminados y trefilados, también se reconoció que maneja un porcentaje superior al 50% de participación en el mercado nacional.

Al describir la situación actual de la empresa se verificó y se constató que cuenta con sistemas contra incendios internos en cada una de sus áreas (extintores PQS, CO<sub>2</sub>, espumas AFFF) pero al mismo tiempo por ser una empresa grande y según las normativas legales vigentes necesita contar con un sistema contra incendios externo que sea idóneo para contrarrestar cualquier tipo de peligro que en estas áreas se produzcan ya sea por causa de los cúmulos de chatarra ubicados exteriormente en grandes cantidades, productos químicos o algún tipo de combustible que combinado con algún otro material genere un conato de incendio.

El diseño del sistema de bombeo fue en base a los cálculos de datos reales y tomando las precauciones para asegurar el permanente abastecimiento del agente extintor, además es muy importante para la correcta selección del equipo de bombeo determinar el caudal real necesario para abastecer todas las zonas que se encuentran en riesgo.

Se elaboró la propuesta del presupuesto de materiales para el sistema contra incendios siendo cotizado con un valor de \$ 500332,17 que incluye equipos, accesorios y mano de obra para las instalaciones.

## **6.2. Recomendaciones**

Continuar con las capacitaciones a las brigadas contraincendios ya que esto familiariza y mejora significativamente la capacidad de respuesta ante un siniestro. Un sistema contra incendio mal operado genera graves errores que pueden costar vidas y dinero.

El trabajo de instalación debe ser realizado por personas con amplia experiencia y responsabilidad.

Para mantener la operabilidad del sistema, se debe realizar el mantenimiento e inspecciones periódicas a toda la red, con el fin de identificar los elementos que pudieren afectar la eficaz respuesta ante un conato de incendio.

Los hidrantes contraincendios deben estar situados en lugares fácilmente accesibles, fuera de espacios destinados a la circulación y estacionamiento de vehículos así como con la debida señalética.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]Registro Oficial - Estatuto orgánico 4 - Órgano del Gobierno de Ecuador - Jueves 2 de Abril del 2009. Edición Especial N° 114.
- [2][http://www.cea.es/portal/comercio/guia/bloque3/2\\_5.aspx](http://www.cea.es/portal/comercio/guia/bloque3/2_5.aspx)
- [3]GOEXTÍN, S.L. C.I.F. B 92574854 N° R.E.I. 29/30802 Homologación en Sistemas Contra Incendios N° 29/73 ISO 9001:2000 Certificado ENAC 7198.
- [4]National Fire Protection Association NFPA 10, Norma para la Clasificación de Riesgos de Incendios, Edición 2007. Págs. 2, 7, 20, 21.
- [5]National Fire Protection Association NFPA 704, Código que explica el Diamante de Fuego. Págs. 6, 7, 8, 9, 11, 12,13, 14, 15, 16, 17, 18.
- [6]<http://www.slideshare.net/meka2/clasificacin-de-combustibles>
- [7]<http://bomberosk2.galeon.com/aficiones831076.html>
- [8]<http://www.misextintores.com/lci/tipo-y-clasificacion-de-los-extintores>
- [9]National Fire Protección Association NFPA 291, Norma para Hidrantes y Clasificación.
- [10]Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), Seguro General de Riesgos del Trabajo, Reglamento de Prevención de Incendios.
- [11]<http://www.mintrab.gov.ec>.
- [12]Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).
- [13]National Fire Protection Association NFPA, Manual de Protección Contra Incendios, Madrid, Editorial MAPFRE 1978. Págs. 12, 13, 14,15, 16,17, 18.
- [14]MOTT, Robert L. Mecánica de Fluidos. Sexta Edición. Págs. 235, 239, 242, 296, 297, 313, 373, 383, 411, 413, 416, 417, 589, 601.

- [15]National Fire Protection Association NFPA 20, Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias Contra Incendios. Edición 2007. Págs. 23, 26, 31, 32, 35, 36.
- [16]National Fire Protection Association NFPA 14, Norma para la Instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras. Págs. 13, 14, 15, 24.
- [17]National Fire Protection Association NFPA 25, Manual para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua, Edición 2002. Págs. 13, 14, 15, 16, 18, 22, 23, 24, 25, 26,42.
- [18]National Fire Protection Association NFPA 1971, Norma para Equipos de protección personal.
- [19]National Fire Protection Association NFPA 170, Norma para Símbolos de Seguridad Contra el Fuego, Edición 2002.
- [20]National Fire Protection Association NFPA 2001, Norma para Sistemas de Extinción de Incendios Especiales, Edición 2012.

## BIBLIOGRAFÍA

Registro Oficial - Estatuto orgánico 4 - Órgano del Gobierno de Ecuador - Jueves 2 de Abril del 2009. Edición Especial N° 114.

GOEXTÍN, S.L. C.I.F.: B 92574854 N° R.E.I. 29/30802. Homologación en Sistemas Contra Incendios N° 29/73 ISO 9001:2000 Certificado ENAC 7198.

Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN.

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), Seguro General de Riesgos del Trabajo, Reglamento de Prevención de Incendios.

MOTT, Robert L. Mecánica de Fluidos, Sexta Edición. Págs. 235, 239, 242, 296, 297, 313, 373, 383, 411, 413, 416, 417, 589, 601.

National Fire Protection Association NFPA, Manual de Protección Contra Incendios, Madrid, Editorial MAPFRE 1978. Págs. 12, 13, 14,15, 16,17, 18.

National Fire Protection Association NFPA 10, Norma para la Clasificación de Riesgos de Incendios, Edición 2007. Págs. 2, 7, 20, 21.

National Fire Protection Association NFPA 14, Norma para la Instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras. Págs. 13, 14, 15, 24.

National Fire Protection Association NFPA 20, Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias Contra Incendios, Edición 2007. Págs. 23, 26, 31, 32, 35, 36.

National Fire Protection Association NFPA 25, Manual para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua, Edición 2002. Págs. 13, 14, 15, 16, 18, 22, 23, 24, 25, 26,42.

National Fire Protection Association NFPA 170, Norma para Símbolos de Seguridad Contra el Fuego, Edición 2002.

National Fire Protection Association NFPA 291, Norma para Hidrantes y Clasificación.

National Fire Protection Association NFPA 704, Código que explica el Diamante de Fuego. Págs. 6, 7, 8, 9, 11, 12,13, 14, 15, 16, 17, 18.

National Fire Protection Association NFPA 1971, Norma para Equipos de protección personal.

National Fire Protection Association NFPA 2001, Norma para Sistemas de Extinción de Incendios Especiales, Edición 2012.

## **LINKOGRAFÍA**

### **INCENDIOS**

[http://www.cea.es/portal/comercio/guia/bloque3/2\\_5.aspx](http://www.cea.es/portal/comercio/guia/bloque3/2_5.aspx)  
2012-06-12

### **TETRAEDRO DE FUEGO**

<http://www.slideshare.net/meka2/clasificacin-de-combustibles>  
2012-06-15

### **CLASIFICACIÓN DE LOS FUEGOS**

<http://bomberosk2.galeon.com/aficiones831076.html>  
2012-06-15

### **TIPOS DE EXTINTORES**

<http://www.misextintores.com/lci/tipo-y-clasificacion-de-los-extintores>  
2012-07-04

### **EXTINTOR AGUA PRESURIZADA**

<http://extintorespeed.comuf.com/extintores-portatiles-agua-presurizada-a/>  
2012-07-04

### **EXTINTOR DE ESPUMA Y DIÓXIDO DE CARBONO**

<http://rexseinca.com/productos/extintores/>  
2012-07-04

## **EXTINTOR DE POLVO QUÍMICO SECO**

[http://www.lesspiro.com/delme\\_pdf.html](http://www.lesspiro.com/delme_pdf.html)

2012-07-04

## **EXTINTOR A BASE ACETATO DE POTACIO**

[http://www.uriseg.cl/producto1\\_5\\_1\\_1.htm](http://www.uriseg.cl/producto1_5_1_1.htm)

2012-07-04

## **SEGURIDAD INDUSTRIAL.**

<http://www.mintrab.gov.ec>

2012-09-13