



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA EL EDIFICIO  
“INGENIERO EMILIO BELTRANENA MATHEU” DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE  
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**Elías Josué Avilés Vanegas**

Asesorado por el Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA EL EDIFICIO  
“INGENIERO EMILIO BELTRANENA MATHEU” DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE  
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ELÍAS JOSUÉ AVILÉS VANEGAS**

ASESORADO POR EL ING. OSWIN ANTONIO MELGAR HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

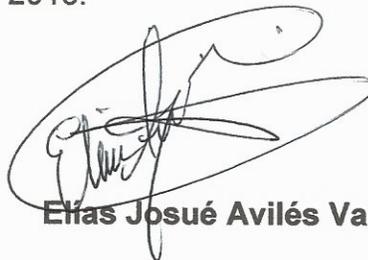
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA EL EDIFICIO  
"INGENIERO EMILIO BELTRANENA MATHEU" DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE  
INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 15 de febrero de 2013.



**Elias Josué Avilés Vanegas**

Guatemala 07 de julio de 2014

Ing. Cesar Urquizú  
Director de Escuela  
Escuela de Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería, USAC

Señor Director:

Por este medio me permito dar aprobación al Trabajo de Graduación titulado: PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA EL EDIFICIO "INGENIERO EMILIO BELTRANENA MATHEU" DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, desarrollado por el estudiante *Elías Josué Avilés Vanegas* con carné 199812480, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos, por lo que el autor y mi persona somos responsables del contenido y conclusiones del mismo.

Sin otro particular, me despido deseándole éxitos en sus actividades.



Ingeniero Oswin Antonio Melgar Hernández  
Jefe de Sección de Gestión de la Calidad CII/USAC  
Colegiado: 9443  
Ing. Asesor



REF.REV.EMI.151.014

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA EL EDIFICIO “INGENIERO EMILIO BELTRANENA MATHEU” DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Elías Josué Avilés Vanegas**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Edgar Darío Álvarez Cotí  
Ing. Mecánico Industrial  
Colegiado No. 3424

Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2014.

/mgp

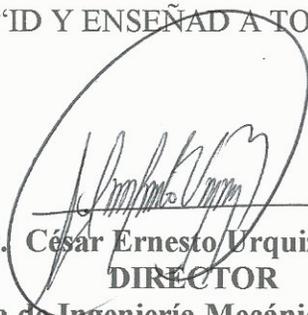
Ing. César Ernesto Urquiza Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

24-9-14



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA EL EDIFICIO “INGENIERO EMILIO BELTRANENA MATHEU” DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Elías Josué Avilés Vanegas**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2014.

/mgp



DTG. 615.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA EL EDIFICIO "INGENIERO EMILIO BELTRANENA MATHEU" DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Elías Josué Avilés Vanegas**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno  
Decano en Funciones

Guatemala, 7 de noviembre de 2014

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mi hijo**

Josué Ricardo Avilés Bor, porque al final de nuestra vida somos lo que dejamos y tu hijo eres lo mejor que he logrado en mi vida. Hijo, es preciso que a partir de este momento te des cuenta de qué mundo formas parte y entendiendo esto comprenderás que tu vida está circunscrita a un período de tiempo limitado y que la única forma de trascender es dejando huella con tus actos, confío que este momento hijo, te sirva a futuro para trazarte un recorrido más allá del mío.

### **Mi madre**

Blanca Vanegas, porque gracias a tu esfuerzo, he entendido que la vida es una constante de sacrificios, y entiendo muy bien todos y cada uno de los que tuviste que realizar para que este momento llegara. Madre, siempre estaré orgulloso de ser tu hijo.

### **Mi novia**

María de los Ángeles Álvarez, porque soy consciente que la vida es solamente un momento de luz en un infinito de oscuridad y tu amor has decidido unir tu luz a la mía en este momento, por eso nuestra luz brilla más.

**Mis seres queridos y  
amigos**

En especial a mi abuelo Jorge Avilés, a mi tío Oscar Avilés, a Elizabeth Bor, a Felipe Bor, a Luis Gramajo (Beto) y a Lester Calderón, porque ellos conforman mi única familia.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Mi madre** Blanca Vanegas, porque has sido el motor que ha impulsado esto. Gracias.
- Mi novia** María de los Ángeles Álvarez, porque en los momentos más difíciles siempre estuviste a mi lado.
- Mis amigos y compañeros** En especial a Lester Calderón, Luis Gramajo, Danilo González, Miriam Rubio, Lorena Menéndez, César Urquizú, Francisco Gómez, Oswin Melgar y todas las personas que me han apoyado y que se me escapan en este momento.
- El Centro de Investigaciones de Ingeniería** Por brindarme la oportunidad de realizar este trabajo de graduación, en especial al Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández por su apoyo.
- La Universidad de San Carlos de Guatemala** Por ser una importante influencia en mi vida, y porque gracias a ella he descubierto las mejores cosas en el recorrido de mi vida.

## **El pueblo de Guatemala**

A todos y cada uno de los guatemaltecos,  
porque gracias a ellos pude llegar a este  
momento.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES DEL CII.....	1
1.1. Selección de estilos.....	1
1.2. Políticas del CII.....	1
1.3. Objetivos del CII .....	5
1.4. Funciones del CII.....	5
1.5. Estructura organizacional del CII.....	7
1.5.1. Organigrama del CII .....	8
1.5.2. Área de Investigación .....	8
1.5.3. Área de Servicio .....	10
1.5.3.1. Subárea de Construcción .....	10
1.5.3.2. Subárea de Ingeniería Sanitaria .....	12
1.5.3.3. Subárea de Metrología Industrial.....	13
1.5.3.4. Subárea de Química.....	14
1.5.3.5. Documentación y difusión.....	15
1.5.3.6. Otras subáreas de Ingeniería .....	16
2. GENERALIDADES DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL .....	17
2.1. Seguridad industrial como filosofía.....	17

2.1.1.	Un buen plan de seguridad industrial .....	18
2.1.2.	Herramientas de la seguridad industrial .....	19
2.2.	Actos inseguros.....	19
2.3.	Condiciones inseguras .....	22
2.4.	Riesgos industriales .....	23
2.4.1.	Factores de riesgo estructurales .....	24
2.4.2.	Factores de riesgo laborales .....	25
2.5.	Accidentes.....	44
2.6.	Equipo de seguridad industrial .....	45
2.6.1.	Extintores .....	45
2.6.2.	Equipo de protección personal (EPI).....	73
2.7.	Ergonomía.....	78
2.7.1.	Manipulación manual de cargas.....	80
2.7.1.1.	Levantamiento de cargas .....	84
2.7.1.2.	Transporte de cargas .....	90
2.7.1.3.	Empuje y arrastre de cargas .....	92
2.7.1.4.	Movilización manual de personas .....	100
2.8.	Señalización.....	101
2.9.	Primeros auxilios .....	105
2.10.	Planes de contingencia .....	105
3.	SITUACIÓN ACTUAL DEL EDIFICIO “INGENIERO EMILIO BELTRANENA MATHEU” DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA .....	107
3.1.	Secciones trasladadas al edificio “Ingeniero Emilio Beltranena Matheu” .....	107
3.1.1.	Sección de Agregados, Concretos y Morteros .....	107
3.1.2.	Laboratorio de Asfaltos.....	110
3.1.3.	Área administrativa.....	110

3.2.	Factores de riesgo .....	111
3.2.1.	Factores de riesgo estructurales.....	111
3.2.2.	Factores de riesgo en la Sección de Agregados, Concretos y Morteros .....	113
3.2.3.	Factores de riesgo en el Laboratorio de Asfaltos..	116
3.2.4.	Factores de riesgo ergonómicos.....	116
3.3.	Equipo de seguridad industrial .....	117
3.4.	Señalización de estructura .....	118
3.5.	Medidas de emergencia .....	118
4.	PROPUESTA DE PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL CII.....	119
4.1.	Minimización de factores de riesgos.....	119
4.2.	Equipo de seguridad.....	126
4.2.1.	Propuesta de ropa de seguridad industrial con identificación .....	127
4.3.	Ergonomía en laboratorio .....	129
4.4.	Señalización de estructura .....	130
4.5.	Planes de contingencia .....	132
4.6.	Minuto de seguridad .....	139
4.7.	Programa SOL (Seguridad, Orden y Limpieza) .....	140
4.8.	Primeros auxilios .....	143
5.	MEJORA CONTINUA DEL PROGRAMA.....	145
5.1.	Capacitación a personal .....	145
5.1.1.	Elaboración de formatos de control .....	146
5.1.2.	Registro de accidentes y condiciones inseguras ..	146
5.1.3.	Registro de mantenimiento o reparación de equipos .....	149

5.2.	Evaluaciones.....	150
5.3.	Modificaciones de programa .....	150
5.4.	Revisiones de procedimientos .....	151
CONCLUSIONES.....		153
RECOMENDACIONES .....		155
BIBLIOGRAFÍA.....		157
ANEXOS.....		159

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama del CII.....	9
2.	Máquina universal tinius olsen .....	12
3.	Diagrama de factores de riesgo laboral.....	26
4.	Extintor de agua a presión .....	46
5.	Extintor de tanque y bomba .....	47
6.	Extintor de espalda con bomba .....	48
7.	Extintor de presión almacenada de líquido AFFF o FFFP.....	50
8.	Extintor de dióxido de carbono 1 .....	51
9.	Extintor de halón 1211 y de agentes halogenados .....	52
10.	Extintores presurizados de halón 1211/1301 .....	53
11.	Extintor de presurizado de químico seco .....	54
12.	Extintor de químico seco de cápsula o cartucho .....	55
13.	Extintor de químico seco con boquilla fija .....	56
14.	Extintor de polvo seco operado por cartucho .....	57
15.	Extintor de polvo seco con boquilla especial.....	58
16.	Extintor de químico húmedo con brazo aplicador .....	59
17.	Extintor de niebla de agua.....	60
18.	Área máxima que un extintor puede proteger dentro de un radio de 75 pies (22,9 m) .....	64
19.	Diagrama de posición de extintores para área máxima de 1045 m <sup>2</sup> ....	65
20.	Diagrama de posición de extintores para área máxima de 557,4 m <sup>2</sup> ...	66
21.	Equipo básico de protección personal.....	77
22.	Estructura de la espalda.....	81

23.	Cinta transportadora .....	83
24.	Peso teórico recomendado según zona de manipulación.....	85
25.	Agarre correcto de carga .....	86
26.	Agarre regular de carga .....	87
27.	Agarre malo de carga .....	87
28.	Colocación de los pies al levantar carga.....	88
29.	Postura correcta de levantamiento de carga .....	89
30.	Levantamiento de carga .....	90
31.	Efecto de carga sobre columna vertebral .....	91
32.	Señales de prohibición.....	101
33.	Señales de advertencia .....	102
34.	Señales de obligación.....	103
35.	Señales de salvamento.....	103
36.	Señales contra incendios.....	104
37.	Jefatura de Agregados, Concretos y Morteros .....	108
38.	Práctica en Sección de Agregados, Concretos y Morteros.....	109
39.	Cajas de flipones de ubicación descubiertas .....	112
40.	Lámpara fluorescentes ubicadas en área peatonal .....	112
41.	Olla para azufre .....	114
42.	Máquina para compresión .....	114
43.	Horno de concreto .....	115
44.	Máquina de compresión Rielhe .....	115
45.	Propuesta de extintores, ruta de evacuación y puntos de brigadistas oficinas primer nivel.....	122
46.	Propuesta de extintores, ruta de evacuación y puntos de brigadistas concretos y morteros primer nivel.....	122
47.	Propuesta de extintores, ruta de evacuación y puntos de brigadistas nave principal primer nivel .....	123

48.	Propuesta de extintores, ruta de evacuación y puntos de brigadistas laboratorio asfaltos primer nivel .....	123
49.	Propuesta de extintores, ruta de evacuación y puntos de brigadistas CICON segundo nivel .....	124
50.	Propuesta de extintores, ruta de evacuación y puntos de brigadistas investigación y sanitarios segundo nivel .....	124
51.	Propuesta de extintores, ruta de evacuación y puntos de brigadistas primer nivel .....	125
52.	Propuesta de equipo de protección para la cabeza .....	128
53.	Propuesta de calzado.....	129
54.	Equipo de señal de emergencia mayor .....	131
55.	Ubicación recomendada de señal de emergencia mayor.....	131
56.	Organización y funcionamiento de comité de emergencias (edificio Emilio Beltranena Matheu CII) .....	133
57.	Pasos a seguir por el comité en caso de evacuaciones mayores .....	134
58.	Puntos de reunión en caso de emergencia .....	138

## TABLAS

I.	Antecedentes del Centro de Investigaciones 1/2 .....	2
II.	Antecedentes del Centro de Investigaciones 2/2 .....	3
III.	Contenidos de documentos de difusión .....	16
IV.	Factores de condiciones inseguras.....	23
V.	Normativa reguladora de ruido en España.....	30
VI.	Iluminación recomendada en zonas de tareas.....	32
VII.	Tipos de contaminantes químicos.....	37
VIII.	Efectos derivados de la organización del trabajo .....	42
IX.	Tamaño y localización de extintores de incendio para riesgos de clase A .....	62

X.	Área máxima protegida por extintor .....	63
XI.	Tamaño de extintor y localización para riesgos clase B .....	67
XII.	Denominaciones de clase B .....	68
XIII.	Características de los extintores 1/4 .....	70
XIV.	Características de los extintores 2/4 .....	71
XV.	Características de los extintores 3/4 .....	72
XVI.	Características de los extintores 4/4 .....	73
XVII.	Fuerzas iniciales máximas de empuje con dos manos .....	95
XVIII.	Fuerzas sostenidas recomendadas empujando con dos manos .....	96
XIX.	Fuerzas iniciales recomendadas para jalar con dos manos .....	97
XX.	Fuerzas sostenidas recomendadas para jalar con dos manos .....	98
XXI.	Elementos de riesgo en Sección de Agregados, Concretos y Morteros.....	113
XXII.	Factores de riesgo ergonómicos.....	117
XXIII.	Propuesta de hoja de control para condiciones inseguras.....	148
XXIV.	Propuesta de hoja de control para accidentes.....	148
XXV.	Propuesta de hoja de control para mantenimiento preventivo de equipo .....	149

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>dB</b>	Decibelios
<b>FRi</b>	Fuerza inicial registrada en Newton
<b>FLi</b>	Fuerza límite inicial
<b>FLs</b>	Fuerza límite sostenida
<b>FRs</b>	Fuerza sostenida registrada en Newton
<b>Gal</b>	Galones
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>°F</b>	Grados Fahrenheit
<b>Hz</b>	Hercio, unidad de internacional de frecuencia
<b>IRi</b>	Índice de riesgo debido a la fuerza inicial
<b>LRs</b>	Índice de riesgo debido a la fuerza sostenida
<b>Kg</b>	Kilogramos
<b>Lb</b>	Libras
<b>L</b>	Litro
<b>Lux</b>	Medida de la luminancia
<b>m</b>	Metros
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros cuadrados
<b>min</b>	Minutos
<b>NTP</b>	Norma técnica de protección
<b>Pul</b>	Pulgada
<b>RD</b>	Real Decreto
<b>Seg</b>	Segundos
<b>IR</b>	Zona de riesgo



## GLOSARIO

<b>AFFF</b>	Aqueous film-forming foam.
<b>ANSI</b>	American National Standards Institute.
<b>Carga física</b>	Conjunto de requerimientos físicos y mentales a los cuales se somete el trabajador en su jornada laboral.
<b>Carga mental</b>	Actividad mental necesaria para el desarrollo del trabajo cotidiano.
<b>CEDSYD</b>	Centro de Estudios de Desarrollo Seguro y Desastres.
<b>CICON</b>	Centro de Información a la Construcción.
<b>CII</b>	Centro de Investigaciones de Ingeniería.
<b>COGUANOR</b>	Comisión Guatemalteca de Normas.
<b>CONCIUSAC</b>	Consejo Coordinador e Impulsor de la Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
<b>CONCYT</b>	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

<b>CONRED</b>	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres.
<b>DIGI</b>	Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
<b>Dinamómetro</b>	Instrumento utilizado para la medición de fuerzas u objetos pesados, se basa en la elongación de un resorte siguiendo la ley de elasticidad de Hooke en el rango de medición.
<b>Emergencia</b>	Es todo hecho, situación o circunstancia imprevista que altera un normal proceso de funcionamiento y puede dar como resultado un peligro para la vida humana o daños a la propiedad.
<b>EPI</b>	Equipo de Protección Individual.
<b>Evacuación</b>	Es la acción de desalojar una unidad, servicio o lugar, en que se ha declarado una emergencia.
<b>EWA</b>	Análisis ergonómico de lugar de trabajo.
<b>Factor de riesgo</b>	Elemento o conjunto de elementos que, presente en las condiciones laborales, es propenso a desencadenar eventos que ponen en detrimento la salud de los trabajadores.

<b>Fatiga</b>	Disminución de la capacidad física y mental de un individuo por la realización de una actividad durante un periodo excesivo de tiempo.
<b>FFFP</b>	Film-forming fluoroprotein foam concentrate.
<b>IEA</b>	Asociación Internacional de Ergonomía.
<b>IGSS</b>	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normalización.
<b>LAFIQ</b>	Laboratorio de Análisis Físicoquímicos.
<b>LEST</b>	Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo.
<b>LIEXVE</b>	Laboratorio de Investigación y Extractos Vegetales.
<b>Lugar de trabajo</b>	Áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder a razón de su trabajo.
<b>NFPA</b>	National Fire Protection Association.
<b>ONG</b>	Organización no gubernamentales.
<b>Puntos de reunión</b>	Lugar de refugio temporal al aire libre, que debe cumplir con las características de ofrecer seguridad para la vida de quienes lleguen a ese punto.

<b>Riesgo ambiental</b>	Es la probabilidad de que haya un daño a una comunidad o grupo de personas en un lugar específico, debido a amenazas netas del ambiente donde se encuentran ubicados.
<b>Riesgo laboral</b>	Todo aquello que puede causar daño en el ámbito laboral.
<b>Rutas de evacuación</b>	Camino expedito, señalizado, continuo y seguro que desde cualquier punto de la instalación, conduzca a la zona de seguridad.
<b>SINCYT</b>	Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.
<b>USAC</b>	Universidad de San Carlos de Guatemala.

## RESUMEN

El contenido del presente trabajo de graduación responde a la necesidad que ostenta la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, de continuar produciendo profesionales de calidad, razón por la cual se ha expandido el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) al edificio “Ingeniero Emilio Beltranena Matheu” ubicado dentro del campus central.

Previo la realización del traslado se tiene contemplado que las unidades a trasladarse a dichas instalaciones serán la Sección de Agregados, Concretos y Morteros, y asimismo la creación de un Laboratorio de Asfaltos, con el cual no se cuenta actualmente en el CII y también área administrativa.

El contenido propio de este documento responde a los posibles problemas con que regularmente tiende a enfrentarse diariamente, en lo que se refiere a salud y seguridad ocupacional. Se ha tomado en cuenta aspectos generales de seguridad, así como aspectos muy tácitos de cada una de ambas secciones, tomando en cuenta las necesidades actuales, así como también la proyección que cada uno de los directores de estas tienen para hacer del trabajo realizado día a día algo más seguro.

En el capítulo primero se enfoca en generalidades del Centro de Investigaciones de Ingeniería, en el capítulo segundo trata sobre generalidades de la seguridad industrial, entrando en temas como lo que son los accidentes, equipos de seguridad, y otros. En el capítulo tercero se profundiza en la situación actual tanto de las nuevas instalaciones, así como también de las secciones que se trasladarán dentro del inmueble, en el capítulo cuarto se hace

hincapié en las propuestas que pueden implementarse tanto para las secciones así como también para las instalaciones, por último el capítulo quinto contiene pasos que pueden ayudar a que el mantenimiento de este o cualquier programa de seguridad se lleve a cabo con éxito.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar un programa de seguridad industrial para que sea implementado en el edificio “Ingeniero Emilio Beltranena Matheu” del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **Específicos**

1. Diagnosticar necesidades de capacitación en seguridad industrial y ergonomía, tanto para el personal que labora en las instalaciones como con los estudiantes que realizan sus distintas actividades en el inmueble.
2. Definir las condiciones de la nueva estructura e idear las rutas adecuadas para posibles evacuaciones en caso de emergencia.
3. Preparar las bases para la futura implementación de un programa de seguridad en el nuevo inmueble del Centro de Investigaciones, por parte de las autoridades de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
4. Identificar las posibles situaciones de riesgo y evaluar las acciones de contingencia de las mismas.

5. Establecer los puntos clave de colocación de los brigadistas en caso de cualquier tipo de eventualidad, que amenace la integridad física de las personas que se encuentren en el interior del inmueble.
  
6. Integrar el sistema de seguridad, orden y limpieza a la propuesta del programa de seguridad para el Centro de Investigaciones de Ingeniería.

## INTRODUCCIÓN

El Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala fue creado originalmente para albergar en sus instalaciones los laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería, y de la Dirección General de Obras Públicas, esto en 1959, siendo este, el punto de partida para que en años siguientes se añadieran nuevos laboratorios al inmueble, entre los cuales se puede mencionar los laboratorios de Química y Microbiología Sanitaria y Análisis de Aguas de la Municipalidad de Guatemala, entre otros muchos que se encuentran en las instalaciones.

Actualmente el Centro de Investigaciones de Ingeniería presta sus servicios a entidades públicas y privadas, así como a personas individuales. Debido a estos cambios surgió la necesidad de nuevas instalaciones que permitan el trabajo de forma más cómoda y segura, conveniente para los nuevos retos. Para dichas instalaciones es necesaria la elaboración de un programa de seguridad industrial, que contenga las condiciones adecuadas para las funciones que se desarrollarán dentro de las estas.

La presente es una propuesta que busca crear un ambiente con condiciones seguras.



# **1. ANTECEDENTES GENERALES DEL CII**

## **1.1. Selección de estilos**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) remonta su creación al 27 de julio 1963, esto gracias al acuerdo del Consejo Superior Universitario de dicha fecha. Este se encuentra integrado por todos los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La base de su creación fue la unificación de los laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería y de la Dirección General de Obras Públicas en 1959. En la tabla 1 se detalla la línea histórica del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

## **1.2. Políticas del CII**

El Centro de Investigaciones de Ingeniería da seguimiento a lo establecido por la Universidad de San Carlos de Guatemala, en cuanto a apoyar el cumplimiento de las políticas de investigación, extensión y docencia como función primordial para la obtención de resultados positivos para el desarrollo del país, según está indicado en el Punto Segundo del Acta 48-91, de la sesión celebrada por el Consejo Superior Universitario con fecha 25 de octubre de 1991.

Son políticas fundamentales del Centro de Investigaciones de Ingeniería:

- Prestar servicios preferentemente a las entidades participantes del Centro y ofrecer los mismos a entidades y personas que, mediante

convenios específicos, deseen participar en sus actividades en forma cooperativa o bien utilizar los elementos del mismo en relación con sus problemas técnicos específicos.

Tabla I. **Antecedentes del Centro de Investigaciones 1/2**

Fecha	Evento
1959	Unificación de los laboratorios de Materiales de Construcción de la Facultad de Ingeniería y de la Dirección General de Obras Públicas.
1962	Adición del laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria
27 de julio 1963	Creación del Centro de Investigaciones de Ingeniería.
1965	Se incorporó al CII, el Laboratorio de Análisis de Aguas de la Municipalidad de Guatemala
1967	Se incorporaron los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química, que pasó a formar parte de la Facultad de Ingeniería como Escuela de Ingeniería Química, y posteriormente los laboratorios de Mecánica e Ingeniería Eléctrica, al formarse las respectivas escuelas.
1977	Se establecieron las unidades de Investigación en Fuentes no Convencionales de Energía y Tecnología de Construcción de la Vivienda.
1978	Fue creado el Centro de Información para la Construcción (CICON), el cual se encuentra adscrito al CII.
1980	La Facultad de Arquitectura y la Unidad de Tecnología de la Construcción de Vivienda para organizar el Programa de Tecnología para los Asentamientos Humanos, aúnan esfuerzos para generar múltiples relaciones nacionales e internacionales.

Fuente: *Centro de Investigaciones de Ingeniería*. <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consulta: marzo de 2014.

Tabla II. **Antecedentes del Centro de Investigaciones 2/2**

<b>Fecha</b>	<b>Evento</b>
1997	Se adhirió al CII la Planta Piloto de Extracción Destilación.
1999	Se incrementó notablemente la participación del CII en los Programas de Investigación que se encuentran vigentes en el país, así como la vinculación internacional.
2006	Se funda la Sección de Sección de Eco-materiales.
2009	Se funda la Sección de Gestión de la Calidad.
2010	Se funda la Planta Piloto de Extracción de Biodiesel adherida al Laboratorio de Investigación de Extractos Vegetales (LIEXVE)
2011	Se funda la Sección de Tecnología de la Madera y Sección de Topografía y Catastro

Fuente: *Centro de Investigaciones de Ingeniería*. <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consulta: marzo de 2014.

- Fomentar y contribuir al desarrollo de la investigación científica como instrumento para la resolución de problemas de diferentes campos de la ingeniería, especialmente los que atañen a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país y que están orientadas a dar respuesta a los problemas nacionales.
- Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos, mediante programas de docencia práctica y el adiestramiento y la promoción en la realización de trabajos de graduación, en sus laboratorios y áreas técnicas.
- Propiciar el acercamiento y colaboración con otras entidades que realizan actividades afines, dentro y fuera de la República de Guatemala.

- Para el cumplimiento de esas políticas, el Centro de Investigaciones como parte de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ha establecido relaciones muy fuertes con el Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda y con la Municipalidad de Guatemala. Estas tres entidades son a las que van dirigidos preferentemente los servicios.

Se tiene una relación de prestación de servicios también con otras instituciones estatales y municipales del país, comités de comunidades de escasos recursos, organizaciones no gubernamentales (ONG), sector privado de la construcción y otras industrias, así como en el público en general que solicite los servicios del Centro. Existe vinculación con organismos regionales, instituciones de investigación y normalización y con organizaciones técnico-científicas a nivel mundial.

Con propósitos del cumplimiento del Programa de Investigación, se ha establecido una relación directa con el Consejo Coordinador e Impulsor de la Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CONCIUSAC), cuyo ejecutor es la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (DIGI), y con el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINCYT), el cual es ejecutado por la Secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT). Miembros del equipo de trabajo del Centro de Investigaciones de Ingeniería participan en las actividades de estas dos instituciones.

Los programas de docencia se ejecutan mediante prácticas de laboratorio, con apoyo a diferentes escuelas de la Facultad de Ingeniería y otras facultades y la promoción en la realización de trabajos de graduación, tanto para

estudiantes de los niveles de pregrado como para estudiantes de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria.

### **1.3. Objetivos del CII**

Fomentar y contribuir al desarrollo de la investigación científica como un instrumento para la resolución de problemas de diversos campos de la ingeniería, especialmente los que interesan a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país y que están orientados a dar respuestas a los problemas nacionales.

Prestar sus servicios preferentemente a las entidades participantes del CII, y ofrecer los mismos, a entidades y personas que mediante convenios específicos deseen participar en las actividades del Centro, en forma cooperativa, o bien utilizar sus recursos en la resolución de sus problemas técnicos específicos.

Colaborar en la formación profesional de ingenieros y técnicos mediante programas de docencia práctica y adiestramiento, y la promoción de realización de trabajos de graduación en sus laboratorios y unidades técnicas.

### **1.4. Funciones del CII**

Fomentar y contribuir a la realización de estudios e investigaciones en diferentes áreas de ingeniería, en especial aquellos que interesan a la evaluación y mejor utilización de los recursos del país, y que estén orientados a dar respuestas a los problemas nacionales.

Realizar programas docentes en áreas de su competencia para colaborar en la formación de profesionales y técnicos y promover la realización de trabajos de graduación en sus laboratorios.

Colaborar en el adiestramiento de técnicos de laboratorio y en la formación de operarios calificados, especialmente en los campos de la construcción y la ingeniería sanitaria, así como colaborar con los servicios de extensión universitaria.

Realizar análisis y ensayos de comprobación de calidad de materiales y productos de diversa índole, en áreas de su competencia.

Realizar inspecciones, evaluaciones y prestar servicios de asesoría y técnica y consultoría en materia de su competencia.

Actualizar, procesar y divulgar la información técnica y documental en las materias afines, en especial en el campo de la tecnología de los asentamientos humanos.

Realizar todas aquellas funciones afines propias de su naturaleza y compatibles con sus objetivos.

Para la ejecución de las actividades del Centro, se cuenta con las siguientes secciones:

- Concretos y Agregados
- Metales y Productos Manufacturados
- Gestión Industrial
- Mecánica de Suelos

- Química Industrial
  - Laboratorio de Análisis Físicoquímicos (LAFIQ)
  - Laboratorio de Investigación y Extractos Vegetales (LIEXVE)
    - Planta Piloto de Extracción de Aceites Esenciales (Biodiesel)
- Química y Microbiología Sanitaria
- Metrología
- Estructuras
- Centro de Información a la Construcción (CICON)
- Gestión de Calidad
- Tecnología de la Madera
- Sección de Eco-materiales
- Topografía y Catastro
- Laboratorio de Asfaltos
- Programa de Seguridad Industrial

### **1.5. Estructura organizacional del CII**

El CII posee una estructura organizacional basada en aspectos internos como lo son: el Consejo Superior Universitario, Decanato de la Facultad de Ingeniería y Rectoría, así como también entidades externas entre las cuales se puede mencionar al Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda, EMPAGUA, Dirección General de Caminos.

En el organigrama del CII se pueden apreciar a detalle las secciones con que actualmente cuenta, así como también se incluyen secciones que están en proceso de creación, como lo es el laboratorio de Asfaltos, el cual tendrá su espacio físico dentro del edificio “Ingeniero Emilio Beltranena Matheu”.

También se toma como parte de la estructura organizacional los convenios internacionales, debido a que son compromisos adquiridos con entidades que apuestan por la excelencia académica.

### **1.5.1. Organigrama del CII**

El Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería tiene como principal superior jerárquico al decano de la Facultad de Ingeniería, quien a su vez se rige por el Rector de la Universidad de San Carlos de Guatemala, quien es precedido por el Consejo Superior Universitario. En la figura 1 se detalla el organigrama del Centro de Investigaciones de Ingeniería.

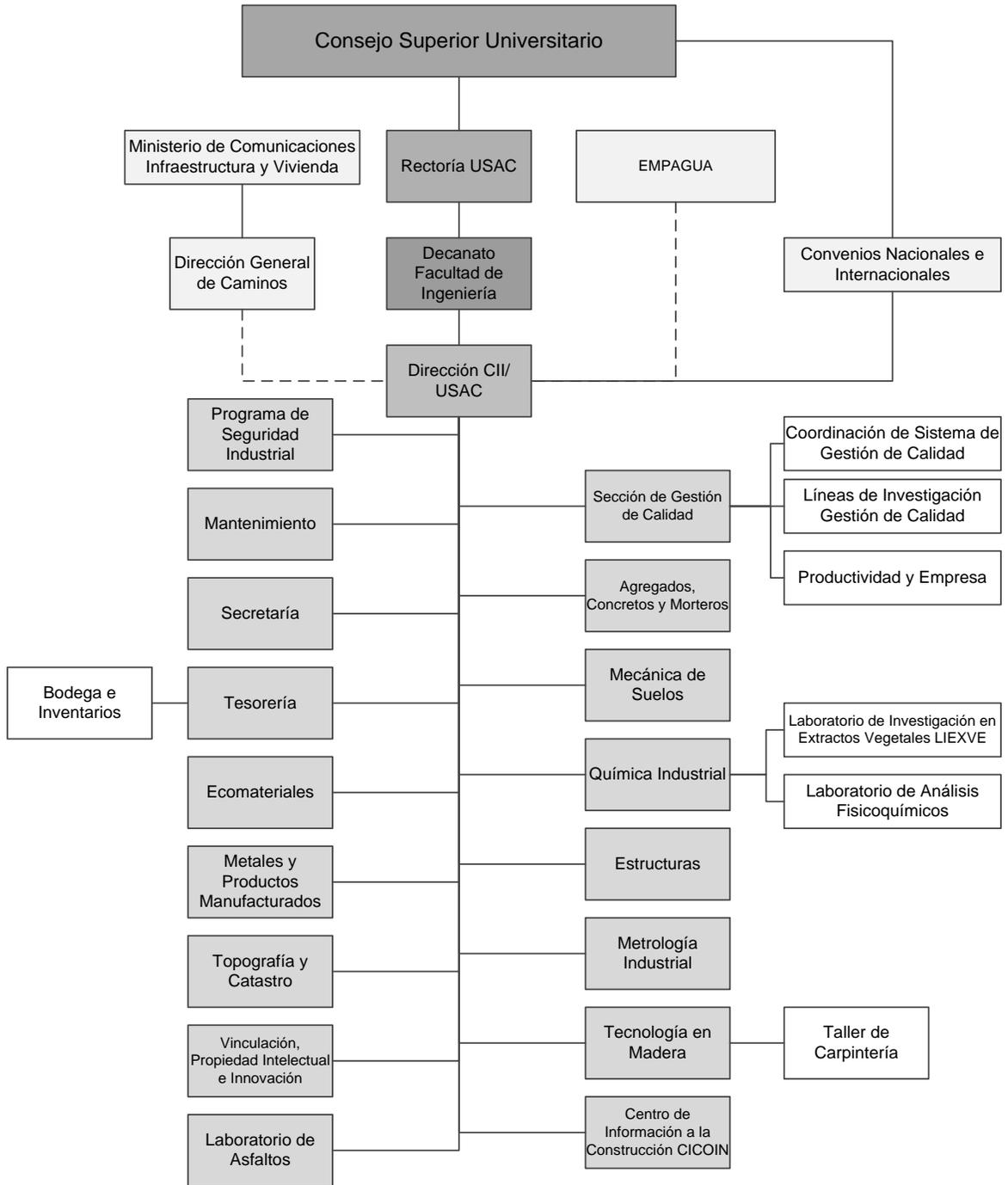
### **1.5.2. Área de investigación**

El CII posee líneas de investigación establecidas en los Programas de Investigación del Sistema Universitario, así como a las establecidas en las Comisiones Sectoriales e intersectorial del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

Dicho lo anterior es importante recalcar, que la estructura se encuentra abierta para la realización de todo tipo de investigaciones que no se encuentren contempladas en las líneas antes mencionadas, estas investigaciones pueden tener financiamiento de organismos nacionales o extranjeros.

El financiamiento de los proyectos de investigación ejecutados en el CII, proviene del Sistema Universitario de Investigación, del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología y de los establecidos con organizaciones nacionales e internacionales. Es importante recalcar que la Universidad no asigna fondos específicos para investigación en el CII.

Figura 1. Organigrama del CII



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

### **1.5.3. Área de Servicio**

El área de servicio del CII proyecta toda su actividad en los sectores productivos del país, no importando si el estatus de estos es de estatales o privados. El CII cuenta con subáreas, las cuales atienden a los diferentes usuarios con el fin de cumplir sus expectativas de investigación.

#### **1.5.3.1. Subárea de Construcción**

En esta subárea se realizan las pruebas y control de calidad de materiales de construcción, así como de sistemas constructivos. Está formada por las secciones siguientes:

- Agregados, Concretos y Morteros
- Metales y Productos Manufacturados
- Estructuras
- Aglomerantes y Morteros
- Mecánica de Suelos
- Asfaltos

Entre los ensayos que se realizan en la subárea de Construcción se pueden mencionar:

- Análisis químicos
- Pruebas físicas
- Pruebas mecánicas

Estos ensayos son realizados en distintos materiales, entre los que se pueden mencionar: metales (barras y láminas), maderas, productos

manufacturados (bloques, tubos, adoquines, ladrillos, baldosas, cajas, lazos, válvulas, telas e hilos, tapaderas, hules, marchamos, recipientes, y otros), agregados para concreto (diseño de mezclas, control de fundiciones y establecimiento de programas de control de calidad, ensayos en concreto fresco y endurecido, ensayos especiales y no destructivos y evaluaciones estructurales), morteros, cales y cementos. También se puede mencionar algunos análisis de pinturas, resinas y metales; sin dejar de mencionar la realización de calibraciones de maquinaria y equipo afín a la subárea.

Entre los ensayos más importantes que se realizan en la subárea sobresaltan los siguientes:

- Ensayos en elementos estructurales (vigas, losas, muros, elementos prefabricados, postes, paneles, sistemas de techos, ensayos de anclajes). Pruebas de carga de estructuras. Análisis de modelos estructurales.
- Ensayos de suelos para cimentaciones y para carreteras. Exceptuando los ensayos de compresión triaxial en rocas.

La subárea de construcción realiza estudios relacionados con el desarrollo de nuevos materiales y con las mejoras en materiales ya existentes. También lleva a cabo estudios y evaluaciones sobre técnicas constructivas y de sistemas de construcción enfocados especialmente en el campo de la vivienda, realiza una colaboración a la normalización en el campo de la construcción.

Figura 2. **Máquina universal tinius olsen**



Fuente: Laboratorio de Agregados, Concretos y Morteros, T-5, Facultad de Ingeniería.

### **1.5.3.2. Subárea de Ingeniería Sanitaria**

Dedicada al control de calidad de agua que consume toda la ciudad de Guatemala, la subárea de Ingeniería Sanitaria se coloca como una de las más importantes, gracias al aporte que dá a la salubridad de la ciudad capital.

Esta subárea se encuentra conformada por la sección de Química y Microbiología Sanitaria, contando con un laboratorio el cual con base en las políticas del CII participa en la formación de profesionales de ingeniería, propiciando de esta manera que los estudiantes puedan contar con informes de análisis físicos, químico sanitarios y exámenes bacteriológicos cuando estos sean necesarios en la presentación de trabajos de graduación o ejercicio profesional supervisado.

El laboratorio de la subárea Ingeniería Sanitaria cuenta como base legal la norma COGUANOR. Entre los análisis que se llevan a cabo en la subárea de Ingeniería Sanitaria se pueden mencionar los siguientes:

- Análisis de aguas para servicio doméstico, aguas servidas para usos industriales, y otros.
- Análisis de aguas para utilización en la construcción.
- Análisis sobre contaminación de cuerpos de agua.

#### **1.5.3.3. Subárea de Metrología Industrial**

En la subárea de Metrología Industrial está destinada a brindar los servicios de calibración de instrumentos eléctricos y de ensayos a equipos de potencia.

Otra función que tiene es impartir el laboratorio de Instrumentación Eléctrica a estudiantes de la Escuela de Mecánica Eléctrica, y brinda apoyo a la investigación a través del asesoramiento de trabajos de graduación de estudiantes de Ingeniería Eléctrica.

#### **1.5.3.4. Subárea de Química**

El objetivo principal de la subárea de Química es el control de calidad de substancias, que forman parte de las materias primas utilizadas en la industria guatemalteca. Esta subárea está conformada por la sección de Química Industrial.

Esta subárea desarrolla actividades de docencia, mediante el apoyo a la realización de trabajos de graduación. Así como actividades de desarrollo a través de cursos, seminarios y talleres temáticos relacionados al área representada.

Es importante mencionar que se realiza de forma constante ciertas actividades de carácter social, entre la que se puede mencionar proyectos de calibración de esfigmomanómetros en hospitales nacionales como el San Juan de Dios.

Entre los servicios que brinda esta subárea, se pueden mencionar los siguientes:

- Análisis de metales, calizas, suelos, pinturas, puzolanas, cementos, aceites, asfaltos, agregados para concreto, ácidos grado industrial, aceros, tuberías de diferentes materiales, solventes, carbón mineral y vegetal, yeso, sosa cáustica, sulfatos de aluminio, arena para filtros, hipoclorito de calcio y otros.
- Servicios a la industria a través de diversos análisis (descritos en el punto anterior).

- Capacitación docente en la que estudiantes pueden hacer sus prácticas y como alternativa en un futuro puedan trabajar en el laboratorio.
- Investigación y desarrollo de procesos y productos en la planta piloto de extracción y destilación.

#### **1.5.3.5. Documentación y difusión**

Esta sección proporciona los servicios que como su nombre indica de documentar y difundir lo referente a eventos, en especial para el sector de la construcción y asentamientos humanos, teniendo cierto énfasis en aspectos tecnológicos. Entre las actividades que se le pueden atribuir a esta unidad están:

- Cobertura de eventos relacionados a las secciones que forman parte del CII.
- Recopilación de información de los eventos (fotografías, captación, transcripción y asistencia en edición). Incluyendo la asistencia interna y externa al CII.

Entre los documentos editados para divulgación se pueden mencionar: carpetas, trifoliales, boletín informativo del CII, revista y arancel. Realizando tirajes alrededor de cuatro veces al año, dependiendo del movimiento de cada documento.

El contenido de cada uno de los antes mencionados se resume en la tabla 2.

### 1.5.3.6. Otras subáreas de Ingeniería

Al hacer mención de estas subáreas se hace referencia a los servicios docentes prestados en las áreas de Ingeniería Civil, Mecánica, Eléctrica, Química, Sanitaria e Industrial. Esto por medio de laboratorios de orientación predominantemente docente.

Tabla III. **Contenidos de documentos de difusión**

<b>Documentos editados para divulgación</b>	<b>Contenidos</b>
Carpeta	La carpeta del CII es una esencia de ¿Quiénes son los del centro y lo que hacen? En esta se documenta las áreas de trabajo, políticas y objetivos del laboratorio como parte de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Ésta va dirigida a personalidades como directores, empresas, instituciones, etc.
Trifoliar	Es un resumen de la Carpeta y está dirigido al público en general.
Boletín Informativo del CII	Contiene información acerca de las actividades que realizan constantemente los integrantes del centro (ensayos, nuevos proyectos, actividades internas como conferencias, etc.); consta de cuatro partes o secciones: editorial, artículo central, notas y más y artículo de contraportada.
Revista	Es una recopilación científica que contiene artículos relacionados exclusivamente con proyectos de investigación, tesis realizadas en el CII y por profesionales que laboran en él.
Arancel	Es la reproducción del mismo, estando este vigente desde febrero de 2004.

Fuente: *Centro de Investigaciones de Ingeniería*. <http://cii.ingenieria.usac.edu.gt/>. Consulta: marzo de 2013.

## **2. GENERALIDADES DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL**

### **2.1. Seguridad industrial como filosofía**

La seguridad industrial significa más que una situación de seguridad física, un ambiente idóneo de trabajo o reducción de costos, es más bien una filosofía de vida en el marco de la actividad laboral.

En el mundo actual se cuenta con muchos recursos (mobiliario, maquinaria, software, vehículos, y otros), pero es necesario estar conscientes que el recurso más importante es el recurso humano. Por lo tanto se debe cuidar que este recurso cuente con el ambiente apropiado para que la productividad aumente.

La organización científica del trabajo se encarga de la medición del rendimiento de los trabajadores, revisando tiempos, aportando incentivos por productividad y castigando la ineficiencia. En Guatemala es muy común escuchar que hay frecuencia de accidentes en empresas de manufactura, y lastimosamente se toma como parte del proceso productivo, se debe recordar que la seguridad industrial debe formar parte fundamental en los procesos productivos, porque estos son realizados por personal que al finalizar cada jornada regresan a sus hogares con sus respectivas familias, quienes dependen directamente de su productividad.

Un accidente puede causar que un trabajador sea suspendido por un breve periodo hasta la invalidez total que causa una muerte profesional. Lo cual conlleva convertir al trabajador en una carga para el núcleo familiar, y por ende

improductivo para la sociedad, afectando psicológicamente a un grupo de personas, sin mencionar el efecto que esto tiene entre los compañeros de labores, quienes al apreciar el trato que reciba el afectado se hacen una idea de la forma de reacción de la empresa a las situaciones de seguridad, si la empresa reacciona reacia a una solución del problema los trabajadores lo perciben y empieza a sentir temor y deslealtad hacia la misma, generando mala calidad en el producto final. Pero si percibe apoyo e implementación de cambios esto genera confianza.

Lo más conveniente es evitar cualquier accidente, implementando medidas de seguridad, revisando constantemente las posibles condiciones inseguras, capacitando al personal para que reaccione lo más seguro posible ante una emergencia. En otras palabras convertir la seguridad industrial en una filosofía de vida diaria en las empresas.

### **2.1.1. Un buen plan de seguridad industrial**

Busca cumplir las normas vigentes, asegurar que las condiciones de infraestructura le permitan a los trabajadores el acceder a servicios de higiene primordiales y médicos esenciales. Básicamente mejorar las condiciones laborales.

Debe tener como objetivo principal la reducción de accidentes, para lo cual se basa en la dotación de equipos de protección personal y capacitaciones constantes a los trabajadores, para así inculcar en ellos hábitos de de seguridad, haciéndoles ver que el plan es por beneficio de ellos tanto como del empleador.

### **2.1.2. Herramientas de la seguridad industrial**

Se puede decir que estas ayudan a facilitar la comprensión de las condiciones de riesgo que existen en el sitio de análisis. La buena utilización de estas le proporciona al analista, la eficiencia necesaria para detectar las situaciones de peligro en que se encuentran los trabajadores de las áreas estudiadas.

Entre estas se puede mencionar el método de evaluación de riesgos LEST que consiste en una guía de observación de uso relativamente simple y rápido, el objetivo del mismo es permitir recoger algunos datos de la forma más objetiva posible, sobre los elementos de las condiciones de un puesto de trabajo, todo esto para establecer un diagnóstico y recomendaciones del mismo.

Otra herramienta que se puede mencionar es el método EWA (Ergonomic Workplace Analysis), este permite obtener una perspectiva de la situación de un puesto de trabajo, concentrándose en diseñar tareas y puestos seguros, saludables y productivos, basándose en la fisiología del trabajo, biomecánica ocupacional, la higiene industrial y los modelos socio técnicos de la organización del trabajo.

## **2.2. Actos inseguros**

Un acto inseguro se define como el incumplimiento de procedimientos de seguridad establecidos en las empresas, por parte de los trabajadores. A continuación se muestran unos ejemplos de los mismos.

- Operar equipo sin autorización.
- Utilizar montacargas a velocidad excesiva.

- Desactivación de dispositivos de seguridad en maquinaria.
- Utilización de equipo defectuoso con previo conocimiento de su estado.
- Utilización de equipo incorrecto para alguna tarea específica.
- No utilización de equipo de protección ante ciertos trabajos.
- Obstrucción de salidas de emergencia.
- Posturas incorrectas en el levantamiento de cargas.
- Realización de mantenimiento de equipo mientras este se encuentra en uso.
- Realización de tareas laborales bajo efectos de alcohol o drogas.

Dados los ejemplos anteriores se puede decir que un trabajador, en su mayoría es responsable por los accidentes que pueden ocurrir dentro de las instalaciones, pero también es necesario tener en cuenta que dichos actos reflejan una mala gestión administrativa. Se dice mala debido a que muchas veces la misma, no da un seguimiento a eventos o malas prácticas que suceden dentro de las instalaciones, no se toman medidas para elaborar un plan de contingencia de emergencias, o bien el simple hecho de dar una debida inducción al personal nuevo que se integra a un puesto de trabajo.

Otro factor que es muy representativo es la ausencia de equipo de protección personal, ya que existen empresas que debido a la falta de recursos realizan una inversión inicial en este rubro, más sin embargo, al estar este defectuoso por el uso, ya no se compra equipo nuevo y esto no es impedimento para seguir la labor ya que se debe sacar la producción del día a tiempo.

Existe también la contraparte, empresas que se esmeran mucho en el tema de Seguridad e higiene industrial, pero la falta de uso de razón por parte de los trabajadores hace que toda capacitación con respecto al tema llegue a oídos sordos. Como ejemplo del caso se puede mencionar un evento acaecido

en un restaurante de comida rápida en la zona 10 capitalina, en donde dos trabajadores que se dedican a entregas a domicilio en su tiempo libre realizaron proezas con los vehículos de entrega, poniendo en peligro la vida de uno de estos al caerle el vehículo sobre su persona. Es importante mencionar que la empresa para la que esta persona labora, se enfoca en eficiencia y seguridad en sus trabajadores, pero la ausencia de uso de razón en este provocó un acto inseguro, que puso en riesgo su vida y la de los pilotos de vehículos que transitan cerca.

Dicho lo anterior es importante hacer un breve análisis de qué motiva a las personas a realizar lo que ellos denominan proezas, y lo que en este documento se denominará como acto inseguro. El origen de los actos inseguros proviene de dos factores principales:

- Los factores personales
- Los factores del trabajo

Los factores personales brindan casi siempre la respuesta a la pregunta de ¿porqué los actos sucedieron?, esta respuesta viene dada por tres razones principales:

- Carestía de conocimientos necesarios para la realización correcta de las actividades de trabajo.
- Carestía de capacidades o aptitudes físicas y psicológicas requeridas en las tareas o roles que desempeña el trabajador. Por ejemplo un problema de visión puede derivar en una amputación de un miembro en una máquina cortadora.
- Falta de motivación que impulse llevar a cabo las actividades de forma correcta.

Los factores de trabajo se producen por la falta de interés por parte de las empresas en el ámbito de la regulación de normas, con fines de evitar cualquier evento desafortunado que derive en un accidente. Entre estas pueden destacar:

- Inadecuadas normas de trabajo o falta de actualización de las establecidas.
- Adquisición de equipos y materiales sin la debida asesoría por parte de expertos en el área de salud ocupacional.
- Ausencia total de programas de mantenimiento de equipos y maquinaria utilizada en la planta.
- Falta de voluntad de reemplazo de equipo gastado y defectuoso.

Para dar solución a las causas básicas que derivan en actos inseguros, la organización debe plantearse alternativas a largo plazo, para que las mejoras se reflejen en una disminución de actos inseguros y por ende en accidentes que llevan consigo un costo, tanto para la organización como para el trabajador implicado.

### **2.3. Condiciones inseguras**

Las condiciones inseguras representan cualquier situación de peligro en el centro de labores, estas pueden estar presentes en el ambiente, maquinarias, instalaciones o equipos.

Al hablar de condiciones inseguras siempre existe un porqué de estas, a lo cual a continuación se analizará en base a factores comunes dentro de la industria.

Tabla IV. **Factores de condiciones inseguras**

Deficiente gestión de ingeniería.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respecto a factores ergonómicos.</li> <li>• Criterios de diseños inadecuados</li> </ul>
Dirección o supervisión inadecuada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mala identificación de peligros.</li> <li>• Inadecuada transmisión de normas.</li> <li>• Inhibición en practicar normas.</li> </ul>
Inadecuadas compras y su control.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malas especificaciones.</li> <li>• Problemas por artículos defectuosos.</li> </ul>
Mantenimiento deficiente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausencia de mantenimiento preventivo.</li> <li>• Reparaciones deficientes.</li> </ul>
Herramientas y equipos inapropiados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pobre valoración de peligros.</li> <li>• Inadecuadas ergonómicamente.</li> <li>• Especificaciones inadecuadas.</li> </ul>
Criterios de trabajo inadecuados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En desarrollo.</li> <li>• En comunicación.</li> <li>• En el mantenimiento.</li> </ul>
Desgaste y uso anormal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca vigilancia en el servicio.</li> <li>• Inspección o mantenimiento impropios</li> <li>• Usos distintos a los previstos consentidos o no consentidos por la supervisión.</li> </ul>

Fuente: *Factores de riesgo derivados de las condiciones de trabajo. www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171586.pdf*. Consulta: junio de 2013.

## 2.4. Riesgos industriales

Se puede definir a un riesgo industrial como cualquier evento que puede desarrollar una serie de acontecimientos, que desembocan en daños a una planta de producción, daños al personal que labora en esta o a una población que se encuentre en las cercanías de la misma, así como también daña el medio ambiente que se encuentra alrededor.

El riesgo industrial se compone de dos elementos fundamentales, la frecuencia con la cual ocurre un acontecimiento y la gravedad de las consecuencias del mismo.

El control de riesgo industrial es un factor fundamental para cualquier programa de seguridad industrial, ya que esto puede llegar a ahorrar grandes cantidades de dinero que se pierden debido a daños materiales, del medio ambiente y litigios legales por daños a trabajadores.

Para minimizar el riesgo industrial es necesario que los trabajadores de la planta tengan bien definidos los atributos y riesgos de cada puesto, para lo cual es importante la constante capacitación y seguimiento con la finalidad de reducir el riesgo industrial.

#### **2.4.1. Factores de riesgo estructurales**

Al hablar de factores de riesgo estructural se hace referencia a las estructuras de los lugares de trabajo. Estos deben minimizarse o bien llevarse a cero, buscando siempre mantener la integridad física de los trabajadores lo más segura posible.

Estos factores de riesgo son responsabilidad netamente del contratante, dicho de otra forma este debe de cumplir con las disposiciones mínimas establecidas en la ley de CONRED, en cuanto a sus condiciones constructivas, de orden, de limpieza y mantenimiento. Incluyendo esto todo tipo de señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos, así como material y locales de primeros auxilios.

Se debe tomar en cuenta cualquier tipo de situación de peligro para determinar un buen espacio y minimizar los factores de riesgo, facilitando el control de las situaciones de emergencia. Posibilitar salidas de emergencia, y

que los lugares de trabajo cumplan con los requisitos establecidos para las atribuciones de cada puesto en específico.

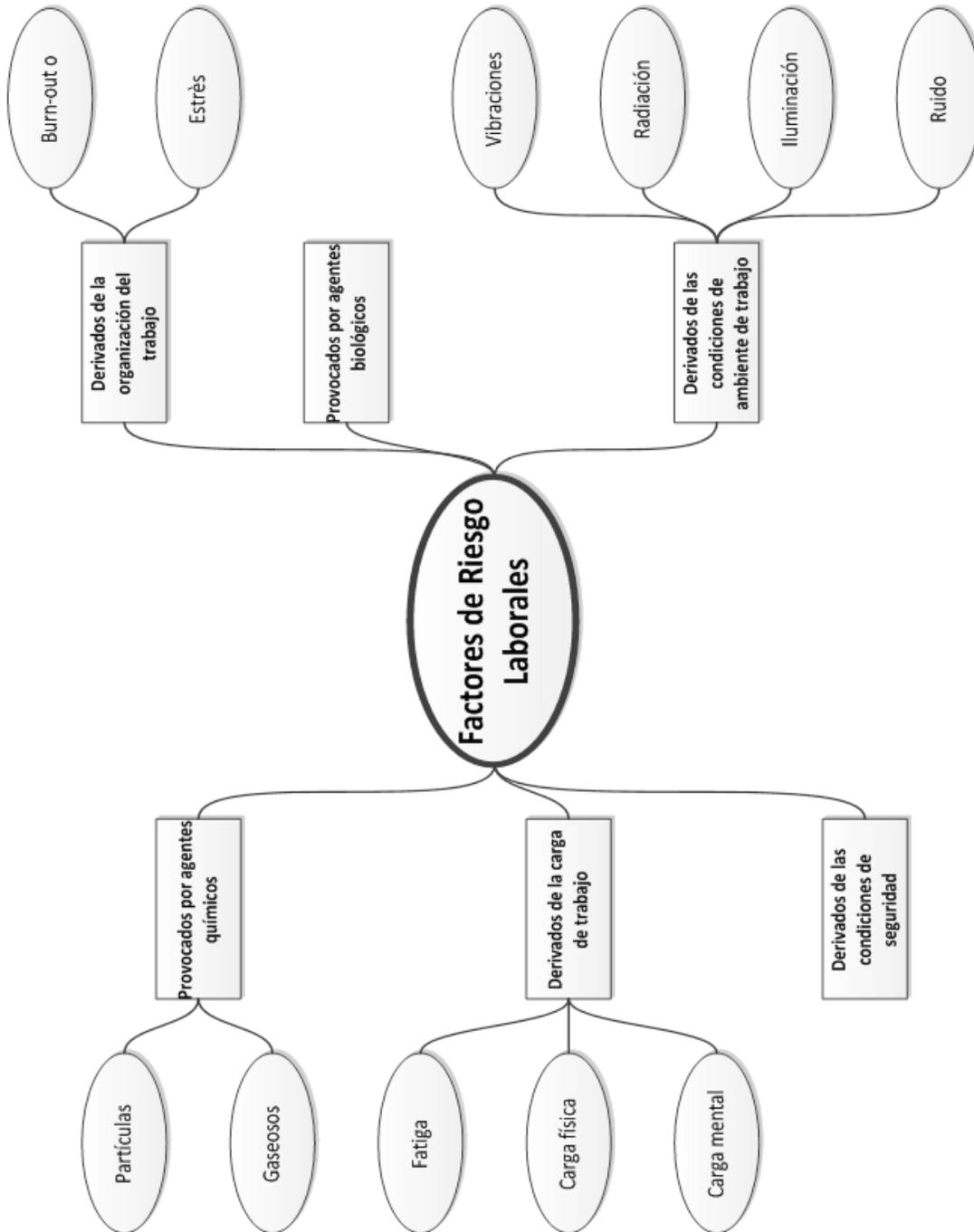
#### **2.4.2. Factores de riesgo laborales**

Se puede decir que los factores de riesgo laborales son las condiciones en las cuales existe peligro, daño o riesgo para los trabajadores, y de no ser tomadas medidas para eliminarlos, generan como consecuencia accidentes laborales y enfermedades profesionales. Los factores de riesgo más comunes se pueden apreciar en la figura 3.

Con base en los factores de riesgo mostrados en la figura 3 se presenta el siguiente resumen:

- Derivados de las condiciones de seguridad: en este rango entran los servicios higiénicos y locales de descanso, así como también locales de primeros auxilios y comedores. La temperatura recomendada para lugares donde se realizan trabajos con el mínimo de movimientos, como por ejemplo oficinas, o cualquier actividad similar es de entre 17 y 27 °C. Para lugares donde se realizan actividades ligeras es recomendable un rango de entre 14 y 25 °C. Es importante mencionar también el factor humedad ya que esta afecta a los trabajadores, se recomienda que este comprendida entre el 30 y el 70 % a excepción de lugares con riesgo de electricidad estática en donde el límite inferior deba ser de 50 %.
- Derivados de la carga de trabajo: al hablar de la carga de trabajo se definirá como el conjunto de requerimientos físicos y mentales a los que se ve sometido el trabajo a lo largo de su jornada laboral. De estos factores los más propensos a afectar a los trabajadores son:

Figura 3. Diagrama de factores de riesgo laboral



Fuente: elaboración propia.

- Carga física: se puede decir que es el conjunto de requerimientos físicos a los cuales se ven sometidas las personas a lo largo de las jornadas laborales, estos pueden ser variables con base en las actividades de las mismas. En este rubro es bueno mencionar la manipulación de cargas, que de forma mal empleada puede causar problemas lumbares a los trabajadores, generando así incluso hernias discales que derivan en una tercera edad difícil para los trabajadores.

Toda actividad que genere un esfuerzo físico tiende a producir un aumento de cansancio y agotamiento muscular. También hay que tomar en cuenta las posturas diarias del trabajo, las cuales de no corregirse al iniciar actividades en los puestos de trabajo, contribuyen a la aparición de cansancio, así como improductividad por parte del mismo y enfermedades profesionales a largo plazo para los trabajadores.

- Carga mental: se refiere al resultado de trabajo extenuante que implique gran actividad mental, regularmente este tipo de cansancio viene en puestos de gerencia, en donde las presiones son mayores y hay menor actividad física.

Existen factores que inciden en una mayor carga mental, siendo estos la cantidad y la forma en que se recibe información para una tarea en específico, se puede tener como ejemplo el caso de un desarrollador web que ha sido contratado para la elaboración de un sistema que permita un eficiente manejo de inventario, pero al iniciar el trabajo se percata que carece de la información necesaria, y la empresa contratante se vuelve renuente a

asignarle a una persona que tome los requerimientos, mientras la misma le pide que el proyecto sea finalizado en la fecha. Este es solo un ejemplo de lo que puede afectar la forma de recibir la información.

Otro factor a tomar en cuenta es el tiempo de entrega que tiene el trabajador, el cual genera una presión por la finalización del proyecto en el tiempo estipulado, a lo cual desde el inicio se debe tomar en cuenta todos y cada uno de los posibles eventos que puedan atrasar el mismo y presentar una adecuada programación.

Y por último la capacidad del trabajador para el desarrollo del trabajo, este factor es fundamental, hay que establecer que como seres humanos, todos los habitantes del globo terráqueo tienden a aprender a hacer de forma correcta las cosas, pero cuando una persona carece del conocimiento necesario para realizar una tarea y en el periodo de acoplamiento, se genera una carga mental alta, esta debido a que se le están solicitando resultados por un lado y por otro existe una curva de aprendizaje que conlleva a un retraso en la actividad a entregar.

Al conjugar los tres factores mencionados o bien teniendo cada uno por separado se puede llegar a padecer la carga mental, lo cual trae como consecuencia la fatiga. Entre los síntomas de la fatiga se puede mencionar los siguientes: depresión, falta de energía, falta de deseo de realizar actividades laborales, insomnio, y otros.

- Derivados de las condiciones del ambiente de trabajo: estos factores de riesgo representan a los cuales se ven afectados directamente por el ambiente donde se realizan las actividades laborales, estos influyen directamente con el resultado de las mismas ya que afectan directamente a los trabajadores. Entre los factores más importantes se encuentran los siguientes:
  - Ruido: se puede definir el ruido como todo sonido molesto, no deseado, inútil y peligroso para la salud de cualquier persona. Este cuenta con dos características muy particulares el nivel y la frecuencia, estando el primero relacionado a la presión y la segunda a los sonidos graves o agudos. España cuenta con ciertos decretos para situaciones de seguridad industrial, el Decreto RD 286/2006 hace énfasis en todo lo referente al ruido.

Para determinar los valores límites de exposición que dan lugar a una acción por parte de los empresarios, se determina con base en el documento RD 286/2006 sobre la protección de la salud y la seguridad contra los riesgos relacionados a la exposición al ruido. A continuación se presentan los valores:

- Valores límite de exposición  $L_{Aeq,d} = 87$  dB (A) y  $L_{pico} = 140$  dB (C) respectivamente.
- Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción  $L_{Aeq,d} = 85$  dB (A) y  $L_{pico} = 137$  dB (C) respectivamente.
- Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción  $L_{Aeq,d} = 80$  dB (A) y  $L_{pico} = 135$  dB (C) respectivamente.

En la tabla IV se muestra la norma reguladora de ruido en España que podría ser utilizada en Guatemala.

Tabla V. **Normativa reguladora de ruido en España**

<b>Acciones preventivas</b>	<b>Valores mínimos de exposición</b>	<b>Valores máximos de exposición</b>	<b>Valores límites de exposición</b>
Programa para eliminar ruido		Obligatorio para el empresario	Obligatorio para el empresario
Reducción inmediata del ruido		Obligatorio para el empresario, y debe informar a los representantes de los trabajadores	Obligatorio para el empresario, y debe informar a los representantes de los trabajadores
Evaluación de la exposición al ruido	Cada tres años	Anual	Anual
Protecciones auditivas individuales	A disposición de los trabajadores, de forma voluntaria pueden usarlas	Obligatorio para todos los trabajadores	Obligatorio para todos los trabajadores
Formación e información de los trabajadores	El empresario está obligado a facilitarla	El empresario está obligado a facilitarla	El empresario está obligado a facilitarla
Señalización de zonas de exposición			Obligatorio
Control médico	Mínimo cada cinco años	Mínimo cada tres años	Obligatorio

Fuente: *Factores de riesgo derivados de las condiciones de trabajo*. [www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171586.pdf](http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171586.pdf). Consulta: junio de 2013.

- Iluminación: la iluminación es un factor ambiental de suma importancia, ya que favorece al buen clima laboral, y afecta directamente el resultado del trabajo realizado, así como a los

trabajadores que realizan el mismo. Existen ciertos aspectos a tomar en cuenta para proceder a realizar una correcta iluminación de un lugar de trabajo, entre los cuales se mencionan:

- Riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad en el área de trabajo.
- Todo tipo de exigencias de carácter visual que afecte directamente las tareas desarrolladas.

Entre las consecuencias derivadas de una mala iluminación la que más huella deja es la fatiga visual, la cual con el pasar del tiempo crea un empeoramiento de la visión, aunque esto es reversible cuando se detecta y se acondiciona el ambiente a tiempo, de lo contrario surge en los trabajadores una ceguera progresiva con el pasar del tiempo. Entre los factores que provocan la fatiga visual están:

- Iluminación deficiente en los puntos de trabajo.
- Reflejos de pantalla de computadoras o celulares.
- Falta de nitidez en caracteres de pantallas.
- Efectos de contrastes fuertes en las retinas oculares.
- Falta de calidad en la presentación de la información en pantallas de trabajo.
- Mala disposición de las luces.
- Deslumbramientos directos tanto por luz solar como artificial.
- Utilización de sistemas de luz que perjudiquen los contrastes.

Existen ciertas condiciones para generar un confort visual adecuado, dichas condiciones se presentan en la tabla siguiente para las diferentes zonas de ejecución de tareas.

Tabla VI. **Iluminación recomendada en zonas de tareas**

<b>Zona de ejecución de tareas con:</b>	<b>Nivel mínimo de iluminación (lux)</b>
Bajas exigencias visuales	100
Exigencias visuales moderadas	200
Exigencias visuales altas	500
Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional (pasillos)	25
Vías habituales de circulación	50

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo Real Decreto 486/1997*. España. p. 13.

- Temperatura: la temperatura es una de las condiciones laborales que más impacta en el rendimiento laboral, ya que la misma genera improductividad a causa de somnolencia, lo que deriva en falta de atención a las tareas cotidianas, siendo esto último causante de peligro cuando se trabaja con maquinaria como cortadoras. Según el RD 486/1997 que es un decreto que busca tener una buena seguridad ocupacional en España, se recomienda que en todo lugar donde se realicen trabajos sedentarios, por ejemplo oficinas se recomienda una temperatura oscilante entre 17 y 27 °C, mientras tanto en trabajos que incluyan manejo de herramientas de baja potencia en trabajo de banco y trabajos ligeros se recomienda una temperatura entre 14 y 25 °C.

Cuando los trabajos se realicen al aire libre y en locales de trabajo, que por la actividad no se pueda dejar cerrado, se deberán tomar medidas para que los trabajadores puedan guarecerse de la mejor manera contra las inclemencias del tiempo.

Lo dicho anteriormente se debe aplicar a todo tipo de oficinas, talleres, pasillos, escaleras, servicios sanitarios, locales de descanso, locales de primeros auxilios, comedores y cualquier local en el cual el personal haga uso con motivo de labores.

Es importante remarcar que una exposición prolongada al frío genera cierto tipo de alteraciones, entre las cuales se padecen temblores y alteraciones graves que en casos extremos llegan a hipotermia. Mientras que al contrario una gran exposición al calor dá lugar a pérdidas de líquidos, lo que conlleva a casos de pérdidas de conocimiento, mareos, vértigos y trastornos circulatorios y cardiacos.

Se debe hacer conciencia a los trabajadores que se pongan la ropa acorde a sus actividades, para así evitar eventos desafortunados tanto para ellos como para los patronos.

- Radiaciones: al hablar de radiación se hace referencia a un elemento relativamente nuevo en la industria. La contaminación por radiación consiste en la propagación de energía en forma de ondas electromagnéticas a través de un vacío o de un medio material. Entre los ejemplos más palpables de esto son los rayos X. El cuerpo humano se resiente según el grado de exposición a

las radiaciones ionizantes las cuales pueden causar efectos negativos:

- A corto plazo pueden producir quemaduras o vómitos.
- A largo plazo pueden producir cáncer, abortos o alteraciones genéticas.

Las radiaciones no ionizantes son las producidas por radiaciones ultravioleta o los rayos láser, y las producidas por los microondas o los rayos infrarrojos. Según la frecuencia de estos se pueden producir efectos como: conjuntivitis, quemaduras, lesiones de retina y cataratas.

Se deben tomar medidas de protección en lo referente a la exposición de cualquier tipo de radiación, a continuación se presenta un breve listado que puede servir de guía para este fin.

- Elaboración de estructura adecuada para las actividades que se encuentren directamente asociadas a radiación.
  - Realización de controles periódicos de los lugares expuestos para evitar contaminación por residuos.
  - Señalizar claramente los lugares que se encuentran expuestos a este tipo de radiación.
  - Utilización del EPI adecuado.
- Vibraciones: al hablar de vibraciones, se hace referencia al factor de riesgo que está ligado a la maquinaria industrial, y el movimiento que emana de estas al momento de encontrarse en uso. Existen dos tipos de vibraciones, la primera es la mano-

brazo, que se refiere a cualquier tipo de vibración transmitida al sistema mano-brazo, la cual deriva en problemas vasculares, de huesos o de articulaciones y de nervios o musculares.

La segunda es el tipo cuerpo, las cuales se transmiten al cuerpo entero, estas pueden ser de carácter mecánico, que, al ser recibidas las vibraciones por el cuerpo entero, conlleva riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores en específico generando lumbalgias y lesiones de la columna vertebral.

Dichos los efectos que causan las vibraciones al trabajador se recomienda tomar ciertas medidas preventivas, entre las cuales se pueden mencionar:

- Evitar al máximo posible la utilización de herramientas vibratorias, o en su defecto comprar equipo que minimice el impacto mano-brazo.
  - Vigilar constantemente el estado de la maquinaria a utilizar, y dar el respectivo mantenimiento de estas al detectar cualquier fallo en las mismas.
  - Realizar pausas constantes en el ejercicio de trabajo, esto para evitar que las vibraciones intermitentes produzcan lesiones con más facilidad.
  - Realizar revisiones médicas a los trabajadores con cierta constancia para saber cuál es su estado y así poder evitar lesiones.
- 
- Derivados por agentes químicos: el término agente químico con base en el documento Real Decreto 347/2001 es todo elemento o compuesto

químico que por sí solo o mezclado, tal como se presenta en estado natural, o siendo producido, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencional y se haya comercializado o no.

Estos agentes químicos en su mayoría contaminan por medio de las vías respiratorias, de forma cutánea y vías digestivas. Entre las formas que se pueden diferenciar los agentes químicos están:

- Contaminantes gaseosos: los cuales como su nombre lo indica son gases a temperaturas y presiones normales, entre los que se pueden encontrar vapores de sustancias líquidas.
- Polvo: se definirá como residuos de procesos de moliendas y desgaste por rozamiento.
- Humos: estos son partículas sólidas que se encuentran suspendidas en el aire y son producidas por la condensación de vapores, un ejemplo palpable de esto son los producidos por algunos metales u otras sustancias a temperaturas elevadas y residuos de soldaduras eléctricas.
- Neblinas: estas son gotas suspendidas que se generan debido a la condensación de gases que pasan a líquidos.
- Líquidos: estos son todos los elementos que se utilizan en la industria de forma líquida, por ejemplo cloro u otros agentes.

Los efectos de estos agentes se hacen visibles al pasar el tiempo y su gravedad depende de la exposición que se tenga a ellos, es importante tener en cuenta que existe un enlace inversamente proporcional con relación a contacto y concentración, esto último se refiere a que a mayor cantidad de concentración de agentes químicos, el tiempo que tarda en afectar la integridad física de la persona que entra en contacto con este se reduce de forma alarmante.

A continuación se presenta una tabla de los tipos de contaminantes químicos según la Norma NTP 108.

Tabla VII. **Tipos de contaminantes químicos**

<b>Tipos</b>	<b>Efectos</b>	<b>Ejemplo</b>
Anestésicos	Sedantes	
Asfixiantes	Impiden llegada de oxígeno a los tejidos	Tareas de decapado en una fábrica de muebles.
Cancerígenos	Producen cáncer	Tareas realizadas por personal de hospitales.
Corrosivos	Destrucción de tejidos	Personal de laboratorio que tiene contacto con ácido sulfúrico.
Irritantes	Irritación de piel y tejido mucoso	Personas que laboran con ácido clorhídrico.
Neumoconióticos	Alteraciones pulmonares	Resultado de trabajo en una carpintería
Sensibilizantes	Asma, alergias	Tareas de panadería, producido al manipular la levadura de pan.

Fuente: elaboración propia, según criterios toxicológicos generales para los contaminantes químicos NTP 108.

Entre las posibles medidas a tomar en caso de cualquier tipo de contaminación por agentes químicos, es importante tomar en cuenta las siguientes.

- Reducir lo más posible la cantidad de contaminantes, para lo cual es necesario siempre actualizar los procedimientos, enfocando en la búsqueda de mejorarlos, minimizando así el daño a los trabajadores.
- Reducir el número de trabajadores que se encuentren expuestos a dichos contaminantes.
- Minimizar el tiempo de exposición del personal a los agentes químicos.
- Utilización de sistemas adecuados de extracción, basados en las características del tipo de trabajo a realizar.
- Utilización de EPI.
- Mantener el lugar de trabajo extremadamente limpio, buscando así reducir cualquier tipo de sedimento que pueda quedar de los agentes químicos.
- Adecuada inducción a los trabajadores sobre los riesgos que representa el trabajo con los agentes, esto para que se cree un ambiente de conciencia laboral.

- Rotación de trabajadores, minimizando así el contacto de un solo individuo al agente y reduciendo el efecto del mismo.
- Derivados por agentes biológicos: en los medios laborales uno de los factores de riesgo más dañinos es el que se deriva de agentes biológicos. Según el documento RD 664/1994 se define a los agentes biológicos a todo microorganismo, con inclusión de los que han sido genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.

En el mismo documento define a un microorganismo como toda entidad microbiológica, celular o no, capaz de reproducirse o de transferir material genético, así también al mismo tiempo define a un cultivo celular como el resultado del crecimiento *in vitro* de células obtenidas de organismos multicelulares.

Todas las definiciones dichas anteriormente se resumen como que los contaminantes biológicos son seres vivos que, al ingresar al sistema humano, tienden a ocasionar enfermedades de tipo infeccioso o parasitario. A continuación se presenta una breve clasificación de los agentes biológicos según su grado de probabilidad de afección.

- Agente biológico del grupo uno. Son los tipos de agentes que resultan poco probables que afecten al sistema inmunológico humano.
- Agente biológico del grupo dos. En este grupo entran todos aquellos que causan enfermedades y pueden suponer un peligro latente para los trabajadores, siendo el riesgo de propagación

bastante bajo y existiendo generalmente, un tratamiento eficaz para la curación de la infección resultante.

- Agente biológico del grupo tres. Aquí entran todos los agentes que pueden causar una enfermedad grave, y que el riesgo de propagación es bastante alto entre la población, esto último aunque se cuente con un tratamiento eficaz para contener la enfermedad.
- Agente biológico del grupo cuatro. Son todos aquellos que causan una enfermedad muy grave al sistema humano, y las probabilidades de propagación son altas, a esto se le añade que no existe un tratamiento eficaz para contener al agente.

Este tipo de riesgo es generalmente en lugares como hospitales, laboratorios y otros. Que están en contacto directo con agentes biológicos. Según el Real Decreto 664/1997 existen varias formas de prevenir cualquier tipo de riesgo en lo referente a los agentes biológicos, a continuación se hace mención de un resumen que contiene los más elementales.

- Utilización de sistemas de extracción.
- Buscar sustituir los productos peligrosos por alternativas menos dañinas.
- Rotación de los trabajadores.
- Aislar todo tipo de operaciones peligrosas en áreas netamente de trabajo y debidamente señalada.
- Limpiar el lugar de trabajo constantemente y de forma concienzuda.

- Impartir las charlas adecuadas acerca de los peligros a todos los trabajadores de las áreas de peligro.
  - Utilización de EPI adecuado por parte de los trabajadores.
  - Realización de chequeos médicos constantes y de jornadas de vacunación.
- Derivados de la organización del trabajo: cada vez es más frecuente el hecho que las personas sufran de ciertas secuelas al estar enfocadas solamente al trabajo, diversos estudios revelan cada vez más que el número de quejas de trabajadores va en aumento constante por errores organizativos, esto origina problemas de carácter físico y psicológico, estos claro esta son originados en el trabajo y se encuentran en la gran mayoría de empresas del mercado.

Estos factores son producidos por una deficiente organización del trabajo, tanto en estructura y cultura empresarial. Entre los factores que afectan a los trabajadores se mencionan los siguientes:

- Turnos de trabajo
- Ritmo fuerte de trabajo
- Tipo de mando en el sitio de trabajo
- Estatus social del trabajador
- Relaciones interpersonales dentro del sitio de trabajo
- Carencia de la estabilidad en el trabajo
- Nivel de automatización de la compañía
- Comunicación con jefes

Estos factores traen consigo dos tipos de efectos, uno para los trabajadores y otro para la empresa, a continuación se muestra un cuadro con el resumen de los mismos.

Tabla VIII. **Efectos derivados de la organización del trabajo**

<b>Efectos sobre la empresa</b>	<b>Efectos sobre los trabajadores</b>
Descenso de la productividad Absentismo laboral Pérdida de interés	Depresión Insomnio Fatiga Dolor de cabeza Estrés

Fuente: *Factores de riesgo derivadas de las condiciones de trabajo*. [www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171586.pdf](http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171586.pdf). Consulta: junio de 2013.

Como todos los factores de riesgo, estos también pueden prevenirse, para lo cual se presente el siguiente listado de medidas preventivas.

- Cambiar de turno de trabajo con frecuencia.
- Favorecer siempre la comunicación entre mandos intermedios y los trabajadores de base.
- Favorecer siempre el crecimiento personal dentro del ambiente laboral, en otras palabras promocionar a los trabajadores que por su esfuerzo lo valgan.
- Tratar de minimizar las cargas de trabajo ejecutando una efectiva planificación.
- Verificar siempre los atributos para cada puesto de trabajo y definir bien a quien se debe cada uno de los mismos.

De este factor de riesgo se derivan dos efectos que son importantes para hacerles mención, uno de ellos es el estrés y el otro es el síndrome de Burnout.

El estrés es la respuesta fisiológica y de comportamiento de un individuo, que busca adaptarse y acondicionarse a presiones que afectan de forma interna y externa. Cuando los niveles de estrés son elevados se refleja en el organismo, apareciendo enfermedades y anomalías que impiden el normal desarrollo y funcionamiento del cuerpo humano, lo cual puede desencadenar problemas serios a largo plazo en la salud del individuo.

Como se mencionó anteriormente, el estrés puede derivar muchos males en el organismo, entre los cuales resaltan:

- Hipertensión arterial
- Gastritis y úlceras en el estómago y el intestino
- Disminución de la función renal
- Problemas de sueño
- Agotamiento
- Alteraciones del apetito
- Depresión o ansiedad
- Dolores de cabeza
- Insomnio
- Sarpullidos

El otro efecto que se deriva de este es el síndrome de *burnout* o quemado, el cual es un tipo de estrés prolongado y motivado por la sensación que produce la realización de esfuerzos que no se ven compensados personalmente. Ligado directamente con el crecimiento

personal, este se suele dar en trabajos sociales que implican el trato directo con personas, lo cual genera una gran carga de exigencias emocionales en la relación interpersonal. Un ejemplo de estos puede ser el ámbito de sanidad.

Entre los efectos del *burnout* se pueden mencionar: el insomnio, dolor de cabeza, manchas en la piel, trastornos respiratorios, variaciones de peso y trastornos circulatorios.

## **2.5. Accidentes**

El término accidente hace referencia a todo suceso que es provocado por una acción de carácter violento o repentino, generalmente esta es ocasionada por un agente externo involuntario, y puede o no dar lugar a una lesión corporal.

Este término alberga diferentes formas de incurrir en uno, los cuales son condicionados por múltiples fenómenos imprevisibles e incontrolables.

Y por tanto pueden suceder en casa, la calle, la oficina, plantas de producción, al manejar, y otros. Debido al contenido del documento se hará énfasis en todos los que pueden ocurrir dentro del parámetro de instalaciones laborales. En edificios en los cuales hay laboratorios, maquinaria o equipo peligroso, uno de los factores por los cuales suceden estos, es la falta de equipo de protección, claro toda vez exista este, el factor principal es la reticencia de las personas a utilizar el mismo.

## **2.6. Equipo de seguridad industrial**

El equipo de seguridad industrial engloba todo aquel accesorio, que es utilizado por los trabajadores dentro de instalaciones con posibles condiciones inseguras, o bien para ciertas actividades que pueden causar algún tipo de accidente por carecer del mismo.

### **2.6.1. Extintores**

La selección del extintor debe hacerse según la clase de riesgo al cual se está expuesto, la decisión depende de un cuidadoso análisis de las ventajas y desventajas de cada uno de los tipos distintos de extintores que existen.

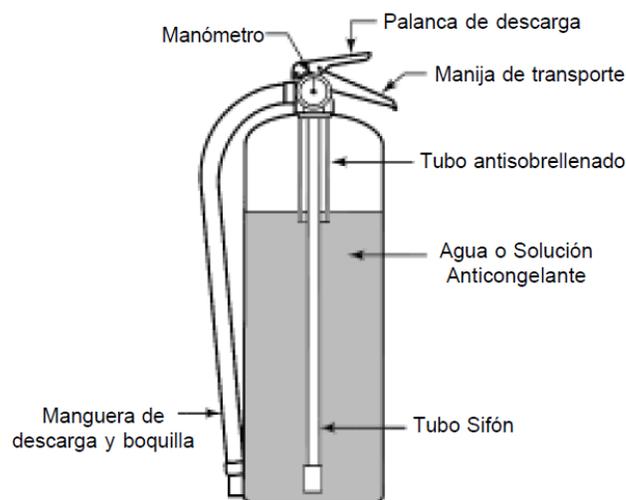
Los extintores se pueden encontrar en muchos tamaños y tipos, desde los muy pequeños que son recomendados llevarlos en los vehículos, hasta los grandes que suelen transportarse por medio de una carreta con ruedas. El contenido de estos puede variar de entre uno a cincuenta kilogramos del agente extintor. Al hablar del agente extintor se puede hacer mención de varios tipos de extintores:

- Extintores de agua: entre estos tipos de extintores se encuentran los cargados con agua, los cargados de anticongelante, los cargados de agente húmedo y los de chorro cargado. Este tipo de extintor es muy funcional en fuegos de clase A, o en otras palabras fuegos de materiales sólidos, siendo estos: madera, cartón, goma, papel y algunos tipos de plástico. Para su óptimo funcionamiento se debe dirigirse el chorro a la base de las llamas, y luego de la extinción de estas debe dirigirse a todo tipo de superficies ardientes o incandescentes.

- Extintor de agua a presión: estos se encuentran disponibles en una capacidad de 9,46 L con la clasificación de 2-A, este tipo de extintores no se puede colocar a temperaturas menores de 4 °C ya que el agente utilizado para estos es agua dulce. De este tipo se fabrica una versión con un agente anticongelante que es comúnmente utilizado en lugares donde las temperaturas son menores a los 40 ° C bajo cero.

Este tipo de extintores posee un peso de 14 Kg aproximadamente y el alcance de su chorro es de 10,7 m a 12,2 m de forma horizontal. El tiempo de descarga de este tipo de extintor es de 55 segundos. Al igual que los siguientes tipos de extintor, la gran mayoría de fabricantes usan un perno de anillo como seguro, el cual debe retirarse previo a poder activar el extintor.

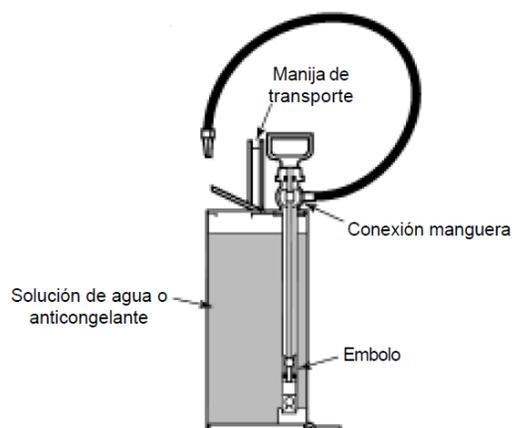
Figura 4. **Extintor de agua a presión**



Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 47.

- Chorro cargado: este tipo de extintor cuenta con una capacidad entre 3,8 a 9,46 L. El agente que se utiliza para este tipo de extintores es una solución de sal metal alcalina que no se congela hasta temperaturas menores a 40 °C bajo cero.
- Tanque y bomba: estos extintores se hacen con la capacidad de entre 5,7 a 19 L siendo el tipo más común el de 9,46 L. Este tipo de extintor se puede llenar de agua corriente o de cargas anticongelantes recomendadas por el fabricante. Es importante mencionar que aditivos como la sal común o cualquier otro elemento anticongelante puede corroer el extintor, o dañar componentes de la bomba y por consiguiente afectar la eficiencia de este. Existen modelos elaborados con armazones de cobre que no son tan corrosibles y son recomendables de usar juntamente con agentes anticongelantes.

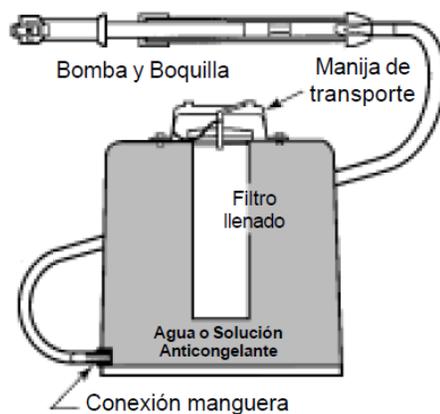
Figura 5. **Extintor de tanque y bomba**



Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 47.

- Tanque de espalda: este tipo es utilizado frecuentemente en incendios de malezas y arbustos en exteriores. Cuenta con una capacidad de 19 L y un peso de 23 Kg aproximadamente cuando se encuentra lleno. El agente común utilizado para este es agua corriente, aunque como se hace mención en los anteriores dependiendo del clima también se puede utilizar agentes anticongelantes, humectantes y otros elaborados especialmente a base de agua.

Figura 6. **Extintor de espalda con bomba**



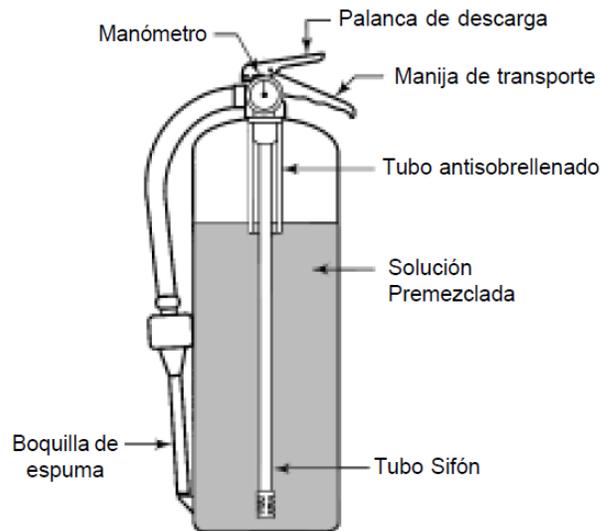
Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 47.

El tanque de este puede estar construido de fibra de vidrio, acero inoxidable, galvanizado o bronce. Este dispositivo se encuentra diseñado para ser utilizado en la espalda, ya que es para la sofocación de fuegos al aire libre, la abertura de este dispositivo es grande para una recarga rápida, al igual que el filtro de salida es ajustado para evitar el ingreso de material extraño que pueda

obstruir la bomba. La descarga de este extintor ocurre cuando el operador mueve el pistón de atrás para adelante. El diseño permite una exitosa recarga en fuentes de agua cercana como estanques, arroyos, lagos o ríos.

- Extintores de espuma formadores de película: este tipo de extintores actúan por medio de enfriamiento y sofocación, ya que la espuma genera una capa continua de material acuoso que ocupa el lugar del aire impidiendo así el escape de vapor, teniendo como fin la detención de la combustión. Estos extintores son comúnmente utilizados en fuegos de tipo A y B, siendo los últimos los relacionados a agentes líquidos como el petróleo, gasolina, pintura y otros de la misma línea. La forma de obtener un excelente resultado con este tipo de extintores, es descargar el contenido justo arriba de la superficie incendiada, para así permitir la propagación natural del agente sobre el líquido incendiado.
  - AFFF y FFFP: estos extintores están disponibles generalmente en modelos portátiles de 6 L y 9,46 L, así como en modelos sobre ruedas, estos últimos cuentan con una capacidad líquida de 125 L. El agente utilizado para esto es una solución de surfactante formador de película en agua al momento de la descarga. Para los incendios de clase A, esta solución tiene el papel de refrigerante para reducir la temperatura hasta por debajo del grado de ignición. Mientras que para incendios de clase B, la misma actúa como una barrera que excluye el aire u oxígeno de la superficie del combustible. Estos extintores se pueden utilizar solamente en lugares donde no se encuentren sujetos a congelación, esto debido a que el agente se congela, de este tipo de extintores se puede ver un ejemplo en la figura 7.

Figura 7. **Extintor de presión almacenada de líquido AFFF o FFFP**



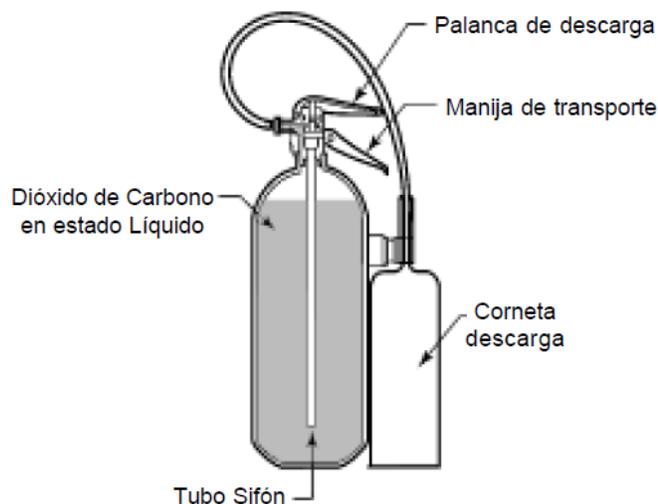
Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 49.

- Extintores de dióxido de carbono: este tipo de extintores están diseñados para la protección de áreas que contienen riesgos de fuego clase B y clase C, siendo estos últimos los que comprometen conexiones eléctricas. Estos extintores poseen un alcance limitado, debido a que se ven afectados por corrientes de aire y viento, a lo cual es necesario aplicar inicialmente la carga cerca del fuego a la base de las llamas. Este agente no es adecuado para incendios de combustibles presurizados o grasas de cocina.

La forma de actuar de este agente es que diluye la atmósfera circundante con un gas inerte, a manera que los niveles de oxígeno se mantienen por debajo del porcentaje requerido para una combustión. Dada su forma de actuar es peligroso su uso en espacio cerrado, ya que puede causar pérdida de conocimiento por deficiencia de oxígeno.

Los modelos más pequeños de estos extintores se encuentran en presentaciones de 0,91 a 2,3 Kg, los modelos manuales se encuentran en el rango de 1,1 a 9,1 Kg, mientras que los modelos más grandes se pueden encontrar en carros sobre ruedas y cuentan con una capacidad de 23 a 45 Kg. El tiempo de descarga para los extintores portátiles varía de 8 a 30 segundos, dependiendo del tamaño. El alcance de estos es de 1 a 2,4 m.

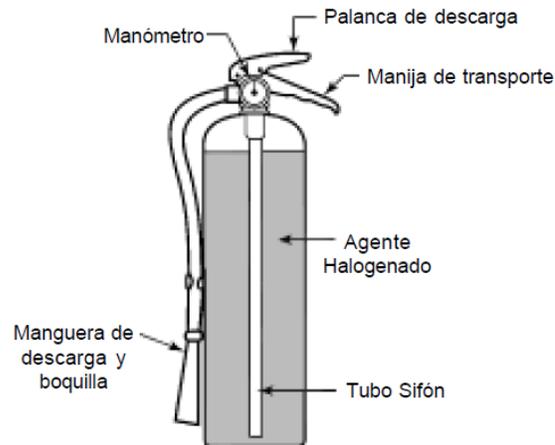
Figura 8. **Extintor de dióxido de carbono 1**



Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 50.

- Extintores de agente halogenado: estos extintores incluyen los tipos de halón y de halocarbonos, se utilizan para fuegos clase B y C. Se debe tener cuidado al utilizar estos extintores en espacios sin la adecuada ventilación, como por ejemplo cuartos pequeños o armarios cerrados, debido a que los gases producidos por la descomposición térmica pueden ser nocivos para el ser humano.

Figura 9. **Extintor de halón 1211 y de agentes halogenados**

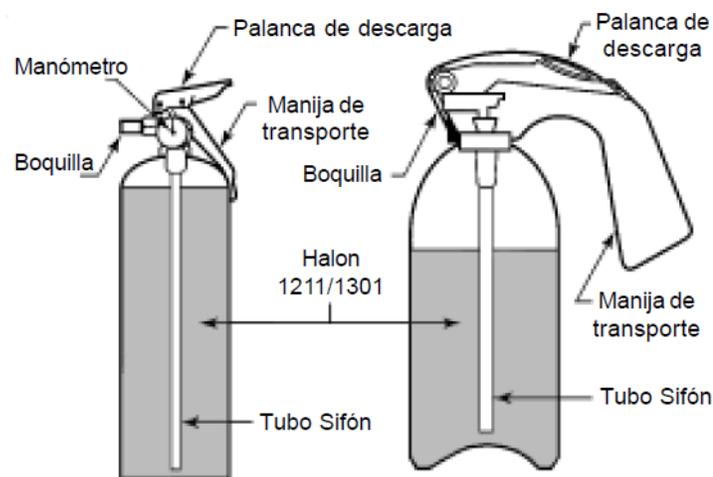


Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 50.

- De bromoclorodifluorometano- halón 1211: este tipo de extintores se encuentran disponibles en presentaciones que oscilan entre 0,91 a 10 Kg, también existen modelos sobre ruedas que cuentan con una capacidad de 68 Kg. En este tipo de extintores el agente se mantiene bajo presión en estado líquido y es autoexpelente, se agrega una carga de reposición para asegurar una correcta operación. La forma de función de este tipo de extintor consiste en que al activarse, la presión de vapor hace que el agente se expanda, de manera que la descarga en sí consista en una mezcla de gotas líquidas y vapor. Este cuenta con un alcance de 2,7 a 4,6 m y posee la ventaja que no se ve afectada por el viento, como es el caso del de dióxido de carbono.
- De bromoclorodifluorometano y mezclas de bromotrifluorometano – halón 1211 y halón 1301: estos extintores cuentan con una mezcla de agente halogenado que se mantiene bajo presión de

forma líquida, y al igual que el anterior es auto-expelente. Comúnmente se encuentran en capacidades de 0,45 a 9 Kg. La forma en que funcionan estos extintores radica en que al activarlos, la presión del vapor causa una expansión del agente, lo cual hace que la descarga sea en forma de gas o niebla. El alcance de estos extintores se encuentra en el rango de entre 0,9 a 5,5 m.

Figura 10. **Extintores presurizados de halón 1211/1301**



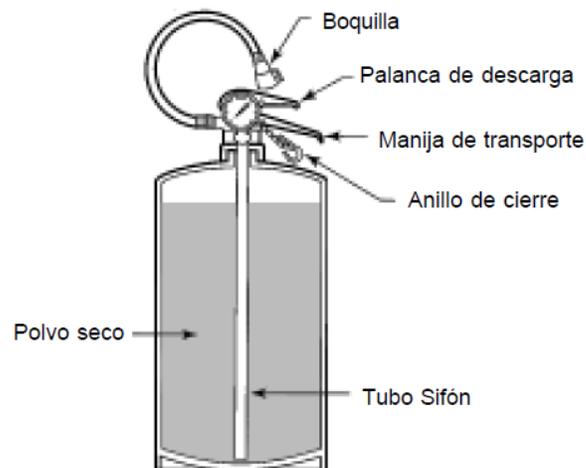
Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 51.

- Extintores de químico seco: existen varios tipos de extintores de este tipo, por ejemplo los que cuentan con el agente de: bicarbonato de sodio, bicarbonato de potasio y bicarbonato de potasio de base urea. Estos son utilizados regularmente en fuegos de clase B y C. Los extintores a base de fosfato de amoníaco multiuso, son para fuegos de clase A, B y C. Los extintores de este tipo en su mayoría son presurizados y se encuentran

en capacidades de 0,5 a 14 Kg para extintores manuales, y de 57 a 113,5 Kg para extintores sobre ruedas.

El rango de descarga puede variar entre 1,5 a 9,2 m, pero también se puede anexar una boquilla de largo alcance. Este tipo de boquillas son muy utilizadas en incendios de gases o líquidos presurizados, o al existir un ambiente con vientos muy por encima de lo normal. Es importante mencionar que todos los agentes químicos secos se pueden utilizar de forma simultánea con agua.

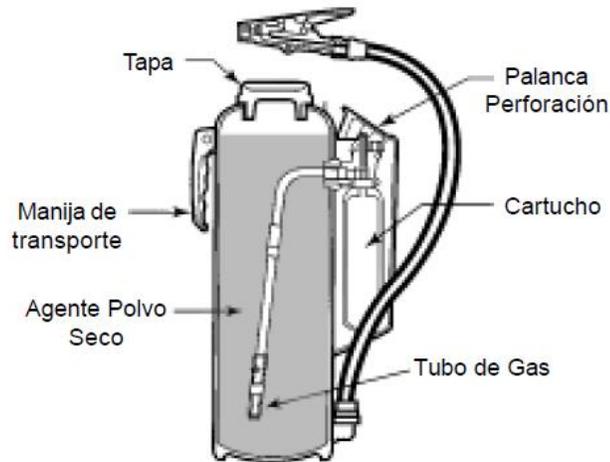
Figura 11. **Extintor de presurizado de químico seco**



Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 51

Estos extintores tienen un riesgo al ser utilizados en equipo eléctrico, debido a que en combinación con ambientes húmedos, se crea una ruta que disminuye la protección del aislamiento.

Figura 12. **Extintor de químico seco de cápsula o cartucho**

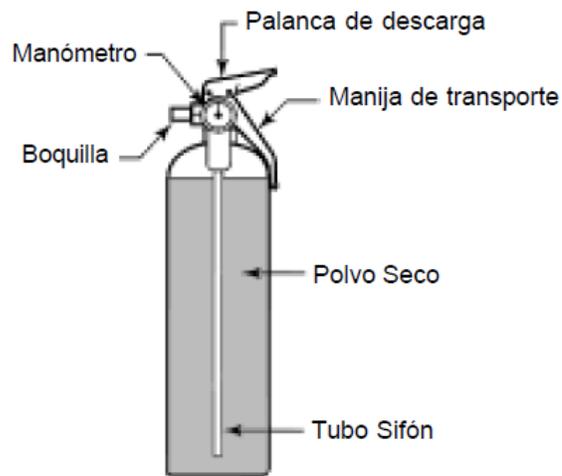


Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 51.

- Extintores de químicos secos comunes: estos extintores son utilizados en fuegos clase B y C, los hay en estilos manuales como en modelos sobre ruedas, el agente utilizado es un material micropulverizado tratado especialmente, entre los cuales se puede encontrar, base de bicarbonato de sodio, base de bicarbonato de potasio, o base de urea de bicarbonato de potasio.
- Extintores de químico seco multiusos: los extintores de este son usados para fuegos de las clases A, B y C, ya que contienen un agente de base de fosfato de amonio. Al igual que el modelo anterior se encuentran en presentaciones manuales y sobre ruedas. Este tipo de extintor es utilizado en fuegos de clase A, ya que el agente tiene la característica que se ablanda y adhiere a los

materiales incendiados formando una capa que sofoca y aísla el combustible del aire.

Figura 13. **Extintor de químico seco con boquilla fija**



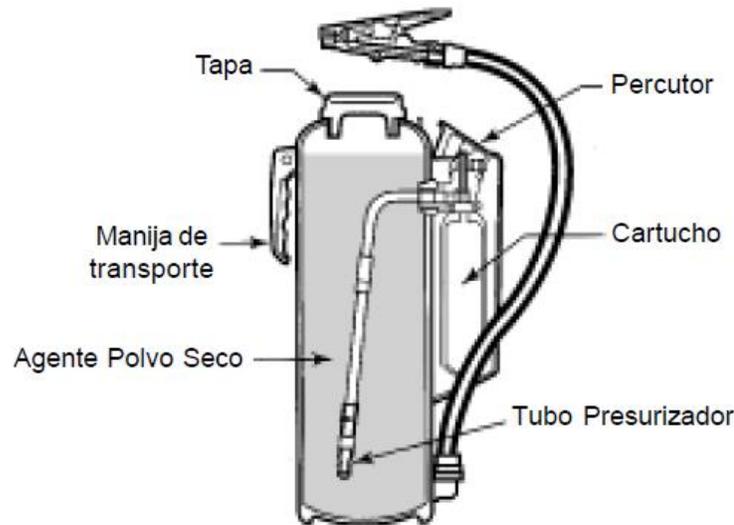
Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 52.

- Extintores de polvo seco: estos extintores son en su mayoría para fuegos clase D y de ciertos metales específicos. Los incendios de metales combustibles mojados con agua o lubricantes de máquinas solubles en agua, o sobre superficies mojadas con agua, proceden a quemarse de forma rápida y violenta, inclusive pueden ser explosivos. Cuando el metal incendiado está sobre una superficie combustible, el fuego debe cubrirse con el polvo seco.

Los extintores de este tipo se encuentran en el mercado en modelos portátiles de 14 Kg de cartucho, con una capacidad de 68 Kg y modelos de cilindro sobre ruedas de 159 Kg. La forma de aplicación del agente

depende del tipo de metal y la cantidad del mismo que se encuentre incendiada. Por ejemplo en caso de un incendio bastante caliente, la descarga con que se inicia debe empezarse al alcance máximo con la boquilla totalmente abierta. La boquilla se encuentra diseñada para que el operador pueda reducir la tasa y fuerza de descarga del agente.

Figura 14. **Extintor de polvo seco operado por cartucho**

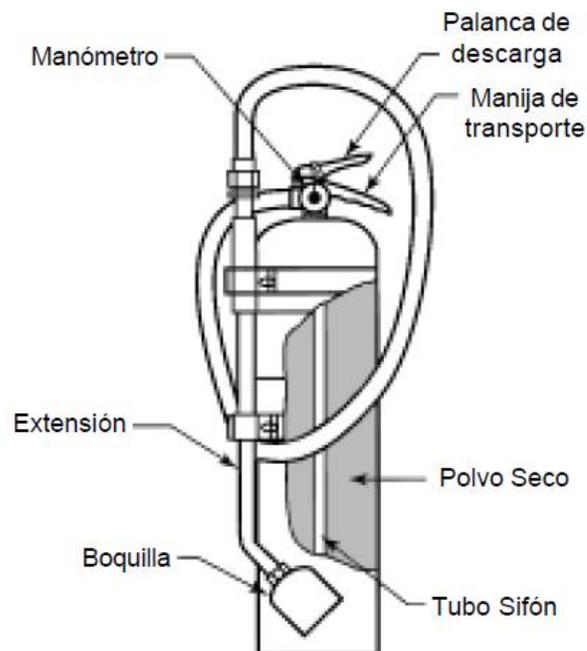


Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 53.

- Agente de polvo seco a granel: primeramente es importante hacer la salvedad que no se debe confundir los agentes extintores de polvo seco con los agentes extintores de químico seco. Entre los agentes de polvo seco se pueden mencionar el de base de cloruro de sodio, también hay un material de polvo llamado G-1. El material G-1 consiste en un grafito granular, al cual se ha agregado compuesto de fósforo, aumentando su efectividad de

extinción. Una de las ventajas del cloruro de sodio, es que se puede aplicar no solamente por medio de extintor sino también a mano.

Figura 15. **Extintor de polvo seco con boquilla especial**



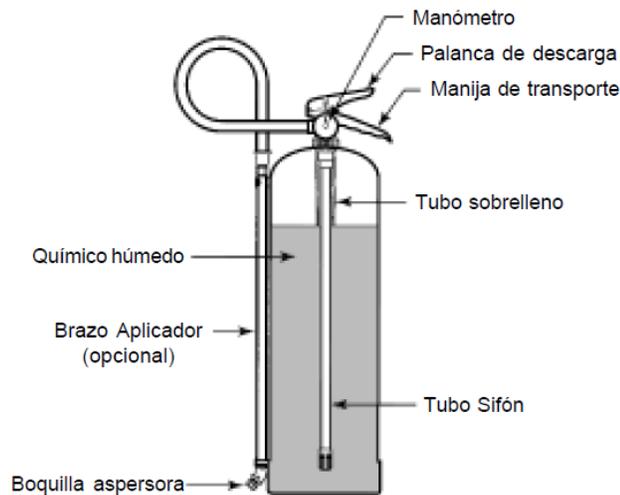
Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 53.

- Extintor de químico húmedo: este tipo de extintores contienen un agente líquido, el cual puede contener soluciones de agua, acetato de potasio, carbonato de potasio, citrato de potasio o incluso cualquier tipo de combinaciones de estos. Estos agentes se caracterizan por tener un pH de 9,0 o menos. En fuegos clase A este agente tiene una función de refrigerante, en fuegos de clase K (fuegos de cocina) este agente forma una capa de espuma que impide una reignición. El agua que contiene el

agente de este extintor ayuda a enfriar y reducir la temperatura de las grasas y aceites calientes por debajo del punto de autoignición.

Se debe recordar siempre que los agentes químicos húmedos no se deben re-usar, y que si se descarga parcialmente un extintor de este tipo se debe desechar el resto del químico húmedo.

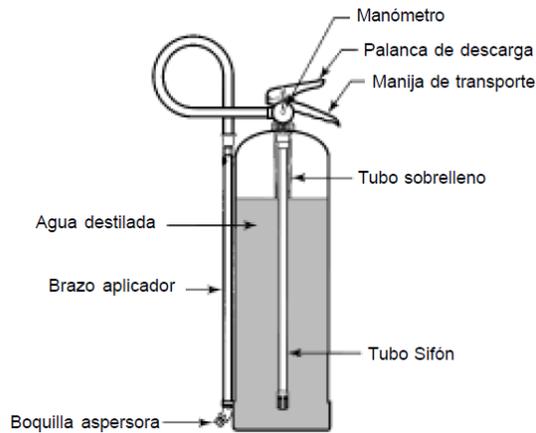
Figura 16. **Extintor de químico húmedo con brazo aplicador**



Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 54.

- Extintor de niebla de agua: este tipo de extintores posee solamente agua destilada como agente, la cual se descarga como una niebla fina. Estos además de utilizarse como un extintor de agua común, se puede utilizar como preferencia cuando los contaminantes en fuentes de agua no regulada pueden causar daños a las personas o a los equipos. Entre los sitios donde son usados comúnmente en museos, salas de cirugía o bibliotecas.

Figura 17. **Extintor de niebla de agua**



Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 54.

Según la Norma NFPA 10 que es la norma para extintores portátiles contra incendios, aprobada en agosto de 2006, el tipo de extintor a utilizar dependerá directamente del riesgo que se puede tener en el lugar donde se pretenden colocar, para lo cual es importante tener en cuenta los siguientes factores:

- Clase de incendio más propensa a suceder en el lugar
- Tamaño mayor del incendio que puede ocurrir
- Equipo que se encuentra en el lugar de riesgo
- Condiciones netamente ambientales

Todos los factores mencionados con anterioridad hacen que la distribución de los extintores sea la correcta, hay que tener en cuenta que los más eficientes son los portátiles, debido a que las personas están familiarizados más con ellos y su uso, claro siempre y cuando se encuentren en una cantidad adecuada.

Al analizar la colocación de los extintores se debe contar con que en caso de emergencia, la persona que trate de extinguir el fuego debe movilizarse del lugar del siniestro hasta el extintor y regresar, para luego poner en uso este lo cual conlleva el uso de segundos o minutos altamente importantes, por lo tanto la distancia del recorrido no debe ser solamente un asunto de un círculo sino más bien la distancia real que se deberá recorrer con el extintor, distancia que debe tomar en cuenta las divisiones, puertas, pasillos, materiales almacenados, maquinaria, entre otros.

Dicho lo anterior, una localización real de los extintores se logra a través de una concienzuda inspección física del área que se desea proteger, a lo cual se espera que el lugar tenga las siguientes características.

- Proveer una distribución uniforme.
- Contar con un fácil acceso.
- Minimizar el riesgo obstrucción de equipos, materias primas y cualquier tipo de mueble.
- Colocación cercana a caminos de recorrido normales.
- Colocación cercana a las puertas de entrada y salida.
- Ser visibles con facilidad.
- Cada piso debe contar con un número adecuado de extintores.

La forma de distribución responde a los distintos tipos de riesgo que se encuentran en el inmueble. Para cada tipo de fuego existe una tabla que contiene según la Norma NFPA 10, las características necesarias para la colocación de extintores manuales.

Tabla IX. **Tamaño y localización de extintores de incendio para riesgos de clase A**

Criterio	Riesgo (Bajo)	Riesgo (Moderado)	Riesgo (Alto)
Extintor individual clasificación mínima	2-A	2-A	4-A
Área máxima de piso por unidad A	278,7 m <sup>2</sup>	139,35 m <sup>2</sup>	92,9 m <sup>2</sup>
Área máxima de piso por extintor	3,43 m	3,43 m	3,43 m
Distancia máxima de recorrido hasta extintor	22,88 m	22,88 m	22,88 m

Fuente: elaboración propia, según *Norma para extintores portátiles NFPA 10*.

Es bueno tomar en cuenta que en algunos casos, el análisis de protección contra los incendios de áreas específicas, puede requerir extintores de clasificación mayores. Claro está, esto no significa que se puedan exceder las distancias máximas de recorrido.

Como se puede apreciar en la figura 19 para un área máxima de 278,7 m<sup>2</sup> es recomendable al menos un extintor del tipo manual, haciendo hincapié en que no se puede exceder la distancia de 22,9 m hasta el extintor más cercano.

Antes de continuar es importante entender la clasificación del extintor, esta puede variar desde el 1-A hasta el 40-A, la numeración determina el área máxima que va a proteger. A continuación se presenta una tabla que define el área en forma detallada para cada uno de estos. Por ejemplo cada extintor de agua presurizada de 2½ galones (9,46 L) y clasificado como 2-A protege un área de 278,7 m<sup>2</sup>, claro en un inmueble que presente un riesgo ordinario.

Al imaginar que el área del piso de un inmueble posee una forma circular y un radio 22,9 m y no existe ningún tipo de obstrucción, entonces se puede colocar un extintor en el centro, con el cual no se sobrepasaría la distancia límite de recorrido, para este caso especial la distancia 1 644 m<sup>2</sup> sería

adecuada en lugar de los 1 045 m<sup>2</sup> establecidos en la norma. Pero el caso anterior sería un caso utópico, debido a que la mayoría de edificios presentan una forma rectangular, el área máxima que se puede formar donde ningún punto está a más de 22,9 m del centro es de 1045 m<sup>2</sup>, los cuales representan un área de un cuadrado de 32 m x 32 m que puede plasmarse dentro de un círculo de radio de 22,9 m.

Tabla X. **Área máxima protegida por extintor**

Clasificación del Extintor	Riesgo (leve)	Riesgo (moderado)	Riesgo (alto)
1A			
2A	1,83 m	0,92 m	
3A	2,75 m	1,37 m	
4A	3,43 m	1,83 m	1,22 m
6A	3,43 m	2,75 m	1,83 m
10A	3,43 m	3,43 m	3,05 m
20A	3,43 m	3,43 m	3,43 m
30A	3,43 m	3,43 m	3,43 m
40A	3,43 m	3,43 m	3,43 m

Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 57.

Ejemplo: suponiendo que se tiene un edificio con un ancho de 45,7 m y un largo de 137,2 m, lo cual daría un área de 6 271 m<sup>2</sup>, debe calcularse la cantidad apropiada de extintores.

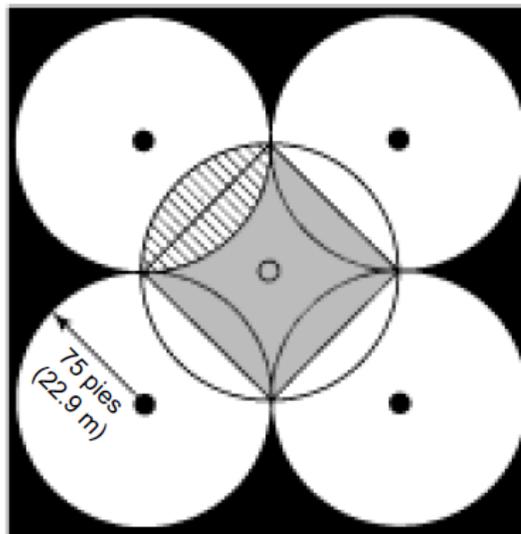
Usando la siguiente fórmula se determina la cantidad de extintores.

$$\frac{\text{Área del Inmueble}}{\text{Área máxima establecida}} = \text{Cantidad de extintores} = \frac{6\,270,75 \text{ m}^2}{1\,045,13 \text{ m}^2} = 6$$

La solución es seis extintores, estos deben estar acorde al respectivo riesgo que pueda suscitarse, claro hay que mencionar que se ha tomado el área máxima establecida para ciertos tipos de extintores, a lo cual la respuesta quedaría de la siguiente manera:

- 6 extintores 4 A para riesgos leves
- 6 extintores 10 A para riesgos ordinarios
- 6 extintores 20 A para riesgos extraordinarios

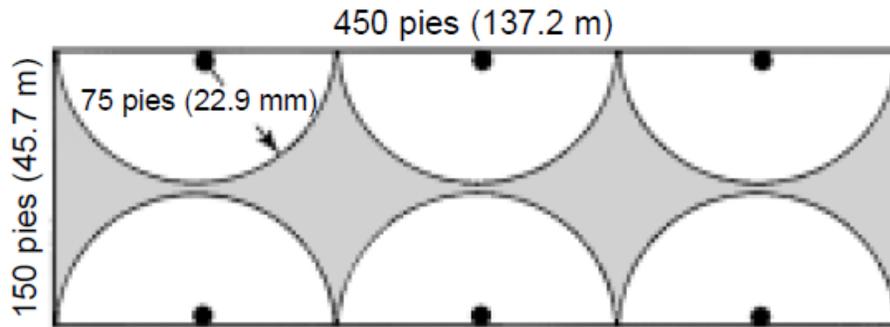
Figura 18. **Área máxima que un extintor puede proteger dentro de un radio de 75 pies (22,9 m)**



Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles*  
NFPA 10. p. 55.

La distribución quedaría de la siguiente manera:

Figura 19. **Diagrama de posición de extintores para área máxima de 1045 m<sup>2</sup>**



Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 56.

Como se puede apreciar en la figura 20 la configuración de los extintores muestra como se encuentran montados en columnas o paredes interiores, esto con la finalidad de cumplir a cabalidad con los requisitos de distancia.

De la misma forma se distribuyen los extintores con base en el tipo que se disponga, tomando en cuenta la norma y la distancia máxima.

Si en vez de contar con extintores de protección máxima se cuenta con extintores de protección de 557 m<sup>2</sup>, se procede de la misma forma que la anterior, pero sustituyendo el dato en la fórmula.

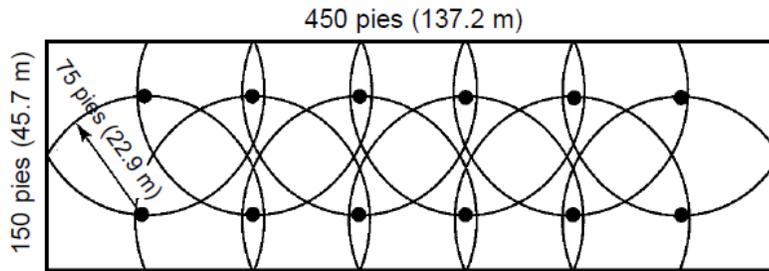
$$\frac{6\,270,75\text{ m}^2}{557,4\text{ m}^2} = 11,25 \approx 12$$

12 extintores 2A para riesgos leves

12 extintores 4A para riesgos ordinarios

12 extintores 6A para riesgos extraordinarios

Figura 20. **Diagrama de posición de extintores para área máxima de 557,4 m<sup>2</sup>**



Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 56.

En el caso de los extintores de clase B se encuentran en dos categorías un tanto diferentes con los requisitos para los extintores. Una de estas es donde el incendio no involucra líquidos inflamables en una profundidad apreciable, como por ejemplo combustible derramado sobre una superficie abierta o incendios que involucra vapores provenientes de recipientes o sistemas de tuberías. La otra condición es donde el incendio involucra líquidos inflamables a una profundidad más apreciable, (mayor  $\frac{1}{4}$  pul. O 6,3 mm), como por ejemplo incendios en tanques abiertos de líquidos inflamables encontrados en plantas industriales.

Para esta clase de extintores se cuenta al igual que con los de clase A con una tabla, la cual provee los tamaños mínimos de extintor para los grados de riesgo contenidos en la misma.

Como se puede apreciar en la tabla X existe una diferencia de distancia máxima con respecto a los extintores de clase A, esto se debe a que los incendios de líquidos inflamables alcanzan su máxima intensidad de forma casi

inmediata, haciendo imperativo que los extintores sean llevados al sitio en un tiempo mucho menor que el permitido en los fuegos de clase A.

Tabla XI. **Tamaño de extintor y localización para riesgos clase B**

Tipo de riesgo	Clasificación básica de extintor	Distancia máxima de recorrido hasta los extintores
Bajo	5B	9,15 m
	10B	15,25m
Moderado	10B	9,15 m
	20B	15,25m
Alto	40B	9,15 m
	80B	15,25m

Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 8.

La tabla XI muestra la equivalencia a la clasificación del tipo de extintor del tipo B. Al igual que para el caso de los extintores de clase A donde la distancia máxima que se debía recorrer hasta el extintor era de 22,9 m, en esta clase la distancia cambia a 15,25 m, lo cual genera un cálculo distinto del área cuadrada máxima que se puede formar donde ningún punto este a más de 15,25 m del centro, siendo esta 464,52 m<sup>2</sup> y para los que cuentan con una distancia de 9,15 m su área cuadrada corresponde a 167,22 m<sup>2</sup>.

La tabla XII muestra una equivalencia de denominaciones de los extintores de clase B contra el tipo y capacidad de extintores.

Tabla XII. **Denominaciones de clase B**

Tipo y Capacidad	Equivalencia
Espuma 2½ Gal	2-B
Espuma 5 Gal	5-B
Espuma 17 Gal	10-B
Espuma 33 Gal	1-B
Gas Carbónico < de 7 Lb	2-B
Gas Carbónico de 10 a 12 Lb	2-B
Gas Carbónico de 15 a 20 Lb	5-B
Gas Carbónico 50 Lb	10-B
Gas Carbónico 75 Lb	10-B
Gas Carbónico 100 Lb	10-B
Polvo Químico de 4 a 6¼ Lb	2-B
Polvo Químico 7½ Lb	5-B
Polvo Químico de 10 a 15 Lb	5-B
Polvo Químico 20 Lb	10-B
Polvo Químico 30 Lb	20-B
Polvo Químico 75 Lb y mayores	40-B

Fuente: elaboración propia, según *Norma para extintores portátiles NFPA 10*.

Al tener la información se procede de la misma forma que en los extintores de clase “A”, para lo cual a continuación se procede a solucionar el caso mencionado del edificio que posee como características 45,7 m de ancho y 137,2 m de largo.

$$\frac{\text{Área del Inmueble}}{\text{Área máxima establecida}} = \text{Cantidad de extintores} = \frac{6\,270,75 \text{ m}^2}{464,5 \text{ m}^2} = 13,5 \approx 14$$

Al dar un dato fraccionario se debe utilizar la tendencia a lo peor, pensando que es mejor tener un extintor más que un extintor menos, a lo cual el

número correcto para este caso es de 14 extintores, con este dato se procede a la colocación de los mismos lo mejor distribuidamente posible.

Con los extintores de clase C la distribución al igual que los anteriores debe estar marcada por la usabilidad que tengan, se deben colocar donde se pueden encontrar equipos eléctricos que los requieran en caso de emergencia. Para este caso es importante remarcar que un fuego de clase C se puede convertir en clase A o B dependiendo de la naturaleza de los elementos eléctricos, siempre y cuando se corte la energía que alimenta a estos. Con frecuencia los incendios que involucran a elementos de este tipo son relativamente pequeños, y su extinción por ende es relativamente fácil y de forma efectiva con un extintor de clase C.

La capacidad de los extintores de clase C se debe de juzgar con base en:

- Tamaño del equipo eléctrico
- Configuración del equipo eléctrico
- Alcance del chorro extintor
- Cantidad de materiales clase A y B involucrados

Para extintores de clase D, al igual que los tipos anteriores se deben definir con base en el riesgo que se pueda presentar, al igual que los de clase A se recomienda que estos se sitúen a una distancia no mayor a 22,9 m. Hay que tomar en cuenta que los extintores clase D no necesariamente poseen la misma efectividad en todos los incendios de metales combustibles. A menos que se sepa el efecto del agente extintor sobre el metal, se debe considerar realizar pruebas con una muestra representativa del material de riesgo.

Toda clase de extintores independientemente de la clase a la que pertenezcan, se deben instalar en un punto accesible, libre de obstrucciones de almacenamiento o equipos y cerca de las salidas a una ruta de escape; también de manera que el tope del extintor no se encuentre a más de 1,5 m sobre el piso para que no se dificulte el alcance del mismo y no se encuentre en una zona donde pueda recibir daño; se deben colocar sobre soportes o ganchos los cuales deben ser suministrados por el fabricante, o bien montados sobre gabinetes o en repisas; por último se debe de colocar las instrucciones de operación al frente, esto para que el personal se familiarice con su uso.

Siempre se deben tener los extintores totalmente cargados y operables al 100 %, ya que representan la barrera de defensa entre un accidente pequeño y una catástrofe, también se debe recordar el no mover los extintores del sitio designado.

A continuación se presenta un listado que resume las características de los diferentes tipos de extintores.

**Tabla XIII. Características de los extintores 1/4**

Agente Extintor	Método de Operación	Capacidad	Alcance Horizontal del Chorro	Tiempo Aproximado de Descarga	Potencia Requerida bajo 40 ° F (4 °C)	Clasificación UL o ULC <sup>a</sup>
Agua	Presurizado	6 L	9,14 a 12,192 m	40 seg	Si	1-A
	Presurizado o Bomba	2½ Gal	9,14 a 12,192 m	1 min	Si	2-A
	Bomba	4 Gal	9,14 a 12,192 m	2 min	Si	3-A
	Bomba	5 Gal	9,14 a 12,192 m	2 a 3 min	Si	4-A

Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles*

*NFPA 10. p. 64.*

Tabla XIV. Características de los extintores 2/4

Agente Extintor	Método de Operación	Capacidad	Alcance Horizontal del Chorro	Tiempo Aproximado de Descarga	Potencia Requerida bajo 40 ° F (4 ° C)	Clasificación UL o ULC <sup>a</sup>
Agua (agente humectante)	Presurizado	1½ Gal	6,10 m	30 seg.	Si	2-A
	Presurizado	25 Gal (con ruedas)	10,67 m	1½ min	Si	10-A
	Presurizado	45 Gal (con ruedas)	10,67 m	2 min	Si	30-A
	Presurizado	60 Gal (con ruedas)	10,67 m	2½ min	Si	40-A
Chorro cargado	Presurizado	2½ Gal	9,14 a 12,192 m	1 min	No	2-A
	Presurizado	33 Gal (con ruedas)	15,24 m	3 min	No	20-A
AFFF, FFFP	Presurizado	2½ Gal	6,10 a 7,62 m	50 seg.	Si	3-A; 20 a 40-B
	Presurizado	6 L	6,10 a 7,62 m	51 seg	Si	2-A; 10-B
	Cilindro de nitrógeno	33 Gal	9,14 m	1 min	Si	20-A; 160-B
Dióxido de carbono <sup>b</sup>	Auto-expelente	2½ a 5 Lb	0,92 a 2,44 m	8 a 30 seg	No	1 a 5-B; C
	Auto-expelente	10 a 15 Lb	0,92 a 2,44 m	8 a 30 seg	No	2 a 10-B; C
	Auto-expelente	20 Lb	0,92 a 2,44 m	10 a 30 seg	No	10-B; C
	Auto-expelente	50 a 100 Lb (con ruedas)	0,92 a 3,05 m	10 a 30 seg	No	10 a 20-B; C
Químico seco normal (bicarbonato de sodio)	Presurizado	1 a 2½ Lb	1,52 a 3,05 m	8 a 12 seg	No	2 a 10-B; C
	Cápsula o Presurizado	2¾ a 5 Lb	1,52 a 6,10 m	8 a 25 seg	No	5 a 20-B; C
	Cápsula o Presurizado	6 a 30 Lb	1,52 a 6,10 m	10 a 25 seg	No	10 a 160-B; C
	Presurizado	50 Lb (con ruedas)	6,10 m	35 seg	No	160-B; C
	Cilindro de nitrógeno o Presurizado	75 a 350 Lb (con ruedas)	4,58 a 13,73 m	20 a 105 seg	No	40 a 320-B; C
Químico seco <i>purple k</i> (bicarbonato de potasio)	Cápsula o Presurizado	2 a 5 Lb	1,52 a 3,66 m	8 a 10 seg	No	5 a 30-B; C
	Cápsula o Presurizado	5½ a 10 Lb	1,52 a 6,10 m	8 a 20 seg	No	10 a 80-B; C
	Cápsula o Presurizado	16 a 30 Lb	3,05 a 6,10 m	8 a 25 seg	No	40 a 120-B; C
	Cápsula o Presurizado	48 a 50 Lb (con ruedas)	6,10 m	30 a 35 seg	No	120 a 160-B; C
	Cilindro de nitrógeno o Presurizado	125 a 315 Lb (con ruedas)	4,58 a 13,73 m	30 a 80 seg	No	80 a 640-B; C

Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles*

NFPA 10. p. 65.

Tabla XV. Características de los extintores 3/4

Agente Extintor	Método de Operación	Capacidad	Alcance Horizontal del Chorro	Tiempo Aproximado de Descarga	Potencia Requerida bajo 40 ° F (4 ° C)	Clasificación UL o ULC <sup>a</sup>
Químico seco súper K (cloruro de potasio)	Cápsula o Presurizado	2 a 5 Lb	1,52 a 3,05 m	8 a 10 seg	No	5 a 10-B; C
	Cápsula o Presurizado	5 a 9 Lb	3,05 a 3,66 m	10 a 15 seg	No	20 a 40-B; C
	Cápsula o Presurizado	9½ a 20 Lb	1,52 a 4,58 m	10 a 25 seg	No	40 a 60-B; C
	Cápsula o Presurizado	19½ a 30 Lb	1,52 a 6,10 m	10 a 25 seg	No	60 a 80-B; C
	Cápsula o Presurizado	125 a 200 Lb (con ruedas)	4,58 a 13,73 m	30 a 40 seg	No	160-B; C
Químico seco multiusos/ ABS (fosfato de amonio)	Presurizado	1 a 5 Lb	1,52 a 3,66 m	8 a 10 seg	No	1 a 3-A y 2 a 10-B; C
	Cápsula o Presurizado	2½ a 9 Lb	1,52 a 3,66 m	8 a 15 seg	No	1 a 4-A y 10 a 40-B; C
	Cápsula o Presurizado	10 a 17 Lb	1,52 a 6,10 m	10 a 25 seg	No	2 a 20-A y 30 a 120-B; C
	Cápsula o Presurizado	17 a 30 Lb	1,52 a 6,10 m	10 a 25 seg	No	3 a 20-A y 30 a 120-B; C
	Cápsula o Presurizado	45 a 50 Lb (con ruedas)	6,10 m	25 a 30 seg	No	20 a 30-A y 80 a 160-B; C
	Cilindro de nitrógeno o presurizado	110 a 315 Lb (con ruedas)	4,58 a 13,73 m	30 a 60 seg	No	20 a 40-A y 60 a 320-B; C
Químico seco (compatible con espuma)	Cápsula o Presurizado	4¾ a 9 Lb	1,52 a 6,10 m	8 a 10 seg	No	10 a 20-B; C
	Cápsula o Presurizado	9 a 27 Lb	1,52 a 6,10 m	10 a 25 seg	No	20 a 30-B; C
	Cápsula o Presurizado	18 a 30 Lb	1,52 a 6,10 m	10 a 25 seg	No	40 a 60-B; C
	Cilindro de nitrógeno o presurizado	150 a 350 Lb (con ruedas)	4,58 a 13,73 m	20 a 150 seg	No	80 a 240-B; C
Químico seco (bicarbonato de potasio a base de urea)	Presurizado	5 a 11 Lb	3,36 a 6,72 m	18 seg	No	40 a 80-B; C
	Presurizado	9 a 23 Lb	4,58 a 9,15 m	17 a 33 seg	No	60 a 160-B; C
	Presurizado	175 Lb (con ruedas)	21,35 m	62 seg	No	480-B; C
Químico húmedo	Presurizado	3 L	3,05 a 3,66 m	30 seg	No	K
	Presurizado	6 L	3,05 a 3,66 m	17 a 33 seg	No	K
	Presurizado	2½ L	3,05 a 3,66 m	62 seg	No	K

Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles*

*NFPA 10*. p. 66.

Tabla XVI. **Características de los extintores 4/4**

Agente Extintor	Método de Operación	Capacidad	Alcance Horizontal del Chorro	Tiempo Aproximado de Descarga	Potencia Requerida bajo 40° F (4°C)	Clasificación UL o ULC <sup>a</sup>
Halón 1211 (bromoclorodi fluorometano)	Presurizado	0.9 a 2 Lb	1,83 a 3,05 m	8 a 10 seg	No	1 a 2-B; C
	Presurizado	2 a 3 Lb	1,83 a 3,05 m	8 a 10 seg	No	5-B; C
	Presurizado	5½ a 9 Lb	2,75 a 4,58 m	8 a 15 seg	No	1-A; 10-B; C
	Presurizado	13 a 22 Lb	4,27 a 4,88 m	10 a 18 seg	No	2 a 4-A y 20 a 80-B; C
	Presurizado	50 Lb	10,68 m	30 seg	No	10-A; 120-B; C
	Presurizado	150 Lb (con ruedas)	6,10 a 10,68 m	30 a 44 seg	No	30-A; 160 a 240-B; C
Halocarbono	Presurizado	1.4 a 150 Lb	1,83 a 10,68 m	9 a 23 seg	No	1-B; C a 10-A; 80-B; C

Fuente: Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. p. 66.

### 2.6.2. Equipo de protección personal (EPI)

El equipo de protección personal se encuentra diseñado con la finalidad de dar protección a los trabajadores en sus respectivos puestos de labores, de cualquier tipo de lesión física o enfermedades que resulten con el contacto de peligros químicos, radiológicos, físicos, eléctricos, mecánicos o cualquier otro.

Entre los básicos se pueden mencionar caretas, lentes protectores, cascos, zapatos de seguridad; pero también hoy se han añadido una variedad de dispositivos como equipo respiratorio, tapones de oídos y otros.

El uso del equipo de protección personal es esencial, aunque se reconoce como la última alternativa luego de haber realizado controles de ingeniería, de prácticas laborales y administrativos respectivos. Los primeros controles o de ingeniería conllevan la modificación física de un ambiente laboral o de una máquina utilizada en una estación de trabajo. Es de suma importancia que los

empleadores evalúen constantemente los lugares de trabajo, ya que al determinar la existencia de riesgos se protege al personal y se detectan posibles fugas de dinero en reparaciones posteriores o responsabilidades de accidentes futuros, si el riesgo es latente el empleador debe elegir el equipo de protección adecuado y exigir la utilización del mismo por parte de los trabajadores, haciéndoles ver lo importante que es para su integridad física el uso de este. Se debe tener en cuenta que el equipo de protección debe acoplarse a la talla exacta del trabajador para que no se sienta incomodo su uso.

Los empleadores deben dar una adecuada capacitación respecto al uso del equipo de protección personal, para todos y cada uno de los trabajadores sepan usar adecuadamente el equipo de protección, determinar cuándo es necesaria la utilización del mismo, conocer que limitaciones tiene el equipo de protección, la forma eficiente de colocarse y quitarse el equipo; y el mantenimiento del equipo para que su vida útil sea lo máximo posible.

Las lesiones que se pueden presentar en una estación de trabajo o al realizar una labor pueden ser variadas, a continuación se presentan los tipos más comunes y las formas de disminuir el impacto en el trabajador.

- Lesiones cerebrales: este tipo de lesiones se presentan al recibir un impacto contundente en el área craneal, es común en construcciones de varios niveles o incluso en empresas manufactureras que cuenten con una línea de producción la cual tenga parte de su proceso en segundos niveles, o bien que dentro de las naves existan grúas que transporten materiales. La forma más eficiente de protección para estas lesiones es el uso constante de casco en las áreas con peligro. Otro factor de riesgo es que los trabajadores en maquinarias pesadas utilicen el cabello corto,

ya que si se tiene largo y suelto este se puede atorar a alguna parte de la maquinaria como correas o cadenas.

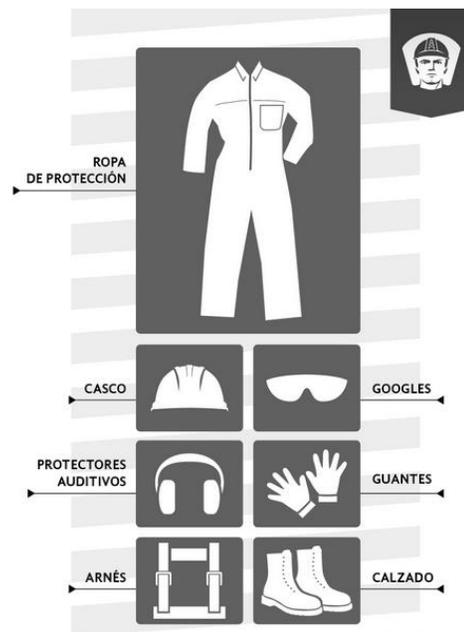
- Lesiones en pies y piernas: al estar en constante contacto con actividades donde se levanta objetos pesados que pueden caer o rodar por encima de los pies, o bien trabajar en áreas que contengan superficies con objetos cortantes que puedan traspasar las suelas, elementos de altas temperaturas que derritan el calzado común. Para todos los casos anteriores es necesario la utilización de calzado adecuado, siendo este ya sea con punta de acero o bien punta sintética en caso de trabajos con electricidad. Además de este equipo se puede tener en cuenta polainas de materiales que eviten lesiones.
- Lesiones en ojos y cara: al realizar ciertos trabajos en su mayoría manuales se tiende a poner en riesgo la vista, debido a que en la realización de estas tareas se pueden impactar fragmentos, astillas de tamaño regular o grande, salpicaduras de metal fundido, partículas de arena, suciedad ambiental o vapores, incluso haces de luz que dañan la retina como los que se presentan al realizar soldaduras. Para el cuidado adecuado de la visión se recomienda el uso de gafas protectoras, dependiendo de las circunstancias. Los materiales utilizados para la elaboración de estas varían desde goma, plástico, vidrio o resinas. También es importante mencionar que la exposición prolongada a pantallas de equipos de cómputo genera desgaste de la visión por lo cual es recomendable el uso de lentes que ayudan a reducir la radiación generada por estos.
- Lesiones auditivas: La exposición a altos niveles de ruido puede generar pérdidas progresivas e irreversibles de audición, así como estrés físico y

psicológico, entre el equipo a utilizar se puede mencionar: tapones de plástico o caucho, (diseñados para caber directamente en el canal auditivo, su mantenimiento incluye un lavado diario y un guardado alejado de polvo y grasa), orejeras acústicas (a diferencia de los tapones estos no causan malestar ni tampoco infección, bloquean el ruido mejor porque cubren el tejido cartilaginoso que se encuentra ubicado alrededor de las orejas).

- Lesiones en manos: es común que en trabajos manuales se tienda a descuidar las manos, estas se pueden ver afectadas por químicos, así como laceraciones en la piel o quemaduras térmicas. Para la protección de estas existen una variedad de guantes que protegen desde posibles infecciones como los guantes de látex, hasta guantes más elaborados que poseen piezas de metal, que se encargan de proteger el que haya cortes de dedos.
- Lesiones de cuerpo: los trabajadores están expuestos a peligros con base en las actividades que realicen, pueden tener el cuerpo expuesto al calor, o bien a radiación, o metales calientes, líquidos ardientes, fluidos orgánicos, materiales o desechos peligrosos. Para evitar tener que lidiar con lesiones originadas por las razones antes mencionadas, es importante la correcta utilización de ropa adecuada, entre la cual destaca la que utiliza materiales de algodón que retardan el fuego, o bien el uso de cuero, también es común encontrar equipos de protección de cuerpo entero, que aíslan a la persona del ambiente con la finalidad de evitar cualquier tipo de contaminación, los cuales pueden incluir materiales como hule, plástico y sintéticos.

- Problemas respiratorios: en la gran mayoría de plantas de la industria es necesaria la utilización de protección respiratoria, ya que siempre en estas se encuentran residuos en el ambiente de las materias primas utilizadas, las cuales son la causa principal que se produzcan enfermedades de carácter respiratorio, se puede mencionar como ejemplo polvos, brumas, vapores, gases, humos, y otros. El equipo necesario para contrarrestar estos elementos generalmente tapa la nariz y la boca; y en algunos casos cubre la cabeza completa. Para que la utilización de este equipo sea óptima, el empleado debe de someterse a pruebas médicas constantes con la finalidad de que el resultado de estas pueda ser estudiado, y verificar si es necesario mantener el equipo o bien evaluar un cambio de estos.

Figura 21. **Equipo básico de protección personal**



Fuente: *Equipo de protección personal*. <http://empleospetroleros.org/2013/02/05/equipo-de-proteccion-personal/>. Consulta septiembre de 2013.

El equipo de protección personal se debe elegir con base en las necesidades específicas del medio en donde se está trabajando, es importante una buena señalización para recordar constantemente el uso de este, se debe recordar que el equipo de protección personal es una barrera que ayuda a reducir la posibilidad de exponerse a riesgos, pero dicha barrera se hace eficiente gracias a una buena concientización de los trabajadores a protegerse.

## **2.7. Ergonomía**

Al hablar de la ergonomía se hace referencia a la comodidad y productividad, ya que se encarga de estudiar que el diseño, las tareas y las herramientas respondan a las necesidades fisiológicas y a las capacidades individuales del trabajador. La ergonomía se encuentra en una búsqueda constante de tres elementos del sistema cotidiano en el lugar de trabajo, los cuales son: humano, máquina y medio ambiente; bajo esta premisa la ergonomía desarrolla métodos de estudio para actividades, lugares y ambientes.

El ente rector de la ergonomía es la Asociación Ergonómica Internacional (International Ergonomics Association IEA), esta fue fundada en Zúrich Suiza, la misión principal de la IEA es elaborar y promover la ciencia y la práctica de la ergonomía, para ampliar su radio de aplicación y su contribución a la sociedad para mejorar la calidad de vida. La IEA trabaja estrechamente con sociedades constituyentes y organizaciones internacionales afines.

Si se realiza un recuento histórico ya en la Grecia antigua se tomaba en cuenta la comodidad y los principios de la ergonomía en el diseño, tanto de herramientas como de lugares de trabajo, siendo un ejemplo palpable una descripción del diseño de las herramientas y la forma de como un cirujano

debía organizarse, esta se hizo por el médico Hipócrates a quien se le atribuye el origen del juramento hipocrático, en el lejano siglo V antes de la era cristiana.

Se puede definir a la ergonomía como interacción de las personas y los elementos de un entorno, al contar con una interacción eficiente existe un aumento de productividad, ya que mejoran aspectos fisiológicos, anatómicos y psicológicos. Existen distintos tipos de ergonomía los cuales se mencionan a continuación:

- Ergonomía cognitiva: estudia todo tipo de procesos mentales, es también conocida como cognoscitiva. Entre los procesos que estudia se pueden mencionar: el razonamiento, la percepción, la respuesta motora y la memoria. Existen factores que tienen gran impacto en el sistema humano-ambiente, como por ejemplo, carga de trabajo mental, toma de decisiones, estrés laboral entre otros.
- Ergonomía física: este tipo se orienta a las características anatómicas del cuerpo humano, analiza la biomecánica, características fisiológicas, posturas, características antropométricas, y otros. Se centra en aspectos de postura, levantamiento de cargas, movimientos repetitivos y diseños de puestos de trabajo, así como aspectos de seguridad industrial.
- Ergonomía organizacional: también llamada macroergonomía, se encarga de atender la optimización de estructuras organizacionales, políticas y procesos. La finalidad de la macroergonomía es realizar diseños favorables de factores como horas de trabajo, turnos, comunicación, y otros. En resumen el aseguramiento de la calidad.

En los últimos años se ha hecho énfasis en la ergonomía, no solamente en el ámbito laboral, sino también en actividades de hogar, ocio y deporte. Por lo tanto se ha trabajado duramente en el diseño de nuevos productos, que permitan a las personas que los utilizan, a realizar las actividades de forma más eficiente y cómoda. En el diseño de un puesto de trabajo se debe tener en cuenta el objetivo primordial de este, que se espera y buscar así un aumento de eficiencia, productividad y calidad con la meta que el trabajador realice todas y cada una de sus actividades de forma cómoda y segura.

### **2.7.1. Manipulación manual de cargas**

La manipulación de cargas es un elemento que se puede apreciar comúnmente en todo tipo de industrias, ya que es frecuente levantar equipo, cajas, materiales y otros, en los respectivos lugares de trabajo o incluso en casa. El problema radica en que la mayoría de personas a menos que hayan sufrido una lesión, se preocupan poco o nada por realizar un movimiento adecuado a fin de evitar lastimarse, se puede decir que el desconocimiento de esto hace meya en la sociedad.

El levantamiento continuo de cargas sin la apropiada técnica hace que los trabajadores puedan padecer de lesiones propias, producidas ya sea de forma instantánea por un movimiento brusco, o de forma progresiva acumulando pequeños traumatismos que en apariencia no tienen importancia, pero con el pasar del tiempo se vuelven en problemas serios.

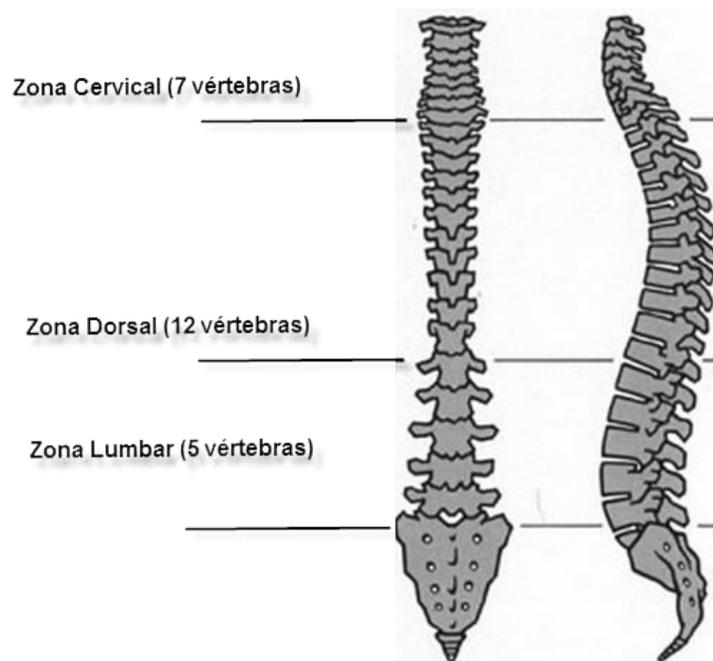
Entre las lesiones más frecuentes se pueden mencionar:

- Contusiones
- Fracturas

- Cortes
- Heridas
- Lesiones músculo-esqueléticas

Las anteriores se pueden producir en cualquier parte del cuerpo, pero la mayoría de veces estas suceden en miembros superiores del cuerpo y espalda, en esta última se centra en la parte dorso lumbar. La zona dorso lumbar es siempre la más afectada, un mal movimiento puede generar lumbago, alteraciones de discos intervertebrales (hernias discales), incluso fracturas vertebrales por sobre esfuerzos.

Figura 22. **Estructura de la espalda**



Fuente: *Diagramas anatómicos de la columna vertebral y la espalda.*

<http://www.imaios.com/es/e-Anatomy/Columna-vertebral/Columna-vertebral-diagramas>.

Consulta: junio de 2013.

Las lesiones de este tipo a pesar que no son de carácter mortal, son de cuidado ya que en su mayoría tienen una larga y difícil curación, en muchos casos este tipo de lesión requiere un periodo de rehabilitación, asistiendo a terapias que a los centros especializados para las mismas, entre los cuales se puede mencionar el IGSS de rehabilitación. Estas lesiones originan una suspensión de actividades por el IGSS, quien le retribuye al trabajador dos terceras partes, suma que no alcanza para cubrir los gastos necesarios de casa. Una lesión en el área lumbar acarrea un costo económico, debido a que muchas veces el trabajador queda incapacitado y tiende a empeorar con el tiempo.

Para tener en claro a que se refiere el término de manipulación de cargas, el Real Decreto 487/1997 determina la siguiente definición.

“La manipulación manual de cargas es cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.”

Dado el concepto anterior, existen dos tipos de manipulación de carga:

- Forma directa: se le denomina a todo levantamiento y colocación desde el suelo a cualquier otro punto o viceversa.
- Forma indirecta: se refiere a todo movimiento de desplazamiento por medio de empuje o tracción.

Toda carga que pese más de 3 kg puede ser un riesgo, debido a que aunque se considera una carga muy leve, una mala postura de levantamiento

(alejada del cuerpo, con postura inadecuada, levantamiento de forma frecuente, y otros), podría generar riesgo.

Es un hecho claro que el patrono es el llamado a implementar las medidas necesarias, con tal de evitar la manipulación de cargas o en su defecto reducirlas al mínimo, y esto solamente se puede conseguir a través un exhaustivo estudio de los puestos de trabajo, y utilizando equipos automatizados que permitan realizar este tipo de actividades. Si la manipulación de cargas no se puede evitar es obligación del contratante, el proporcionar los medios adecuados con fin de minimizar el impacto, así como el dar las respectivas capacitaciones al personal.

Figura 23. **Cinta transportadora**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Guía técnica para la manipulación de cargas: Real Decreto 487/1997*, p. 12.

Entre los ejemplos que se pueden dar para una automatización mecánica se puede mencionar:

- Paletización: es el transporte de cargas por medio de carretillas elevadoras, mesas de levantamiento, mesas giratorias, cintas transportadoras, y otros. Para la utilización de este ejemplo se debe tener una adecuada distribución en planta.
- Sistemas transportadores: estos permiten que las cargas se transporten de forma automática a lo largo de un área de trabajo, dentro de un mismo nivel o bien de un nivel superior a uno inferior. Un ejemplo de estas son las vías de rodillos.

No todas las opciones son caras, ya que la mayoría de veces el simple sentido común libra el obstáculo, solo es cuestión de pararse, observar y modificar. Un ejemplo de esto es la colocación de un pedazo de manguera para un grifo, así de esta forma no se necesita levantar una cubeta hasta la pila para llenarlo.

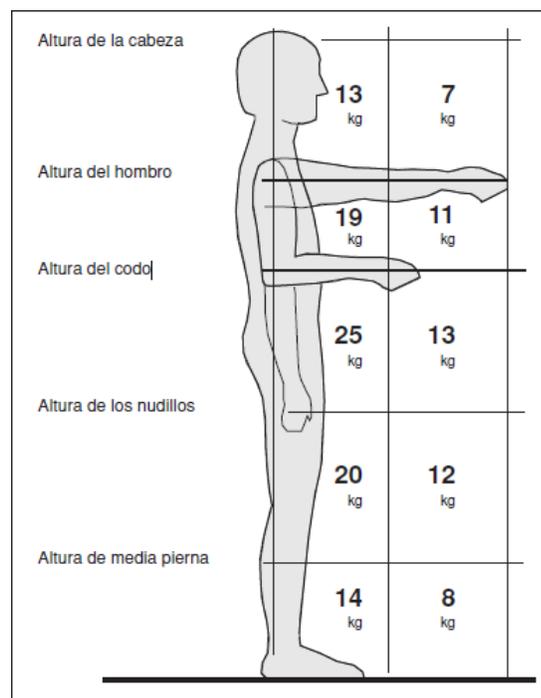
#### **2.7.1.1. Levantamiento de cargas**

Se considera levantamiento de cargas a todo tipo de manipulación con el objetivo de asir un peso específico. En el medio general, el peso máximo que se recomienda no pasar el de 25 Kg. Sin embargo, el peso es variable con base en factores como el sexo de los trabajadores, la edad, el entrenamiento requerido y la frecuencia con que se levanta. Si se desea mantener a la mayoría de población laboral sana es conveniente no sobrepasar un límite de 15 Kg.

En caso de trabajadores entrenados físicamente y sanos se puede decir que tienen la capacidad máxima de 40 Kg, claro siempre que la tarea no sea constante sino más bien esporádica.

Un factor importante en la aparición de riesgo por la manipulación de cargas es el alejamiento de estas con respecto al centro de gravedad del cuerpo. En este alejamiento hacen aparición dos factores, la distancia horizontal (H) y la distancia vertical (V), ambas darán las referencias de la situación de la carga. Al estar una carga muy alejada del cuerpo se necesita mayor fuerza y cuidado, debido a que el riesgo es mayor.

Figura 24. **Peso teórico recomendado según zona de manipulación**



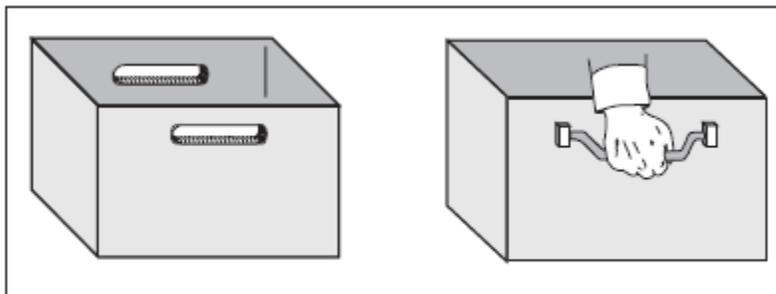
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Guía técnica para la manipulación de cargas: Real Decreto 487/1997*. p. 24.

Regularmente las cargas tienen un desplazamiento vertical, debido a que la mayoría de estos se producen en situaciones de almacenamiento, donde el diseño obliga a subir cargas a alturas distintas. En estas circunstancias es importante tomar en cuenta las posturas de levantamiento ya que una mala postura genera lesión a corto o largo plazo.

Un factor importante a tomar en cuenta en el desplazamiento de cargas es el agarre y esto depende de la forma de la carga, la cual puede ser lisa, resbaladiza, cuadrada, o no tener agarre. Todos estos aumentan o disminuyen el riesgo de al manipular. A continuación se presentan los diferentes tipos de agarre:

- **Agarre bueno:** todo agarre considerado bueno tiene un denominador común el cual es la forma de la carga, si esta tiene asas o cualquier otro tipo de agarrador, se considera que es bueno el agarre, ya que la mano permanece en línea recta con la muñeca, lo cual evita cualquier tipo de desviación peligrosa.

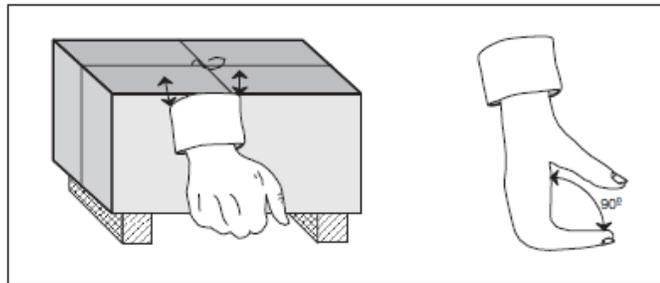
**Figura 25.      Agarre correcto de carga**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Guía técnica para la manipulación de cargas: Real Decreto 487/1997. p. 27.*

- **Agarre regular:** si la carga no cuenta con asas o agarraderos óptimos, el agarre se verá limitado, el resultado de esta peculiaridad es que la mano se flexiona en 90° alrededor de la carga.

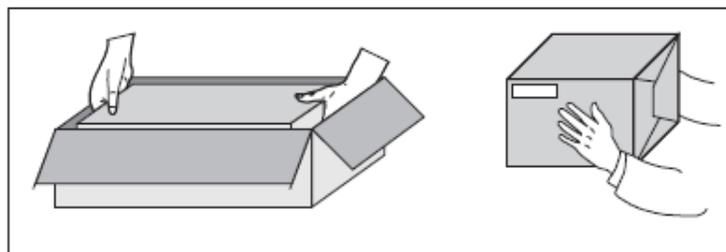
**Figura 26.   Agarre regular de carga**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Guía técnica para la manipulación de cargas: Real Decreto 487/1997. p. 27.*

- **Agarre malo:** para que un agarre sea considerado malo, este no debe cumplir con los dos anteriores.

**Figura 27.   Agarre malo de carga**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Guía técnica para la manipulación de cargas: Real Decreto 487/1997. p. 27.*

Para el apropiado levantamiento de cargas es necesario seguir los siguientes pasos, claro esto es aplicable para la mayoría de cargas, sin embargo ejemplos como barriles, personas y otros, no entran en esta técnica.

- Planificar el levantamiento: siempre que sea posible la utilización de cualquier ayuda mecánica se debe usar, en esta etapa se debe leer las explicaciones del embalaje para saber si el centro de gravedad se encuentra en su situación normal o bien corrido, así como también especificar qué tipo de materiales contiene la carga. En el caso que el embalaje no cuente con indicaciones, es necesario observar la forma de la carga y realizar pruebas antes de levantarla del todo. En la mayoría de casos es necesaria la utilización de equipo de protección personal, tanto calzado como ropa.
- Colocación de los pies: los pies se deben separar a un ancho de los hombros para proporcionar una postura más cómoda, colocando un pie un tanto adelante con respecto al otro en dirección del movimiento.

Figura 28. **Colocación de los pies al levantar carga**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Guía técnica para la manipulación de cargas: Real Decreto 487/1997*. 34.

- Postura de levantamiento: la postura correcta al levantar la carga es manteniendo en todo momento la espalda derecha, dejando el mentón un tanto metido, evitar lo más posible el flexionar demasiado las rodillas.

Figura 29. **Postura correcta de levantamiento de carga**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Guía técnica para la manipulación de cargas: Real Decreto 487/1997*. p. 34.

- Agarre: al momento de sujetar la carga se deben utilizar ambas manos, luego pegar está al cuerpo. Los tipos de agarre se encuentran explicados en los párrafos superiores.
- Levantamiento: al momento de levantarse, se debe realizar de forma suave por la extensión de las piernas manteniendo la espalda erguida, sin dar tirones a la carga ni tratar de moverla de forma brusca.
- Evitar giros: se debe evitar realizar giros, si es necesario colocar la carga a un ángulo distinto se debe mover los pies y no solamente la cintura.

- Depositar carga: para este paso se debe tener en cuenta la altura a la que se desea posar la carga, si la altura es mayor a la de los hombros es necesario

Figura 30. **Levantamiento de carga**



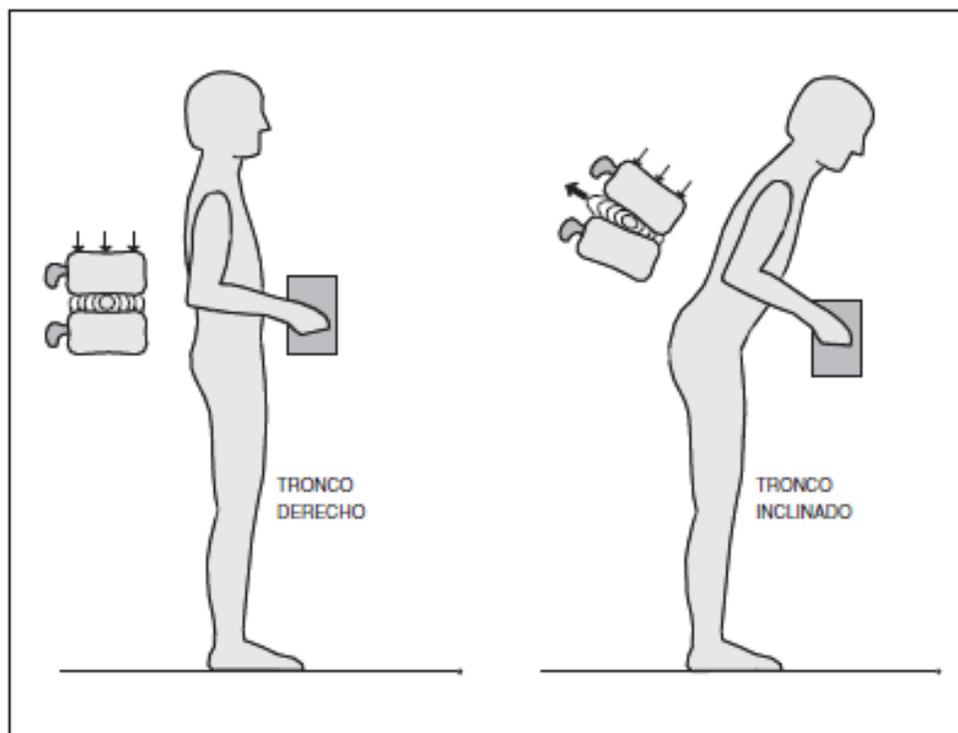
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Guía técnica para la manipulación de cargas: Real Decreto 487/1997*. p. 35.

### **2.7.1.2. Transporte de cargas**

Al hablar acerca del transporte de cargas se habla de algo que va más allá del simple levantamiento de estas, hay que recalcar que desde el punto de vista preventivo lo mejor es no transportar cargas a una distancia mayor a un metro, sin embargo, en la realidad se transportan cargas a distancias mayores, hay que notar que el transporte de una carga a una distancia mayor a diez metros representa una gran demanda física para el trabajador, ya que el gasto metabólico de este aumentará.

Se debe tener en cuenta ciertos aspectos al momento de transportar cargas, uno de estos aspectos es la inclinación del tronco. Siempre en el caso de realizar el transporte de una carga, hay generación de fuerzas compresivas en la zona lumbar mucho mayores que si el tronco se mantuviera recto, estas aumentan el riesgo de una lesión en esa zona. Regularmente la inclinación se da por desconocimiento de las personas o bien a una falta de espacio, esta última en vertical.

Figura 31. **Efecto de carga sobre columna vertebral**



Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Guía técnica para la manipulación de cargas: Real Decreto 487/1997*. p. 28.

### **2.7.1.3. Empuje y arrastre de cargas**

Se puede decir que el empuje o arrastre de una carga es toda condición de trabajo que implica el traslado de una carga que no se puede levantar. Estas cargas deben estar soportadas siempre por superficies que cuenten con rodillos o ruedas, como un carro de aprovisionamiento de material.

Al empujar o arrastrar cargas surgen ciertos factores de riesgo que pueden influir en la aparición de trastornos musculoesqueléticos, debido a ello se analizarán uno a uno en los párrafos siguientes:

- **Fuerza inicial:** es la que se utiliza para superar la inercia del objeto, esta se realiza al iniciar o cambiar la dirección del movimiento. Hay que tomar en cuenta que entre más veces se detenga la carga, más veces se deberá realizar esta fuerza.
- **Fuerza sostenida:** esta debe ser constante para evitar movimientos bruscos de frenado, y es la que se utiliza para que el movimiento se mantenga en la trayectoria establecida.
- **Objeto de empuje o agarre:** se le denomina así a la carretilla o cualquier otro objeto que se utilice con la finalidad de mover la carga. El objeto debe tener unas asas adecuadas y ser estable. El mismo no debe impedir la visibilidad de quien lo maneja.
- **Altura de agarre:** básicamente es la distancia que se mide desde el suelo hasta el punto de agarre del carro para su desplazamiento. Si la altura del agarre es muy alta o muy baja puede causar riesgo a la persona que la utiliza.

- Distancia del recorrido: es la distancia en metros que se debe recorrer empujando o arrastrando el objeto. Se debe tener en cuenta que a mayor distancia el movimiento en si resulta más cansado, así también es de observar que con un recorrido mayor se tienen mayores movimientos de corrección por parte del trabajador, ya sea por detenciones o por alteraciones de ruta.
- Frecuencia y duración: la frecuencia es el número de veces que se realiza la acción de empujar o arrastrar el objeto durante un periodo determinado de tiempo. Se debe apreciar que la acción de empujar o arrastrar un objeto ya tiene un esfuerzo biomecánico, si a dicho esfuerzo se suman los componentes de velocidad y frecuencia, se incidirá en un aumento de riesgo.
- Postura: este factor está ligado directamente a la altura del agarre, así como costumbre que el trabajador adopte las primeras veces para realizar el movimiento. El objetivo desde que se le da la inducción al trabajador, es que este último adopte una postura cómoda que le permita realizar el trabajo sin ningún tipo de riesgo. Es importante hacerle notar que se debe evitar todo tipo de posturas de torsión, inclinación lateral y flexión del tronco ya que aumentan el riesgo de lesión.

La Norma ISO 11228-2 proporciona los valores límites y los criterios de evaluación del riesgo asociado al empuje y arrastre de cargas. Dichos valores están fundamentados en un estudio realizado por Snook y Ciriello en su artículo *The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces*.

Dicho estudio dicta el método por el cual se permite identificar y determinar el nivel de riesgo de una tarea de empuje o tracción de cargas. Al realizar la evaluación general del nivel de riesgo, hay que tener en cuenta las fuerzas aceptables, así como cuando las fuerzas iniciales o sostenidas sean excesivas para el 90 % de las personas que realizan la tarea, esta tarea debe ser considerada de alto riesgo. Cuando las fuerzas iniciales y sostenidas son inferiores a las fuerzas aceptables y solo existe un pequeño número de factores de riesgo, la tarea puede ser considerada de bajo riesgo. A continuación se detalla el método de análisis:

Paso 1. Determinar fuerzas límites, para lo cual, se deben medir los siguientes parámetros:

- Altura de agarre medida en metros.
- Distancia a recorrer con el empuje o el arrastre medida en metros.
- Frecuencia de empuje o arrastre.
- Cantidad de personas expuestas segmentadas por hombres y mujeres o bien si se trata de ambos.
- Registrar las fuerzas iniciales con un dinamómetro.

Con los datos antes mencionados, se deben consultar las siguientes tablas, que se encuentran en la Norma ISO 11228-2, esto con la finalidad de encontrar las fuerzas inicial y sostenida límites aceptables tanto para empujar como para jalar objetos pesados.

Tabla XVII. **Fuerzas iniciales máximas de empuje con dos manos**

Empujar con dos manos																	
Fuerzas iniciales máximas recomendadas en (N) para el 90% hombres (H) y mujeres (m)																	
Altura de agarre en cm		Frecuencia de empuje															
		10/ min (0,1667 Hz)		5/min (0,0833 Hz)		4/min (0,0667 Hz)		2,5/min (0,042 Hz)		1/min (0,0167 Hz)		1/2 min (0,0083 Hz)		1/5 min (0,0033 Hz)		1/8 min (3,5x10-5 Hz)	
m	f	h	m	h	m	h	m	h	m			h	m	h	m	h	m
2 m de distancia empujando																	
144	135	200	140	220	150					250	170			260	200	310	220
95	89	210	140	240	150					260	170			280	200	340	220
64	57	190	110	220	120					240	140			250	160	310	180
8 m de distancia empujando																	
144	135					140	150			210	160			220	180	260	200
95	89					160	140			230	160			250	190	300	210
64	57					130	110			200	140			210	160	260	170
15 m de distancia empujando																	
144	135							160	120	190	140			200	150	250	170
95	89							180	110	220	140			230	160	280	170
64	57							150	90	190	120			200	130	240	150
30 m de distancia empujando																	
144	135									150	120			190	140	240	170
95	89									170	120			220	150	270	180
64	57									140	110			190	120	230	150
45 m de distancia empujando																	
144	135									130	120			160	140	200	170
95	89									140	120			190	150	230	180
64	57									120	110			160	120	200	150
60 m de distancia empujando																	
144	135											120	120	140	130	180	150
95	89											140	120	160	130	200	160
64	57											120	100	140	110	170	130

Fuente: Organización Internacional de Estandarización. *Manual de conducción segunda parte, empuje y arrastre Norma ISO 11228:2007. p. var.*

Tabla XVIII. **Fuerzas sostenidas recomendadas empujando con dos manos**

Empujar con dos manos																	
Fuerzas sostenidas máximas recomendadas en (N) para el 90% hombres (H) y mujeres (m)																	
Altura de agarre en cm		Frecuencia de empuje															
		10/ min (0,1667 Hz)		5/min (0,0833 Hz)		4/min (0,0667 Hz)		2,5/min (0,042 Hz)		1/min (0,0167 Hz)		1/2 min (0,0083 Hz)		1/5 min (0,0033 Hz)		1/8 min (3,5x10-5 Hz)	
m	f	h	m	h	m	h	m	h	m			h	m	h	m	h	m
2 m de distancia empujando																	
144	135	100	50	130	80					150	100			180	110	220	140
95	89	100	50	130	70					160	90			190	100	230	130
64	57	100	40	130	60					160	80			180	90	230	120
8 m de distancia empujando																	
144	135					60	50			130	70			150	80	180	110
95	89					60	50			130	80			150	90	180	110
64	57					60	50			120	70			140	80	180	110
15 m de distancia empujando																	
144	135							60	40	110	40			130	70	160	90
95	89							60	40	110	40			130	70	160	100
64	57							60	40	110	40			120	70	150	90
30 m de distancia empujando																	
144	135									60	40			120	60	160	80
95	89									60	40			120	60	160	90
64	57									60	40			110	60	150	80
45 m de distancia empujando																	
144	135									50	40			100	50	130	80
95	89									50	40			90	60	130	80
64	57									50	40			90	50	130	70
60 m de distancia empujando																	
144	135													70	30	80	40
95	89													70	30	80	40
64	57													70	30	80	40

Fuente: Organización Internacional de Estandarización. *Manual de conducción segunda parte, empuje y arrastre Norma ISO 11228:2007. p. var.*

Tabla XIX. **Fuerzas iniciales recomendadas para jalar con dos manos**

Jalar con dos manos																	
Fuerzas iniciales máximas recomendadas en (N) para el 90% hombres (H) y mujeres (m)																	
Altura de agarre en cm		Frecuencia de empuje															
		10/ min (0,1667 Hz)		5/min (0,0833 Hz)		4/min (0,0667 Hz)		2,5/min (0,042 Hz)		1/min (0,0167 Hz)		1/2 min (0,0083 Hz)		1/5 min (0,0033 Hz)		1/8 min (3,5x10-5 Hz)	
m	f	h	m	h	m	h	m	h	m			h	m	h	m	h	m
2 m de distancia empujando																	
144	135	140	130	160	160					180	170			190	190	230	220
95	89	190	140	220	160					250	180			270	210	320	230
64	57	220	150	250	170					280	190			300	220	360	240
8 m de distancia empujando																	
144	135					110	110			160	160			170	170	210	200
95	89					150	140			230	160			240	190	290	210
64	57					180	150			260	170			270	200	330	220
15 m de distancia empujando																	
144	135							130	100	150	130			160	150	200	170
95	89							180	100	210	140			230	160	280	180
64	57							200	110	240	150			260	170	310	190
30 m de distancia empujando																	
144	135									120	120			150	140	190	170
95	89									160	130			210	150	260	180
64	57									180	130			240	150	300	190
45 m de distancia empujando																	
144	135									100	100			130	140	160	160
95	89									140	130			180	150	230	180
64	57									160	130			210	150	260	190
60 m de distancia empujando																	
144	135											100	100	110	110	140	140
95	89											130	120	160	130	190	160
64	57											150	130	180	140	220	170

Fuente: Organización Internacional de Estandarización. *Manual de conducción segunda parte, empuje y arrastre Norma ISO 11228:2007.* p. var

Tabla XX. Fuerzas sostenidas recomendadas para jalar con dos manos

Jalar con dos manos																	
Fuerzas sostenidas máximas recomendadas en (N) para el 90% hombres (H) y mujeres (m)																	
Altura de agarre en cm		Frecuencia de empuje															
		10/ min (0,1667 Hz)		5/min (0,0833 Hz)		4/min (0,0667 Hz)		2,5/min (0,042 Hz)		1/min (0,0167 Hz)		1/2 min (0,0083 Hz)		1/5 min (0,0033 Hz)		1/8 min (3,5x10-5 Hz)	
m	f	h	m	h	m	h	m	h	m			h	m	h	m	h	m
2 m de distancia empujando																	
144	135	8	50	100	80					120	100			150	110	180	150
95	89	100	50	130	80					160	100			190	110	240	140
64	57	110	40	140	80					170	90			200	100	250	130
8 m de distancia empujando																	
144	135					60	60			100	90			120	100	150	130
95	89					60	60			130	90			160	100	190	130
64	57					70	50			140	80			170	90	200	120
15 m de distancia empujando																	
144	135							60	40	90	60			100	80	130	110
95	89							70	40	120	60			140	80	170	110
64	57							70	40	120	60			150	70	180	100
30 m de distancia empujando																	
144	135									70	50			90	70	130	100
95	89									70	50			120	70	170	100
64	57									70	50			130	60	180	90
45 m de distancia empujando																	
144	135									50	50			80	70	100	90
95	89									60	40			100	60	140	90
64	57									60	40			110	60	150	90
60 m de distancia empujando																	
144	135											60	40	60	50	90	70
95	89											70	40	90	50	120	70
64	57											80	30	90	50	120	60

Fuente: Organización Internacional de Estandarización. *Manual de conducción segunda parte, empuje y arrastre Norma ISO 11228:2007. p. var.*

Paso 2. Determinar el nivel de riesgo.

Luego de realizar el análisis, se realizará el cálculo de dos índices de riesgo, uno para fuerza inicial y otro para fuerza sostenida.

$$IR_i = FR_i / FL_i$$

Donde,

$IR_i$  = Índice de riesgo debido a la fuerza inicial

$FR_i$  = Fuerza inicial registrada en Newton

$FL_i$  = Fuerza límite inicial, obtenido de la tabla

$$IR_s = FR_s / FL_s$$

Donde,

$IR_s$  = Índice de riesgo debido a la fuerza sostenida

$FR_s$  = Fuerza sostenida registrada en Newton

$FL_s$  = Fuerza límite sostenida, obtenido de la tabla

A continuación se presenta como se valora cada índice.

$IR$       Zona de Riesgo

$IR \leq 1$     Recomendado o aceptable

$IR \geq 1$     No aceptable

Si el nivel es no aceptable, se deben tomar las medidas correspondientes para solucionar el problema.

#### **2.7.1.4. Movilización manual de personas**

La movilización manual de personas hace hincapié en las personas que por alguna razón ajena a ellas, necesitan más ayuda debido a que tienen capacidades especiales y por lo tanto no pueden moverse con libertad. La mayoría de personas que se ven directamente con casos así, son personas que trabajan en entidades de salud pública o privada. Estas personas están expuestas a sufrir trastornos en el área dorso lumbar, así como también en la extremidad superior. Entre los factores de riesgo de la movilización manual de personas se encuentran:

- Características de la persona a movilizar: acá se depende de la capacidad motora y el tipo de enfermedad que padezca la persona, con base en lo anterior se requerirá mayor o menor esfuerzo biomecánico por parte del trabajador para efectuar la movilización. Para minimizar o eliminar el riesgo es necesario el uso de ayudas técnicas o de equipos de apoyo.
- Posturas: al realizar una movilización de personas, es necesario adoptar posturas que no dañen físicamente al trabajador, para lo cual hay que disponer de espacios sin obstáculos por las zonas donde se piensa transitar, evitar toda postura forzada a la hora de utilizar equipos de ayuda o al momento de realizar levantamientos. Se recomienda el uso de camillas, camas y sillas de ruedas, que permitan convertir el traslado de un paciente en un empuje o arrastre de carga.
- Frecuencia o carga asistencial: se debe disponer del personal suficiente en cada turno e incluir personal de refuerzo en las horas de mucha carga asistencial.

- Instalaciones y equipos: un correcto diseño ergonómico así como una adecuada instalación permite que al disponer de equipos y ayudas técnicas optimice el traslado y minimice el riesgo de lesión.

## 2.8. Señalización

La correcta señalización responde a la necesidad de un espacio seguro, ya que busca mantener segura un área o la realización de algo en específico. La señalización que se verá en este trabajo, responde a la utilizada para seguridad en el trabajo mediante los diferentes tipos que hay.

- Señal de prohibición: es toda señal que prohíbe un comportamiento en específico, que pueda provocar una situación de peligro. Estas señales tienen como un denominador común un pictograma de forma redonda, donde sobresalta un fondo blanco, la actividad que no se debe realizar y una banda transversal de color rojo atravesando la actividad a un ángulo de 45°.

Figura 32. **Señales de prohibición**



Fuente: CONRED. *Guía de señalización*. p. var.

- Señal de advertencia: se les denomina señal de advertencia a todas aquellas que anuncian el riesgo de un peligro, el estándar de estas señales es un pictograma negro sobre un fondo amarillo, se espera que el fondo amarillo cubra como mínimo un 50 % de la superficie, los bordes de estas señales siempre deben ser negros.

Figura 33. **Señales de advertencia**



Fuente: CONRED. *Guía de señalización*. p. var.

- Señal de obligación: estas señales indican que en áreas determinadas se debe realizar cierta actividad o tomar ciertas medidas especiales, la forma estándar de estas señales es redonda, su pictograma es blanco y el fondo es azul.
- Señal de salvamento: es el tipo de señal que proporciona indicaciones relativas a las salidas de emergencia, primeros auxilios, puntos de reunión, y otros. La forma de estas señales es cuadrada siendo un pictograma blanco sobre un fondo verde.

Figura 34. **Señales de obligación**



Fuente: CONRED. *Guía de señalización*. p. var.

Figura 35. **Señales de salvamento**



Fuente: CONRED. *Guía de señalización*. p. var.

- Señal referente a incendios: para el tipo de eventos relacionados con el fuego existen señales distintivas, por lo regular la forma de estas es rectangular o cuadrada, cuenta con un pictograma blanco sobre un fondo rojo, es importante recalcar que el color rojo debe representar un estimado del 50 % de la superficie de señal. Estas se deben posicionar en los lugares adecuados y hay que notar que el elemento indicativo debe estar presente.

Figura 36. **Señales contra incendios**



Fuente: CONRED. *Guía de señalización*. p. var.

- Señales luminosas y acústicas: las señales con las características de iluminación y sonido tienen como denominador común la intensidad para hacerse entender, las lumínicas deben tener un contraste alto con el entorno y las sonoras deben emitir un sonido fácil de percibir y entender, un ejemplo palpable de estas fue las muchas bocinas que se colocaron a lo largo de las ciudades que tenían alto riesgo de ser bombardeadas, esto con la finalidad de que la población al oírlas corriera a ponerse a salvo a los respectivos refugios.

## **2.9. Primeros auxilios**

Los primeros auxilios hacen hincapié a las técnicas y procedimientos de carácter inmediato que se aplican a una persona que ha sufrido un accidente, bajo la premisa de evitar que sufra daños permanentes e incluso que pierda la vida.

Cuando suceden este tipo de vicisitudes es importante mantener la calma, se debe evitar el movimiento brusco del paciente ya que no se sabe a ciencia cierta el tipo de lesión que tenga y si el movimiento puede causar más daño. Es recomendable si no se tiene el conocimiento, se debe mantener siempre un contacto visual y hablar constantemente con la persona para que no pierda el conocimiento, esperando a que llegue un socorrista con experiencia para determinar el procedimiento a seguir.

## **2.10. Planes de contingencia**

La definición de un plan de contingencia es variable dependiendo de qué tipo de problemas que se desea controlar, para uso de este documento el plan

de contingencia estará centrado en necesidades que pueden surgir en caso de emergencias en el inmueble requerido.

El plan debe tener medidas técnicas, organizativas y humanas para garantizar la integridad del personal que labore en el inmueble que se adaptará al mismo. Este plan de contingencia surge de un análisis de riesgo donde se identifican las diferentes posibles amenazas. Luego de la elaboración del plan este se debe revisar de forma periódica, muchas veces en el caso de un plan de contingencia se analiza con situaciones hipotéticas debido a que para hacer un análisis formalmente verídico debe haber sucedido un evento riesgoso.

El análisis debe incluir aspectos como:

- ¿Estuvo o no la amenaza prevista?
- ¿Las medidas requeridas fueron las más adecuadas?
- De haber estado la amenaza prevista, ¿la respuesta fue la correcta?
- De haber obtenido una amenaza no adecuada, que causo el fallo de la misma.

### **3. SITUACIÓN ACTUAL DEL EDIFICIO “INGENIERO EMILIO BELTRANENA MATHEU” DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

#### **3.1. Secciones trasladadas al edificio “Ingeniero Emilio Beltranena Matheu”**

Este segmento contempla las nuevas instalaciones que se asignaron al CII a partir del 15 de febrero del 2013, dicho inmueble tiene el nombre de edificio “Ingeniero Emilio Beltranena Matheu”

##### **3.1.1. Sección de Agregados, Concretos y Morteros**

Tiene como objetivo principal, el brindar servicios de comportamiento de las propiedades mecánicas de los materiales.

Entre los ensayos importantes se pueden mencionar los siguientes:

- Verificación de máquinas a compresión que tiene un costo de Q3 000,00.
- Inspecciones del concreto fresco, dicho ensayo contempla la toma de muestra, análisis de temperatura, asentamiento aire y el ensayo de compresión, el costo de este ensayo es de Q575,00.
- Análisis completos de los agregados (fino y grueso), se busca evaluar entre otras cosas el peso específico, porcentaje de absorción, peso

volumétrico granulometría, entre otros. Los costos para estos ensayos son: agregados finos Q600,00 y agregados gruesos Q480,00.

Figura 37. **Jefatura de Agregados, Concretos y Morteros**



Fuente: Jefatura de Agregados, concretos y morteros, T-5, Facultad de Ingeniería.

En lo referente al mobiliario la sección cuenta con escritorios de trabajo, estanterías, cubículos y librerías, además con una mesa de trabajo, así como con equipos de computación que son utilizados para la elaboración de los informes de los ensayos. Se puede encontrar también una pequeña bodega que en su interior tiene tamizadores y cristalería.

Actualmente la sección cuenta con marcos estructurales que forman parte del edificio de CII, por lo tanto sus divisiones están formadas por muros no estructurales.

En el aspecto arquitectónico, la Sección de Agregados, Concretos y Morteros está dividida en tres espacios las cuales son: área de jefatura, área de laboratoristas y una pequeña bodega donde se almacena el equipo y la cristalería para los ensayos.

Esta sala cuenta con suministro eléctrico (110 V, 220 V), también con suministro de agua potable, no cuenta con control de vibraciones, ni con un sistema de ventilación, calefacción o aire acondicionado. Tampoco cuenta con control de temperatura y humedad.

Figura 38. **Práctica en sección de Agregados, Concretos y Morteros**



Fuente: Laboratorios de Sección de Agregados, Concretos y Morteros, T-5, Facultad de Ingeniería.

### **3.1.2. Laboratorio de Asfaltos**

El Laboratorio de Asfaltos es de reciente creación en el CII, dicho laboratorio surge de la separación de las actividades realizadas en la Sección de Mecánica de Suelos y en la Sección de Química Industrial.

Con estos dos antecedentes, la iniciativa de la creación de un laboratorio de asfaltos surge de la necesidad de unificar los ensayos que se realizaban en ambas secciones para mejorar el servicio que se presta, profesionalizando así en un solo lugar lo referente a los ensayos de cemento asfáltico, mezcla asfáltica y emulsiones.

Para la creación de este nuevo Laboratorio, se tiene previsto un cambio de ubicación de los equipos que actualmente tienen las Secciones de Mecánica de Suelos y Química Industrial, así como también, la colocación de equipo adquirido recientemente para la realización de ensayos al cemento asfáltico por la Facultad de Ingeniería.

### **3.1.3. Área administrativa**

Las áreas administrativas a trasladarse al edificio “Ingeniero Emilio Beltranena Matheu” del CII son:

- Dirección del CII: se encuentra en el segundo nivel del edificio T-5.
- Servicio al cliente: se encuentra en los niveles primero y segundo nivel del edificio T-5.
- Tesorería: se encuentra en el segundo nivel del edificio T-5, a un costado de la Dirección del CII.

- Gestión de calidad: se encuentra en el área de prefabricados del campus central de la USAC. El objetivo de la misma es coordinar el sistema de gestión de la calidad y los procesos de mejora continua, con el propósito de acreditar ensayos de laboratorio bajo la Norma COGUANOR NTG ISO 17025 (requisitos generales para la acreditación de ensayos de laboratorio y calibración). Además esta sección desarrolla proyectos de investigación científica, procesos de fabricación con máquinas y herramientas, así como de seguridad industrial en las instalaciones de la Facultad de Ingeniería.

### **3.2. Factores de riesgo**

Se pueden encontrar distintos factores de riesgo en las nuevas instalaciones de CII, a continuación se señalan algunos de estos.

#### **3.2.1. Factores de riesgo estructurales**

Entre los factores de riesgo estructurales que se han determinado para las nuevas instalaciones del CII se encuentran:

- Cajas de flipones que no se encuentran debidamente protegidas.
- Estructuras con tuberías salen en medio de áreas de paso.
- Cables sueltos en las partes externas de la estructura.
- Carencia de áreas de reunión en caso de emergencia.
- Lámparas fluorescentes ubicadas peligrosamente cerca de tuberías de líquidos y áreas peatonales.
- Carencia de señalización en general.

Figura 39. **Cajas de flipones de ubicación descubiertas**



Fuente: edificio Emilio Beltranena Matheu, Facultad de Ingeniería.

Figura 40. **Lámpara fluorescentes ubicadas en área peatonal**



Fuente: edificio Emilio Beltranena Matheu, Facultad de Ingeniería.

### 3.2.2. Factores de riesgo en la Sección de Agregados, Concretos y Morteros

Con base en una encuesta realizada a la Ing. Dilma Mejicanos se pueden mencionar los factores de riesgo que afectan directamente a la Sección de Agregados, Concretos y Morteros.

La maquinaria utilizada en la sección es una fuente constante de riesgo, siendo los más visibles:

Tabla XXI. **Elementos de riesgo en Sección de Agregados, Concretos y Morteros**

<b>Máquina</b>	<b>Riesgo para el personal</b>
Olla para azufre	Quemaduras y asfixia
Horno	Quemaduras
Máquina para compresión	Caída de los accesorios
Máquina para compresión	Golpes por explosión de cilindros en ensayo

Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Olla para azufre**



Fuente: Laboratorios de Sección de Agregados, Concretos y Morteros, T-5, Facultad de Ingeniería.

Figura 42. **Máquina para compresión**



Fuente: Laboratorios de Sección de Agregados, Concretos y Morteros, T-5, Facultad de Ingeniería.

Figura 43. **Horno de concreto**



Fuente: Laboratorios de Sección de Agregados, Concretos y Morteros, T-5, Facultad de Ingeniería.

Figura 44. **Máquina de compresión Rielhe**



Fuente: edificio Emilio Beltranena Matheu, Facultad de Ingeniería.

### **3.2.3. Factores de riesgo en el Laboratorio de Asfaltos**

Con base en una encuesta realizada con la jefa del Laboratorio. Se obtuvieron los siguientes datos que responden a los aspectos más riesgosos que pueden surgir en este.

- Riesgos químicos: estos se darán debido a que en el nuevo laboratorio se tiene previsto la realización de las pruebas químicas que actualmente se realizan en la Sección de Química industrial.
- Riesgo por quemaduras: ya que al igual que en la Sección de Concretos, se cuenta con un equipo para ensayos a altas temperaturas.
- Riesgo por ruido: este responde al ruido proveniente de la maquinaria propia de los ensayos.

### **3.2.4. Factores de riesgo ergonómicos**

Se puede decir que los factores de riesgo ergonómicos son el conjunto de elementos en los que de forma consciente o inconsciente se incurre al momento de realizar una tarea, el resultado de estos factores de riesgo es el desarrollo de una lesión.

En la tabla XXII se mencionan los factores de riesgo ergonómicos que se pueden presentar en las nuevas instalaciones del Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Tabla XXII. **Factores de riesgo ergonómicos**

Riesgo	Generalidades	Efectos
Fatiga muscular	Es la disminución de la capacidad física de la persona a una tensión estática o dinámica repetitiva, o bien a una fuerza o tensión excesiva en un movimiento que el cuerpo no esté acostumbrado a realizar. En esto pueden incurrir los estudiantes o externos que realizan las pruebas en el CII.	.
Postura forzada (pie)	Este riesgo se refiere a posiciones de trabajo que supongan en las que el cuerpo deja de estar en una posición cómoda para pasar a estar en una muy forzada, por lo cual se genera una lesión por sobrecarga. En el trabajo en pie se puede ocasionar una sobrecarga en los músculos de las piernas, hombros y espalda.	Dificultad en circulación, aparición de varices, fatiga de los músculos, compresión de estructuras óseas (en su mayoría en la zona lumbar) y dolores de espalda.
Postura forzada (sentado)	La posición en cómo se sientan las personas es un factor de riesgo alto debido a que la mayoría de personas no dejan esta de forma erguida.	Trastornos musculo-esqueléticos y trastornos circulatorios, en estos se pueden contar varices.

Fuente: elaboración propia.

### 3.3. **Equipo de seguridad industrial**

El equipo de seguridad industrial es un elemento clave en el cuidado de los colaboradores, a continuación se muestra el equipo con que cuenta cada una de las secciones que se trasladarán a las nuevas instalaciones del CII.

## Sección de Agregados, Concretos y Morteros

- Cascos
- Botas de trabajo (punta de acero)

## Laboratorio de Asfaltos

- Cascos
- Botas de trabajo (punta de acero)
- Lentes protectores
- Mascarillas
- Guantes
- Tapones de oídos

### **3.4. Señalización de estructura**

Actualmente el inmueble del CII no cuenta con ningún tipo de señalización.

### **3.5. Medidas de emergencia**

Debido a que el inmueble se encuentra sin personal no se cuenta con medidas de emergencia para el mismo.

## **4. PROPUESTA DE PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL PARA EL CII**

### **4.1. Minimización de factores de riesgos**

Para minimizar los factores de riesgo también se ha logrado gracias a la encuesta que fue pasada a los directores de las Secciones de Agregados, Concretos y Morteros, y el Laboratorio de Asfaltos.

Agregados, Concretos y Morteros debe contar con elementos que cubran las necesidades actuales, entre los cuales se pueden mencionar:

- Compra de la totalidad del equipo de seguridad necesarios para las actividades realizadas en el plan.
- Constante capacitación de que acciones se deben realizar en caso de un accidente o cualquier situación de peligro. En este aspecto es necesario que se integre la sección de Gestión de calidad, ya que ellos son los que tienen a su cargo todo lo referente a estos temas.
- Mejorar la señalización en la estructura en general, así como en las áreas asignadas a la sección.
- Implementar al menos una vez por semana la política de minuto de seguridad.

- Coordinar de forma eficiente la distribución de la maquinaria, la cual debe hacerse con el aval de la directora de Agregados, Concretos y Morteros y un representante de gestión de calidad que brinde una óptima distribución, pero también un lugar 100 % seguro para las personas que realicen las actividades de la sección.
- Colocación en un lugar visible de cómo se deben realizar las actividades en las máquinas de ensayo.
- Implementación constante de pruebas que pongan en evidencia las capacidades y deficiencias del personal que utiliza el equipo, dichas pruebas deben estar elaboradas con base en situaciones reales, y aprobadas por la Dirección de la Sección de Agregados, Concretos y Morteros.

El Laboratorio de Asfaltos debe contar con las siguientes alternativas para disminuir el impacto de los distintos riesgos inherentes a la misma.

- Para el riesgo de eventos telúricos y otros elementos de carácter general, es recomendable darle un seguimiento a los planes de contingencia manejados por el área de Gestión de calidad.
- Señalización adecuada que denote la obligatoriedad de utilización de equipo para cada situación.
- Equipamiento de seguridad industrial el cual deberá consistir en cascos, guantes, lentes, tapones de oídos y mascarillas, para los estudiantes que realicen ensayos por cursos propios.

Para evitar riesgos de incendios se presenta la siguiente distribución de los extintores con base en lo descrito en la sección 2.6.1 del presente trabajo. Se ha tomado los planos realizados, tomando en cuenta que el riesgo de incendio es bajo debido al tipo de actividad que se realizará en el área de maquinaria, los datos de donde se sacan dichos cálculos han sido tomados del plano del edificio creado en mayo del 2013 por el área de planificación, dicho plano ha sido proporcionado para el actual efecto por el Ing. Oswin Melgar director de la Sección de Gestión de Calidad.

El plano muestra en el primer nivel varias secciones, siendo la nave principal el área donde se colocará la maquinaria de los ensayos tanto para el área de Agregados Concretos y Morteros, así como para el Laboratorio de Asfaltos. El área de la nave principal se ha calculado en:

$$A = 409,8 \text{ m}^2$$

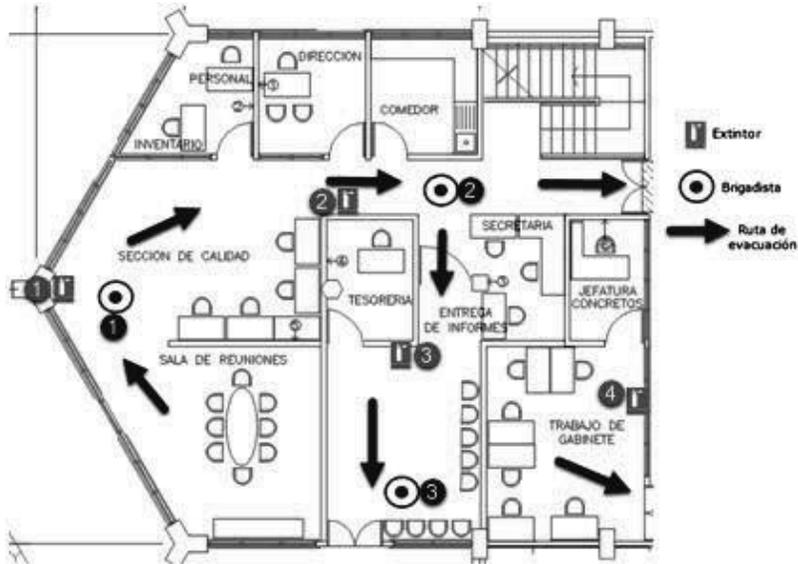
Mientras que, tomando la información de la figura XX, pensando en que el riesgo es moderado se usará un extintor tipo 2-A, donde el área máxima de piso unidad de A es de  $278,2 \text{ m}^2$ , buscando el recorrido máximo desde cualquier punto de la nave al extintor sea no mayor a  $22,88 \text{ m}^2$ .

$$\frac{\text{Área del Inmueble}}{\text{Área máxima establecida}} = \text{Cantidad de extintores}$$

$$\frac{409,8 \text{ m}^2}{278,2 \text{ m}^2} = 1,47$$

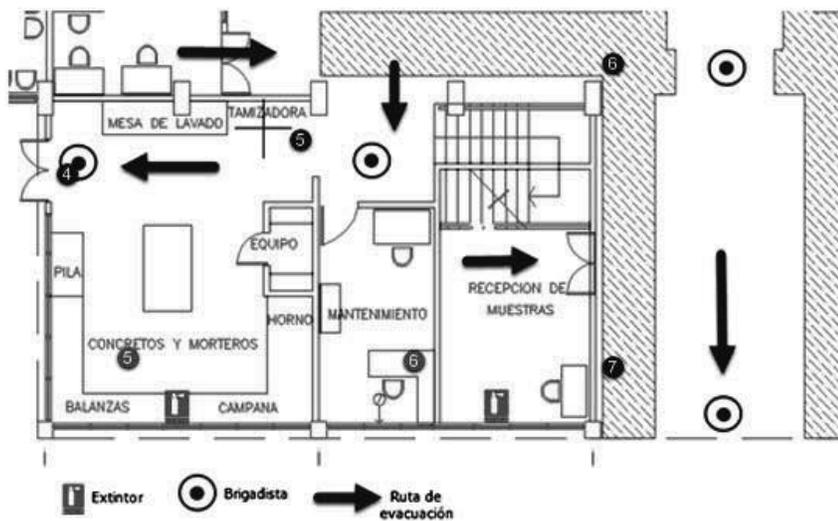
Siendo el dato de 1,47 convertido en dos extintores en la nave principal. En tanto en el área de oficina se han seleccionado en los lugares de fácil acceso, pensando en las separaciones que existen dentro de la estructura.

Figura 45. **Propuesta de extintores, ruta de evacuación y puntos de brigadistas oficinas primer nivel**



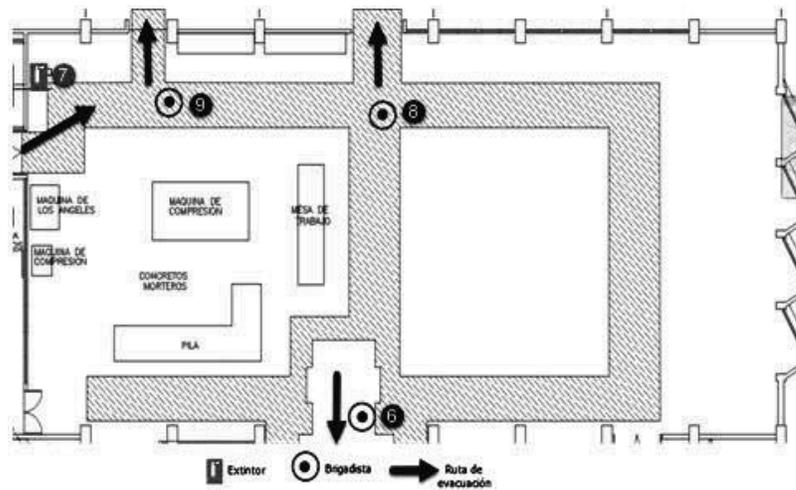
Fuente: planos del edificio Emilio Beltranena Matheu, mayo de 2014.

Figura 46. **Propuesta de extintores, ruta de evacuación y puntos de brigadistas concretos y morteros primer nivel**



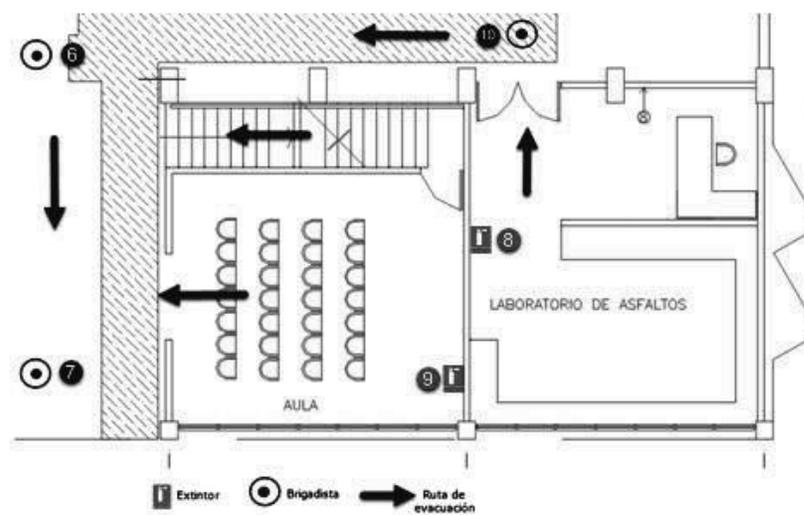
Fuente: planos del edificio Emilio Beltranena Matheu, mayo de 2014.

Figura 47. **Propuesta de extintores, ruta de evacuación y puntos de brigadistas nave principal primer nivel**



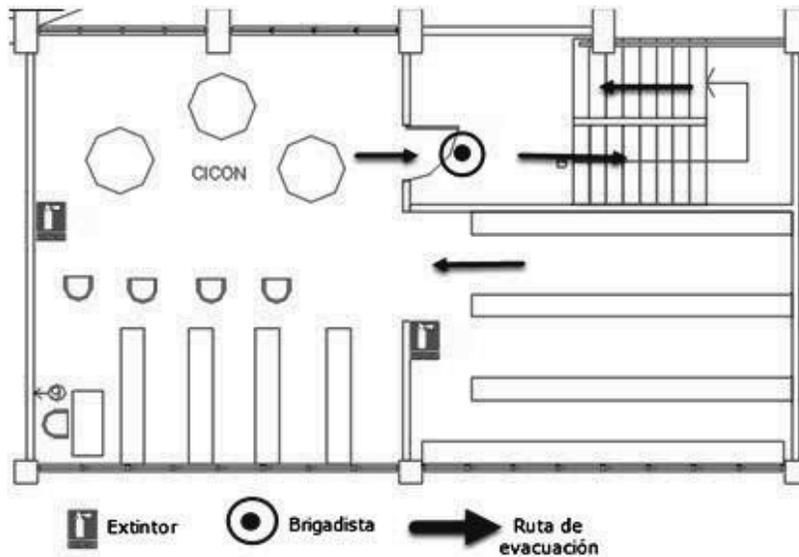
Fuente: planos del edificio Emilio Beltranena Matheu, mayo de 2014.

Figura 48. **Propuesta de extintores, ruta de evacuación y puntos de brigadistas Laboratorio de Asfaltos primer nivel**



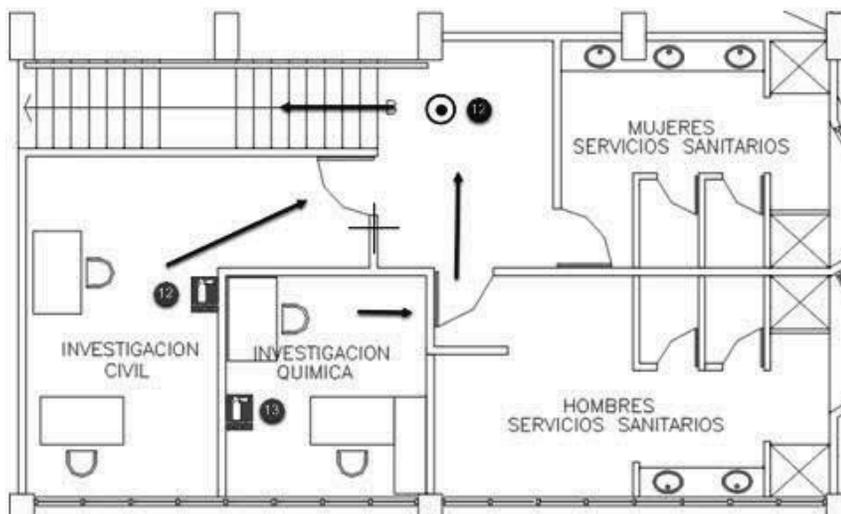
Fuente: planos del edificio Emilio Beltranena Matheu, mayo de 2014.

Figura 49. **Propuesta de extintores, ruta de evacuación y puntos de brigadistas CICON segundo nivel**



Fuente: planos del edificio Emilio Beltranena Matheu, mayo de 2014.

Figura 50. **Propuesta de extintores, ruta de evacuación y puntos de brigadistas investigación y sanitarios segundo nivel**



Fuente: planos del edificio Emilio Beltranena Matheu, mayo de 2014.



## **4.2. Equipo de seguridad**

Según las necesidades vistas en las secciones, se ha elaborado un listado del equipo que hace falta para que las actividades sean seguras.

Como se menciona en la sección 3.3. del presente documento la sección Agregados, concretos y morteros, cuenta en la actualidad con: cascos y botas punta de acero, sin embargo, dicho equipo resulta precario para la seguridad de las persona, por tal razón la directora actual de esta sección, ha realizado un listado de equipo necesario para optimizar la seguridad.

Equipo considerado necesario:

- Guantes de cuero
- Orejeras
- Barbiquejo
- Mascarilla
- Arnés
- Lentes de seguridad

La cantidad necesaria de cada uno de los equipos antes mencionados responde a la cantidad que se considere necesaria para la sección, es importante comentar que un equipo individual contiene:

- 1 par de guantes de cuero
- 1 casco ergonómico
- 1 par de zapatos de trabajo (punta de acero)
- 1 par de orejeras
- 1 barbiquejo

- 1 mascarilla
- 1 juego de arnés
- 1 par de lentes de seguridad

#### **4.2.1. Propuesta de ropa de seguridad industrial con identificación**

Actualmente la Sección de Agregados, Concretos y Morteros cuenta con ropa de seguridad con la respectiva identificación. En el caso del nuevo Laboratorio de Asfaltos, se estima utilizar el mismo atuendo que en la sección mencionada anteriormente.

A continuación se presenta una propuesta que puede ser muy funcional tanto para el Laboratorio de Asfaltos, como para la Sección de Agregados, Concretos y Morteros.

El atuendo total debe, desde el momento de la implementación del Laboratorio, contar con las siguientes características:

- Ropa ignífuga.
- Atuendo en forma de overol que se adapte al cuerpo.
- Cintas reflectivas.
- Etiqueta de bioseguridad (algodón).
- Protectores auditivos, estos pueden ser sencillos tapones de espuma con un cordón, como orejeras acopladas al casco, es importante mencionar

que los tapones de espuma son bastante moldeables, sin embargo, reducen una media de 27 dB, mientras que las orejeras no permiten tanta libertad, estas pueden reducir un total 33 dB.

- Guantes de piel, estos deben ser de piel de vaca, y son indispensables para evitar cortes, perforaciones y quemaduras en manos, estos guantes deben estar normados bajo la nota técnica de protección NTP 747: Guantes de protección.
- Lentes protectores, dichos lentes deben guardar los estándares que se establecen en la Norma ASNI Z87 +, estos pueden ser blancos o amarillos, en estos colores regularmente siempre traen una pequeña barrera de protección contra la radiación ultra violeta.

Figura 52. **Propuesta de equipo de protección para la cabeza**

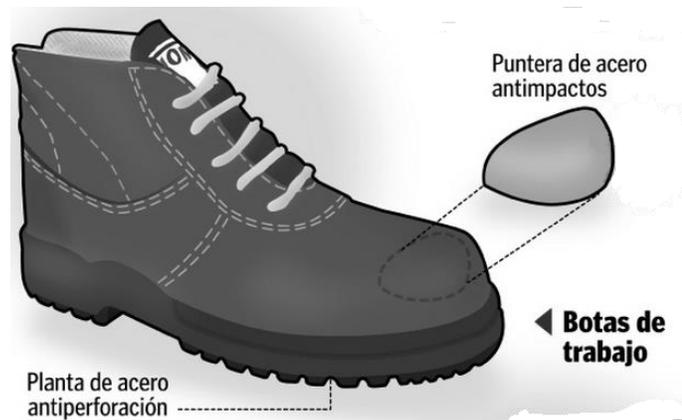


Fuente: *protección individual: equipos de seguridad.*

[http://www.cepsa.com/cepsa/Quienes\\_somos/Centro\\_de\\_Prensa\\_/Infografias\\_de\\_interes\\_/Proteccion\\_individual\\_\\_equipos\\_de\\_seguridad/](http://www.cepsa.com/cepsa/Quienes_somos/Centro_de_Prensa_/Infografias_de_interes_/Proteccion_individual__equipos_de_seguridad/). Consulta: abril de 2014.

- Botas con punta de acero, dichas botas deben estar normadas al menos con la nota técnica de protección NTP 813, esperando que de forma óptima cumpla con lo establecido en la Norma ISO 20346:2007 la cual recoge la información sobre el calzado de protección con punta de acero con resistencia de hasta 100 julios.

Figura 53. **Propuesta de calzado**



Fuente: *protección individual: equipos de seguridad.*

[http://www.cepsa.com/cepsa/Quienes\\_somos/Centro\\_de\\_Prensa\\_/Infografias\\_de\\_interes\\_/Proteccion\\_individual\\_\\_equipos\\_de\\_seguridad/](http://www.cepsa.com/cepsa/Quienes_somos/Centro_de_Prensa_/Infografias_de_interes_/Proteccion_individual__equipos_de_seguridad/). Consulta: abril de 2014.

- Casco de protección, debe responder al menos a la nota técnica de protección NTP 228, la cual es una guía para la elección, uso y mantenimiento de cascos de protección.

#### 4.3. **Ergonomía en laboratorio**

En lo referente a la ergonomía según lo que fue recabado en las encuestas, se pueden mencionar las siguientes propuestas:

- Capacitación constante (una vez al mes) sobre el levantamiento de cargas.
- Adecuada distribución de las áreas.
- Adecuada distribución en el espacio de locomoción.

La capacitación puede ser una charla de al menos cinco minutos, y puede darse al momento de la charla del minuto de seguridad.

Las dos opciones siguientes deben ser tomadas en cuenta al momento de la planificación del traslado, debido a que al momento de la redacción del documento no se tiene el espacio físico a utilizar por ambas secciones, se deja para los directores de las mismas el análisis del espacio.

#### **4.4. Señalización de estructura**

La señalización de la estructura debe contar con los elementos mencionados en la sección 2.8. de este documento, aunque también es importante contar con las recomendaciones que se detallan a continuación, las cuales fueron brindadas por los respectivos directores de las secciones a trasladarse.

- La señalización debe contar con reflectores que permitan apreciarse con mucha claridad.
- Actualmente se carece de señales que brinden una alarma en caso de un evento de proporciones mayores (incendio, sismos, y otros).

En respuesta a dichas recomendaciones se propone la colocación de un sistema de señalización tradicional, con elementos mencionados en la sección

2.8., adicionando sistemas lumínicos y sonoros para los casos de emergencias mayores, estos últimos deberán estar conectados con un sistema que unifique todas las instalaciones relacionadas con la Facultad, a continuación en la imagen 69 se presenta un ejemplo de estas últimas señales.

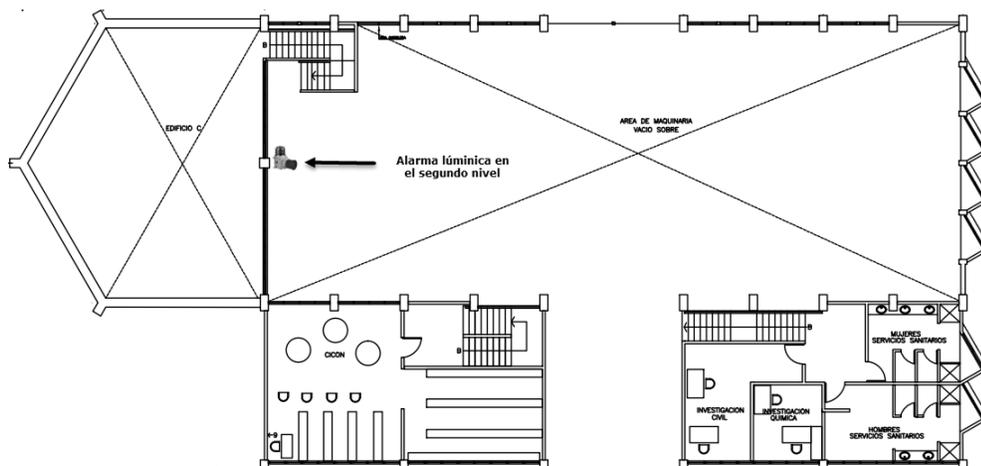
Figura 54. **Equipo de señal de emergencia mayor**



Fuente: *productos de seguridad industrial para máquinas y locales.*

<http://www.directindustry.es/prod/e2s/difusores-alarma-sonora-avisador-luminoso-led-15516-409386.html>. Consulta: junio de 2014.

Figura 55. **Ubicación recomendada de señal de emergencia mayor**



Fuente: planos del edificio Emilio Beltranena Matheu, mayo de 2014.

#### 4.5. Planes de contingencia

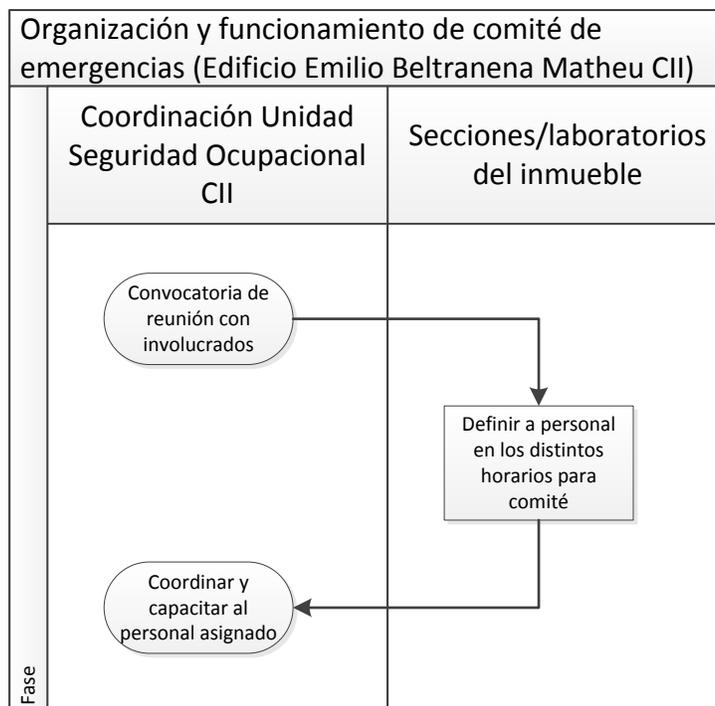
Actualmente se está organizando el Programa de Seguridad Industrial como una parte independiente de la Sección de Gestión de Calidad del CII, la cual estará realizando las capacitaciones a las brigadas de evacuación, así como los procedimientos de seguridad y los simulacros de evacuación. Es fundamental la creación de un Comité de Emergencias del nuevo centro, para lo cual se propone como su funcionamiento el siguiente diagrama:

El comité debe contar con las siguientes figuras:

- Director del Comité de Seguridad Industrial (Dirección del CII): coordinará las acciones a desarrollarse ante una emergencia, dará la señal de alarma correspondiente (alarma sonora y lumínica), será el responsable, en caso de ser necesario, de dar la orden de evacuación general del edificio, en caso que la situación amerite un control mayor, se pondrá en contacto con los entes externos correspondientes.
- Encargado de emergencias: esta persona es la encargada de atender la solicitud de ayuda, evaluar y declarar el tipo de emergencia, trasladará la información al director del comité de seguridad industrial.
- Encargado de evacuaciones: deberá mantener informado al director del comité; capacitar y ubicar a los brigadistas para su proceder en caso de una emergencia mayor, comprobar que no se quede ninguna persona dentro del edificio luego de la evacuación.
- Policía de ingeniería y personal de mantenimiento: colaborar con el comité en todo lo necesario, cortar la energía en caso de ser necesario.

- Equipo de primeros auxilios: deberán brindar primeros auxilios a quienes lo necesiten, y trasladar a los heridos a lugares seguros en caso de riesgo extremo.

Figura 56. **Organización y funcionamiento de comité de emergencias (edificio Emilio Beltranena Matheu CII)**



Fuente: elaboración propia.

- Brigadistas: deberán ayudar a todas las personas a evacuar las instalaciones y apoyar con el manejo de extintores. En caso de una emergencia el encargado de emergencia debe atender la solicitud de ayuda, evaluar y declarar el tipo de emergencia, así como dar la señal de alarma correspondiente.

Equipo con que el comité de emergencias debe contar:

Chaleco reflector

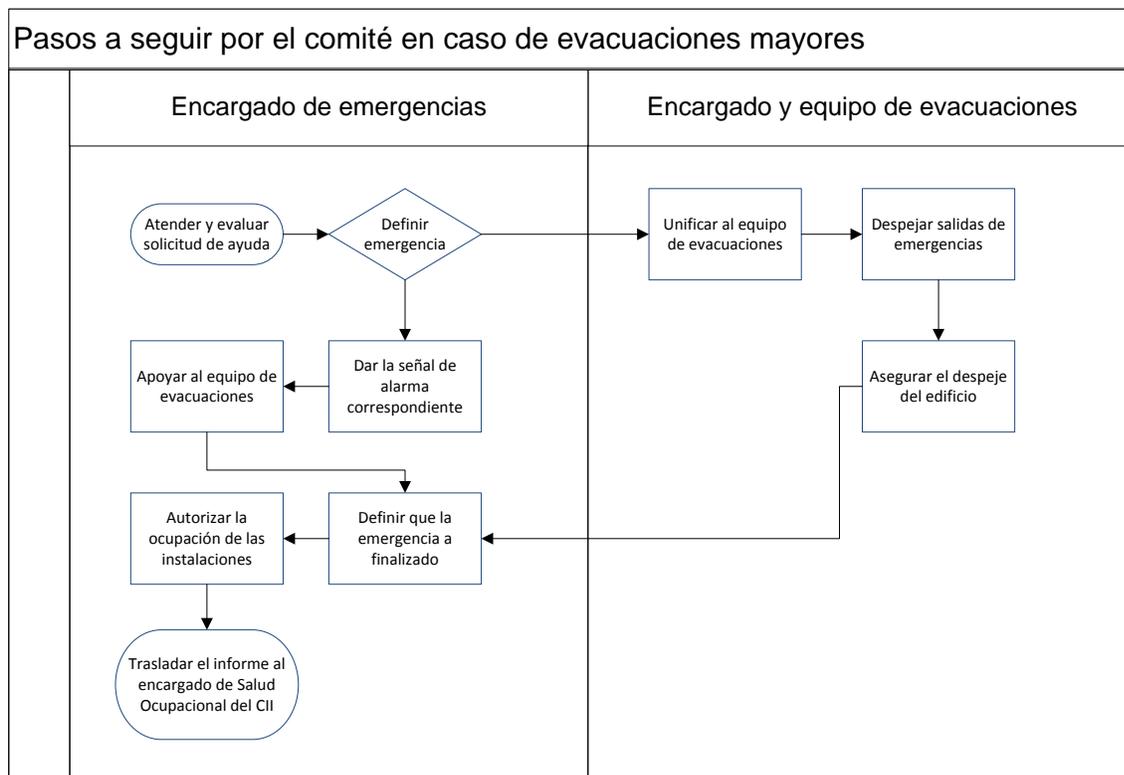
Casco

Silbato

Megáfono

Señales luminosas

Figura 57. **Pasos a seguir por el comité en caso de evacuaciones mayores**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se detalla el protocolo a seguir en los distintos casos de emergencia.

- En caso de conato de incendio:
  - Analizar si el fuego se puede controlar, en caso positivo usar extintores. Se debe tener muy claro que jamás se le debe de dar la espalda al fuego.
  
- En caso de incendio:
  - Si el fuego se sale de control, luego de evaluar la situación el coordinador de emergencia, dará la señal para que inicie la evacuación del edificio.
  - La evacuación se comunicará con toques intermitentes de silbato.
  - Se le comunicará al encargado de evacuación para que actúen de acuerdo a lo establecido en el diagrama de flujo.
  - Se iniciará la evacuación utilizando las rutas de evacuación.
  - Todo el personal debe seguir las instrucciones del encargado de evacuación.
  - Si el humo invade las rutas de evacuación, se indicará a los ocupantes del edificio que avancen agachados o arrastrándose.
  - Si el fuego o el humo impiden la salida por la puerta se hará, donde sea posible, por las ventanas de forma segura para evitar accidentes por caída.
  - Los responsables de la evacuación saldrán de último, después de comprobar que no queda ninguna persona dentro del edificio.
  - No se permitirá el regreso de los ocupantes al interior del edificio, una vez abandonado, hasta que sea autorizado.

- En el punto de concentración el encargado de evacuación deberá verificar que todas las personas hayan acudido al lugar.
- Todos deben permanecer juntos hasta que se dé por finalizada la emergencia.
- Si la cantidad de humo o la propagación del fuego impiden la evacuación, las personas atrapadas se mantendrán dentro del lugar del que no puedan salir hasta que sean rescatados, tomando las siguientes precauciones:
  - Cerrar puertas y ventanas para disminuir la propagación del humo, esta normativa es tomada según el anexo de la Ley 1346/04 de la ciudad de Buenos Aires.
  - Separar todo material combustible de la puerta.

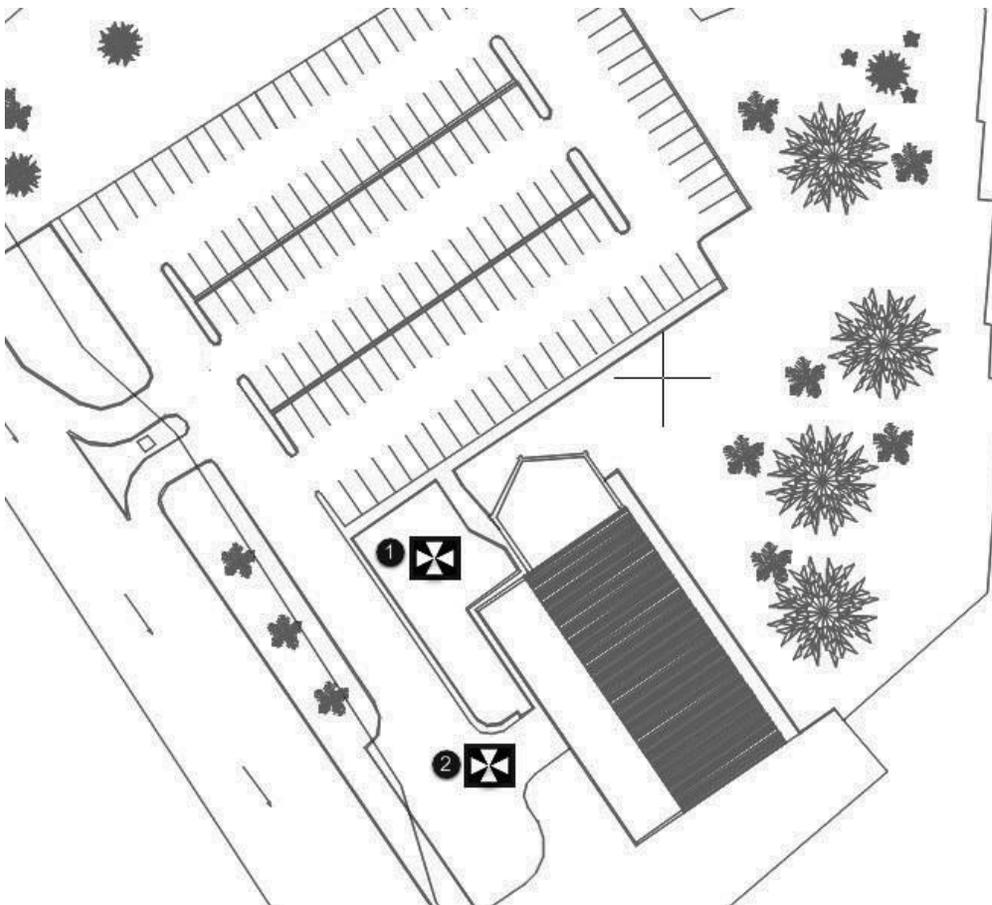
Para que la evacuación por este tipo de emergencia sea exitosa, se deben conocer las rutas de evacuación, poder manejar correctamente los extintores que se encuentren disponibles, mantener la calma en todo momento, desenchufar todos los equipos eléctricos.

- En caso de un accidente:
  - Evaluar si el accidentado está consciente.
  - Evaluar si tiene algún daño en la columna que impida su movilización.
  - Rescatar al accidentado del peligro inmediato colocándolo en posición lateral de seguridad, siempre que esté inconsciente pero con pulso y respiración, en un lugar seguro.
  - Tranquilizar al accidentado y aislarlo del suelo y mantenerlo abrigado, no dejar sola a la víctima.

- Evaluar las funciones vitales de consciencia-respiración-circulación.
  - Examinar las lesiones que pueden suponer riesgo de muerte inmediata.
  - Examinar las lesiones en huesos y articulaciones.
  - Hacer uso de los botiquines.
  - Si está capacitado en primeros auxilios, realizar las siguientes actividades:
    - Atender los estados que amenacen la vida (shock, paros respiratorio y de circulación sanguínea) con reanimación.
    - Tratar las heridas, hemorragias, fracturas, entre otros.
    - Hasta el momento del transporte protegerlo del viento y la humedad.
  - Trasladar al accidentado a la brevedad.
  - Si el estado es grave solicitar el envío de ambulancia.
- En caso de aplicar primeros auxilios:
    - No se debe tocar heridas con las manos, boca o cualquier otro material sin esterilizar.
    - Se debe usar gasa siempre que sea posible.
    - Nunca se debe soplar sobre una herida.
    - No se debe lavar las heridas profundas, ni heridas por fracturas expuestas, únicamente cúbralas con apósitos estériles y transporte inmediatamente al médico.
    - No se debe limpiar la herida hacia adentro, hágalo con movimientos hacia afuera.
    - No se debe tocar ni mover los coágulos de sangre.

- No se debe intentar coser una herida, esto es asunto de un médico.
- No se debe colocar algodón absorbente directo sobre heridas o quemaduras.
- No se debe aplicar tela adhesiva directamente sobre heridas.
- No se debe quitar con violencia las gasas que cubren las heridas.
- No se debe usar vendajes húmedos; tampoco demasiado flojos ni demasiados apretados.

Figura 58. **Puntos de reunión en caso de emergencia**



Fuente: planos del edificio Emilio Beltranena Matheu, mayo de 2014.

#### **4.6. Minuto de seguridad**

En referencia al minuto de seguridad, es una técnica utilizada para hacer más seguros los ambientes laborales, dicha técnica no es utilizada en la Sección Agregados, concretos y morteros, no se cuenta con datos en el Laboratorio de Asfaltos debido a que no está implementado.

El minuto de seguridad, es una técnica en donde se hace hincapié en los posibles elementos de peligro que se pueden generar dentro del inmueble, esta técnica está basada en charlas de al menos cinco minutos.

Estas charlas deben estar orientadas a temas específicos, deben ser de carácter breve y la forma de explicarlo debe ser muy sencilla.

Esta metodología puede tratar de varios temas, asociando desde las malas prácticas en las posturas de los colaboradores, hasta elementos de mayores proporciones. Se debe tener en cuenta que el sitio para impartir dicha práctica tiene que ser amplio, limpio y ordenado. A continuación se presenta un listado con posibles temas a tratar en esta charla:

- Orden y limpieza
- Protección del cuerpo (ojos, pies, manos, entre otros.)
- Uso de extintores
- Prevención de accidentes
- Peligros eléctricos, entre otros

Es importante mencionar que muchas veces las actividades se vuelven repetitivas, pero siempre es adecuado contar con una guía en el uso del equipo

tanto para las personas nuevas, como para las personas que tienen un tiempo mayor con el uso del equipo.

#### **4.7. Programa SOL (Seguridad, Orden y Limpieza)**

El programa SOL tiene como objetivo principal mantener limpio y cuidado el lugar de trabajo, esto con la finalidad de obtener seguridad, calidad y una mayor producción.

El desorden y la suciedad genera mayor riesgo de accidentes, áreas limpias y organizadas dan mayor eficiencia debido a que todo se encuentra con mayor rapidez sin buscar mucho. A continuación se resume los elementos de SOL:

- Orden: correcta disposición y manejo de elementos (equipos, materiales y productos), que intervienen en el desarrollo de las actividades específicas de cada tarea.
- Limpieza: estado de higiene que se puede apreciar tanto en el personal como en las instalaciones locativas, de maquinarias y equipos, así como también en los elementos de trabajo, el objetivo de la limpieza es dar protección a la salud.
- Seguridad: básicamente la seguridad es la ausencia de riesgo o confianza y esta misma se obtiene por medio de las dos anteriores.

El programa SOL debe ser implementado siguiendo una línea estándar, aplicado específicamente a cada una de las áreas implicadas, esa línea cuenta con cinco pasos sencillos:

- Organizar: esta etapa presenta el retirar de las distintas estaciones de trabajo (oficina o laboratorio), todos los elementos que no son necesarios para las operaciones que se realizan. Para definir lo necesario se debe analizar si el elemento es utilizado con frecuencia, tomando por ejemplo el teclado de la computadora, este es algo que no puede prescindir si la actividad tiene como herramienta principal el uso de la misma. Con una buena organización se reduce al máximo los problemas y molestias en el flujo de trabajo, se mejora la comunicación entre las personas y sobre todo se incrementa la calidad y productividad al contar con menos riesgo.
- Ordenar: a veces se tiene la impresión que todos deben saber lo que para el criterio propio es obvio, pero esto resulta ser un error común, ordenar significa identificar todos los elementos necesarios en forma que cualquier persona pueda localizarlos fácilmente, esto se logra mediante llamar a cada elemento por su nombre propio, asignarle un lugar que permita una identificación rápida, importante en esta fase es la altura en que se colocarán, esto debido a que si el elemento es muy pesado o tiende a guardar polvo es mejor dejarlo a una altura intermedia para evitar lesión en hombros u ojos. Es importante recordar, que un área esta ordenada si todas las cosas o elementos se encuentran en su respectivo lugar.
- Limpiar: regularmente cuando se realiza un trabajo quedan residuos ya sea del material que se está utilizando, o bien en oficina si es que se tiene la costumbre de comer o realizar otra actividad siempre quedan residuos, el limpiar significa que se debe dejar el área de trabajo libre de residuos que puedan dañar los elementos o herramientas de trabajo. Se debe de recordar que el responsable de la limpieza es la persona ocasiona la suciedad en primer lugar, claro está, que al llegar al lugar y

encontrar sucio, lo recomendable es dejarlo limpio por seguridad e higiene. La mejor manera de limpiar es no ensuciar, y esto se consigue realizando el trabajo lo más eficientemente posible, eliminando las causas de emisión de suciedad.

- Estandarizar: esta palabra es sinónimo en sí de orden y limpieza, y se obtiene de los pasos anteriores, ya que al tener un plan de trabajo estandarizado se permite crear un modo consistente de realización de tareas.
- Disciplina: esta parte aunque pareciera no pertenecer al programa SOL, es parte fundamental debido que muchas veces las personas van cambiando la forma de realizar las cosas por otras mucho más cómodas, por ejemplo el caso de un trabajador eléctrico que por pereza no se pone los guantes para trabajar, esta acción se vuelve costumbre y la misma genera peligro para el mismo, la forma de evitar estas situaciones es generando un ambiente de disciplina en donde se recuerde constantemente el cómo se deben realizar las cosas. La disciplina se mantiene siguiendo las reglas que se han establecido institucionalmente, lo cual al pasar el tiempo recae en que la disciplina se convierte en un estilo de vida. Es importante que todos los involucrados participen en el fomento de la disciplina ya que el trabajo colectivo fortalece a los equipos de trabajo.

Los pasos mencionados se deben implementar de forma individual a cada área o departamento de trabajo, aplicándolo a cada una de las actividades ya sean estas trabajos manuales o de oficina.

Entre los beneficios que se pueden mencionar resaltan el aumento de ideas creativas, hacer más grato el puesto de trabajo, convertir el lugar de trabajo en un lugar más seguro, entre otros. Estos beneficios hacen que el personal se sienta más satisfecho en sus diferentes lugares de trabajo.

#### **4.8. Primeros auxilios**

Son todas aquellas medidas que se realizan al momento de tratar de ayudar a una persona que ha sufrido un accidente, regularmente estas se realizan con materiales improvisados hasta la llegada del personal de emergencias calificados. Es importante que periódicamente se realicen cursos de primeros auxilios para las personas que ocuparán de forma diaria las instalaciones.

Los objetivos básicos de los primeros auxilios son los de conservar la vida de las personas, evitando complicaciones físicas así como psicológicas y asegurar que las personas accidentadas sean atendidas lo mejor posible hasta que se presente el personal calificado. A continuación se presenta un listado de números telefónicos a los cuales llamar en caso de emergencia dentro del edificio:

- Secretaría Adjunta 24189107
- CEDSYD (Centro de Estudios de Desarrollo Seguro y Desastres) 24187678
- CONRED 1566
- Bomberos Voluntarios 122
- Bomberos Municipales (estación trébol) 123
- Cruz Roja 125
- IGSS (Instituto Guatemalteco de Seguridad Social) 128

Los cursos de Primeros Auxilios contemplan ciertos pasos:

- Asegurar el área para que quien da los primeros auxilios así como quien los recibe no se encuentre en peligro.
- Asignar a alguien para que pida ayuda, o bien pedir ayuda rápidamente.
- Verificar los signos vitales de la persona.
- Si el accidentado no respira no moverlo a menos que la persona corra un riesgo mayor al quedarse donde está.
- Si el accidentado no respira realizar masaje cardiaco.

## 5. MEJORA CONTINUA DEL PROGRAMA

### 5.1. Capacitación a personal

- Diagnóstico de capacitación: busca definir las capacidades de reacción de las personas que se encuentran dentro de las nuevas instalaciones de CII, en caso de cualquier situación de peligro o riesgo. El diagnóstico debe llevarse a cabo por la figura de encargado de emergencias, quien debe definir que el personal tenga al menos el mínimo de conocimientos en primeros auxilios. La forma de obtener dicha información queda a criterio del encargado de emergencias.
- Capacitaciones e históricos: forman parte de las obligaciones de las autoridades de la Facultad de Ingeniería, en referencia a la seguridad del personal que laborará en las nuevas en el edificio “Ingeniero Emilio Beltranena Matheu”, así como también responde a las exigencias de acreditación que se ha propuesto la facultad.

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería deben mantener un registro de las capacitaciones que se impartan tanto para el personal que laborará dentro del edificio, como en otros inmuebles de la facultad. El registro debe ser en un formato que permita llevar:

- Nombre de capacitación.
- Nombre del capacitador o expositor.
- Fechas tanto de inicio como de finalización de la capacitación.

- Tiempo total de duración de la capacitación en horas, ya que estas se miden con mas certeza.
- Días en que se impartirá la capacitación.
- Horario del día en que se impartirá la capacitación.
- El lugar donde se impartirá la capacitación.
- Datos de los participantes Nombre, Carné y Carrera que cursa.

Se debe tomar en cuenta que cada semestre llegan estudiantes que realizarán experimentos en los distintos equipos de las secciones, con el fin de adquirir los conocimientos necesarios para sus respectivas carreras, los cuales carecerán de las respectivas medidas de seguridad que implica el uso de la misma, como recomendación se propone impartir al menos dos capacitaciones de seguridad en las instalaciones al año, respondiendo al ciclo de mayor afluencia de utilización del equipo y maquinaria disponible.

#### **5.1.1. Elaboración de formatos de control**

Para dar un correcto seguimiento sobre la implementación de cualquier sistema de seguridad, es de suma importancia la elaboración de hojas de control que permitan conocer el historial de eventos o situaciones de riesgo, que se puedan desatar en las nuevas instalaciones del CII, para esto se han propuesto tres hojas de control bastante básicas, las cuales contienen elementos a tomar en cuenta para que el programa siga en funcionamiento.

#### **5.1.2. Registro de accidentes y condiciones inseguras**

Es importante que se lleve un control documental de los accidentes que ocurran dentro de las instalaciones, para lo cual se debe establecer medidas

de suministro de información por parte de trabajadores y estudiantes, que hagan uso del inmueble, esta información deberá contener información trascendental del accidente que se haya suscitado. Para esto se tiene que realizar lo siguiente:

- Asignación a una persona que labore directamente dentro del inmueble o bien un departamento dentro de la Facultad de Ingeniería, que reciba la información de los casos.
- La persona/departamento debe ser encargada de dar seguimiento a la información, adoptando medidas necesarias para el caso, siendo estas: documentar el lugar, día, hora, actividad y entorno del accidente. En caso de enfermedad profesional deberá documentar la dolencia, el periodo de padecimiento, y la opinión médica de la situación, esta última se puede realizar en las instalaciones médicas de la Facultad de Ingeniería.
- Una vez recibida la información se debe redactar un informe que indique el resultado de la investigación a realizar, dicho documento deberá contener las medidas a adoptar para que el accidente no se repita, así como los cambios que se deben realizar para amainar el efecto de la enfermedad profesional, y evitar que la misma se presente nuevamente, esto según sea el caso.

En el caso de las condiciones inseguras, estas se pueden presentar cada vez que se realice un cambio dentro del inmueble, debido a ello es importante llevar un control claro de las diferentes condiciones inseguras, que se pueden presentar al menos una vez por mes. Dado que regularmente las personas no se dan cuenta que incurren dentro de una condición insegura, se recomienda

que la persona que realice la evaluación de condiciones inseguras, deba tener poco o ningún contacto con las instalaciones a evaluar.

A continuación se presenta una propuesta para llevar un control de las posibles condiciones inseguras que se puedan presentar, es importante recalcar que el documento puede cambiarse con forme surja la necesidad.

**Tabla XXIII. Propuesta de hoja de control para condiciones inseguras**

Hoja de control para la prevención de riesgos y condiciones inseguras					
Lugar o zona de riesgo	Sección a la que pertenece	Tipo de riesgo			Posible solución
		Caída	Quemaduras	Golpes	

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XXIV. Propuesta de hoja de control para accidentes**

Hoja básica para control de accidentes								
No.	Fecha de accidente.	Nombre de afectado	Sección donde ocurrió	Tipo de eventualidad ocurrida				Como se procedió en el accidente.
				Caída	Quemaduras	Golpes	Otros	

Nombre de responsable de llenado \_\_\_\_\_  
 Sección de responsable de llenado \_\_\_\_\_  
 Firma de responsable de llenado \_\_\_\_\_

Fuente: elaboración propia.

### 5.1.3. Registro de mantenimiento o reparación de equipos

El registro de mantenimiento o reparación del equipo representa una parte fundamental en la seguridad del personal, ya que un equipo en óptimas condiciones representa un riesgo de 0 % de incidencia en accidentes por maquinaria, pero siempre queda un porcentaje que representa el factor humano. Regularmente en Guatemala se maneja la política de dar mantenimiento solamente cuando hay una falla, con vistas a evitar esto a continuación se presenta una opción de hoja de control para mantenimiento preventivo.

Tabla XXV. **Propuesta de hoja de control para mantenimiento preventivo de equipo**

Nombre equipo										
Código										
Ubicación										
Mes	Semana				Frecuencia				Observaciones	
	1ra.	2da.	3ra.	4ta.	Men	Trim	Sem	Anual		
Enero										
Febrero										
Marzo										
Abril										
Mayo										
Junio										
Julio										
Agosto										
Septiembre										
Octubre										
Noviembre										
Diciembre										

Fuente: elaboración propia.

## **5.2. Evaluaciones**

Las evaluaciones de las respectivas capacitaciones deben realizarse con una periodicidad de al menos una vez al mes, y responderán a los escritos que se repartan en las distintas capacitaciones así como la realización de al menos dos simulacros de evacuación anuales, dichos simulacros deben contener todos los aspectos de riesgos que se pueden encontrar en una situación real.

Será de suma importancia que al realizar dichos simulacros se cuente con el apoyo de las autoridades de la Facultad, así como de una de las fuerzas de emergencia del país (Bomberos Voluntarios o Bomberos Municipales).

El escenario más común que se puede tomar para el simulacro es el de sismo, debido a que la zona geográfica es propia de estos eventos. Es importante que se determine el guión que deberá seguir, e ir adiestrando a la gente en cada capacitación que se imparta, se deben definir brigadas de forma constante con el personal que se encontrará de planta, para que ellos puedan guiar a los estudiantes.

## **5.3. Modificaciones de programa**

El programa se deberá ir modificando con base en los resultados que se hayan encontrado de las evaluaciones tomadas, debido a que las mismas deben ser documentadas constantemente, luego de realizadas las evaluaciones y al menos un simulacro, se deberá hacer el resumen de los hallazgos, los cuales deberán permitir un cambio en el programa de seguridad. Otro evento que puede generar un cambio en el programa, es que ocurra un accidente no previsto en el cual no se haya contemplado un plan a seguir.

#### **5.4. Revisiones de procedimientos**

Es importante dar una revisión constante de los procedimientos, para tal motivo se deberá asignar a una persona que labore dentro de la Facultad de Ingeniería, de preferencia que esté muy documentado en los aspectos de seguridad, para que pueda ver claramente cómo están los procedimientos definidos y como pueden mejorarse los mismos. Las revisiones deben hacerse con una periodicidad de al menos dos veces por año, tomando en cuenta eventos y pruebas que se hayan realizado a lo largo del tiempo entre una revisión y otra.



## CONCLUSIONES

1. Según se pudo percibir en las entrevistas con los directores de las secciones que se trasladarán al edificio “Ingeniero Emilio Beltranena Matheu”, no existe una política de impartir capacitaciones de seguridad industrial tanto al personal permanente como a estudiantes.
2. Según el análisis, se determina que el total de brigadistas necesarios para este inmueble son doce, distribuidos diez en el primer nivel y dos en el segundo.
3. Todo programa de seguridad industrial necesita de unas bases eficientes para un buen funcionamiento, estos son aspectos teóricos necesarios para la implementación del programa de seguridad, de los cuales se pueden mencionar los tipos de extintores, desarrollo de rutas de evacuación, recomendaciones para puntos de brigadistas, recomendaciones de actividades a realizar en caso de emergencias mayores, tipo de señalización, entre otros. Los elementos anteriores serán fundamentales al implementar el programa de seguridad, pero para que este tenga éxito se necesitará de la voluntad de realizarlo.
4. La distribución lumínica debe ser adecuada al uso final, (300 luxes al puesto de trabajo y 50 luxes en pasillos), debido a que se ha podido notar que la actual se ha realizado de una forma poco estratégica, dejando algunos tubos lumínicos al alcance de las personas, siendo esto un riesgo ya que el contenido químico de dichos tubos es nocivo para la salud.

5. Actualmente el edificio se encuentra sin ocupantes permanentes, debido a que aún no se ha realizado el traslado de las secciones al mismo, sin embargo, gracias a los planos proporcionados para la realización del presente trabajo, se define un plan de evacuación que contempla los dos niveles del edificio, así como también las salidas disponibles, para un rápido desalojo del inmueble.
  
6. El sistema SOL significa seguridad, orden y limpieza, este sistema, como su nombre lo indica, genera un ambiente más seguro debido a que todo se encuentra en un lugar previamente establecido, que permite evitar zonas de riesgo que deriven en accidentes, se propone en cinco pasos su implementación.

## RECOMENDACIONES

1. Tener una definición de cual será la distribución final de los puestos de trabajo, para así actualizar el plan de seguridad o bien implementar los propuestos.
2. Se debe realizar simulacros al menos una vez por semestre, así como también implementar cursos de manejo de extintores, previo a la realización de cada uno de los simulacros.
3. La distribución lumínica debe realizarse de forma más eficiente, disminuyendo la cantidad de luminarias (tubos fluorescentes T-8) y aprovechando la luz natural, esto para disminuir el costo de uso eléctrico.
4. Se debe dar un seguimiento semanal hacia aspectos de seguridad, como por ejemplo el programa SOL, o el minuto de seguridad para que todo marche de la forma más segura posible.
5. Es necesaria la implementación de formatos que permitan mantener un control de al menos cada quince días, sobre los elementos de riesgo que surjan dentro de las secciones como del inmueble.
6. Se debe contar con capacitaciones para el personal permanente cada cuatrimestre, sobre aspectos de seguridad y realizar simulaciones que ayuden a mantener el orden, al momento de realizar evacuaciones reales.

7. Es importante definir procedimientos a seguir en los distintos casos de emergencia, y realizar una recopilación en un manual que permita a todos los usuarios del inmueble, saber qué hacer en momento de presentarse una eventualidad.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación Nacional de Protección de fuegos. *Norma para extintores portátiles NFPA 10*. Estados Unidos: ANPF, 2006. 74 p.
2. *Centro de Investigaciones de Ingeniería*. [en línea]. <<http://cii.ingenieria.usac.edu.gt/>> (Consulta: 30 de enero de 2014).
3. Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres. *Guía de señalización*. Guatemala: CONRED, 2012. 58 p.
4. *Diagramas anatómicos de la columna vertebral y la espalda*. [en línea]. <[http://www.imaios.com / es / e-Anatomy / Columna-vertebral / Columna-vertebral-diagramas](http://www.imaios.com/es/e-Anatomy/Columna-vertebral/Columna-vertebral-diagramas)> (Consulta: 15 de junio de 2014).
5. *Factores de riesgo derivados de las condiciones de trabajo*. [en línea]. <[www.mcgraw-hill.es / bcv / guide / capitulo / 8448171586.pdf](http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448171586.pdf)> (Consulta: 15 de mayo de 2014).
6. Instituto Americano de Estandarización. *Normativo ANSI Z87*. Estados Unidos: IAE, 2005. 46 p.
7. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. *Calzado para protección individual: especificaciones, clasificación y marcado NTP 813*. España: INSHT, 2010. 6 p.

8. \_\_\_\_\_. *Cascos de protección: Guías para la elección, uso y mantenimiento NTP 228*. España: INSHT, 2010. 5 p.
9. \_\_\_\_\_. *Criterios toxicológicos generales para los contaminantes químicos NTP 108*. España: INSHT, 2010. 5 p.
10. \_\_\_\_\_. *Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo Real Decreto 486/1997*. España: INSHT, 2010. 17 p.
11. \_\_\_\_\_. *Guantes de protección: requisitos generales NTP 108*. España: INSHT, 2010. 8 p.
12. \_\_\_\_\_. *Guía técnica para la manipulación de cargas. Real Decreto 487/1997*. España: INSHT, 2010. 60 p.
13. \_\_\_\_\_. *Protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo Real Decreto 347/2001*. España: INSHT, 2010. 15 p.
14. \_\_\_\_\_. *Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes biológicos durante el trabajo Real Decreto 664/1997*. España: INSHT, 2010. 79 p.
15. Organización Internacional de Estandarización. *Manual de conducción segunda parte, empuje y arrastre: Norma ISO 11228:2007*. Suiza: OIE, 2007. 65 p.

## ANEXOS

### Cuestionario de riesgos en secciones

¿Cuales considera que son los factores de riesgo a tomar en cuenta en la sección?

	Riesgo Alto	Riesgo medio	Riesgo Bajo
1			
2			
3			
4			
5			

¿Qué opciones de minimización de riesgos pueden ser tomados en cuenta al momento del traslado a las nuevas instalaciones del CII?

	Alto Impacto	Impacto medio	Impacto leve
1			
2			
3			
4			

¿Qué equipo de seguridad se utiliza actualmente en la sección y como considera que se puede mejorar la seguridad por esta vía?

Equipo de seguridad actual		Equipo considerado necesario	
1		1	
2		2	
3		3	

En caso de un accidente, incendio, sismo. ¿se cuenta con un plan de contingencia?, de ser afirmativo podría anexar el mismo a la respuesta de esta pregunta por favor

¿Qué elementos propios del área deben tenerse en cuenta para elaborar las distintas señales visuales que se ubican en el equipo y área de trabajo?

Ej.: Suelo resbaladizo, riesgo en cabeza, etc.

	Elemento
1	
2	
3	
4	
5	
6	

¿Es utilizado el minuto de seguridad previo a la actividad del día o bien al menos una vez por semana?

¿En base al historial de la sección, cuales son según su criterio los mayores riesgos en el ámbito de ergonomía?

¿Qué maquinaria es la usada comúnmente en el área que puede considerarse de riesgo y por qué se da el riesgo de la misma?

	Máquina	Riesgo para el personal
1		
2		
3		
4		
5		
6		

Si considera que se ha escapado un dato importante en las preguntas, favor anotarlos en este espacio