



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la**  
**Producción**

“Diseñar un Sistema de Seguridad Industrial en el Laboratorio de  
Termofluidos de la FIMCP - ESPOL”

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIEROS INDUSTRIALES**

Presentado por:

Evelyn Juliana Zárate Freire

Edwin Fabricio Cordero Idrovo

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2012

## AGRADECIMIENTO

A Dios y a todas las personas que de alguna manera contribuyeron en la realización de este proyecto y especialmente al Ing. Víctor Guadalupe Director del Proyecto, por su invaluable ayuda.

# DEDICATORIA

A DIOS

A NUESTROS PADRES

A NUESTROS HERMANOS

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Gustavo Guerrero M.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Víctor Guadalupe E.  
DIRECTOR DEL PROYECTO

---

Ing. Cristian Arias U.  
VOCAL PRINCIPAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Evelyn Zárate Freire

---

Fabricio Cordero Idrovo

## RESUMEN

El laboratorio está ubicado en la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencia de la Producción en el bloque 18 A, fue construido hace aproximadamente 20 años donde no se conocía la importancia a las aplicaciones de técnicas y normas de seguridad industrial, en la actualidad se logra determinar que el Laboratorio de Termofluidos no cumple con las condiciones necesarias para prestar servicios de una manera segura, en vista que todas las metodologías utilizadas en el diagnóstico determina que existe: Exceso de material inservible, Riesgos eléctricos como tapas descubiertas, Riesgos de quemaduras, Demasiada concentración de calor, No existen dispositivos de alarmas, Riesgo de incendio al momento de soldar cerca del tanque de combustible. Basado en los diagnósticos se propuso como objetivo el “Diseñar un Sistema de Seguridad Industrial en el Laboratorios de Termofluidos de la FIMCP-ESPOL”.

En el mismo que serviría para minimizar los riesgos en el Laboratorio de Termofluidos y brindar un buen ambiente a toda persona que haga uso del mismo.

En el presente estudio se evaluó al laboratorio con diferentes métodos tales como: Diagrama de Ishikawa, Check List, Análisis de Matriz de riesgo William

T. Fine, Método Fanger, Método Meseri con la finalidad de identificar las condiciones inseguras y actos inseguros que provocan accidentes y/o incidentes.

A través de estos métodos se logró identificar los problemas en donde se proporciona soluciones que ayuden a minimizar y eliminar los riesgos; como una herramienta de solución se elaboro un tríptico el cual nos indica el procedimiento a seguir para poder ingresar al laboratorio, distribuir los equipos de una manera diferente a la actual, brindar protección individual y colectiva, rutas de evacuación en caso de una emergencia.

Con el diseño del sistema de seguridad industrial, se definen las obligaciones de los directivos como Decano, Sub-decano, Consejo Directivo y Coordinadores de la FIMCP deben demostrar su compromiso con la seguridad industrial brindando apoyo necesario para su implementación, como lo indica en el programa de seguridad, así como los estudiantes, trabajadores a respetar los procedimientos e instrucciones.

## ÍNDICE GENERAL

	PÁG.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE PLANOS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. GENERALIDADES	
INTRODUCCIÓN A UN SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Seguridad Industrial.....	4
1.3. Objetivos de la Tesis .....	4
1.4. Alcance de la Tesis .....	5
1.5. Descripción del Objeto de Estudio .....	5
1.6. Metodología.....	6
1.7. Estructura de la Tesis.....	7



CAPÍTULO 2.....	9
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Seguridad Industrial .....	9
2.2. Teoría de Riesgo .....	11
2.3. Accidentes y sus Causas.....	13
2.4. Actos y Condiciones Inseguras.....	17
2.5. Normas Técnicas de Equipo.....	18
2.6. Normas de Señalización .....	19
2.7. Indicadores .....	23
2.8. Auditorías de Seguridad Industrial .....	27
2.9. Equipos de Laboratorio de Termofluidos.....	30
2.10. Condiciones de Trabajo .....	36
CAPÍTULO 3.....	48
3. SITUACIONAL ACTUAL.....	48
3.1. Levantamiento de Información .....	48
3.1.1. Planos de Layout .....	50
3.2. Variables Ambientales y Situación Actual .....	53
3.2.1. Instrumentos de Medición .....	53
3.2.2. Inventario de Equipos .....	67
3.2.3. Medidas de Variables Ambientales .....	72
3.3. Medios de Prevención y Protección .....	89
3.3.1. Protección Individual.....	89
3.3.2. Protección Colectiva .....	90
3.3.3. Señalización .....	91
3.4. Analisis de Matriz de Riesgo .....	93
3.5. Normas y Reglamentación para equipos de laboratorio .....	98

3.6. Check List.....	100
CAPÍTULO 4.....	104
4. PROPUESTA.....	104
4.1. Diagrama de Distribución del Laboratorio.....	104
4.2. Seguridad e Higiene en Áreas .....	106
4.2.1.Condiciones de Seguridad en Instalaciones.....	112
4.2.2.Dispositivos de Alarmas.....	126
4.3.Infraestructura Contra Incendios .....	130
4.4.Manipulación y Almacenamiento de Materiales .....	135
4.5.Curvas de Accidentabilidad.....	135
4.6.Auditoría en Seguridad Industrial .....	136
4.7.Cronograma y Presupuesto .....	150
4.8.Instrucciones de Seguridad de Trabajo.....	153
4.9.Planes de Mitigación y Mejora .....	170
4.10.Plan Contra Incendio .....	172
CAPÍTULO 5.....	179
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	179












APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

EPP	Equipo de protección personal
PC	Protección colectiva
IF	Índice de frecuencia
IG	Índice de gravedad
IA	Índice de accidentabilidad
ICAI	Control de accidentes e incidentes
Nmi	Número de medidas correctivas
Nmp	Número de medidas correctivas propuestas
PMV	Voto medio estimado
PPD	Personaje de personas insatisfechas
GD	Grado de peligrosidad
MESERI	Método simplificado de evaluación del riesgo de incendio
EXT	Extintores
BIE	Bocas de incendio equipadas
CHE	Columnas hidratantes exteriores
DET	Detectores automáticos de incendio
ROC	Rociadores automáticos
IFE	Instalaciones fijas especiales
dBA	Decibeles
NFPA	Asociación nacional de protección contra el fuego
SG	Sistema de gestión
Obs	Observación

## SIMBOLOGÍA

	Prohibido Fumar y Prender Fuego
	No tocar
	Prohibido a personas no autorizadas
	Materiales Inflamables
	Riesgo eléctrico
	Peligro en general
	Salida de emergencia
	Direcciones a seguir
	Primeros auxilios
	Vía obligatoria para peatones
	Protección obligatoria de las manos
	Protección obligatoria del oído
	Protección obligatoria de la vista
	Protección obligatoria de los pies
	Uso obligatorio de mandil

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁG.</b>
Figura 1.1 Fases del Proyecto .....	6
Figura 2.1 Causas de los Accidentes .....	15
Figura 2.2 Actos y Condiciones Inseguras .....	18
Figura 2.3 Caldera .....	31
Figura 2.4 Motor de Combustión Interna.....	32
Figura 2.5 Intercambiador de Calor .....	33
Figura 2.6 Compresor de Aire.....	34
Figura 2.7 Turbina Peltón .....	35
Figura 2.8 Ecuación de Temperatura Radiante.....	40
Figura 2.9 Ecuación del Voto Medio Estimado.....	41
Figura 2.10 Cálculo del Porcentaje de Personas Insatisfechas.....	43
Figura 2.11 Fórmula de Grado de Peligrosidad .....	44
Figura 2.12 Coeficiente de Protección .....	47
Figura 3.1 Diagrama de Ishikawa .....	66
Figura 3.2 Laboratorio Distribuido para medir Variables Ambientales.....	73
Figura 3.3 Máquinas con su Respectivo Porcentaje de Ruido (Db) .....	77
Figura 3.4 Descripción de Datos en el Método Fanger .....	79
Figura 3.5 Valor del Aislamiento de Ropa.....	80
Figura 3.6 Aislamiento Térmico para Combinaciones Habituales de Ropa ...	80
Figura 3.7 Aislamiento Térmico para combinaciones personalizadas Ropa..	81
Figura 3.8 Aislamiento Térmico para Asientos.....	82

Figura 3.9 Tasa Metabólica .....	82
Figura 3.10 Tasa Metabólica para Diversas Ocupaciones .....	83
Figura 3.11 tasa Metabólica según la Actividad .....	83
Figura 3.12 Consumo Metabólico a partir de Componentes de Actividad .....	84
Figura 3.13 Consumo Metabólico a Partir de la Frecuencia Cardíaca .....	85
Figura 3.14 Método Fanger .....	86
Figura 3.15 Resultados del Método Fanger .....	87
Figura 3.16 Calculo de Variaciones en las Condiciones Ambientales para mejorar la Sensación Térmica.....	88
Figura 3.17 Equipos de Protección Personal .....	90
Figura 3.18 Ecuación del Grado de Peligrosidad .....	93
Figura 4.1 Símbolo de Riesgos.....	121
Figura 4.2 EPP Obligatorios .....	122
Figura 4.3 Rombo NFPA.....	123
Figura 4.4 Extractor De Aire .....	124
Figura 4.5 Resultado del Método Fanger.....	125
Figura 4.6 Poder Calorífico del Diesel (Gasoleo) .....	132
Figura 4.7 Accidentes/Incidentes Vs. Días.....	136
Figura 4.8 Procesos del Laboratorio .....	150
Figura 4.9 Cronograma para la Implementación de un Sistema de Seguridad Industrial .....	151
Figura 4.10 Señales de Emergencia e Información.....	177
Figura 4.11 Extintor .....	178

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁG.</b>
Tabla 1 Tipos de Señalización .....	21
Tabla 2 Código de Colores .....	22
Tabla 3 Valores de Aislamiento de Ropa en Clo .....	38
Tabla 4 Métodos Principales de Estimación del Metabolismo .....	39
Tabla 5 Escala de Sensación Térmica en Función del Valor de VME.....	42
Tabla 6 Representación Gráfica de la Escala de Sensación Térmica .....	42
Tabla 7 Equipos del Laboratorio de Termofluidos .....	52
Tabla 8 Características del Equipo Medidor de Ruido.....	54
Tabla 9 Exposiciones Permisibles al Ruido.....	55
Tabla 10 Características del Multimedidor .....	56
Tabla 11 Hallazgo 001 .....	57
Tabla 12 Hallazgo 002.....	58
Tabla 13 Hallazgo 003.....	59
Tabla 14 Hallazgo 004.....	60
Tabla 15 Hallazgo 005.....	61
Tabla 16 Hallazgo 006.....	62
Tabla 17 Hallazgo 007 .....	63
Tabla 18 Hallazgo 008.....	64
Tabla 19 Hallazgo 009.....	65
Tabla 20 Inventario de Equipos del Laboratorio.....	68
Tabla 21 Materias Dictada en el Laboratorio.....	70

Tabla 22 Datos de Variables Ambientales .....	74
Tabla 23 Tipos de Señaleticas.....	92
Tabla 24 Valoración de Riesgo.....	94
Tabla 25 Matriz de Riesgo para Área de Vapor .....	95
Tabla 26 Matriz de Riesgo para Oficina .....	96
Tabla 27 Matriz de Riesgo para el Entorno del Laboratorio .....	97
Tabla 28 Reglamentos para los Equipos del Laboratorio .....	99
Tabla 29 Check List.....	100
Tabla 30 Equipos del Laboratorio y sus EPP .....	117
Tabla 31 Resultado del Método Meseri sin Medios de Protección .....	126
Tabla 32 Resultado del Método Meseri con Medios de Protección.....	127
Tabla 33 Presupuesto para la Implementación de un Sistema de Seguridad Industrial .....	152



## ÍNDICE DE PLANOS

- Plano 1** Distribución Actual de Equipos del Laboratorio de Termofluidos
- Plano 2** Distribución de Equipos del Laboratorio de Termofluidos
- Plano 3** Señalización y Ruta de Evacuación en el Laboratorio de Termofluidos
- Plano 4** Sistemas Alarmas en el Laboratorio de Termofluidos

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### INTRODUCCIÓN A UN SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

#### 1.1. Antecedentes

Considerando que la seguridad industrial ha tenido un incremento en el siglo XXI, las industrias que desean mantenerse en el amplio mundo de la competitividad deben acogerse a las medidas y reglas adoptadas con la finalidad de prevenir accidentes y minimizar los riesgos.

El control de la seguridad resulta de vital importancia en las empresas industriales. El desafío que enfrentan los encargados de seguridad es crear una profunda conciencia de prevención y concientizar que la seguridad no solo son máquinas y procesos, sino lo que requiere de mayor importancia es el talento humano.

Los directivos de la organización son los encargados de promover y dar seguimiento a los programas de seguridad, establecidos por la empresa, esto no significa que la seguridad sea cuestión del gerente o del encargado del departamento de seguridad, la seguridad debe ser un esfuerzo de todos, así crear condiciones seguras que contribuye al aumento de la productividad teniendo un desarrollo más armonioso y estable por parte del trabajador en la empresa.

En las universidades el tema de seguridad debe tener un mayor énfasis en vista de que es el centro donde se forma los futuros profesionales, los mismos que deben adquirir hábitos y normativas para que sea un elemento multiplicador.

La Gestión en Seguridad Industrial en el país han demostrado su interés y el compromiso por cumplir con la protección del trabajador, pero la barrera que encuentran es la resistencia al

cambio. Los obreros están acostumbrados a cumplir su labor de una manera y cuando se detecta un riesgo que requiere de una protección personal les causa incomodidad.

Finalmente la justificación del proyecto se refleja en la falta de prevención y conciencia acerca de la seguridad en el trabajo, puede causar grandes pérdidas como: en lo social para que mediante de este sistema no afecte al talento humano. En lo económico nos ayuda a minimizar los gastos causados por los accidentes. En lo tecnológico para implementar algo nuevo que no está aplicado en ningún laboratorio y que sirva para este laboratorio y para otras universidades que se tome como referencia nuestro trabajo.

## **1.2. Seguridad Industrial**

A lo largo de la historia se ha observado, que la seguridad nace como una necesidad de cada empresa a medida de la productividad.

La seguridad industrial fue creciendo con los años, se encarga de reducir los riesgos en la industria, ya que toda actividad industrial tiene peligros inherentes que necesitan de un correcto control.

El impacto ambiental que se genera a través de la seguridad industrial es de mucha importancia ya que protege que un incidente no se convierta en un accidente y provoque fatales consecuencias.

En Ecuador las industrias, instituciones no se da mucha importancia a la implementación de un sistema de seguridad industrial para los miembros e instalaciones de las mismas.

## **1.3. Objetivo de la tesis**

### **Objetivo General**

Diseñar un sistema de seguridad industrial para minimizar los riesgos en los laboratorios de la FIMCP-ESPOL.

### **Objetivos Específicos**

- Realizar un diagnóstico situacional en el laboratorio de termofluidos.
- Realizar un análisis mediante la matriz de riesgo.
- Definir ubicación de equipos en el laboratorio basado en normas y reglamentos técnicos.
- Diseñar un sistema contra incendios.

#### **1.4. Alcance de la Tesis**

El trabajo de este proyecto empieza con el levantamiento de información hasta diseñar un sistema de seguridad industrial para minimizar los riesgos en el laboratorio de termofluidos de la FIMCP-ESPOL y recomendar un diseño adecuado de equipos, instalaciones que minimicen riesgos y contrasten con normas nacionales e internacionales.

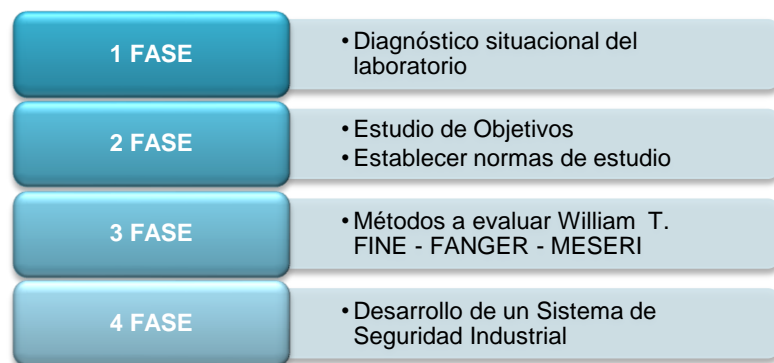
#### **1.5. Descripción del Objeto de Estudio**

El objeto de estudio de este proyecto es el laboratorio de termofluidos el cual está diseñado para que los estudiantes realicen las prácticas de las respectivas materias, el laboratorio está ubicado en la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencia

de la Producción en el bloque 18 A, fue construido hace aproximadamente 20 años donde no se le daba importancia a las aplicaciones de técnicas y normas de seguridad industrial, en la actualidad se logra visualizar los grandes problemas que tiene el laboratorio como falta de: señalización, salida de emergencia, protección personal y colectiva.

### 1.6. Metodología

La metodología a seguir en el proyecto se desarrolla como se observa en la figura 1.1.



**FIGURA 1.1 FASES DEL PROYECTO**

- Se realiza el levantamiento de la información con un Check list, y un diagrama de Ishikawa para establecer el problema y así poder elaborar el respectivo diagnóstico situacional.

- Plantear los objetivos para eliminar los problemas detectados, establecer la norma necesaria para el estudio del laboratorio con los estándares nacionales-internacional.
- Con los siguientes métodos se evalúa al Laboratorio de Termofluidos William T. FINE - FANGER – MESERI.
- Se propone un sistema de seguridad industrial basado en reglamentaciones técnicas y normas.

### **1.7. Estructura de la Tesis**

El proyecto está estructurado por 5 capítulos.

En el capítulo 1, se muestra antecedentes, objetivos generales y específicos, alcance de la tesis, indicándonos la metodología y la estructura a seguir.

En el capítulo 2, se desarrolla el marco conceptual, el mismo que ayuda a la elaboración de este trabajo, y la sustentación del mismo.

En el capítulo 3, se realiza el levantamiento de información de nuestro objeto de estudio mediante un Check list determinando así el diagnóstico situacional y se compara como se encuentran los equipos con relación a las recomendaciones de las normas.



En el capítulo 4, se propone un diseño de un sistema de seguridad industrial para mejorar el laboratorio.

En el capítulo 5 se presenta conclusiones y recomendaciones como resultado del trabajo de investigación con la finalidad de disminuir los riesgos en el laboratorio.

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Seguridad Industrial

La seguridad industrial se encarga de verificar y controlar que no existan inconvenientes que afecten los recursos que intervienen durante los procesos productivos debidamente planeados.

Es un conjunto de técnicas multidisciplinarias que se encarga de identificar el riesgo, determinar su significado y evaluar las medidas correctivas.

La seguridad industrial lleva ciertos procesos de seguridad con los cuales se pretende motivar al operador a valorar su vida y protegerse a sí mismo, evitando accidentes relacionados principalmente a descuidos, o cuando el operador no está plenamente concentrado en su labor.

La seguridad industrial tiene como objeto proteger a los elementos de la producción (recursos humanos, maquinaria, herramientas, equipo y materia prima) y para esto se vale de la planificación, el control, la dirección.

En el Ecuador la Seguridad Industrial es un tema de reciente aplicación, que busca concientizar a los empleadores para que ofrezcan un ambiente laboral seguro a sus trabajadores es así que en busca de mejorar las condiciones laborales se ha puesto en práctica las Auditorías de Riesgo en el trabajo, las mismas que tienen como objetivo el verificar que las empresas apliquen las normativas necesarias para la prevención de los riesgos laborales, fomentar una cultura prevencionista en las organizaciones, que evite lesiones, daños, incapacidades, pérdidas en la empresas y lo más grave la enfermedad o muerte de los trabajadores, lo que ha sido un largo proceso que se sigue desarrollando, pues

actualmente en las empresas ecuatorianas no hay una verdadera concientización de la importancia de laborar en un ambiente seguro.

## 2.2. Teoría De Riesgos

**Riesgo laboral** es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo, un claro ejemplo es el de un trabajador que realiza su tarea sobre un suelo mojado, pues este, tiene la posibilidad de resbalarse y sufrir una caída.

Podemos definir “riesgo” como la probabilidad de obtener un resultado desfavorable como consecuencia de la exposición a un evento que puede ser casual, fortuito o inseguro. El “riesgo” es la posibilidad de ocurrencia de un siniestro, el cual puede ser causado o no, directo o indirecto de una acción, sea este efecto de una imprudencia, impericia o negligencia de quien la realiza.

A los fines legales pertinentes, cuando se trata de una “imprudencia” del trabajador, cumplidos los requisitos de notificación de riesgo y comprobada la acción imprudente, el patrono está exento de responsabilidad. En los casos de “impericia”, si se demuestra que el resultado de la acción fue como

consecuencia de la falta de capacitación o adiestramiento del trabajador, el patrono será responsable de los daños ocasionados. Sin embargo, si el trabajador realiza alguna actividad o función distinta a las contratadas y asignadas por el patrono y se demuestra tal situación, el patrono se exime de responsabilidad, siempre y cuando pueda demostrarse lo aquí referido. Cuando el daño es ocasionado por “negligencia” directa del trabajador, éste será el único responsable de su acción.

### **Tipos de Riesgo**

**Riesgos físicos:** Su origen está en los distintos elementos del entorno de los lugares de trabajo que pueden producir daños a los trabajadores tales como humedad, calor, frío, ruido.

**Riesgos químicos:** Son aquellos cuyo origen está en la presencia y manipulación de agentes químicos, los cuales pueden producir alergias, asfixias, etc.

**Riesgos mecánicos:** Son los que se producen por el uso de máquinas, útiles o herramientas, produciendo cortes, quemaduras, golpes, etc.

**Riesgo de altura:** Se da cuando las personas trabajan en zonas altas, galerías o pozos profundos.

**Riesgos por gas:** Ocurre cuando las personas trabajan manipulando gases o cerca de fuentes de gas.

**Riesgo de origen eléctrico:** Se produce cuando las personas trabajan con máquinas o aparatos eléctricos.

**Riesgo de incendio:** Se produce al trabajar en ambientes con materiales y elementos inflamables.

**Riesgos de elevación:** Aparece al trabajar con equipos de elevación o transporte.

**Riesgos de carácter psicológico:** Es todo aquel que se produce por exceso de trabajo, un clima social negativo, etc., pudiendo provocar una depresión, fatiga profesional, etc.

**Riesgos biológicos:** Se pueden dar cuando se trabaja con agentes infecciosos.

### **2.3. Accidentes y sus causas**

**Accidente** se entiende por toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute por cuenta ajena ya que es todo suceso anormal, no requerido ni deseado, que se presenta de forma brusca e inesperada, aunque

normalmente evitable, que interrumpe la normal continuidad del trabajo y puede causar lesiones a las personas.

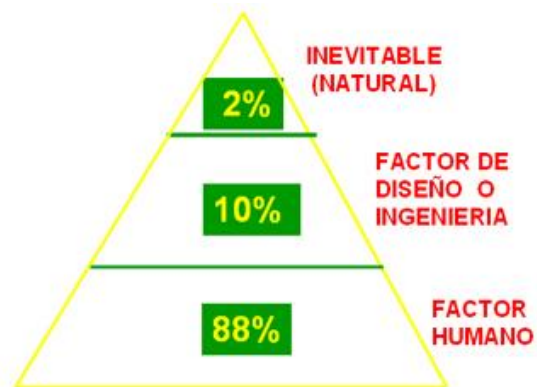
La creencia de que los accidentes tienen causas y pueden prevenirse nos obliga a estudiar los factores para prevenirlos.

Los accidentes como es de suponer no suceden por casualidad son consecuencia de un riesgo no controlado, si los accidentes fueran casuales no cabría la acción preventiva.

### **Causas de los Accidentes**

Los accidentes ocurren porque la gente comete actos incorrectos o porque los equipos, herramientas, maquinarias o lugares de trabajo no se encuentran en condiciones adecuadas. El principio de la prevención de los accidentes señala que todos los accidentes tienen causas que los originan y que se pueden evitar al identificar y controlar las causas que los producen.

En la figura 2.1 se observa las causas principales del los accidentes.



**FIGURA 2.1 CAUSAS DE LOS ACCIDENTES**

**Causas Técnicas:** Condiciones inseguras es todo factor de riesgo que depende única y exclusivamente de las condiciones existentes en el ambiente de trabajo como:

- Falta de mantenimiento preventivo a equipos y maquinarias
- Falta de equipos de protección individual
- Malas condiciones en lugares de trabajo
- Falta de señalización
- Falta de dispositivos de seguridad a los equipos de trabajo
- Falta de comunicación entre empresa y trabajadores/as
- Malos procedimientos de trabajo
- Falta de orden y limpieza
- Instalaciones eléctricas inadecuadas



**Causas Humanas:** Actos inseguros que violan las normas o procedimientos de trabajo, motivados por prácticas incorrectas que ocasionan el accidente es la causa humana, es decir al comportamiento del trabajador/a como:

- Exceso de confianza
- No usar los equipos de protección individual
- Imprudencia del trabajador/a
- Falta de conocimiento de la actividades y operaciones a realizar
- Adoptar posiciones inseguras
- Malos procedimientos de trabajo

**Causas Mixtas:** Causas Técnicas y Humanas. Los accidentes de trabajo se pueden prevenir realizando una vigilancia constante, tanto sobre las condiciones inseguras que existan en el ambiente de trabajo como sobre los actos inseguros de los trabajadores/as.

## **2.4. Actos y Condiciones Inseguras**

Para reducir o eliminar las causas de los accidentes es necesario conocer las condiciones y actos inseguros las cuales se presentarán a continuación, en la figura 2.2 se observa el porqué de los accidentes.

### **Condiciones Inseguras**

Son las causas que se derivan del medio en que los trabajadores realizan sus labores ( ambiente de trabajo) y se refieren al grado de inseguridad que pueden tener los locales, maquinarias, los equipos y los puntos de operación. Las condiciones inseguras son todas aquellas situaciones que se pueden presentar en un lugar de trabajo capaz de producir un accidente.

### **Actos Inseguros**

Es la ejecución indebida de un proceso, o de una operación, sin conocer por ignorancia, sin respetar por indiferencia, sin tomar en cuenta por olvido, la forma segura de realizar un trabajo o actividad.



**FIGURA 2.2 ACTOS Y CONDICIONES INSEGURAS**

### **2.5. Normas Técnicas de Equipo**

Una Norma Técnica se rige en todo el territorio nacional y sus disposiciones son de obligatorio cumplimiento para toda empresa, establecimiento, unidad de explotación, cooperativa u otras formas asociativas comunitarias de carácter productivo o de servicios, persigan o no fines de lucro, sean públicas o privadas, que posean equipos para un laboratorio.

En Ecuador no tienen bien estructuradas las normas técnicas de seguridad por lo que se tuvo la necesidad de investigar otras

normas que cumplan con un buen perfil para la seguridad tanto de los equipos como del recurso humano.

Con la referencia de la Norma Del Instituto De Prevención De Salud Y Seguridad Laboral De Venezuela (INPSASEL) y Norma Oficial Mexicana De La Secretaria Del Trabajo Y Prevención Social (NOM-020-STPS-2002) tienen como finalidad de establecer los criterios técnicos, procedimientos y responsabilidades para la realización del reconocimiento interno, externo y pruebas de seguridad para todo equipo que estén en servicio, a fin de identificar las condiciones de operación y funcionamiento seguro de los mismos para prevenir accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales.

## **2.6. Normas de Señalización**

Se entiende por señalización de seguridad a aquella referida a un objeto, actividad o situación determinadas, que proporcione una obligación o indicación relativa a la seguridad y la salud en el trabajo mediante señal en forma de panel, un color, una señal de luminosa o acústica, una comunicación verbal, o una señal gestual.

En los lugares de trabajo se dispondrá de señalización de seguridad para avisar, prohibir y recomendar las formas y procedimientos a utilizar para hacer de las dependencias y edificios lugares más seguros para los trabajadores.

La finalidad de la señalización es llamar la atención sobre situaciones de riesgo de una forma rápida y fácilmente comprensible, pero no sustituye a las medidas preventivas.

Como se observa en la tabla 1, indica cuales son los tipos de señalización y su respectivo significado y así tener mayor conocimiento en cuanto a las señales.

**TABLA 1**  
**TIPOS DE SEÑALIZACIÓN**

<u>TIPO DE SEÑALIZACIÓN</u>	<u>SIGNIFICADO</u>
Señal de seguridad	Prohíbe un comportamiento que puede provocar una situación de peligro.
Señales de obligación	Obliga a un comportamiento determinado.
Señales de advertencia	Señal de seguridad que advierte un peligro.
Señales de información	Proporciona información para facilitar el salvamento o garantizar la seguridad de las personas.
Señal de salvamento	Indica la salida de emergencia, la situación del puesto de socorro o el emplazamiento de un dispositivo de salvamento.
Señal indicativa	Proporciona otras informaciones distintas a las de prohibición, obligación y de advertencia.
Señal auxiliar	Contienen exclusivamente texto y se utiliza conjuntamente con las señales indicadas anteriormente.
Señal complementaria de riesgo permanente	Sirven para señalar lugares donde no se utilicen formas geométricas normalizadas y que suponen un riesgo permanente.

## ABLA 2

## CÓDIGO DE COLORES

Color	Tipos de señalización	Indicaciones y precisiones
<b>Rojo</b>	Señal de prohibición	Comportamiento Peligroso
		Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia
<b>Amarillo</b>	Señal de advertencia	Atención, precaución, verificación
<b>Azul</b>	Señal de Obligación	Comportamiento o acción específica, obligación de utilizar un equipo de protección personal.
<b>Verde</b>	Señal de salvamento	Puertas, salidas, pasajes, puesto de salvamento o de socorro , locales
	Señal de seguridad	Provocar situaciones de riesgo

Como se observa en la tabla 2 indica los tipos de señalización, las indicaciones y precisiones. El uso del código de colores dentro de la industria tiene como objetivo, establecer en forma precisa, el uso de diversos colores de seguridad para identificar lugares y objetos, a fin de prevenir accidentes en todas las actividades humanas, desarrolladas en ambientes industriales, comerciales y tareas caseras.

## **2.7. Indicadores**

Son formulaciones generalmente matemáticas con las que se busca reflejar una situación determinada, un indicador es una relación entre variables cuantitativas o cualitativas que permite observar la situación y las tendencias de cambios generadas en el objeto o fenómeno observado, mediante los indicadores se busca la prevención de riesgos para lograr esto es necesario que el personal que interviene en una empresa deba comprender lo siguiente:

Comprender las ventajas de una actitud positiva frente a la seguridad en el trabajo (personalidad requerida para vencer las dificultades).



Aceptar la responsabilidad de formar la propia conciencia de seguridad (participar en la creación de la conciencia del grupo).

Comprender las ventajas del trabajo en equipo.

Comprender la necesidad de desarrollar hábitos seguros.

- No se debe olvidar, que las causas de los accidentes se deben básicamente a las acciones y condiciones inseguras.
- Recordar además que las acciones inseguras son actos o hechos producidos por el hombre y que nos conducen a un riesgo.
- Recordar que las condiciones inseguras son elementos físicos del ambiente del trabajo peligrosos para el ser humano.
- No olvidar entonces que las acciones inseguras las comete el individuo y son creadas por él, de tal manera que las condiciones inseguras y las acciones inseguras tienen un mismo factor = el hombre.

### **Índices Estadísticos De Seguridad**

Todas las empresas deben dar importancia a la interpretación de los índices estadísticos y a los índices de seguridad. Ambos

índices establecen una relación con la disminución de costos de la empresa.

Establece además el nivel de reducción de los costos directos e indirectos de una empresa al disminuir los riesgos de accidentes. El seguro del trabajador corresponde al 0.95% del sueldo imponible.

Esta tasa de riesgo se maneja con los índices de frecuencia; con los índices de gravedad; y los índices de accidentabilidad.

### **Tipos de indicadores**

#### **Índice De Frecuencia:**

Es la tasa utilizada para indicar la cantidad de accidentes por lesiones incapacitantes, por cada millón de horas reales trabajadas en un período determinado, puede ser mensual, trimestral, semestral o anual.

$$IF = \frac{\text{Número de Accidentes}}{\text{Número de Horas Reales Trabajadas}} * 10^6$$

**Índice De Gravedad:**

Es la tasa utilizada para indicar la gravedad de las lesiones ocurridas por accidentes del trabajo. El período considerado para el cálculo de este índice puede ser semestral o anual.

$$IG = \frac{\text{Número de Jornadas Perdidas}}{\text{Número de Horas Trabajadas}} * 10^6$$

**Índice De Accidentabilidad:**

Normalmente se utiliza como un medio de medida más simple pero no menos importante, es el índice de accidentabilidad; es el porcentaje de accidentes ocurridos en relación al número de trabajadores de la empresa.

$$IA = \frac{\text{Número de Accidentes}}{\text{Número de Trabajadores}} * 100$$

**Control de Accidentes e Incidentes, ICAI**

Relaciona Nmi número de medidas correctivas implementadas por 100 para el Nmp número de medidas correctivas propuestas en la investigación de accidentes, incidentes e investigación de enfermedades profesionales.

$$ICAI = \frac{Nmi * 100}{Nmp}$$

El análisis de resultados estadísticos permite determinar lo siguiente:

- Las personas accidentadas
- Los lugares de ocurrencia
- Maquinarias, materiales o actividades del trabajo en que ocurren los accidentes
- Resultados de un mes a otro, mayor comparando con otras empresas del rubro.

## **2.8. Auditorías de Seguridad Industrial**

Una auditoría es una actividad de información, mediante la cual puede verificarse el cumplimiento del Sistema de Seguridad establecido y la efectividad de dicho Sistema, en caso contrario, evaluar la necesidad de una mejora o de una acción correctiva. Su objetivo principal es la identificación, localización, valoración y corrección de los factores de riesgo presentes en un centro de trabajo.

Una Auditoría no se trata de una actividad cuyo fin sea la búsqueda de culpables, hay que quitarle esa connotación negativa que puede tener la palabra auditoría en relación con la justicia o con la auditoría fiscal, que hace que mucha gente le tenga un miedo absurdamente desproporcionado. Es importante esclarecer este hecho en favor de las auditorías, puesto que una posición a la defensiva no favorece el flujo de información.

Su objetivo final es la eliminación de riesgos y, si ello no fuera posible, deberá ser controlado para que su peligrosidad no supere el grado tolerado o admitido. Para la mejor localización de riesgos es importante disponer de toda información preventiva posible, consecuencia de experiencias de siniestralidad anteriores

La auditoría de seguridad puede ser:

### **Internas**

Realizadas por personal propio especializado en seguridad, dentro del Sistema se delega a una persona para que ejecute dicha función, de esta manera otorgue información sobre el progreso del Sistema e identifique áreas para mejorar.

Auditoría Interna pretende realizar un exámen completo y constructivo de la estructura organizativa de una empresa, institución o departamento, o de cualquier entidad y de sus métodos de operación y mediante esto descubrir deficiencias o irregularidades en alguna de las partes de las empresas examinadas, y apuntar hacia sus posibles soluciones. Su finalidad es auxiliar a la dirección para lograr que la administración sea óptima.

### **Externas**

Se produce cuando el auditor forma parte de una organización distinta de la que pertenece la unidad auditada ya que posee algunos beneficios, como la experiencia que posee el servicio de consultaría ya tiene los formularios, procedimientos y conocimientos requeridos para conducir la auditoría eficientemente, reduciendo por lo tanto, el tiempo que tendrá que invertir la organización. Puesto que el servicio de consultaría no es parte de la organización, está mejor posicionado para proporcionar un juicio realista de las tareas que requieran correcciones o actuación.

Las auditorías externas incluyen lo que se denomina generalmente auditorías de segunda y tercera parte. Las auditorías de segunda parte se llevan a cabo por partes que tienen un interés en la organización, tal como los clientes, o por otras personas en su nombre. Las auditorías de tercera parte se llevan a cabo por organizaciones auditoras independientes y externas, tales como aquellas que proporcionan el registro o la certificación de conformidad de acuerdo con los requisitos de las Normas ISO 19011.

## **2.9. Equipos de Laboratorio de Termofluidos**

### **Caldera**

Generador de vapor: Es un aparato que se utiliza para generar vapor de agua o para calentar un fluido en estado líquido, mediante la aplicación de calor producido por la combustión de materiales, reacciones químicas, energía solar o eléctrica, utilizando el vapor de agua o los líquidos calentados fuera del aparato.

Funcionan mediante la transferencia de calor, producida generalmente al quemarse un combustible, al agua contenida o

circulando dentro de un recipiente metálico. En toda caldera se distinguen dos zonas importantes:

**Zona de liberación de calor o cámara de combustión:** Es el lugar donde se quema el combustible. Puede ser interior o exterior con respecto al recipiente metálico.

**Zona de tubos:** Es la zona donde los productos de la combustión (gases o humos) transfieren calor al agua principalmente por convección (gases-aguas). Está constituida por tubos, dentro de los cuales pueden circular los humos o el agua.

Como se observa en la figura 2.3 una ilustración de cómo es una caldera.



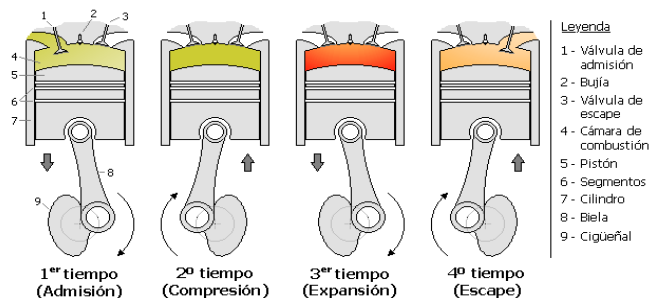
**FIGURA 2.3 CALDERA**



## Motor de Combustión Interna

Un motor de combustión interna es básicamente una máquina que mezcla oxígeno con combustible gasificado. Una vez mezclados íntimamente y confinados en un espacio denominado cámara de combustión, los gases son encendidos para quemarse (combustión).

El motor de combustión interna es un transformador de energía química almacenado en el combustible y este se transforma en energía mecánica como se observa en la figura 2.4 un ejemplo de motor de combustión interna.



**FIGURA 2.4 MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA**

## Intercambiador de Calor

Un Intercambiador de Calor es un equipo utilizado para enfriar un fluido que está más caliente de lo deseado, transfiriendo esta calor a otro fluido que está frío y necesita ser calentado. La transferencia

de calor se realiza a través de una pared metálica o de un tubo que separa ambos fluidos.

El funcionamiento de los intercambiadores ceden el calor del combustible por medio de un fluido calefactor (generalmente vapor, agua recalentada o aceite térmico) que pasa a través de elementos tubulares, y transfieren el calor al líquido deseado. La temperatura es controlada automáticamente por medio de válvulas que cierran o abren la entrada de vapor para mantener siempre una temperatura constante prefijada. Como se observa en la figura 2.5 una ilustración de intercambiador de calor.



**FIGURA 2.5 INTERCAMBIADOR DE CALOR**

## Compresor de Aire

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores.

Los compresores de aire son máquinas que aspiran aire ambiente a la presión y temperatura atmosférica y lo comprime hasta conferirle una presión superior. Como se observa en la figura 2.6 un compresor de aire.

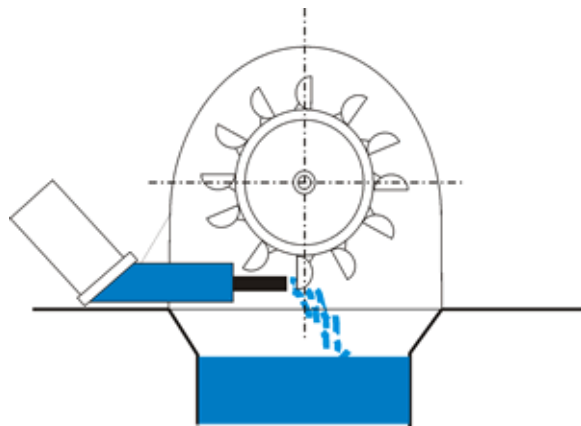


**FIGURA 2.6 COMPRESOR DE AIRE**

## Turbina Peltón

Una turbina es una máquina a través de la cual transita un fluido de manera continua, y que la atraviesa en un movimiento rotativo de un eje como se observa en la figura 2.7. Una turbina como se

mencionaba, es una turbo máquina, que consta de un eje de rotación que se mueve gracias a una o dos ruedas con paletas adosadas, las que se denominan rotor y estator. El rotor se mueve gracias al impulso que le da el fluido con su movimiento continuado, arrastrando el eje que permite el movimiento de rotación.



**FIGURA 2.7 TURBINA PELTÓN**

## 2.10. Condiciones de Trabajo

Para un mejor análisis de cómo debe ser estudiado las condiciones de un lugar de trabajo se investigó los siguientes métodos.

### **MÉTODO FANGER**

El método Fanger fue propuesto por P.O. Fanger en 1973, este método fue creado para la valoración del confort térmico. El método parte de la información relativa a la vestimenta, la tasa metabólica, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad relativa del aire y la humedad relativa o la presión parcial del vapor de agua para calcular dos índices denominados:

- **Voto medio estimado** (PMV-predicted mean vote)
- **Porcentaje de personas insatisfechas** (PPD-predicted percentage dissatisfied), valores ambos, que aportan información clara y concisa sobre el ambiente térmico al evaluador.

EL Voto medio estimado es un índice que refleja el valor de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto de una escala de sensación térmica de 7 niveles

(frió, fresco, ligeramente fresco, neutro, ligeramente caluroso, caluroso, muy caluroso), basado en el equilibrio térmico del cuerpo humano.

El equilibrio térmico depende de la actividad física, de la vestimenta, y de parámetros ambientales como: la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad del aire y la humedad del aire.

El **Porcentaje de personas insatisfechas** son aquellas personas que considerarían la sensación térmica provocada por el entorno como desagradable.

### **Aplicación del método**

El método Fanger, mediante el cálculo del índice del Voto medio estimado (PMV), permite identificar la sensación térmica global correspondiente a determinado ambiente térmico. Una vez identificada la sensación térmica el cálculo del índice del Porcentaje de personas insatisfechas (PPD) permitirá predecir el porcentaje de personas que considerarán dicha situación como no confortable.

El procedimiento de aplicación del método se resume en los siguientes pasos:

Recopilación de información, que incluirá:

El Aislamiento de la ropa.

El valor del aislamiento térmico proporcionado permite el cálculo a partir de combinaciones habituales de ropa o bien mediante la selección personalizada de las prendas del trabajador.

En la tabla 3 puede orientar al evaluador sobre el rango de valores que puede tomar la variable aislamiento térmico de la ropa:

**TABLA 3**  
**VALORES DE AISLAMIENTO DE ROPA EN CLO.**

Tipo de ropa	Aislamiento (clo.)
Desnudo	0 clo.
Ropa Ligera (ropa de verano)	0,5 clo.
Ropa Media (traje completo)	1 clo.
Ropa Pesada (uniforme militar de invierno)	1,5 clo.

La Tasa metabólica.

La tasa metabólica mide el gasto energético muscular que experimenta el trabajador cuando desarrolla una tarea.

El valor de la tasa metabólica puede estimarse mediante la aplicación de los siguientes métodos, clasificados en 4 niveles según su precisión como se observa en la tabla 4.

**TABLA 4**  
**MÉTODOS PRINCIPALES DE ESTIMACIÓN DEL**  
**METABOLISMO.**

NIVEL	Métodos de estimación del metabolismo
<b>Nivel 1</b> <i>TANTEO</i>	1.A. Estimación de la tasa metabólica en función la <b>profesión</b> . (ISO 8996) 1.B. Estimación de la tasa metabólica en función del <b>tipo de actividad</b> . (ISO 8996 - ISO 7730)
<b>Nivel 2</b> <i>OBSERVACIÓN</i>	2. A. Estimación de la tasa metabólica a partir de los <b>componentes de la actividad</b> (ISO 8996, INSHT- NTP 323) 2. B. Estimación de la tasa metabólica por <b>actividad-tipo</b> (ISO 8996, INSHT- NTP 323) .
<b>Nivel 3</b> <i>ANÁLISIS</i>	Estimación de la tasa metabólica en función del ritmo cardiaco bajo condiciones determinadas ISO 8996.
<b>Nivel 4</b> <i>ACTUACIÓN</i> <i>EXPERTA</i>	Medida del consumo de oxígeno. Método del agua doblemente marcada Calorimetría directa.

Características del ambiente, definida por:

La Temperatura del aire

Esta variable es medida en grados Celsius.

La Temperatura radiante media



Corresponde con el intercambio de calor por radiación entre el cuerpo y las superficies que lo rodean. Dicha variable deberá indicarse en grados Celsius.

La figura 2.8 indica la temperatura radiante media que se puede calcular a partir de los valores medidos de la temperatura seca, la temperatura de globo y la velocidad relativa del aire mediante la siguiente ecuación:

$$T^{\circ} \text{ radiante media}(C^{\circ}) = T^{\circ} \text{ de globo}(C^{\circ}) + 1,9 \sqrt{\text{velocidad del aire} \left(\frac{m}{s}\right) (T^{\circ} \text{ de globo}(C^{\circ}) - T^{\circ} \text{ seca}(C^{\circ}))}$$

### **FIGURA 2.8 ECUACIÓN DE TEMPERATURA RADIANTE**

La Humedad relativa o la Presión parcial del vapor de agua.

La Humedad relativa es medida en porcentaje y la Presión parcial del vapor de agua es medida en Pa.

La Velocidad relativa del aire. Esta variable es medida en *m/s*.

Cálculo del Voto medio estimado (PMV). Una vez finalizada la fase de recogida de información se expone el cálculo del Voto medio estimado (PMV) mediante "la ecuación del confort" definida por Fanger que relaciona entre sí las variables recopiladas hasta el momento: aislamiento de la

ropa, tasa metabólica y características del ambiente como se observa en la figura 2.9.

$$PMV = [0.303 * \exp(-0.036 M) + 0.028] * \left\{ \begin{array}{l} (M - W) - 3.05 * 10^{-3} * [5733 - 6.99 * (M - W) - p_a] - 0.42 * [(M - W) - 58.15] \\ -1.7 * 10^{-5} * M * (5867 - p_a) - 0.0014 * M * (34 - t_a) \\ -3.96 * 10^{-8} * f_{cl} * [t_{cl} + 273]^4 - (\bar{t}_r + 273)^4 - f_{cl} * h_c * (t_{cl} - t_a) \end{array} \right\}$$

Donde:

$$t_{cl} = 35.7 - 0.028 * (M - W) - I_{cl} * \left\{ 3.96 * 10^{-8} * f_{cl} * [t_{cl} + 273]^4 - (\bar{t}_r + 273)^4 - f_{cl} * h_c * (t_{cl} - t_a) \right\}$$

$$h_c = \left\{ \begin{array}{l} 2.38 * |t_{cl} - t_a|^{0.25} \text{ para } 2.38 * |t_{cl} - t_a|^{0.25} > 12.1\sqrt{v_{ar}} \\ 12.1\sqrt{v_{ar}} \text{ para } 2.38 * |t_{cl} - t_a|^{0.25} < 12.1\sqrt{v_{ar}} \end{array} \right\}$$

$$f_{cl} = \left\{ \begin{array}{l} 1.00 + 1.290 * I_{cl} \text{ para } I_{cl} \leq 0.078 \text{ m}^2 \text{ k / w} \\ 1.05 + 0.645 * I_{cl} \text{ para } I_{cl} > 0.078 \text{ m}^2 \text{ k / w} \end{array} \right\}$$

$M$  es la tasa metabólica en  $W/m^2$ .

$W$  es la potencia mecánica efectiva en  $W/m^2$  (puede estimarse en 0).

$I_{cl}$  es el aislamiento de la ropa en  $m^2KW$ .

$f_{cl}$  es el factor de superficie de la ropa .

$t_a$  es la temperatura del aire en  $^{\circ}C$ .

$\bar{t}_r$  es la temperatura radiante media en  $^{\circ}C$ .

$v_{ar}$  es la velocidad relativa del aire en  $m/s$ .

$p_a$  es la presión parcial del vapor de agua en  $Pa$ .

$$p_a = RH/100 * \exp(16.6536 - 4030.183 / (t_a + 235)) ; \quad \text{Donde: RH es la humedad relativa del aire medida en porcentaje}$$

$h_c$  es el coeficiente de transmisión del calor por convección en  $W/(m^2K)$

$t_{cl}$  es la temperatura de la superficie de la ropa en  $^{\circ}C$ .

**FIGURA 2.9 ECUACIÓN DEL VOTO MEDIO ESTIMADO**

Obtención de la sensación térmica global a partir del Voto medio estimado, la tabla 5 indica la escala de 7 niveles definida por Fanger. Seguidamente, el valor obtenido para el **Voto medio estimado (PMV)** se comparará con la tabla 6 escala de sensación térmica organizada en siete niveles, con el fin de determinar la sensación térmica global percibida por la mayoría de los trabajadores correspondiente a las condiciones evaluadas.

**TABLA 5**  
**ESCALA DE SENSACIÓN TÉRMICA EN FUNCIÓN DEL**  
**VALOR VOTO MEDIO ESTIMADO**

Rango de valores	Sensación térmica
+3	Muy caluroso
+2	Caluroso
+1	Ligeramente caluroso
0	Neutro
-1	Ligeramente fresco
-2	Fresco
-3	Frío

**TABLA 6**  
**REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA ESCALA DE**  
**SENSACIÓN TÉRMICA**



Cálculo de Porcentaje estimado de insatisfechos (PPD) a partir del valor del PMV. El método completa su análisis con la estimación del Porcentaje de personas insatisfechas (PPD) a partir del Voto medio estimado (PMV). Dicho índice analiza aquellos votos dispersos alrededor del valor medio obtenido, y representa a las personas que considerarían la sensación térmica como desagradable, demasiado fría o calurosa.

La figura 2.10 representa el cálculo del Porcentaje de personas insatisfechas (PPD):

$$PPD = 100 - 95 * \exp(-0,03353 * PMV^4 - 0,2179 * PMV^2)$$

### **FIGURA 2.10 CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE PERSONAS INSATISFECHAS**

Análisis de resultados.

Si el valor del Voto medio estimado (PMV) pertenece al rango de valores comprendidos entre -0,5 y 0,5, reflejará una situación térmica satisfactoria, confortable para la mayoría de los trabajadores. En otro caso la situación se

considerará inadecuada y por tanto deberían llevarse a cabo medidas correctoras de mejora de la sensación térmica.

Si la situación resulta insatisfactoria proponer las correcciones oportunas de mejora de las condiciones térmicas.

### **MÉTODO WILLIAM T. FINE**

El método de Fine es un procedimiento originalmente previsto para el control de los riesgos cuyas medidas usadas para la reducción de los mismos eran de alto coste. Este método probabilístico, permite calcular el grado de peligrosidad de cada riesgo identificado, a través de una fórmula matemática que vincula la probabilidad de ocurrencia, las consecuencias que pueden originarse en caso de ocurrencia del evento y la exposición a dicho riesgo.

La figura 2.11 indica como calcular la **Magnitud del Riesgo** o **Grado de Peligrosidad**.

$$\text{GRADO DE PELIGROSIDAD} = \text{CONSECUENCIAS} \times \text{EXPOSICION} \times \text{PROBABILIDAD}$$

**FIGURA 2.11 FÓRMULA DE GRADO DE PELIGROSIDAD**

**Consecuencia (C):** Se define como el daño debido al riesgo que se considera, incluyendo desgracias personales y daños materiales.

**Exposición (E):** Se define como la frecuencia con que se presenta la situación de riesgo, siendo tal el primer acontecimiento indeseado que iniciaría la secuencia del accidente. Mientras más grande sea la exposición a una situación potencialmente peligrosa, mayor es el riesgo asociado a dicha situación.

**Probabilidad (P):** Este factor se refiere a la probabilidad de que una vez presentada la situación de riesgo, los acontecimientos de la secuencia completa del accidente se sucedan en el tiempo, originando accidente y consecuencias.

## **MÉTODO MESERI**

En este método se conjugan, de forma sencilla, las características propias de las instalaciones y medios de protección, de cara a obtener una cualificación del riesgo ponderada por ambos factores. Ágil y fácil comprensión, el método permite al interlocutor realizar una evaluación rápida durante la inspección y efectuar de forma

casi instantánea, las recomendaciones oportunas para disminuir la peligrosidad del riesgo de incendio.

## **EL MÉTODO SIMPLIFICADO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO (MESERI)**

Contempla dos bloques diferenciados de factores:

### 1. Factores propios de las instalaciones:

- 1.1. Construcción.
- 1.2. Situación.
- 1.3. Procesos.
- 1.4. Concentración.
- 1.5. Propagabilidad.
- 1.6. Destructibilidad

### 2. Factores de protección:

- 2.1. Extintores (EXT).
- 2.2. Bocas de Incendio Equipadas (BIE).
- 2.3. Columnas Hidrantes Exteriores (CHE).
- 2.4. Detectores automáticos de Incendios (DET).
- 2.5. Rociadores automáticos (ROC).
- 2.6. Instalaciones fijas especiales (IFE)

## MÉTODO DE CÁLCULO

Una vez terminado el correspondiente cuestionario de Evaluación del Riesgo de Incendio se efectuara el cálculo numérico, siguiendo las siguientes pautas:

Subtotal X. Suma de todos los coeficientes correspondientes a los 18 primeros factores en los que aún no se han considerado los medios de protección.

Subtotal Y. Suma de los coeficientes correspondientes a los medios de protección existentes.

El coeficiente de protección frente al incendio (P), se calculara aplicando la siguiente fórmula como se muestra en la figura 2.12.

$$P = \frac{5X}{120} + \frac{5Y}{22} + 1 \text{ (BCI)}$$

### FIGURA 2.12 COEFICIENTE DE PROTECCIÓN

En caso de existir Brigada Contra Incendio (BCI) se le sumara un punto al resultado obtenido anteriormente.

El riesgo se considera aceptable cuando  $P \geq 5$ .



# CAPÍTULO 3

## 3. SITUACIÓN ACTUAL

### 3.1. Levantamiento de Información

El laboratorio de Termofluidos de la FIMCP-ESPOL está ubicado en la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencia de la Producción en el bloque 18 A y fue construido hace más de 20 años con el objetivo de reforzar lo práctico con lo teórico de las diferentes asignaturas.

Cuenta con equipos para pruebas aerodinámicos subsónicos y supersónicos, visualización de flujos, medición de caudales, turbinas Pelton y Francis, banco de bombas etc.

Hasta la actualidad no se ha establecido un sistema de seguridad industrial donde se implanten normas y técnicas de prevención para el personal que elabora en el laboratorio.

Además en el laboratorio se pudo observar que carece de medidas de protección personal y colectiva, tanto es así que en algunas áreas del laboratorio ha sido destinado como bodega de objetos en mal estado y en otras áreas se ve el derrame de fluidos de las máquinas a las cuales no se le da un mantenimiento preventivo adecuado y más incidentes, que no han provocado accidentes fatales ya que el laboratorio no tiene una actividad permanente y esto hace que los riesgos se minimicen pero no por esto deja de existir.

Los registros del laboratorio son fundamentales para dar inicio al levantamiento de información ya que con ellos se conoce el inventario de los equipos además de otros datos puntuales.

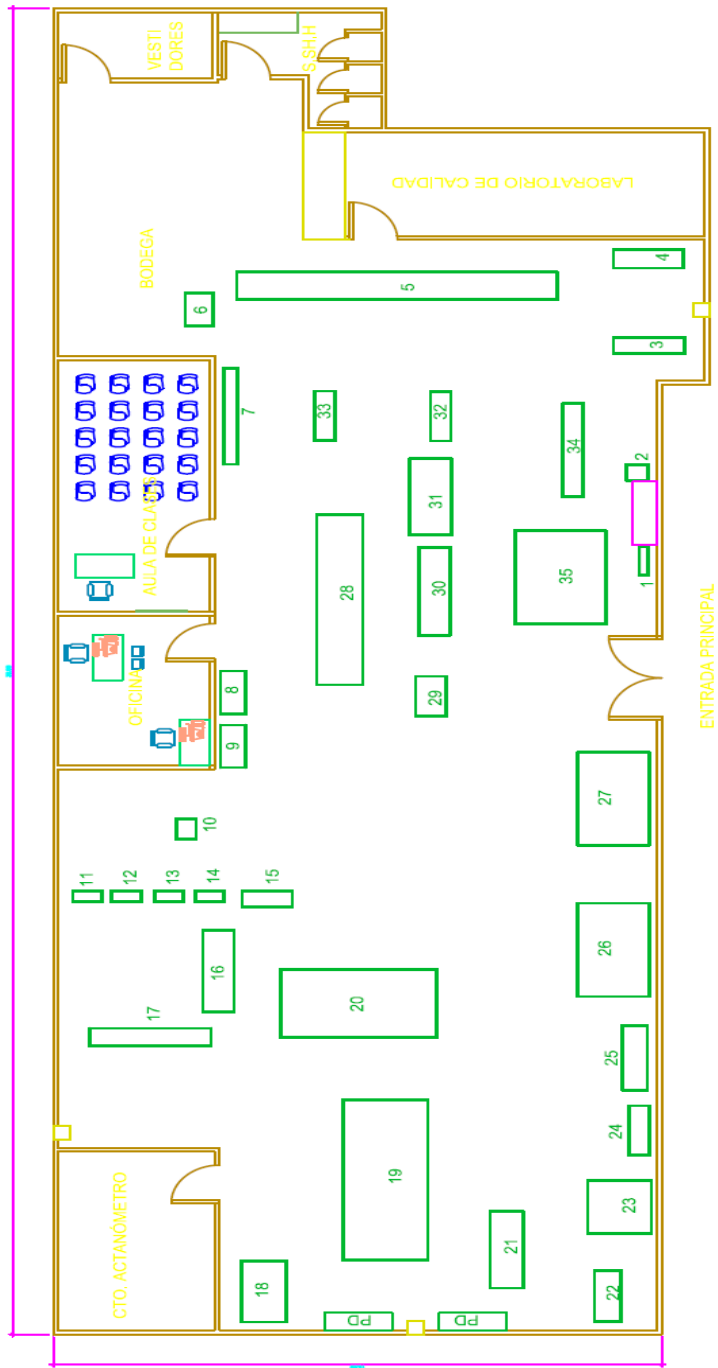
La información se levanta a través de una inspección general que se realiza mediante lista de chequeos, visitas al laboratorio, toma

de datos con instrumentos de medición, mediante estas evidencias se sabe cuáles son las falencias del mismo desde el punto de vista del estudiante que a diario se encuentra realizando sus prácticas.

### **3.1.1. Planos de Layout**

Para un mejor detalle se realiza un plano en el cual se presenta como está estructurado en la actualidad el Laboratorio de Termofluidos. Como se observa en el plano N° 1.

En la tabla 7 se encuentran detallados todos los equipos existentes en el laboratorio.



**PLANO N°1 DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE EQUIPOS DEL  
LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS**

TABLA 7

## EQUIPOS DEL LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS

1	Equipo Medidor de Flujo	19	Condensador de superficie
2	Taladro eléctrico de pedestal	20	Intercambiador De calor con medidores de flujo
3	Torno	21	Equipo Secador de alimentos
4	Banco Óleohidráulico	22	Banco aislante de tuberías
5	Equipo de Flujo Laminar y Turbulento	23	Súper calentador con panel de control y motor
6	Equipo de aire acondicionado didáctico	24	Planta de tratamiento de agua con medidor
7	Túnel de viento	25	Flujo de Vapor
8	Compresor de aire de 1ra. etapa	26	Caldera de 10 Bar THOMPSON 1000 lbs/h de vapor
9	Compresor de aire de 2da. Etapa	27	Gas Turbine
10	Túnel de humo	28	Túnel subsónico de Viento
11	Motor de 4 tiempo a diesel	29	Aparato impacto de C
12	Motor de 4 tiempo a diesel	30	Banco de bomba
13	Motor de 4 tiempo a diesel	31	Transferencia de Calor por Conducción Radial
14	Motor de 4 tiempo a diesel	32	Turbina Francis
15	Equipo de convección natural y radiación	33	Turbina Pelton
16	Banco de prueba con motor de 4 cilindros a gasolina	34	Circuito Hidráulico
17	Banco de prueba de motores de combustión interna	35	Túnel supersónico de Viento
18	Neumatic control teaching mechanism		

## **3.2. Variables Ambientales y Situación Actual**


### **3.2.1. Instrumentos de Medición**

Con el fin de determinar el ambiente laboral que están expuestos todo el personal al momento de realizar sus prácticas u otras actividades se utiliza instrumentos para medir ruido, velocidad del aire, luminosidad y humedad, así determinar puntos claves que son de gran utilidad para saber si las variables ambientales se encuentran dentro de lo permitido.

Para realizar las mediciones en el laboratorio de termofluidos se utilizaron dos tipos de instrumentos:

Como se observa en la tabla 8 Sonómetro y tabla 10 Multimedidor de medio ambiente.

**TABLA 8**  
**CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO MEDIDOR DE**  
**RUIDO**

	<b>SONÓMETRO</b>	
	Marca: CESVA	Serie: SC-310
	Utilización: Mide el nivel de ruido que existe en determinado lugar y en un momento dado.	Made in Taiwan
	Este aparato nos permite medir objetivamente el nivel de presión sonora. Los resultados los expresa en decibeles (dB). Para determinar el daño auditivo.	

El Decreto 2393 establece ciertas condiciones como seguras o peligrosas. Además, se ha empezado a reconocer que el ruido es un contaminante, una molestia y un perjuicio para el oído, se han definido los niveles del ruido en el medio ambiente ya que hay ciertas pruebas de que el ruido puede ocasionar padecimientos como ansiedad y desordenes cardiacos.

Cuando el ruido ambiental es mayor que el especificado siendo este 85 dBA, hay que suministrar protección como se observa en la tabla 9 las exposiciones permisibles al oido.

TABLA 9

## EXPOSICIONES PERMISIBLES AL RUIDO

Tiempo de exposición jornada/hora	Nivel del sonido, dBA, respuesta lenta
8	85
4	90
2	95
1	100
0.25	110
0.125	115

TABLA 10

## CARACTERISTICAS DEL MULTIMEDIDOR

	MULTIMEDIDOR DE CALIDAD DE MEDIO AMBIENTE	
	Marca: Sper Scientific	Serie: 850070
Utilización: Anemómetro, % Rh, Temp, Lux	Made in Taiwan	
Este instrumento es una combinación de medidor de luz, medidor de humedad, termómetro y anemómetro en una sola unidad compacta pesa sólo 5 ½ onzas (160 g).		



De acuerdo al Decreto Ejecutivo 2393 Normativa Ecuatoriana Art. 53 Condiciones generales ambientales ventilación, temperatura y humedad. Indica:

- Asegurar un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores.
- La circulación de aire en locales cerrados se procurará acondicionar de modo que los trabajadores no estén expuestos a corrientes molestas y que la velocidad no sea superior a 15 metros por minuto a temperatura normal.


### **Descripción De Problemas Encontrados.**

#### **Hallazgos**

Luego de realizar una inspección a las instalaciones del laboratorio se pudo constatar lo descrito a continuación:


TABLA 11

## HALLAZGO 001

<b>Hallazgo N°:</b>	<b>001</b>
<b>Norma o Ley Aplicable:</b>	<b>Decreto 2393</b>
<b>Cláusula o Artículo:</b>	<b>Art 92, Núm. 1</b>
<b>Detalle del Hallazgo:</b>  En la planta de tratamiento de agua existe derrame de líquido.	

Se observa en la tabla 11, en la planta de tratamiento de agua existe derrame de líquido debido a un escaso mantenimiento preventivo, provocando con esto la probabilidad que ocurran resbalones y caídas a las personas que concurren al laboratorio como profesores, trabajadores y estudiantes, el sistema de tratamiento de agua hace mucho tiempo que no se trata el agua para el caldero lo que provoca mayor oxidación en los tubos de calderos.

**TABLA 12**  
**HALLAZGO 002**

<b>Hallazgo N°:</b>	<b>002</b>
<b>Norma o Ley Aplicable:</b>	<b>Norma de Instalaciones Eléctricas</b>
<b>Cláusula o Artículo:</b>	<b>NOM-001-SEDE-1999</b>
<b>Detalle del Hallazgo:</b>  Instalaciones eléctricas sin protección.	


Se observa en la tabla 12, las instalaciones eléctricas están sin la debida protección y más aun se encuentra cerca del área mojada por lo que existe la probabilidad de que ocurra un corto circuito causando daños materiales y a las personas.

**TABLA 13**  
**HALLAZGO 003**

<b>Hallazgo N°:</b>	<b>003</b>
<b>Norma o Ley Aplicable:</b>	<b>Decreto 2393</b>
<b>Cláusula o Artículo:</b>	<b>Art 164, Núm. 1</b>
<b>Detalle del Hallazgo:</b>  Tablero de control eléctrico principal sin seguridad.	

Se observa en la tabla 13, el tablero se encuentra abierto y no tiene una respectiva señalética indicando que solo puede ser manipulado por el personal autorizado, existe la probabilidad que al haber un mal manejo provoque un corto circuito afectando a la integridad del personal.

**TABLA 14**  
**HALLAZGO 004**

<b>Hallazgo N°:</b>	<b>004</b>
<b>Norma o Ley Aplicable:</b>	<b>Decreto 2393</b>
<b>Cláusula o Artículo:</b>	<b>Art 34</b>
<b>Detalle del Hallazgo:</b> Desorden en el laboratorio.	

Se observa en la tabla 14, en el laboratorio de termofluidos existe mucho desorden al momento de guardar los útiles de limpieza, repuestos usados debido a que no existe una área de bodega para dichos objetos, esto genera la acumulación de basura y de objetos obsoletos provocando incidentes como caídas, tropiezos y acumulación de polvo.

**TABLA 15**  
**HALLAZGO 005**

<b>Hallazgo N°:</b>	<b>005</b>
<b>Norma o Ley Aplicable:</b>	<b>Decreto 2393</b>
<b>Cláusula o Artículo:</b>	
<b>Detalle del Hallazgo:</b> Acumulación de pupitres y de repuestos en mal estado.	


Se observa en la tabla 15, en el laboratorio de termofluidos existe una acumulación de objetos obsoletos tales como pupitres, mesas, llantas, equipos en mal estado etc. con esto se tiene una obstaculización del paso, provocando incidentes como caídas, tropezones además no tiene acceso a la parte posterior del laboratorio.

**TABLA 16**  
**HALLAZGO 006**

<b>Hallazgo N°:</b>	<b>006</b>
<b>Norma o Ley Aplicable:</b>	<b>Decreto 2393</b>
<b>Cláusula o Artículo:</b>	<b>Art 73, Núm. 3</b>
<b>Detalle del Hallazgo:</b>  Humedad debido a una mala distribución de equipos.	

Se observa en la tabla 16, existe una mala distribución de la máquina de caldera al momento de drenar el agua, haciendo que el agua se derrame en el suelo provocando que exista peligro de electrocución en vista de que se trabaja con extensiones eléctricas.


**TABLA 17**  
**HALLAZGO 007**

<b>Hallazgo N°:</b>	<b>007</b>
<b>Norma o Ley Aplicable:</b>	<b>Decreto 2393</b>
<b>Cláusula o Artículo:</b>	<b>Art 54, Núm. 2</b>
<b>Detalle del Hallazgo:</b>  Concentración de vapor	

Se observa en la tabla 17, la concentración de vapor que existe en el laboratorio al momento de prender las máquinas es abundante, provocando molestias visuales en la toma de datos, exceso de calor, fatiga y su disolución es lenta debido a que es un lugar cerrado con escasa ventilación.



**TABLA 18**  
**HALLAZGO 008**

<b>Hallazgo N°:</b>	<b>008</b>
<b>Norma o Ley Aplicable:</b>	<b>Decreto 2393</b>
<b>Cláusula o Artículo:</b>	<b>Art 175, Núm. 1</b>
<b>Detalle del Hallazgo:</b>  Faltan elementos de protección personal.	

Se observa en la tabla 18, los estudiantes no poseen equipos de protección personal necesarios cuando realizan sus prácticas, la aglomeración de estudiantes es incómoda, la mayoría lleva su mochila esto podría provocar un problema al momento de evacuar en una emergencia.

**TABLA 19**  
**HALLAZGO 009**

<b>Hallazgo N°:</b>	<b>009</b>
<b>Norma o Ley Aplicable:</b>	<b>Decreto 2393</b>
<b>Cláusula o Artículo:</b>	<b>Art. 169, Núm. 1</b>
<b>Detalle del Hallazgo:</b>  No cuenta con señalización en el piso.	

Se observa en la tabla 19, en el laboratorio no existe señalización en el piso provocando que el personal camine por cualquier área, existiendo la probabilidad de que ocurran accidentes como tropezones, resbalones, quemaduras.

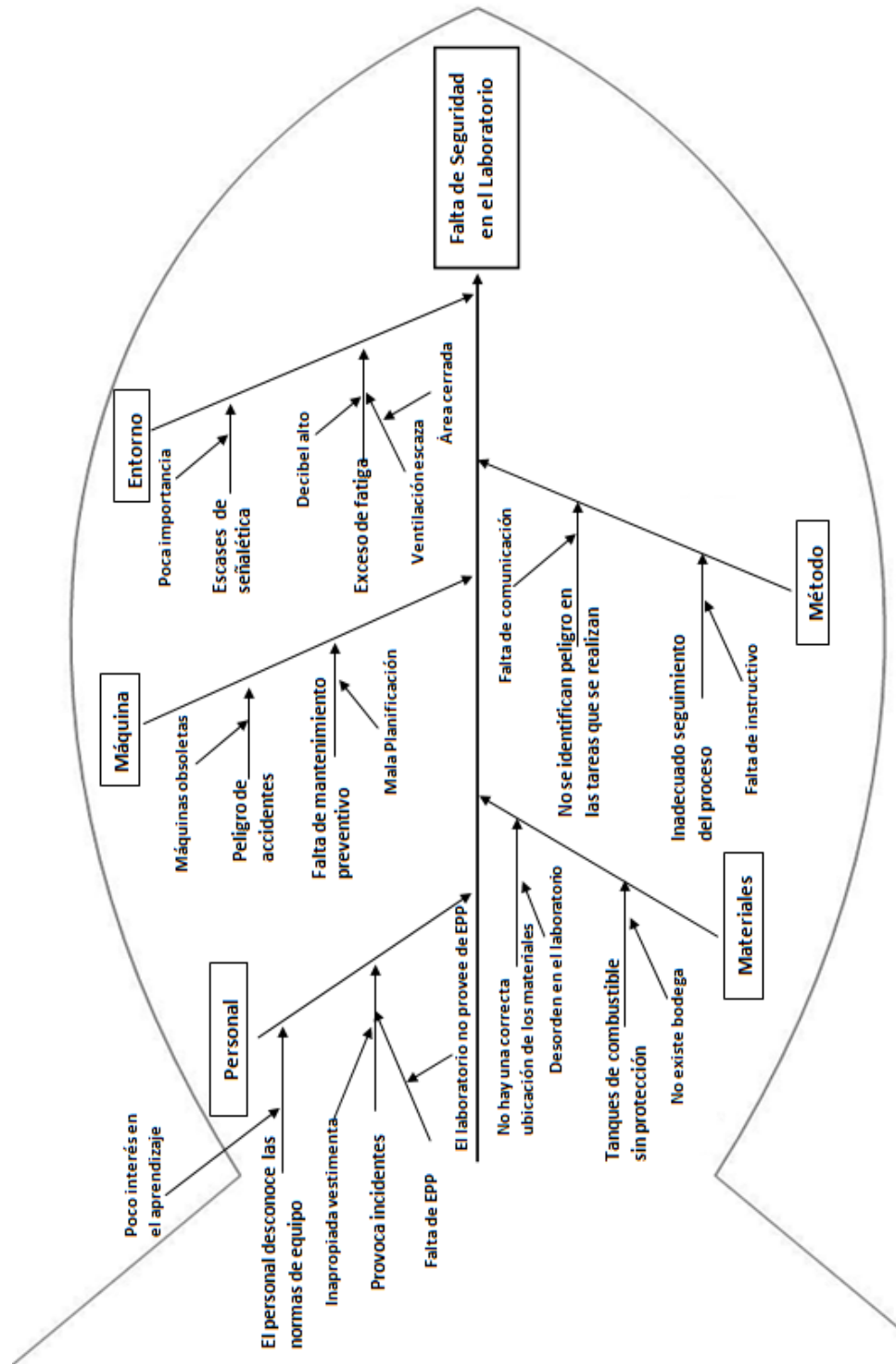


FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

En la figura 3.1 se observa el Diagrama de Ishikawa el cual se lo realiza con la finalidad de encontrar el problema principal.

### 3.2.2. Inventario de Equipos

El inventario es un registro documental que se realiza para tener un control de lo que existe en el laboratorio de termofluidos.

En la tabla 20 se observa el inventario de equipo existente en el laboratorio, la misma que consta de 4 columnas:

1. **Código**, son números que facilita la ESPOL para saber con qué bienes cuenta para así poder cuantificar y cualificar a cada uno de los equipos.
2. **Equipo**, nombre específico de cada máquina.
3. **Marca**, es la forma de identificar la máquina.
4. **Descripción**, indica el estado de la máquina.

**TABLA 20**  
**INVENTARIO DE EQUIPOS DEL LABORATORIO**

CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	DESCRIPCIÓN
2694	Equipo Medidores de Flujo	TECQUIPMEN	
3524	Taladro eléctrico de pedestal	NSD-13R	
	Torno	ROCKWELL	
3705	Banco óleo Hidráulico	SPERRY	
2691	Equipo de Flujo Laminar y Turbulento	PLINT PARTNERS	
3090	Equipo de aire acondicionado didáctico	CARRIER	
3069	Túnel de viento	TECQUIPMENT	
3082	Compresor de aire de 1ra. etapa	GILKES	
03083	Compresor de aire de 2da. Etapa	GILKES	
2699	Túnel de humo	PLINT	
	Sistema modular de Adquisición de Datos		
3087	Equipo de convección natural y radiación	PLINT PARTNERS	
2975	Intercambiador de calor con medidores de flujo		
3051	Banco de prueba con motor de 4 cilindros a gasolina	CUSSON	NO FUNCIONA
2991	Banco de prueba de motores de combustión interna	PLINT & PARTNERS	NO FUNCIONA
2976	Condensador de superficie	GREENBAT	

	Equipo secador de alimentos	GUNL HAMBURG	
	Banco aislante de tuberías		
	Medidor de Caudal		
2964	Súper calentador con panel de control y motor	NUWAY	

CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	DESCRIPCIÓN
2967	Planta de tratamiento de agua con medidor	DEARBORN CHEMICALS	
2971	Caldera de 10 Bar THOMPSON 1000 lbs/h de vapor	THOMPSON	
2990	Gas Turbine	GILKES	NO FUNCIONA
2689	Túnel subsónico de Viento	AEROVENT	
2695	Equipo de impacto de Chorro	TECQUIPMEN	
2692	Banco Hidráulico	TECQUIPMEN	
3701	Banco de Bomba	GILKES	
	Transferencia de Calor por Conducción Radial		
2697	Turbina Francis	GILKES	
2698	Turbina Pelton	GILKES	
2688	Circuito Hidráulico	TECHNOVATE	
2690	Túnel supersónico de Viento	GILKERS	
2981	Torre de enfriamiento I compuesto con motor		

TABLA 21

## MATERIAS DICTADAS EN EL LABORATORIO

MATERIA	EQUIPO	PRÁCTICA
Transferencia de calor I	Sistema modular de Adquisición de Datos	Determinación del Perfil de Temperatura
	Equipo de Conducción lineal	Conducción Lineal
	Equipo de Convección Natural y Radiación	Transferencia de Calor por Radiación
	Planta de Vapor	Ciclo Rankine
	Intercambiador de Calor con Medidores de Flujo	Intercambiadores de Calor de tubos concéntricos en flujos paralelos y contraflujos
Operaciones Unitarias I	Planta de Vapor y Torre de Enfriamiento	Torre de Enfriamiento
Mecánica de Fluidos I	Aparato Medidor de Centro de Presión Termómetro digital	Fuerza de Presión sobre una Placa Sumergida
	Túnel de Humo	Visualización de Humo
	Banco de Bombas	Banco Homólogas
Mecánica de Fluidos II	Banco Hidráulico, Equipo Impactó a Chorro, flujo Laminar y turbulento	Impacto a chorro, Gradiente de Presión y Longitud de entrada perfil de Velocidades
	Circuito Hidráulico	Pérdidas por Fricción en Tuberías en Serie y Paralelo
	FM20	Características de una Bomba Introducción a escalamiento
	Banco de Bomba	Bomba en serie
Inst. Básica	Tubo Pitoc	Medidor de Flujo Incomprensible y Comprensible
	Banco Multitubular	Medidores de Flujo
	Calibrador de Peso Muerto	Calibración Estática
	Osciloscopio	Respuesta Dinámica
	Termopila Tipo T-termistor, Termopar Tipo K, Termómetro de Vidrio , Bimetálica, Resistencia	Medición de Temperatura
	Pirómetro Óptico	Medición de Temperatura por Radiación

	Indicador de Fuerza Unitaria	Medición de Deformación
	Banco de prueba , Turbina Pelton	Medición de Torque y Presión
	Computadora de Laboratorio de Termofluido	Sistema de conversión Digital y Analógica
Termodinámica I	Banco de compresores	Compresión en II Etapas
	Barómetro y Termómetro	Lectura de Presión en el Barómetro y Lectura de Temperatura Ambiente en el Termómetro
	Equipo de Aire Acondicionado Didáctico	Determine el COP en un ciclo de refrigeración por compresión de vapor

MATERIA	EQUIPO	PRÁCTICA
Termodinámica II	Caldera, Calorímetro	Calidad de Vapor en la caldera
	Turbina, Condensador, Caldera.	Balance Energético de la plante de Vapor
Deshidratación de Secado	Secador de Flujo circulante	Deshidratación de secado de Manzana
	Secador de flujo circulante	Deshidratación de Maíz Pre-cocido
Tratamientos de Térmicos	Ducto Manómetro Inclinado	Medición de Velocidad del Caudal
	Testo 350	Calidad de Transmisión de los Gases
Ventilación Industrial	FM11 ( Unidad de Desmontacion de un Ventilador Axial)	Características de un ventilador
Mecánica de sólidos	Medidor de deformación Strain Gage	Flexión en Vigas
Sistemas de Control	Servomecanismo Neumático	Sistema de Control de Servomecanismo Neumático



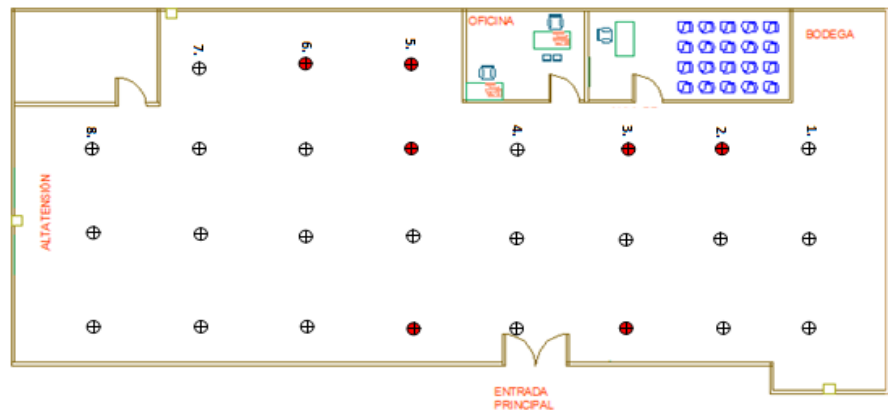
Como se observa en la tabla 21 se realiza un registro de todas las materias que se dicta en el laboratorio y que máquinas se utiliza con el objetivo de analizar e interpretar que equipos de protección personal son necesarios en dichas prácticas.

### **3.2.3. Medidas de Variables Ambientales**

A continuación se describen un conjunto de variables ambientales, el propósito es determinar los problemas que se reflejan en los estudiantes al momento de realizar las prácticas, para recopilar los datos se usó un sonómetro que permitió recolectar los datos del ruido en el laboratorio y un multimedidor de calidad de Medio Ambiente con el cual se toma datos de diferentes variables como humedad, viento, temperatura,.

Las dimensiones del laboratorio son de 30 x 15 m, para una medición exacta se distribuyó en zonas de 3m después de cada medida.

En cada uno de los puntos que se observa en la figura 3.2 se tomaron datos de velocidad de viento, humedad y temperatura.



**FIGURA 3.2 LABORATORIO DISTRIBUIDO PARA MEDIR  
VARIABLES AMBIENTALES**

En la figura 3.2 se observa el laboratorio con su respectiva distribución en la toma de datos de las variables ambientales y los puntos donde existen mayor cantidad dB los cuales están de color rojo.

Como se observa en la tabla 22 indica la toma de datos de las variables ambientales del laboratorio tales como iluminación, humedad, velocidad del viento y temperatura con su respectivo promedio.

**TABLA 22**  
**DATOS DE VARIABLES AMBIENTALES**

ILUMINACIÓN					PROMEDIO		
1		210	238	225	224,3		
2		200	230	199	209,7		
3		194	198	336	242,7		
4		302	253	232	262,3		
5	322	366	209	142	259,8		
6	173	203	260	236	218,0		
7	273	194	230	286	245,8		
8		206	238	269	237,7		
					237,5		
HUMEDAD					PROMEDIO		
1		58,5	58,4	58,4	58,4 %		
2		58,7	58,6	58,5	58,6 %		
3		58,3	58,2	58,1	58,2 %		
4		58,9	59,8	60,2	59,6 %		
5	60,5	68,4	67,1	68,6	66,2 %		
6	60,3	61,7	64,7	72,2	64,7 %		
7	60,2	63,4	63,5	67,5	63,7 %		
8		62,2	63,3	64,3	63,3 %		
					61,6 %		
VELOCIDAD DEL VIENTO					TEMPERATURA °C		
1	0				1	29,2	
2	0				2	29,1	
3	0				3	29,1	
4	0				4	29,3	
5	0				5	30,8	
6	0				6	31	
7	0				7	30,4	
8	0				8	30,2	
PROMEDIO					PROMEDIO		29,9

**Temperatura**

Se determinó que la temperatura en el laboratorio es 29,9°C y posee una pequeña variación en el área de vapor que aumenta con un máximo de 3°C.

**Humedad % RH**

La humedad ambiental es la cantidad de vapor de agua presente en el aire, en el laboratorio existe un promedio de humedad de 61,6% pero en el laboratorio varía considerablemente su porcentaje, en la parte donde están las máquinas de vapor la humedad es 64,4 %RH mientras que en las otras áreas es 58,7 %RH

**Velocidad de Viento**

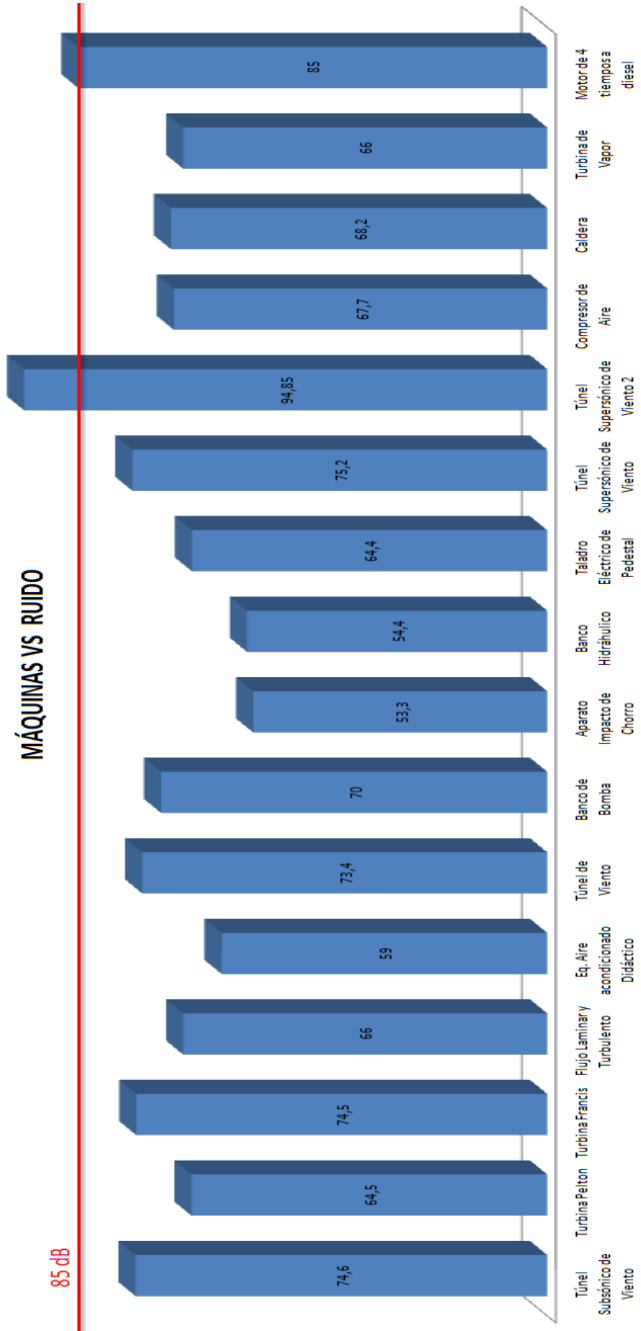
Con la ayuda de un anemómetro se determinó que la velocidad de viento es cero, debido que en el laboratorio de termofluidos no existe ventilación adecuada y solo cuenta con un extractor que es no es suficiente para esta área y esto provoca fatiga para el personal.

**Iluminación**

Los lugares de trabajo y tránsito deben estar dotados de suficiente iluminación natural o artificial, los laboratorios cuenta con una buena iluminación de 237,5 Lux ya que existen 17 lámparas y en cada lámpara 4 fluorescentes, porque de acuerdo al decreto 2393 dice que para lugares donde existan máquinas, calderas deberá tener un mínimo de 100 Lux.

**Ruido**

Con un sonómetro se tomaron datos de cada una de las máquinas para determinar la cantidad de decibeles.



**FIGURA 3.3 MÁQUINAS CON SU RESPECTIVO PORCENTAJE DE RUIDO (DB).**

Se observa en la figura 3.3 el Túnel Supersónico de Viento, Túnel Subsónico de Viento, Turbina Francis, Motor de 4 tiempos a diesel y Túnel de Viento pasan de 75 dB, siendo el Túnel Supersónico de viento y el motor de 4 tiempos a diesel las máquinas con un mayor de 85 decibeles en el proceso de práctica, sintiendo la necesidad de los equipos de protección personal en el laboratorio.

## **DETERMINACIÓN DE AMBIENTE LABORAL MÉTODO**

### **FANGER**

El método Fanger permite al evaluador analizar el ambiente térmico en el que el trabajador desarrolla su tarea, con el fin de identificar si dichas condiciones proporcionan una sensación térmica confortable para la mayoría de las personas, o bien es necesario proponer medidas correctivas que garanticen, en la medida de lo posible, el bienestar térmico.

## DATOS DEL ESTUDIO

Fanger-Evaluación de la sensación térmica			
Datos del estudio	Evaluación	Resultados/Informes	Gestión de archivos
<b>Datos del puesto</b>			
Identificador del puesto	LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS		
Descripción	SE REALIZA PRÁCTICAS ESTUDIANTILES		
Empresa	ESPOL		
Departamento/Área	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIA DE LA PRODUCCIÓN		
Sección	LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS		
<b>Datos de la evaluación</b>			
Empresa evaluadora	ergonautas.com	Este dato se empleará como encabezado de los informes.	
Nombre del evaluador	EVELYN ZARATE - FABRICIO CORDERO		
Fecha de la evaluación	13 / 10 / 11	Pulse aquí para cambiar la fecha	
<b>Datos del trabajador</b>			
Nombre del trabajador	ESTUDIANTES		
Sexo	<input type="radio"/> Hombre <input checked="" type="radio"/> Mujer		
Edad	22		
Antigüedad en el puesto	3 meses		
Tiempo que ocupa el puesto por jornada	2 horas		
Duración de la jornada laboral	8 horas		
<b>Observaciones</b>			

**FIGURA 3.4 DESCRIPCIÓN DE DATOS EN EL MÉTODO FANGER**

Se observa en la figura 3.4 se describe los datos del puesto de trabajo, datos de la evaluación, datos del trabajador a ser evaluado.



## EVALUACIÓN

Método de Fanger	
Introducción de Datos	
Aislamiento de la ropa	,48 clo. = 0,15 m <sup>2</sup> K/W (1 clo = 0,155 m <sup>2</sup> K/W)
Para rellenar el dato automáticamente a partir de combinaciones habituales de ropa pulse <a href="#">aquí</a> Para rellenar el dato automáticamente a partir de la selección personalizada de prendas pulse <a href="#">aquí</a> Si desea sumar al valor actual de aislamiento de la ropa el proporcionado por el asiento pulse <a href="#">aquí</a>	

**FIGURA 3.5 VALOR DEL AISLAMIENTO DE ROPA**

El aislamiento de ropa da como resultado 0.48 como se observa en la figura 3.5, este dato es a causa de aislamiento térmico para combinaciones habituales de ropa, aislamiento térmico para combinaciones personalizadas de ropa, aislamiento térmico para asientos.

### Aislamiento térmico para combinaciones habituales de ropa

<b>Ropa de trabajo</b>
<input type="radio"/> Calzoncillos, mono, calcetines, zapatos
<input type="radio"/> Calzoncillos, camisa, mono, calcetines, zapatos
<input type="radio"/> Calzoncillos, camisa, pantalones, bata, calcetines, zapatos
<input type="radio"/> Ropa interior de mangas y perneras cortas, camisa, pantalones, chaqueta, calcetines, zapatos
<input type="radio"/> Ropa interior de mangas y perneras largas, chaqueta térmica, calcetines, zapatos
<input type="radio"/> Ropa interior de mangas y perneras cortas, camisa, pantalones, chaqueta, chaquetón y sobrepantalones con acolchado grueso, calcetines, zapatos, gorro, guantes
<input type="radio"/> Ropa interior de mangas y perneras cortas, camisa, pantalones, chaqueta, chaquetón y sobrepantalones con acolchado grueso, calcetines, zapatos
<input type="radio"/> Ropa interior de mangas y perneras largas, chaqueta y pantalones térmicos, parka con acolchado grueso, chaquetón y sobrepantalones con acolchado grueso, calcetines, zapatos
<b>Ropa de uso diario</b>
<input type="radio"/> Bragas, camiseta, pantalón corto, calcetines finos, sandalias
<input type="radio"/> Calzoncillos, camiseta de manga corta, pantalones ligeros, calcetines finos, zapatos
<input type="radio"/> Bragas, combinación, medias, vestido, zapatos
<input checked="" type="radio"/> Ropa interior, camisa, pantalones, calcetines, zapatos
<input type="radio"/> Bragas, camisa, pantalones, calcetines, zapatos
<input type="radio"/> Bragas, medias, blusa, falda larga, chaqueta, zapatos
<input type="radio"/> Ropa interior de manga y perneras largas, camisa, pantalones, jersey de cuello en V, chaqueta, calcetines, zapatos
<input type="radio"/> Ropa interior de manga y perneras cortas, camisa, pantalones, chaleco, chaqueta, chaquetón, calcetines, zapatos

**FIGURA 3.6 AISLAMIENTO TÉRMICO PARA COMBINACIONES HABITUALES DE ROPA**

Como se observa en la figura 3.6 se elije la opción ropa interior, camisa, pantalones, calcetines, zapatos siendo esta la más idónea para el ingreso al Laboratorio.

**Aislamiento térmico para combinaciones personalizadas de ropa**

<b>Ropa interior</b>	<b>Chaquetas</b>
<input type="checkbox"/> Bragas	<input type="checkbox"/> Ligeras, de verano
<input type="checkbox"/> Calzoncillos de pernera larga	<input type="checkbox"/> Chaquetas
<input checked="" type="checkbox"/> Camiseta sin mangas	<input type="checkbox"/> Batas
<input type="checkbox"/> Camiseta de manga corta	<b>Ropa muy aislante, de fieltro</b>
<input type="checkbox"/> Camiseta de manga larga	<input type="checkbox"/> Mono
<input type="checkbox"/> Bragas y sujetador	<input type="checkbox"/> Pantalones
<b>Camisas/Blusas</b>	<input type="checkbox"/> Chaqueta
<input checked="" type="checkbox"/> Mangas cortas	<input type="checkbox"/> Chaleco
<input type="checkbox"/> Ligeras, mangas largas	<b>Ropa de abrigo</b>
<input type="checkbox"/> Normales, mangas largas	<input type="checkbox"/> Chaquetón
<input type="checkbox"/> De franela, mangas largas	<input type="checkbox"/> Cazadora
<input type="checkbox"/> Blusa ligera, mangas largas	<input type="checkbox"/> Parka
<b>Pantalones</b>	<input type="checkbox"/> Pantalones de fieltro
<input type="checkbox"/> Cortos	<b>Varios</b>
<input type="checkbox"/> Ligeros	<input checked="" type="checkbox"/> Calcetines
<input checked="" type="checkbox"/> Normales	<input type="checkbox"/> Calcetines gruesos, tobilleros
<input type="checkbox"/> De franela	<input type="checkbox"/> Calcetines gruesos, largos
<b>Vestidos/Faldas</b>	<input type="checkbox"/> Medias de nilón
<input type="checkbox"/> Faldas ligeras (verano)	<input checked="" type="checkbox"/> Zapatos (suela fina)
<input type="checkbox"/> Faldas gruesas (invierno)	<input type="checkbox"/> Zapatos (suela gruesa)
<input type="checkbox"/> Vestidos ligeros, mangas cortas	<input type="checkbox"/> Botas
<input type="checkbox"/> Vestidos de invierno, mangas largas	<input type="checkbox"/> Guantes
<input type="checkbox"/> Monos	
<b>Jerséis</b>	
<input type="checkbox"/> Chalecos	
<input type="checkbox"/> Jersey fino	
<input type="checkbox"/> Jersey	

**FIGURA 3.7 AISLAMIENTO TÉRMICO PARA COMBINACIONES PERSONALIZADAS DE ROPA**

En la figura 3.7 se observa las opciones tomadas para el aislamiento térmico para combinaciones personalizadas de ropa.

**Aislamiento térmico para asientos**

Ninguno

Silla metálica con asiento de rejilla

Taburete de madera

Silla normal de oficina

Sillón de ejecutivo

### FIGURA 3.8 AISLAMIENTO TÉRMICO PARA ASIENTOS

Se observa en la figura 3.8 que no existe ningún tipo de aislamiento térmico para asientos.

Tasa metabólica **13,41** met. = 779,79W/m<sup>2</sup> (1 met =58,15 W/m<sup>2</sup>)

Niveles para la determinación de la tasa metabólica (ISO 8996)

NIVEL	Métodos de estimación del metabolismo	
Nivel 1 TANTEO	1.A. Estimación de la tasa metabólica en función la profesión.	Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir de la profesión desarrollada (ISO 8996) pulse <a href="#">aquí</a>
	1.B. Estimación de la tasa metabólica en función del tipo de actividad.	Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir del tipo de actividad (ISO 8996) pulse <a href="#">aquí</a> Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir del tipo de actividad (ISO 7730) pulse <a href="#">aquí</a>
Nivel 2 OBSERVACIÓN	2. A. Estimación de la tasa metabólica a partir de los componentes de la actividad	Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir de componentes de la actividad (INSHT- NTP 323) pulse <a href="#">aquí</a>
	2. B. Estimación de la tasa metabólica por actividad-tipo.	Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir de la actividad-tipo desarrollada (INSHT- NTP 323) pulse <a href="#">aquí</a>
Nivel 3 ANÁLISIS	Estimación de la tasa metabólica en función del ritmo cardiaco bajo condiciones determinadas.	C. Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir de la frecuencia cardiaca pulse <a href="#">aquí</a>
Nivel 4 ACTUACIÓN EXPERTA	Medida del consumo de oxígeno.; Método del agua doblemente marcada.; Calorimetría directa.	

### FIGURA 3.9 TASA METABÓLICA

En la tasa metabólica se tiene como resultado 13,41 como se observa en la figura 3.9, este valor se determinó con el estudio de los siguientes niveles.

## NIVEL 1

**Tasa metabólica para diversas ocupaciones**

El consumo metabólico en función de la profesión viene dado por un rango de posibles valores, indique cuál desea emplear:

Límite inferior
  Límite superior
  Valor medio

---

**Tasa metabólica de 75 a 125 W/m<sup>2</sup> (1,29 a 2,15 met.)**

Indique el sector al que pertenece la profesión y se mostrará automáticamente la lista de profesiones que pueden seleccionarse.

GRUPOS DE OCUPACIONES	OCUPACIÓN: INDUSTRIA DEL METAL
<input type="radio"/> TRABAJO DE OFICINA	<input type="radio"/> Herrero
<input type="radio"/> ARTESANOS	<input checked="" type="radio"/> Soldador
<input type="radio"/> MINERÍA	<input type="radio"/> Tornero
<input type="radio"/> INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO	<input type="radio"/> Fresador
<input checked="" type="radio"/> INDUSTRIA DEL METAL	<input type="radio"/> Mecánico de presión
<input type="radio"/> ARTES GRÁFICAS	
<input type="radio"/> AGRICULTURA	
<input type="radio"/> TRANSPORTE	
<input type="radio"/> OCUPACIONES VARIAS	

**FIGURA 3.10 TASA METABÓLICA PARA DIVERSAS OCUPACIONES**

Se observa en la figura 3.10 el consumo metabólico en función de la profesión, en este estudio se elige la opción más viable industria del metal, con un rango de valor medio. En la figura 3.11 se determina la tasa metabólica.

**Tasa Metabólica según la actividad**

**Tasa metabólica de 93,04 W/m.<sup>2</sup> (1,6 met.)**

Reposo, tendido  
 Reposo, sentado  
 Actividad sedentaria (oficina, domicilio, escuela, laboratorio)  
 Actividad ligera, de pie (de compras, laboratorio, industria ligera)  
 Actividad media, de pie (dependiente de comercio, tareas domésticas, trabajo con máquinas)  
 Caminar en llano a 2 Km/h  
 Caminar en llano a 3 Km/h  
 Caminar en llano a 4 Km/h  
 Caminar en llano a 5 Km/h

**FIGURA 3.11 TASA METABÓLICA SEGÚN LA ACTIVIDAD**

## NIVEL 2

**Consumo metabólico a partir de los componentes de la actividad**

Introducción de datos

Información para el cálculo del metabolismo basal en función de la edad y sexo (INSHT- NTP 323): Sexo Mujer Edad 20-24

Información para el cálculo del metabolismo en función de la postura corporal (ISO 8996): Postura De pie

Información para el cálculo del metabolismo en función del tipo de actividad (ISO 8996): Tipo de Actividad Trabajo con ambas manos - Carga de trabajo media

Información para el cálculo del metabolismo en función de la velocidad del desplazamiento (INSHT- NTP 323): Velocidad del desplazamiento 0 (m/s) Desplazamiento Sin desplazamiento

**METABOLISMO GLOBAL**

Cálculo del metabolismo en función de los componente de la actividad.

	Valores (W/m <sup>2</sup> )
METABOLISMO BASAL	41,97
METABOLISMO PARA LA POSTURA CORPORAL	25
METABOLISMO PARA DISTINTOS TIPOS DE ACTIVIDAD	30
METABOLISMO DEL DESPLAZAMIENTO	0
<b>Tasa metabólica global</b>	<b>96,97 W/m<sup>2</sup>, 1,67 met.</b>

**FIGURA 3.12 CONSUMO METABÓLICO A PARTIR DE LOS COMPONENTES DE LA ACTIVIDAD**

Como se observa en la figura 3.12, se obtiene cálculo del metabolismo en función de los componentes de la actividad dando como resultado la tasa metabólica global 96,97.

### NIVEL 3

**Consumo metabólico a partir de la frecuencia cardiaca (ISO 8996)**

Introducción de datos

Sexo: Mujer

Edad: 22

Peso: 120

Frecuencia cardiaca en reposo en condiciones térmicas neutras: 70 latidos/minuto.

Frecuencia cardiaca en actividad: 200 latidos/minuto.

Metabolismo basal o en reposo:

Estimar en 55 W/m<sup>2</sup> (ISO 8996).  Estimar a partir de la edad y el sexo (INSHT-NTP323).

Tasa metabólica

	Valores (W/m <sup>2</sup> )
METABOLISMO BASAL	55
FRECUENCIA CARDIACA	200
FRECUENCIA CARDIACA EN REPOSO	70
FRECUENCIA CARDIACA MÁXIMA	191,36
CAPACIDAD MÁXIMA DE TRABAJO	731,42
INCREMENTO DE FRECUENCIA CARDIACA POR UNIDAD DE TASA METABÓLICA	0,18
<b>Tasa metabólica</b>	<b>779,58 W/m<sup>2</sup>. 13,41 met.</b>

**FIGURA 3.13 CONSUMO METABÓLICO A PARTIR DE LA FRECUENCIA CARDIACA**

Como se observa en la figura 3.13, la tasa metabólica en función del ritmo cardiaco bajo condiciones determinadas es 779,58.

**Método de Fanger**

**Introducción de Datos**

Aislamiento de la ropa  clo. = 0,07 m<sup>2</sup>K/W (1 clo = 0,155 m<sup>2</sup>K/W)

Para rellenar el dato automáticamente a partir de combinaciones habituales de ropa pulse [aquí](#)

Para rellenar el dato automáticamente a partir de la selección personalizada de prendas pulse [aquí](#)

Si desea sumar al valor actual de aislamiento de la ropa el proporcionado por el asiento pulse [aquí](#)

Tasa metabólica  met. = 779,79W/m<sup>2</sup> (1 met =58,15 W/m<sup>2</sup>)

**Niveles para la determinación de la tasa metabólica (ISO 8996)**

NIVEL	Métodos de estimación del metabolismo	
Nivel 1 TANTEO	1.A. Estimación de la tasa metabólica en función la profesión.	Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir de la <b>profesión desarrollada</b> (ISO 8996) pulse <a href="#">aquí</a>
	1.B. Estimación de la tasa metabólica en función del tipo de actividad.	Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir del <b>tipo de actividad</b> (ISO 8996) pulse <a href="#">aquí</a> Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir del <b>tipo de actividad</b> (ISO 7730) pulse <a href="#">aquí</a>
Nivel 2 OBSERVACIÓN	2. A. Estimación de la tasa metabólica a partir de los <b>componentes de la actividad</b>	Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir de <b>componentes de la actividad</b> (INSHT- NTP 323) pulse <a href="#">aquí</a>
	2. B. Estimación de la tasa metabólica por <b>actividad-tipo</b> .	Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir de la <b>actividad-tipo desarrollada</b> (INSHT- NTP 323) pulse <a href="#">aquí</a>
Nivel 3 ANÁLISIS	Estimación de la tasa metabólica en función del ritmo cardiaco bajo condiciones determinadas.	C. Para calcular la tasa metabólica automáticamente a partir de la <b>frecuencia cardiaca</b> pulse <a href="#">aquí</a>
Nivel 4 ACTUACIÓN EXPERTA	<i>Medida del consumo de oxígeno.; Método del agua doblemente marcada.; Calorimetría directa.</i>	

Temperatura del aire  °C

Temperatura radiante media  °C

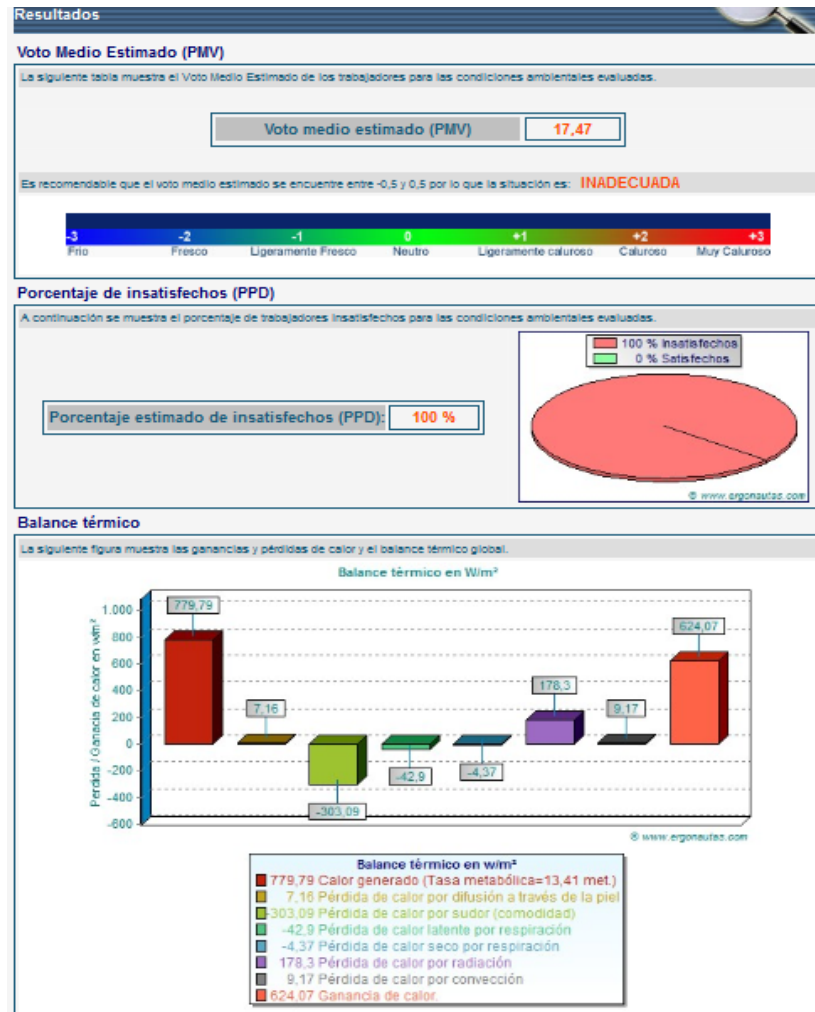
Velocidad relativa del aire  m/s

Humedad relativa  %

### FIGURA 3.14 MÉTODO FANGER

Los datos se encuentran ingresados para ser evaluados en el Método Fanger, como se observa en la figura 3.14 se tiene la temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad relativa del aire, humedad relativa.

## RESULTADO

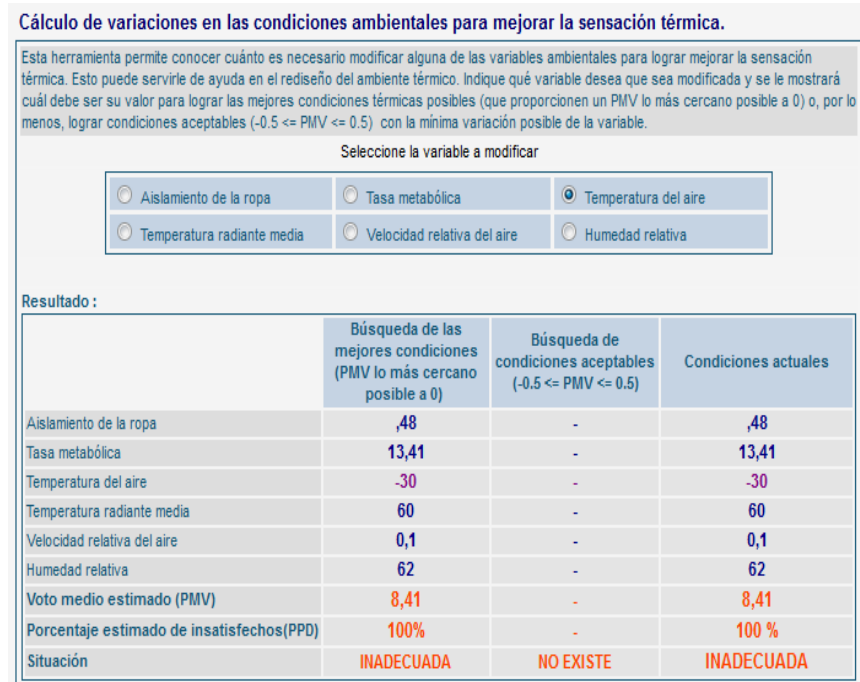


**FIGURA 3.15 RESULTADOS DEL MÉTODO FANGER**

Se obtiene como resultado el Voto Medio Estimado (PMV) 17,47 considerando el Laboratorio como situación Inadecuada ya que lo recomendable debe encontrarse entre -0,5 y 0,5.



El Porcentaje Estimado de Insatisfechos (PPD) es el 100%, el personal del Laboratorio muestra que las condiciones ambientales evaluadas no son óptimas.



**FIGURA 3.16 CÁLCULO DE VARIACIONES EN LAS CONDICIONES AMBIENTALES PARA MEJORAR LA SENSACIÓN TÉRMICA.**

### **3.3. Medios de Prevención y Protección**

#### **3.3.1. Protección Individual**

El uso del equipo de protección personal es necesario en las diferentes áreas del Laboratorio de Termofluidos, indispensable para reducir los riesgos.

En el laboratorio de termofluidos, a los estudiantes no se les provee ningún equipo de protección personal esto se debe a la falta de compromiso con su seguridad.

En cuanto al vestuario que se utiliza en el laboratorio no se exige ningún procedimiento para poder ingresar provocando que los estudiantes ingresen con vestimenta inadecuada como short, faldas, sandalias con la probabilidad de que existan accidentes como quemaduras, caídas, tropezones, resbalones.

Como se observa en la figura 3.17 estos equipos son los que se debe utilizar en las prácticas con más frecuencia son mandil, protección ocular, zapatos cerrados, casco y guantes.



**FIGURA 3.17 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

### **3.3.2. Protección Colectiva**

La protección colectiva es la primera que se debe adoptar frente a un riesgo, se puede definir que la protección colectiva es un elemento de seguridad que protege a varios trabajadores.

En la actualidad el laboratorio tiene una escasa protección colectiva de tal manera que no existen señalizaciones de advertencia, prohibición e información, alarmas y red contra incendios, cuenta con un solo extintor de 10 kg para todo el laboratorio de termofluidos.

### **3.3.3. Señalización**

Las señales de Seguridad resultan de la combinación de formas geométricas y colores, a las que se les añade un símbolo atribuyéndoseles un significado determinado en relación con la seguridad.

En la actualidad el laboratorio no cuenta con una buena señalética en todo el entorno laboral, principalmente en el área de mayor riesgo como es el de la caldera; es evidente que se necesita una adecuada señalética en todas las áreas de trabajo como señales de prohibición, advertencia, información y obligación

En la tabla 23 se observa las señaléticas que no existen en el laboratorio de termofluidos.

**TABLA 23**  
**TIPOS DE SEÑALETICAS**

TIPOS SEÑALETICAS	SEÑALETICA	SÍMBOLO
<b>Señales de Prohibición</b>	Prohibido Fuma y Prender Fuego	
	No tocar	
	Prohibido a personas no autorizadas	
<b>Señales de Advertencia</b>	Materiales Inflamables	
	Riesgo eléctrico	
	Peligro en general	
<b>Señales de Información</b>	Salida de emergencia	
	Direcciones a seguir	
	Primeros auxilios	
<b>Señales de Obligación</b>	Vía obligatoria para peatones	
	Protección obligatoria de las manos	
	Protección obligatoria del oído.	
	Protección obligatoria de la vista.	
	Protección obligatoria de los pies	
	Uso obligatorio de mandil	

### 3.4. Análisis de Matriz de Riesgo

Para el análisis de riesgo se aplica el método matemático William T. Fine, que consiste en una evaluación numérica considerando tres factores: las consecuencias de un posible accidente debido al riesgo, la exposición a la causa básica y la probabilidad de que ocurra la secuencia del accidente y las consecuencias del mismo. Los valores numéricos asignados a cada factor están basados en el juicio del investigador a través de una tabla de valoración de riesgos, que indica los valores asignados a diversas situaciones de riesgos.

Inmediatamente con estos valores se procede a determinar el grado de peligrosidad que existe en las siguientes áreas del laboratorio como se muestra en la figura 3.18.

$$\text{GRADO DE PELIGROSIDAD} = \text{CONSECUENCIAS} \times \text{EXPOSICION} \times \text{PROBABILIDAD}$$

#### **FIGURA 3.18 ECUACIÓN DEL GRADO DE PELIGROSIDAD**


Se evalúa el área de mayor riesgo como calderas, oficinas y todo el entorno general debido a que las máquinas están juntas.

En la tabla 24 se observa la valoración que se toma para la matriz de riesgo.

**TABLA 24**  
**VALORACIÓN DE RIESGO**

FACTOR	CLASIFICACIÓN	VALORACIÓN NUMÉRICA
<b>CONSECUENCIAS (C)</b>	Catástrofe, numerosas muertes, daños por encima de	100
	Varias muertes, daños desde	50
	Muerte, daños desde	25
	Lesiones graves, invalidez permanente o daños de	15
	Lesiones con baja, daños desde	5
	Lesiones sin baja, daños de hasta	1
<b>EXPOSICIÓN (E)</b>	Continuamente, muchas veces al día	10
	Frecuentemente, aproximadamente una vez al día	6
	Ocasionalmente, de una vez a la semana a una vez al mes	3
	Irregularmente, de una vez al mes a una vez al año	2
	Raramente, cada bastantes años	1
	Remotamente, no se sabe que haya ocurrido pero no se descarta	0,5
<b>PROBABILIDAD (P)</b>	Es el resultado más probable y esperado.	10
	Es completamente posible, no será nada extraño.	6
	Sería una secuencia o coincidencia rara pero posible, ha ocurrido.	3
	Coincidencia muy rara, pero se sabe que ha ocurrido.	1
	Coincidencia extremadamente remota pero concebible.	0,5
	Coincidencia prácticamente imposible, jamás ha ocurrido.	0,1


**TABLA 25**  
**MATRIZ DE RIESGO PARA ÁREA DE VAPOR**

RIESGOS	IDENTIFICACIÓN		LOCALIZACIÓN			EVALUACIÓN				No. Personas Expuestas				
	Factor de Riesgo		Situación Geográfica	Fuente		Grado de Peligrosidad								
	Forma de Accidente (TRAUMÁTICO)	Tipo de Lesión (NO TRAUMÁTICO)	Área	Generación del Riesgo	Característica o Condición	C	E	P	GP					
Físico		Térmico	Vapor	Vapor de agua	La temperatura Promedio es de 180°C	1	3	10	30	10				
Mecánico	Quemaduras		Vapor	Equipos calientes	No se utilizan guantes en todo el proceso	15	3	6	270	10				
Mecánico	Caidas, tropiezos		Vapor	Desorden	Mala ubicación de los materiales	1	6	6	36	10				
Químico	Caidas, tropiezos		Vapor	Líquidos derramados	Piso mojado al regarse líquido por máquinas en deterioro.	5	6	6	180	10				
Ergonómico		Fatiga	Vapor	Calor	Escasa ventilación	1	6	10	60	10				
					Escala de Interpretación GP= C*E*P					<b>REFERENCIA</b> C: Consecuencia E: Explosión P: Probabilidad GP: Grado de Peligrosidad				
					GP ≥ 200		Corrección Inmediata Requiere atención urgente							
					200 ≥ GP ≥ 85		El riesgo debe ser eliminado pero no es una emergencia							
GP < 85														

Se observa en la tabla 25 que en el área de vapor se necesita una corrección inmediata en la exigencia del uso de protección personal durante todo el proceso de práctica y se requiere atención urgente en el mantenimiento preventivo de las máquinas debido que al deramarse líquidos, el piso permanece mojado y produce incidentes como caída, resbalones.




**TABLA 26**  
**MATRIZ DE RIESGO PARA OFICINA**

RIESGOS	IDENTIFICACIÓN		LOCALIZACIÓN			EVALUACIÓN				No. Personas
	Factor de Riesgo		Situación Geográfica	Fuente		Grado de Peligrosidad				
	Forma de Accidente (TRAUMÁTICO)	Tipo de Lesión (NO TRAUMÁTICO)	Área	Generación del Riesgo	Característica o Condición	C	E	P	GP	Expuestas
Mecánico	Caídas, resbalones		Oficina	Desorden	Poco espacio de trabajo	1	6	3	18	2
Mecánico	Caídas, tropiezos		Oficina	Desorden	Mala ubicación de los materiales	1	6	3	18	2
Eléctrico	Incendio		Oficina	Regletas	Exceso de equipos conectados	5	6	6	180	2
Ergonómico		Fatiga	Oficina	Mucha responsabilidad	Poco personal encargado	1	6	6	36	2
		<b>Escala de Interpretación</b> <b>GP= C*E*P</b> GP ≥ 200 Corrección Inmediata 200 ≥ GP ≥ 85 Requiere atención urgente GP < 85 El riesgo debe ser eliminado pero no es una emergencia				REFERENCIA C: Consecuencia E: Explosión P: Probabilidad GP: Grado de Peligrosidad				

Se observa en la tabla 26 que en el área de oficina se requiere de una atención urgente en la falta de precaución al momento de conectar los equipos debido a la escasez de tomacorrientes y esto pueda provocar un cortocircuito que dañe todos los equipos conectados, también se pudo observar riesgos mínimos como desorden.

TABLA 27

## MATRIZ DE RIESGO PARA EL ENTORNO DEL LABORATORIO

RIESGOS	IDENTIFICACION		LOCALIZACION			EVALUACION				No. Personas Expuestas
	Factor de Riesgo		Situación Geográfica	Fuente		Grado de Peligrosidad				
	Forma de Accidente (TRAUMATICO)	Tipo de Lesión (NO TRAUMATICO)	Área	Generación del Riesgo	Característica o Condición	C	E	P	GP	
Físico		Térmico	General	Ventilación deficiente en el área de trabajo	No existen extractores de aire	1	10	6	60	10
Físico	Caidas, tropezones		General	Bultos por doquier	Bodegas temporales	5	6	6	180	10
Mecánico	Quemaduras		General	Soldadura	No existe área de soldadura	5	6	10	300	10
Mecánico	Incendio		General	Soldar en lugares inadecuados	Cerca del tanque de diesel	25	6	6	900	10
Eléctrico	Contacto		General	Descuido	Instalaciones Eléctricas sin protección	5	6	6	180	10
Químico		Contaminación	General	Humo generado de máquinas	Lugar cerrado	1	6	6	36	10
		<b>Escala de Interpretación</b> GP= C*E*P				<b>REFERENCIA</b> C: Consecuencia E: Explosión P: Probabilidad GP: Grado de Peligrosidad				
		GP > 200		Corrección Inmediata Requiere atención urgente						
		200 ≥ GP ≥ 85		El riesgo debe ser eliminado pero no es una emergencia						
		GP < 85								

Se observa en la tabla 27 se analiza todo el laboratorio y se tiene como corrección inmediata la construcción de una área de soldadura para que los operarios no suelden en lugares inadecuados como cerca del tanque de diesel este es un riesgo de alto nivel al producirse un incendio, también se necesita una atención urgente en la protección de instalaciones eléctricas sin protección debido que puede provocar accidentes como corto circuito, electrocución.

### **3.5. Normas y Reglamentación para Equipos de Laboratorio.**

El propósito de las normas y reglamentos es establecer requerimientos de seguridad para la inspección de máquinas localizadas en las instalaciones del laboratorio, logrando con ello, la debida protección de las personas, equipos e instalaciones.

Debido a las diferentes máquinas que tiene el laboratorio, se presenta un formato de las normas y reglamentos que se van a controlar como se muestra en la tabla 28.

TABLA 28

## REGLAMENTOS PARA LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO

EQUIPO	PUNTOS A CONTROLAR	FUENTES DE INFORMACIÓN		
		NORMA TECNICA	TEORIA	LIBRO
COMPRESOR	Ruido	Decreto 2393		
	EPP	Decreto 2393		
	Programa de revisión y mantenimiento			Mantenimiento Mecánico De Morrow
CALDERA	Espacio Físico	Decreto 2393	AUTOR	
	Equipos De Control	NORMA 2600ESS-117		
	Inspecciones Periódicas	NORMA 2600ESS-117		
	Pruebas Hidrostáticas	NORMA 2600ESS-117		
	Válvulas de Seguridad	NORMA 2600ESS-117		
MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	Separación entre máquinas	Decreto 2393		
	Ruido	Decreto 2393		
	Mantenimiento Preventivo			Mantenimiento Mecánico De Morrow
INTERCAMBIADOR DE CALOR	EPP	Decreto 2393		
	Separación entre máquinas	Decreto 2393		
	Mantenimiento Frecuente	Decreto 2393		

### 3.6. Check List

Se realiza una lista de chequeos en el laboratorio como se observa en la tabla 29, con el objetivo de determinar si se cumple con las normas de seguridad industrial con la finalidad de prevenir las situaciones de riesgo para que nunca lleguen a materializarse en accidentes, eliminándolo ó reduciendo los riesgos.

**TABLA 29  
CHECK LIST**

		LISTA DE CHEQUEO DEL LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS			REV: Julio/2011
					PROX. REV:
Nº	CONDICIÓN	SI	NO	NA	Observaciones
<b>Gestión Preventiva</b>					
1	Los estudiantes reciben instrucción para realizar su trabajo de forma correcta y segura.	X			
2	Los estudiantes son informados de los riesgos existentes en la práctica y de la manera de prevenirlos.		X		
3	Existe un sistema para la eliminación de riesgos.		X		
4	Existen procedimientos escritos de trabajo en aquellas prácticas de mayor riesgo.	X			
5	Las vías de circulación están bien señalizadas.		X		
6	Existen dispositivos de alarma sonora y/o luminosa.		X		
7	Están programadas las revisiones de instalaciones, máquinas y equipos para controlar su funcionamiento seguro.	X	X		
8	Se facilita equipos de protección individual a todos los estudiantes y se exige su uso.		X		
9	Existen señalizaciones en los lugares de trabajo.		X		
10	Existe personal adiestrado en primeros auxilios e intervención ante posibles emergencias.		X		
11	Se garantiza la salud de estudiantes durante la práctica.		X		

Condiciones de Seguridad				
Lugares de Trabajo				
12	Son correctas las características del suelo y se mantiene limpio.	X		
13	Están libres de obstáculos las zonas de paso.	X		
14	La anchura de las vías de circulación de personas o materiales es suficiente.	X		
15	Están protegidas las zonas de paso junto a instalaciones peligrosas.		X	
16	Se respeta las medidas mínimas del área de trabajo.		X	
17	El almacenamiento de los materiales se realiza en lugares específicos.		X	
18	La separación mínima entre máquina es 0.8 m.	X		
19	El laboratorio está limpio y ordenado, libre de obstáculos.		X	En ciertos lugares.
20	Los espacios de trabajo están protegidos de posibles riesgos externos.		X	
21	Es adecuada la iluminación de cada área.	X		
Máquinas				
22	Son de construcción robusta y están sólidamente sujetas.	X		
23	Están situados a suficiente distancia de zonas peligrosas.		X	
24	Existe dispositivo de protección que apague la máquina en caso de alguna eventualidad.	X		
25	El estudiante o ayudante ha sido formado y adiestrado en el manejo de la máquina.	X		
26	Existe un manual de instrucciones donde especifica cómo realizar de manera segura las operaciones normales u ocasionales en la máquina.	X		
27	Las máquinas están en buen estado para las prácticas que se realizan.	X		Ciertas máquinas deberían ser cambiadas.
28	Existe derramamiento de líquidos en las máquinas.	X		
29	Existe un correcto mantenimiento preventivo.		X	

<b>Aparatos de Presión y Gases</b>				
30	Existe un registro interno de los controles y revisiones efectuados por el laboratorio.		X	
31	Disponen de válvula de seguridad y disco de ruptura instalados y en condiciones inseguras.		X	
32	Se llevan a cabo operaciones de mantenimiento, de acuerdo a un plan establecido.		X	
33	Si se emplean Calderas de vapor existe doble sistema de seguridad.		X	
<b>Incendios</b>				
34	Materiales y productos inflamables están separados de equipos con llamas o al rojo vivo.	X		
35	Existen extintores en números suficientes y distribuidos correctamente.		X	
36	En caso de incendio existe un Hidratante cerca al laboratorio.		X	
37	Hay trabajadores formados y adiestrados en el manejo de la lucha contra incendios.		X	
38	El laboratorio tiene un Plan de emergencia contra incendios y evacuación.		X	
39	El laboratorio dispone al menos de una salida emergencia.		X	
40	Se mantiene el acceso libre para los bomberos de forma permanente.	X		
41	El laboratorio presenta riesgo de incendio y explosión al existir sustancia inflamables.		X	
<b>Variables Ambientales</b>				
<b>Ventilación- Ruido- Iluminación- Temperatura</b>				
41	Se han instalado extracción de aire en áreas donde se produce mayor calor.		X	
42	Existe una correcta ventilación en todo el laboratorio.		X	
43	El nivel de ruido en ciertas áreas es mayor a 80 dB de promedio diario.		X	
44	Se suministran y se utilizan protectores auditivos a las personas expuestas al ruido.		X	
45	Existe buena iluminación en el laboratorio.	X		
46	La humedad relativa del aire es inferior al 60%.		X	
47	Las temperaturas son superiores a 26°C.	X		

En la tabla 29 se puede observar la falta de equipos de protección personal al momento que el estudiante realiza su práctica, este es uno de los mas grandes problemas que tiene el laboratorio sobre el descuido con la portección personal para las diferentes máquinas, esto se debe a que al estudiante no se le da una inducción y capacitación para el manejo de las mismas.

En las máquinas existe una falta de descuido en el mantenimiento preventivo y hay un pequeño porcentaje de equipos obsoletos.

Otro problema primordial que tiene el laboratorio en todo su entorno laboral es la falta de señáleticas de obligación, información, prohibición.

Se pudo observar que en caso de existir algun siniestro como incendio, explosiones el laboratorio no cuenta con equipos contraincendios para poder contrarrestar los mismos.

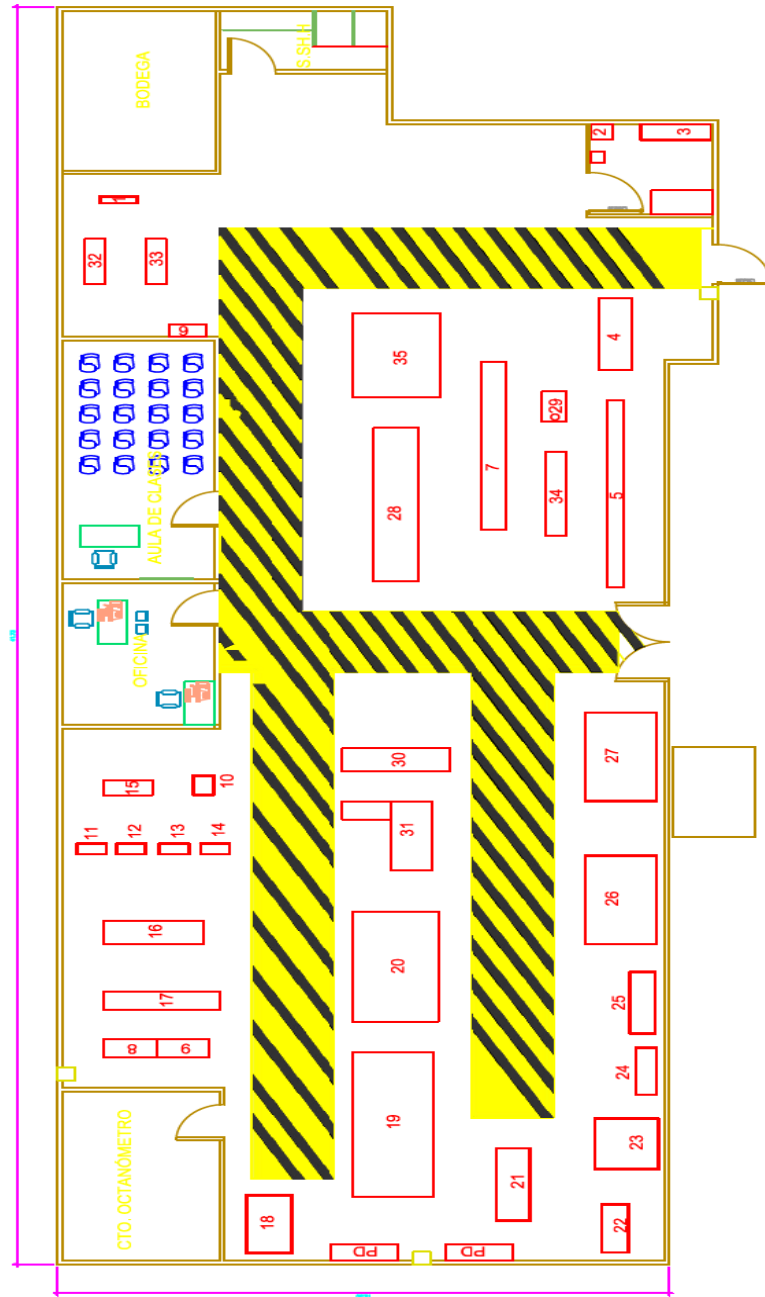


# CAPÍTULO 4

## 4. PROPUESTA

### 4.1. Diagrama de Distribución del Laboratorio

Los cambios propuestos en el diagrama de distribución de los equipos y máquinas en el laboratorio se realizan de acuerdo a las normativas nacionales e internacionales y también a su funcionamiento. Como se observa en el plano N° 2.



**PLANO N°2 DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS DEL LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS**

## **4.2. Seguridad e Higiene en Áreas**

### **ASPECTOS LEGALES DE LA SEGURIDAD**

Los aspectos legales de la seguridad industrial han sufrido una gran transformación, la OSHA de 1970 reconoce que todo individuo tiene derecho a condiciones de trabajo seguras y saludables. La responsabilidad de los directivos consiste en proteger de daños y lesiones las vidas de las personas que realizan el trabajo, el trabajo en sí y la propiedad donde éste se lleva a cabo.

Sin embargo para alcanzar la meta de la Norma OSHA depende, en gran medida, de lo bien que cada quien cumpla con sus responsabilidades y de la cooperación entre directivos y el personal.

Aunque la ley dice que los obreros deben cumplir con los reglamentos y procedimientos de seguridad de la compañía, no existe una disposición que exija dicho cumplimiento en otras palabras la compañía es la única responsable de asegurar que el personal cumpla, para lograr esta parte de la ley es indispensable la motivación laboral, en donde se debe incluir el efecto psicológico, también consiste en mantener y reforzar, día a día,

el mensaje de la capacitación y combinar una buena supervisión con un programa de seguridad.

En nuestro país existen Normativas aplicables y obligatorias que se debe cumplir:

- **Código del Trabajo**
- **Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo**
- **Constitución Política del Ecuador**
- **Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Decreto 2393**

Es muy importante que la administración de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción posea una actitud positiva, con respecto a la toma de conciencia de las medidas de seguridad para todo el personal, que acuda al laboratorio de Termofluidos y así evitar accidentes que puedan provocar lesiones y pérdidas de vida. Esto se puede lograr al

aplicar un programa de medidas de seguridad, el mismo que para poder cumplir se debe seguir los siguientes pasos:

- Los directivos como Decano, Subdecano, Consejo Directivo y Coordinadores de la FIMCP deben demostrar su compromiso con la seguridad industrial brindando apoyo necesario para su implementación.
- El Decano debe crear una carta de compromiso en la cual indique todas las disposiciones que se debe cumplir al ingresar al laboratorio de termofluidos la cual da mayor realce, validez para que todo el personal lo cumpla.
- Se debe formar un comité de seguridad en la facultad sean estos formados por los propios profesores y trabajadores, el mismo que tendrá como misión tomar medidas de seguridad. Al momento de realizar sus prácticas de laboratorio.
- Formar un equipo interno de respuesta ante emergencias quienes van salvaguardar la integridad física del personal del Laboratorio, profesores, estudiantes y visitantes, y una manera de lograrlo es a través del 4.3 Plan de Evacuación que se elabora con el fin de aplicar en el laboratorio de termofluidos.

- Se debe realizar inspecciones periódicas, a través de procesos de auditorías.
- Mantener un ambiente laboral seguro, se debe aplicar el Tríptico para el Ingreso al Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL. (Apéndice P)
- Señalar rutas de evacuación en caso de incendio y seguir con las señálicas que existen en el laboratorio. Como se observa en el Plano N°3 Señalización y Ruta de Evacuación en el Laboratorio de Termofluidos.(Apéndice A)
- Dictar cursos de capacitación contra incendios.
- Dar a conocer mediante el tríptico el uso de ropa y equipos de protección personal.
- Publicar en sitios específicos del laboratorio los números telefónicos de emergencia sean estos de la Espol y el 911.
- Dar a conocer el plan y/o ruta de evacuación en caso de algún desastre.
- Poseer un efectivo botiquín dentro del laboratorio para los primeros auxilios y tener comunicación inmediata con el dispensario médico de la Espol.
- Instruir a todo personal nuevo que ingrese al Laboratorio.

- Colocar un sistema de alarmas auditivas, y visuales que alerten a las personas en caso de evacuación.

## **PROGRAMA DE SEGURIDAD**

Este programa está diseñado bajo las siguientes directrices:

- Publicar en un lugar fijo una carta de compromiso, firmada por el Decano de la FIMCP en la cual se va a señalar que se cuenta con normas de seguridad y éstas se harán cumplir, quienes deseen ingresar al laboratorio, deberán acatarlas.
- Colocar carteles donde indiquen las medidas de seguridad en todo el laboratorio para que todo el personal tenga conocimiento.
- Mostrar el plano donde indique la ruta de evacuación en caso de emergencia. Plano N°3 Señalización y Ruta de Evacuación en el Laboratorio de Termofluidos. (Apéndice A)
- El comité de seguridad de la facultad debe llevar reuniones mensuales sobre la manera de cómo marcha la seguridad en el laboratorio.
- Crear un buzón de sugerencias para que todo el personal pueda contribuir con ideas.

- Formar y capacitar a un equipo de respuesta para casos de emergencia también llamados brigadistas quienes serán conformados por profesores, ayudantes y estudiantes, serán estas las personas responsables para llevar a cabo un plan de evacuación.
- Capacitar a todo el personal sobre la prevención de incendios y realizar ejercicios de simulacros para esto se puede contar con la ayuda del cuerpo de bomberos.
- Difundir el tríptico diseñado para el laboratorio de termofluidos en el cual indica cuales son los equipos de protección personal indispensables para el ingreso.
- Comunicar los riesgos existentes en el laboratorio mediante rotulaciones y/o etiquetas.



#### 4.2.1. Condiciones De Seguridad En Instalaciones

Se Utiliza como referencia el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores de la ESPOL y el Decreto 2393 para normar las condiciones de seguridad en instalaciones:

- De acuerdo a lo establecido en el Art. 24. **PASILLOS** del Decreto 2393 indica que la separación entre máquinas deberá tener un ancho adecuado a su utilización y puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo, que no será menor a 800 milímetros, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina.
- Humedad alrededor del caldero debido a una mala distribución de equipos, de acuerdo al Art 24 del Decreto 2393 Alrededor de los hornos, **calderos** o cualquier otra máquina o aparato que sea un foco radiante de calor, se dejará un espacio libre de trabajo dependiendo de la intensidad de la radiación, que como **mínimo será de 1,50 metros**. El suelo,

paredes y techos, dentro de dicha área serán de material incombustible.

- En el laboratorio se evidenció que en la planta de tratamiento de agua existe derrame de líquido, de acuerdo a lo establecido en el Art. 92 **MANTENIMIENTO** del Decreto 2393, el mantenimiento de máquinas deberá ser de tipo preventivo y programado. Las máquinas, sus resguardos y dispositivos de seguridad serán revisados, engrasados y sometidos a todas las operaciones de mantenimiento establecidas por el fabricante, o que aconseje el buen funcionamiento de las mismas. Las operaciones de engrase y limpieza se realizarán siempre con las máquinas paradas, preferiblemente con un sistema de bloqueo, siempre desconectadas de la fuerza motriz y con un cartel bien visible indicando la situación de la máquina y prohibiendo la puesta en marcha.
- Tablero de control eléctrico principal sin señalización seguridad, de acuerdo a lo establecido en el Art. 164

del Decreto 2393 la señalización de seguridad se establecerá en orden a indicar la existencia de riesgos y medidas a adoptar ante los mismos, y determinar el emplazamiento de dispositivos y equipos de seguridad y demás medios de protección. La señalización de seguridad no sustituirá en ningún caso a la adopción obligatoria de las medidas preventivas, colectivas o personales necesarias para la eliminación de los riesgos existentes, sino que serán complementarias a las mismas.

Su emplazamiento se realizará:

- a) Solamente en los casos en que su presencia se considere necesaria.
- b) En los sitios más propicios.
- c) En posición destacada.
- d) De forma que contraste perfectamente con el medio ambiente que la rodea, pudiendo enmarcarse para este fin con otros colores que refuercen su visibilidad.

- Desorden y acumulación de pupitres y de repuestos en mal estado en el laboratorio, de acuerdo en el Art.34 del Decreto 2393 indica que los locales de trabajo y dependencias anexas deberán mantenerse siempre en buen estado de limpieza para esto se debe implementar las 5'S herramientas básicas de mejora de la calidad, es una práctica de Calidad ideada en Japón referida al "Mantenimiento Integral" de la empresa, no sólo de maquinaria, equipo e infraestructura sino del mantenimiento del entorno de trabajo por parte de todos véase en el instructivo.
- De acuerdo en el Art.33 del Decreto 2393 indica que las salidas y puertas serán visible o debidamente señalizado, el ancho mínimo de las puertas exteriores será de 1,20 metros cuando el número de trabajadores que las utilicen normalmente no exceda de 200. Cuando exceda de tal cifra, se aumentará el número de aquéllas o su ancho de acuerdo con la siguiente fórmula:

Ancho en metros =  $0,006 \times$  número de trabajadores usuarios.

En el rediseño del Laboratorio se aumento una puerta abriéndose al exterior frente al Laboratorio de Mecatrónica para una mayor accesibilidad en caso de alguna emergencia poder evacuar rápido porque así lo indica el Decreto 2393 y se debe dar cumplimiento.

### **Equipos de Protección Personal**

Para el ingreso al Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL, se diseño un Tríptico en el cual indica cuales son los EPP indispensables y el procedimiento a seguir para poder ingresar a las instalaciones con el fin de minimizar los peligros así mismo debe supervisar su utilización de manera obligatoria y correcta, capacitando de manera continua a través de un programa de inducción en seguridad y salud en el trabajo a todo su personal. Tríptico para el Ingreso al Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL. (Apéndice P)

En la tabla 30 se observa los equipos, tipos de peligros, riesgos y los EPP indispensables a utilizar.

**TABLA 30**  
**EQUIPOS DEL LABORATORIO Y SUS EPP**

Lugar	Equipo	Tipo de Peligro			Riesgo	EPP
		Ruido	Vapores	Físico-Químico		
Laboratorio de Termofluidos FIMCP – ESPOL	Caldera	X	X	X	Sobreexposición al ruido, vapores, quemaduras	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil, Casco, Guantes
	Equipo de aire acondicionado didáctico	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Súper calentador con panel de control y motor	X		X	Sobreexposición al ruido, quemaduras	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil, Guantes
	Turbina Francis	X			Sobreexposición al ruido	Gafas de Seguridad, Mandil
	Turbina Pelton	X			Sobreexposición al ruido	Gafas de Seguridad, Mandil
	Túnel supersónico de Viento	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Túnel subsónico de Viento	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Túnel de viento	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil

Lugar	Equipo	Tipo de Peligro			Riesgo	EPP
		Ruido	Vapores	Físico-Químico		
Laboratorio de Termofluidos FIMCP – ESPOL	Equipo de Flujo Laminar y Turbulento	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Equipo Medidor de Flujo	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Equipo Secador de alimentos			X	Sobreexposición a quemaduras	Gafas de Seguridad, Mandil
	Motor de 4 tiempo a diesel	X	X		Sobreexposición al ruido, vapores.	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Banco de prueba con motor de 4 cilindros a gasolina	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Banco de prueba de motores de combustión interna	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Neumatic control teaching mechanism	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil

Lugar	Equipo	Tipo de Peligro			Riesgo	EPP
		Ruido	Vapores	Físico-Químico		
Laboratorio de Termofluidos FIMCP – ESPOL	Túnel de humo	X			Sobreexposición al ruido, vapores	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Compresor de aire de 1ra. y 2da etapa	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Torno	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Equipo de convección natural y radiación	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Taladro eléctrico de pedestal	X		X	Sobreexposición al ruido, cortadura	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil, guantes
	Circuito Hidráulico	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Banco de bomba	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Gas Turbine	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil



Lugar	Equipo	Tipo de Peligro			Riesgo	EPP
		Ruido	Vapores	Físico-Químico		
Laboratorio de Termofluidos FIMCP – ESPOL	Banco Óleo-hidráulico	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Condensador de superficie	X	X		Sobreexposición al ruido, vapor	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Intercambiador De calor con medidores de flujo			X	Quemadura	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Aparato impacto de Chorro	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil
	Transferencia de Calor por Conducción Radial	X			Sobreexposición al ruido	Protectores Auditivos, Gafas de Seguridad, Mandil

## Señalización

La señalización de seguridad que debe aplicar el Laboratorio de Termofluidos FIMCP – ESPOL, debe estar basada en las especificaciones estipuladas en la Norma **INEN 439**.

Basada a esta Norma se realiza un plano donde se indica toda la señalización y la ruta de evacuación, y con simbología de los riesgos existentes como se muestra en la figura 4.1.

- Atención Alta Temperatura
- Atención Ruido
- Alta tensión
- Materias Inflamables
- Prohibido Fumar



**FIGURA 4.1 SÍMBOLO DE RIESGOS**

Se colocó en el plano las señales de EPP obligatorios como se muestra en la figura 4.2.



**FIGURA 4.2 EPP OBLIGATORIOS**

Otras señáleticas de seguridad como:

- Extintor para fuegos ABC
- Detector de temperatura
- Punto de Encuentro
- Ruta de Evacuación
- Lámpara de Emergencia
- Pulsador Manual
- Sirena Auditiva y Visual
- Zona de seguridad
- Lavaojos
- Ducha de Seguridad

El tanque de almacenamiento de combustible que existe en el Laboratorio debe estar rotulado con el rombo de la **NFPA**. Como se observa en la figura 4.3



**FIGURA 4.3 ROMBO NFPA**

**Rojo:** Inflamabilidad

**Azul:** Nivel de Riesgo

**Amarillo:** Reactividad

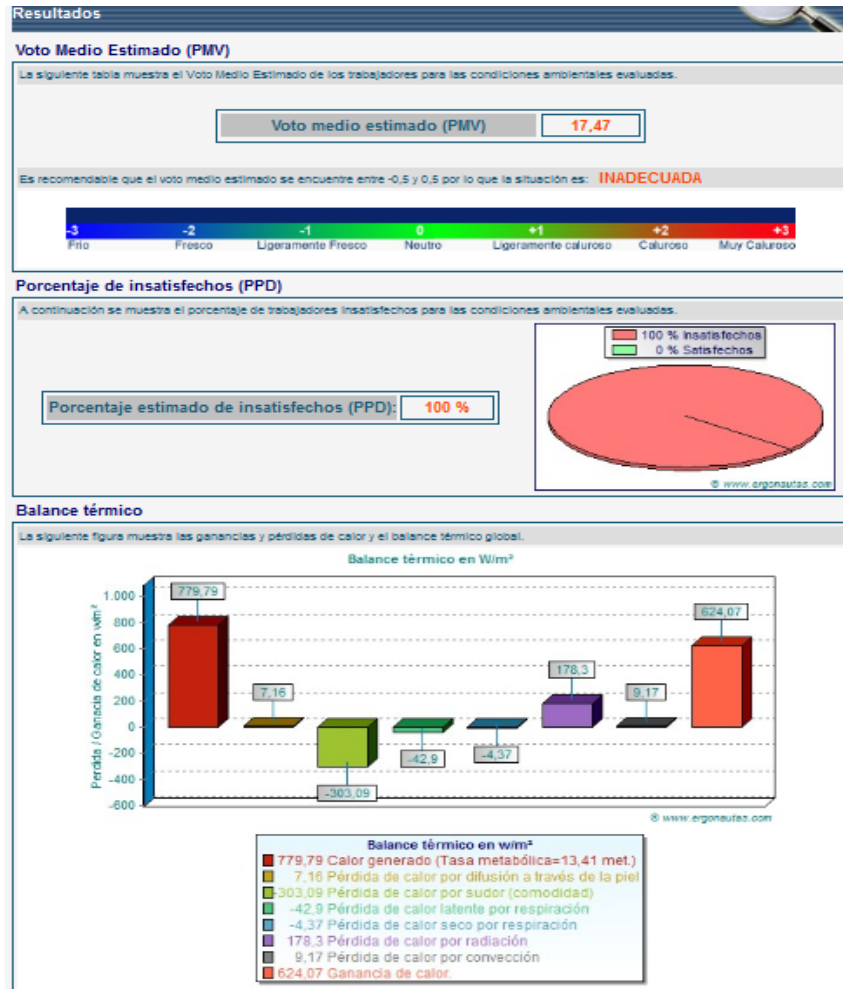
**Blanco:** Riesgo específico

### **Iluminación y Ventilación**

Mediante el Método FANGER se utiliza para determinar el Ambiente Laboral, el mismo que al aplicar da como resultado que en el Laboratorio hace falta ventilación en vista de que su temperatura pasa los límites permisibles esto provoca fatiga al personal que realiza sus prácticas también al momento de encender dichas máquinas existe concentración de vapor y su disolución es lenta. En la figura 4.4 se tiene una ilustración de cómo deben ser los extractores de aire.



**FIGURA 4.4 EXTRACTOR DE AIRE**



**FIGURA 4.5 RESULTADO DEL MÉTODO FANGER**

En la figura 4.5 se observa el resultado el Voto Medio Estimado (PMV) 17,47 considerando el Laboratorio como situación Inadecuada ya que lo recomendable debe encontrarse entre -0,5 y 0,5. El Porcentaje Estimado de

Insatisfechos (PPD) es el 100%, el personal del Laboratorio muestra que las condiciones ambientales evaluadas no son óptimas.

#### 4.2.2. Dispositivos De Alarmas

Para determinar si la infraestructura es apta para soportar fuego se utiliza el método MESERI.

**TABLA 31**  
**RESULTADO DEL MÉTODO MESERI SIN MEDIOS DE**  
**PROTECCIÓN**

Factor Medios de Protección Humana	SV	CV	Puntos
Extintores portátiles (EXT)	1	2	2
Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	0
Columnas hidrantes exteriores (CHE)	2	4	0
Detección automática (DET)	0	4	0
Rociadores automáticos (ROC)	5	8	0
Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	0
<b>SUBTOTAL (Y)</b>			<b>2</b>
Cálculo del coeficiente de Protección "P":			
$P = (5 X : 120) + (5 Y : 22) + 1 (BCI) = 4,662879$			
En caso de existir Brigada Contra Incendio (BCI) se le sumara un punto al resultado obtenido anteriormente			
El riesgo se considera aceptable cuando $P \geq 5$ .			

Como se observa en la tabla 31 el valor es de 4,66 lo que indica el método es que el laboratorio tiene un riesgo no

aceptable debido a que no cuenta con ninguna clase de dispositivos de alarmas, para que el edificio sea aceptable debe ser superior a 5 por lo que se debe realizar un análisis más profundo.

Razón por la cual se procede a realizar un nuevo estudio asumiendo que el laboratorio tiene sistemas de alarmas.

**TABLA 32**  
**RESULTADO DEL MÉTODO MESERI CON MEDIOS DE**  
**PROTECCIÓN**

Factor Medios de Protección Humana	SV	CV	Puntos
Extintores portátiles (EXT)	1	2	2
Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	0
Columnas hidrantes exteriores (CHE)	2	4	0
Detección automática (DET)	0	4	4
Rociadores automáticos (ROC)	5	8	0
Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	0
<b>SUBTOTAL (Y)</b>			<b>6</b>
Cálculo del coeficiente de Protección "P":			
$P = (5 X : 120) + (5 Y : 22) + 1 (BCI) = 5,57197$			
En caso de existir Brigada Contra Incendio (BCI) se le sumara un punto al resultado obtenido anteriormente			
El riesgo se considera <b>aceptable</b> cuando $P \geq 5$ .			

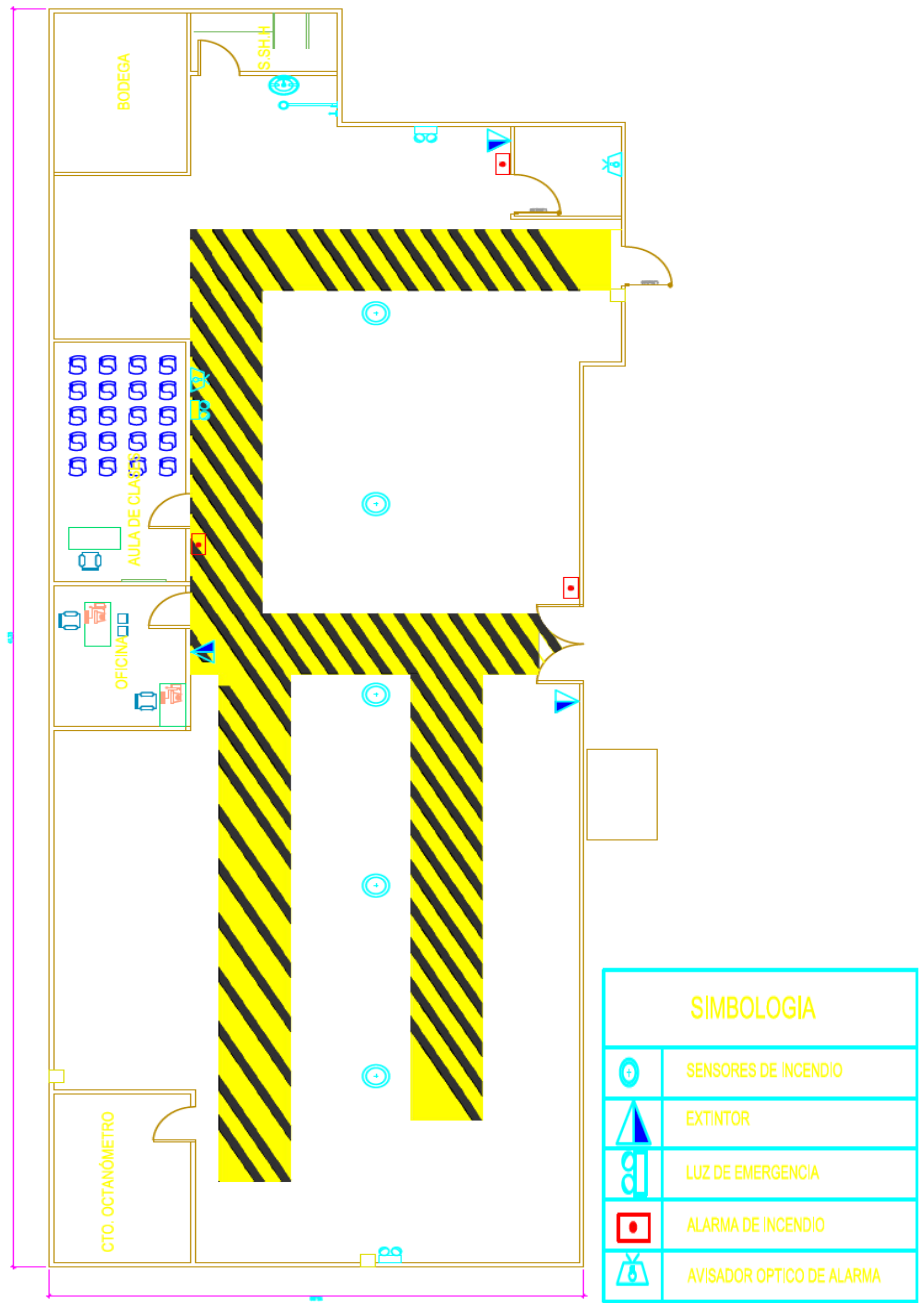
Al observar el resultado del estudio se obtiene el valor que se observa en la tabla 32 en donde su valor es de 5,57 por lo que sería suficiente que el laboratorio contara con ese



sistema para estar dentro de lo recomendable en cuanto a riesgo de incendio.

En el Decreto 2393 establece que los detectores térmicos deben estar cada 30 metros cuadrados e instalados a una altura máxima sobre el suelo de 7,5 metros siendo de esta manera que en el laboratorio se colocara 5 detectores cada 15m<sup>2</sup>.

Para el laboratorio de termofluidos es necesario colocar más de un tipo de detector. Como se observa en el Plano N°4.



**PLANO N°4 SISTEMAS ALARMAS EN EL LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS**

### **4.3. Infraestructura Contra Incendios**

Para una correcta planeación de los factores de protección para la infraestructura contra incendios se debe evaluar que tipo de fuego se puede producir en el laboratorio de termofluidos, esto se realiza mediante el Método Simplificado Evaluación del Riesgo de Incendios (MESERI), el cual evalúa las características propias de las instalaciones y de los medios de protección, el método permite al interlocutor realizar una evaluación rápida durante la inspección y efectuar de forma casi instantánea, las recomendación oportunas para disminuir la peligrosidad del riesgo de incendio.

**Contempla dos bloques diferenciados de factores:**

**A. Factores propios de las instalaciones:**

#### **Construcción**

El laboratorio de Termofluidos es de planta baja y está construido de Hormigón con sus respectivas ventanas de vidrio, su dimensión es de 30x15 m que lo hace resistente al fuego pero no deja de ser vulnerable a estos siniestros, el recubrimiento de la parte superior de la estructura del laboratorio es sin falsos techos

quiere decir que no cuenta con aislante térmico, acústicos o decoración.

### **Situación**

El laboratorio de termofluidos tiene una ventaja que cuenta con un establecimiento del Cuerpo de Bomberos dentro de las instalaciones de la ESPOLE el cual el tiempo de respuesta de los bomberos es rápida entre 10 a 15 min en caso de existir algún incendio.

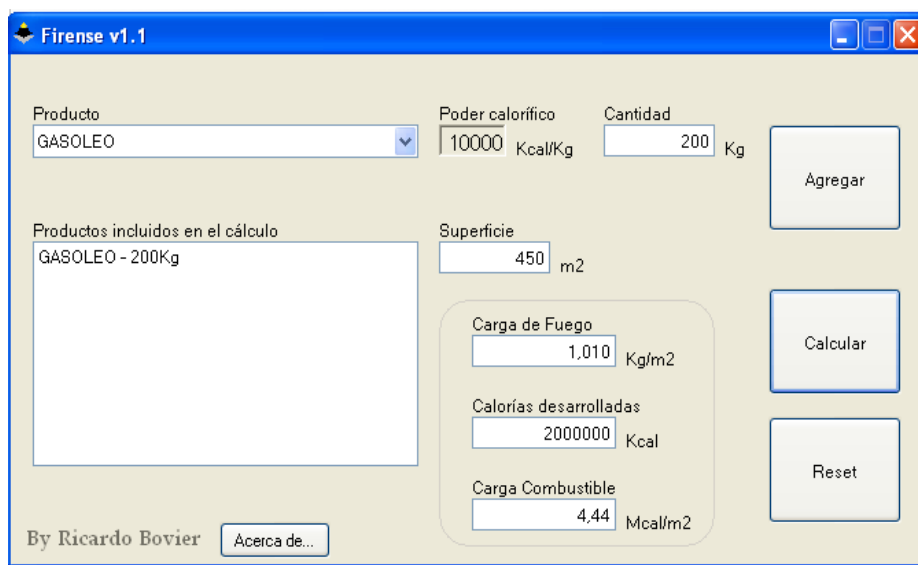
### **Procesos**

El peligro de activación para el inicio de un incendio en el Laboratorio se considera medio ya que la imprudencia del factor humano puede activar la combustión de algunos productos como el de soldar a poca distancia del distribuidor de combustible (Diesel o Gasóleo) o que personal no autorizado manipule el tablero de control eléctrico principal.

En cuanto a la carga térmica que se evaluó en el laboratorio es 4.44MKcal/m<sup>2</sup> resultado que se dio por el producto que es utilizado en el laboratorio como es Diesel (Gasóleo) considerando que la cantidad que se almacena es aproximadamente 200 Kg

teniendo un poder calorífico de 10000 Kcal/Kg en una superficie de 450 m<sup>2</sup> como se observa en la figura 4.6.

Este resultado en la evaluación de riesgo de incendio MESERI se considera baja la carga térmica.



The screenshot shows the 'Firense v1.1' application window. It features a light beige background with a blue title bar. The interface includes several input fields and buttons:

- Producto:** A dropdown menu set to 'GASOLEO'.
- Poder calorífico:** A text box containing '10000' with 'Kcal/Kg' to its right.
- Cantidad:** A text box containing '200' with 'Kg' to its right.
- Productos incluidos en el cálculo:** A list box containing 'GASOLEO - 200Kg'.
- Superficie:** A text box containing '450' with 'm2' to its right.
- Carga de Fuego:** A text box containing '1,010' with 'Kg/m2' to its right.
- Calorías desarrolladas:** A text box containing '2000000' with 'Kcal' to its right.
- Carga Combustible:** A text box containing '4,44' with 'Mcal/m2' to its right.

Buttons on the right side include 'Agregar', 'Calcular', and 'Reset'. At the bottom left, there is a 'By Ricardo Bovier' label and an 'Acerca de...' button.

**FIGURA 4.6 PODER CALORÍFICO DEL DIESEL (GASOLEO)**

### **Concentración**

Representa el valor en pts. /m<sup>2</sup> del contenido de las instalaciones a evaluar.

### **Propagabilidad**

Se entiende como tal la facilidad para propagarse el fuego, el Laboratorio como es de una sola planta no existe posibilidad de comunicación a otros verticalmente y su coeficiente es 5, pero se considera como una propagación horizontal ya que el fuego destruye lo que se encuentra a su alrededor e inclusive puede llegar hasta las aulas y su coeficiente se considera 3 medio.

### **Destructibilidad**

La destructibilidad dentro del laboratorio en caso de un incendio es producida por el calor y corrosión debido a que el aumento de temperatura generalmente afecta a las instalaciones, maquinaria y existencias.

Mediante la evaluación MESERI se determinó que la estructura del edificio está en perfectas condiciones pero los factores medios de protección humana tanto personal como colectiva son muy bajos y con mucha probabilidad de que al existir un incendio no sea capaz de poder combatirlo, dando como resultado el coeficiente de protección P 4,66288 un riesgo No aceptable.

**B. Factor Medios de Protección Humana:**

En este factor el Laboratorio posee un bajo puntaje ya que solo cuenta con extintor para la protección humana.

Siendo de esta manera que el resultado en el método MESERI dio como resultado  $P= 4,66288$  el riesgo se considera no aceptable, se comprobó que si al menos se instala un sistema de alarmas el riesgo del Laboratorio se considera aceptable.

Como se observa en el Apéndice D cálculo de método MESERI, el riesgo de incendio en el Laboratorio de Termofluidos no es aceptable porque tiene un valor de 4,66, sin embargo se concluye que la estructura del laboratorio está en buenas condiciones lo que lleva a este resultado es la protección inadecuada que existe dentro del mismo.

#### **4.4. Manipulación Y Almacenamiento De Materiales**

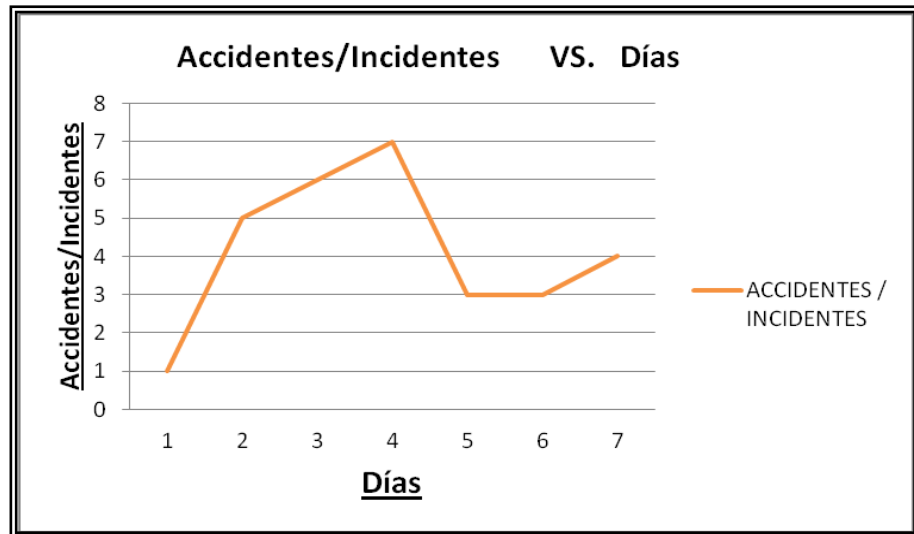
Para la manipulación de materiales peligrosos se procede a realizar un procedimiento, el mismo que tiene como objetivo prevenir incendios, accidentes personales y optimizar el aprovisionamiento del espacio disponible en el Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL. Como se observa en el Procedimiento para la Manipulación y Almacenamiento de Materiales. (Apéndice C)

#### **4.5. Curvas De Accidentabilidad**

Para el Laboratorio de Termofluidos se ha diseñado un formato para registrar los accidentes e incidentes que puedan ocurrir dentro del mismo, este consta de datos personales del accidentado o de alguna persona que haya tenido algún tipo de incidente, forma del accidente, agente causante, consecuencia del accidente, tipo de incidente peligroso y descripción del incidente peligroso. (Apéndice E)

En la figura 4.7 se observa una gráfica de cómo será expresado los Accidentes/Incidentes vs. Días al tener la recolección de datos con la ayuda del formato.





**FIGURA 4.7 ACCIDENTES/INCIDENTES VS. DÍAS**

#### **4.6. Auditoría En Seguridad Industrial**

Como parte del proceso de auditorías se diseña un Procedimiento el mismo que es una guía para la ejecución de Auditorías.

##### **OBJETIVO**

Establecer una metodología para planificar y llevar a cabo las auditorías internas y determinar si el Sistema de Seguridad Industrial que está implantado es adecuado como se encuentra y además que proporcione resultados para que la alta dirección tome decisiones.

##### **ALCANCE**

Este procedimiento define las actividades desde la planeación hasta el informe de auditoría y es aplicable a las auditorías internas

que se realicen para evaluar el cumplimiento y efectividad de los procesos identificados dentro del Sistema de Seguridad Industrial del Laboratorio de Termofluidos FIMCP – ESPOL.

## **RESPONSABILIDADES**

El Auditor Líder es el responsable de elaborar y comunicar el Programa de Auditorías y los informes de auditorías respectivos.

El Encargado del Laboratorio es responsable de proveer los medios y la logística necesarios para la ejecución de las Auditorías y elaborar el Plan Anual de Auditorías.

El Grupo de auditores internos, son los encargados de llevar a cabo las auditorías internas del SSI.

## **DEFINICIONES**

- SSI: Sistema de Seguridad Industrial
- Auditoría: Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de las afirmaciones relativas al SSI y evaluarlas de manera objetiva con el fin de

determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría.

- Criterios de Auditoría: Conjunto de procedimientos o requisitos utilizados como referencia.
- No Conformidad: Es el incumplimiento de un requisito especificado.
- No Conformidad Mayor: Se tiene este tipo de no conformidad en los siguientes casos:
  - El incumplimiento total de una cláusula de la norma aplicable.
  - El incumplimiento total de lo señalado en los documentos de trabajo establecidos por la organización.
  - Incumplimiento de un requisito legal o de otro tipo suscrito por la organización.
- No Conformidad Menor: Este tipo de no conformidad incluye todos aquellos incumplimientos detectados durante una auditoría y que no constituya ningún caso de no conformidad mayor. Por ejemplo: incoherencias entre la evidencia objetiva y lo declarado en los documentos, incumplimientos puntuales o por el personal auditado.

- Observación (Obs.): Se consideran observaciones a los hallazgos que no contienen la suficiente evidencia objetiva, para determinar una no conformidad.
- Oportunidad de mejora: Son recomendaciones que emite el auditor sobre un proceso que puede ser mejorado.
- Corrección: acción tomada para eliminar una no conformidad detectada
  - Una corrección puede realizarse junto con una acción correctiva.
  - Una corrección puede ser, por ejemplo, un reproceso o una reclasificación.
- Acción Correctiva: acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación no deseable. La acción correctiva se toma para prevenir que algo vuelva a producirse.
- Representante: Es el responsable del proceso.
- Fecha acordada de respuesta: es la fecha máxima en que el Representante del proceso y el auditor se ponen de acuerdo para el cierre de la no conformidad.

- Eficacia: Grado en que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados.

## **PROCEDIMIENTO**

### **Planificación y frecuencia de las Auditorías Internas.**

Las auditorías internas del SSI se realizan por lo menos 2 veces al año y se realizan de acuerdo al **LT-F-001 Plan Anual de Auditorías**. (Apéndice F)

Para las auditorías planificadas se considera lo siguiente.

- Estado e importancia de los procesos
- Resultados de auditorías previas

El Plan Anual de Auditorías es flexible para permitir cambios en su alcance y extensión, así como para usar efectivamente los recursos. El Encargado del Laboratorio es el responsable de realizar los cambios o modificaciones a este plan cuando se requieran.

La frecuencia de realización de las auditorías, puede aumentar de acuerdo a los siguientes criterios:

- Solicitud explícita del responsable de un proceso
- Ocurrencia de no conformidades internas y/o externas
- Quejas y Reclamos del personal
- Solicitud del Decano de la FIMCP
- Resultados deficientes en inspecciones planeadas

### **Criterios de Auditoría.**

Los criterios de auditoría aplicados son:

- Procedimientos e instructivos definidos.
- Requisitos legales y de otro tipo (normas, especificaciones, reglamentos, decreto 2393, etc.) identificados.

### **Alcance de las auditorías.**

El alcance de las auditorías se describe en el **LT-F-002 Programa de Auditoría Internas.** (Apéndice G)

Tanto el Plan Anual de Auditorías como los Programas de Auditoría, están diseñados de tal manera que durante un año calendario se revise el cumplimiento de todos los procesos del Laboratorio.

### **Designación del grupo de Auditores**

Las auditorías internas son llevadas a cabo por auditores internos o externos, calificados para este fin. Los criterios de competencia utilizados por el Oficina de SSI, para la calificación de los auditores son:

- Aprobar el curso de Formación de Auditor Interno en Sistemas de Seguridad Industrial.
- Tener conocimientos de la norma OHSAS
- Conocer en gran parte los procesos del Laboratorio.

La selección del Auditor Líder se realizará tomando en consideración, la experiencia dentro del Laboratorio y conocimientos en Seguridad. El auditor líder deberá demostrar trabajo en grupo y una buena relación interpersonal con sus compañeros.

Las Auditorías se realizan por personal independiente de las actividades a ser auditadas, es decir, que en ningún caso los auditores pueden auditar sus propias áreas de trabajo.

## **Preparación de la Auditoría**

Previa ejecución de las auditorías internas, el Encargado del Laboratorio designa el equipo auditor, el auditor líder y determina los procesos a evaluar. El Auditor Líder se encarga de definir el Programa de Auditorías, el cual contiene:

- Objetivos de la auditoría
- Alcance
- Criterios de Auditoría
- Metodología
- Fechas y lugares donde se llevará a cabo la Auditoría.
- Equipo de auditores
- El programa propiamente dicho incluye: hora, procesos, cláusulas y Auditor designado.
- Controles (Elaborado, Revisado y Aprobado por)

El Auditor Líder, comunicará la fecha de la auditoria hasta 2 semanas antes de la realización de la misma, y el Programa de Auditoría será comunicado por lo menos 2 días antes de la ejecución a los auditados.



### **Reunión de Apertura.**

El Auditor Líder dirige la reunión de apertura, la cual permite presentar al equipo auditor y fijar las reglas básicas para la efectiva realización de la auditoría.

Como mínimo en la reunión de apertura, se encontrará el equipo auditor y representantes de las áreas auditadas, como evidencia se firmará la respectiva **LT-F-003 Acta de Auditorías**. (Apéndice H)

El auditor líder es responsable de revisar con los asistentes el objetivo, el alcance, los criterios a aplicarse y la forma en que se va a ejecutar la auditoría. De producirse cambios deberán ser comunicados y se mantendrá respaldo de los mismos.

### **Ejecución de la Auditoría.**

Las auditorías se realizan de la siguiente manera:

- Los auditores internos de acuerdo al Programa de Auditoría, revisan evidencia objetiva a través de; entrevistas con personal responsable, revisión de los documentos, registros y de la observación directa de los procesos y actividades.
- Los hallazgos encontrados en la auditoría se registran en el formato de **LT-F-004 Reporte de Auditores** (Apéndice I); aquí

se describen los procesos auditados y los indicios de no conformidades.

- Las NC detectas en la revisión de evidencia objetiva son registrada por el Auditor interno en el campo “Hallazgo” del formato **LT-F-005 No Conformidades** (Apéndice J). Y junto al representante del proceso se completan los campos: Representante Firma, fecha acordada de respuesta (indica la fecha máxima de análisis de causa y toma de acciones).
- El formato LT-F-005 No Conformidades, es entregado a cada responsable de área donde se detectó la NC, dejando constancia en el registro de **LT-F-006 Entrega-recepción de no conformidades, acciones correctivas, acciones preventivas** (Apéndice K). El auditado debe realizar el análisis de causa de la no conformidad (pueden ser más de 1 causa), describe una o varias acciones para eliminar la no conformidad en el campo “corrección” y una o varias acciones para eliminar la causa de la no conformidad en el campo “acción correctiva”.
- El representante del área y su grupo de trabajo ejecutan las acciones propuestas, en el plazo establecido en el campo “Fecha acordada de respuesta”.

- Luego de esto, en la fecha acordada un auditor interno realizará la verificación de la corrección y acción correctiva.
- Luego de una semana de verificada la acción correctiva el auditor interno que asigne el Auditor Líder, verificará la eficacia de las acciones tomadas. Como evidencia de la verificación el auditor interno generará el **LT-F-007 Informe de Auditor Interno** (Apéndice L), describiendo lo observado durante la verificación, además de indicar si la acción tomada fue o no eficaz.
- El auditor interno deberá proporcionar al Auditor Líder la evidencia física necesaria para el cierre de la NC, incluyendo el LT-F-007 informe de Auditor Interno.
- El Auditor Líder una vez receptado el LT-F-007 Informe de Auditor Interno, procede a cerrar la No Conformidad, dejando constancia del mismo en el formato de LT-F-005 No Conformidades, revisará la documentación y archivará la NC con los soportes respectivos y actualizará el **LT-F-008 Control de Seguimiento a No Conformidades, Acciones Correctivas, Acciones Preventivas.** ( Apéndice M)

**Reunión de Enlace**

Las reuniones de enlace de ser necesarias, se llevarán a cabo en el transcurso de la auditoría con la finalidad de que los auditores compartan inquietudes y comentarios detectados en la ejecución de la misma, la hora de la reunión será comunicada por el Auditor Líder en la reunión de apertura.

**Reunión de cierre**

Concluida la Auditoría, según el programa establecido el Auditor Líder convoca a la reunión de cierre en la cual estarán presentes, en lo posibles, el equipo auditor y los representantes de las áreas auditadas. En esta reunión el Auditor Líder, revisa el cumplimiento del programa de auditoría propuesto inicialmente, así mismo se da a conocer los resultados de la auditoría, número de No Conformidades detectadas, observaciones y recomendaciones por parte del equipo auditor.

**Informe Final de Auditoría**

Concluida la auditoría el equipo auditor se reúne para elaborar las conclusiones de la auditoría y el auditor líder registra las conclusiones en el formato **LT-F-009 Informe Final de Auditoría**

(Apéndice N), basado en un resumen de las no conformidades y observaciones encontradas por área auditada.

El Informe Final provee una síntesis del proceso y las conclusiones de la auditoría. Además incluye un resumen del proceso de auditoría, incluidos inconvenientes encontrados (en caso de que se presenten) y la identificación de las personas que participaron de la auditoría.

Este informe es comunicado por el Auditor Líder a los responsables de los procesos auditados.

### **Seguimiento y Verificación de la eficacia de las Acciones Correctivas**

En la fecha acordada el auditor interno, realizará el cierre de la No Conformidad y verificará la eficacia de las acciones tomadas, esta verificación, puede hacerse en la misma fecha de cierre de la NC o en una fecha posterior a criterio del auditor y la complejidad del cierre.

Los auditores internos son los responsables de hacer el respectivo seguimiento, a que las acciones correctivas propuestas por los auditados se lleven a cabo.

Los auditores internos que participan en la siguiente auditoría, verifican la eficacia de las acciones correctivas tomadas para la eliminación de las no conformidades.

Esta verificación consiste en la revisión de que el hallazgo reportado como no conformidad, no esté ocurriendo nuevamente, dejando constancia de esta verificación en el **LT-F-007 Informe de Auditor Interno**. En el caso que se evidencie que las acciones correctivas no fueron efectivas, el Auditor Interno, emite un nuevo reporte de No Conformidad y Acción Correctiva o mantiene abierta la No Conformidad levantada anteriormente y comunicará la decisión al Auditor Líder, donde se registra la subsistencia del problema, dándole el mismo trámite que para una No Conformidad normal.

Para el cierre de NC de auditorías de terceras partes, el Auditor líder seleccionará al grupo de auditores internos que realizará el seguimiento de las acciones tomadas, el auditor realizará un informe de lo inspeccionado y lo registrará en el **LT-F-007 Informe de Auditor Interno**, Este informe se enviará como documento soporte del cierre de No Conformidad.

## PROCESOS DEL LABORATORIO DE TERMOFLUIDOS

En la figura 4.8 se observa todos los procesos existentes en el laboratorio de Termofluidos FIMCP – ESPOL.



**FUGURA 4.8 PROCESOS DEL LABORATORIO**

### 4.7. Cronograma Y Presupuesto

En la figura 4.9 se observa el cronograma elaborado por medio de un Diagrama de Gantt, indica cada actividad a realizarse con su respectivo período y en la tabla 23 indica el presupuesto para su implementación.

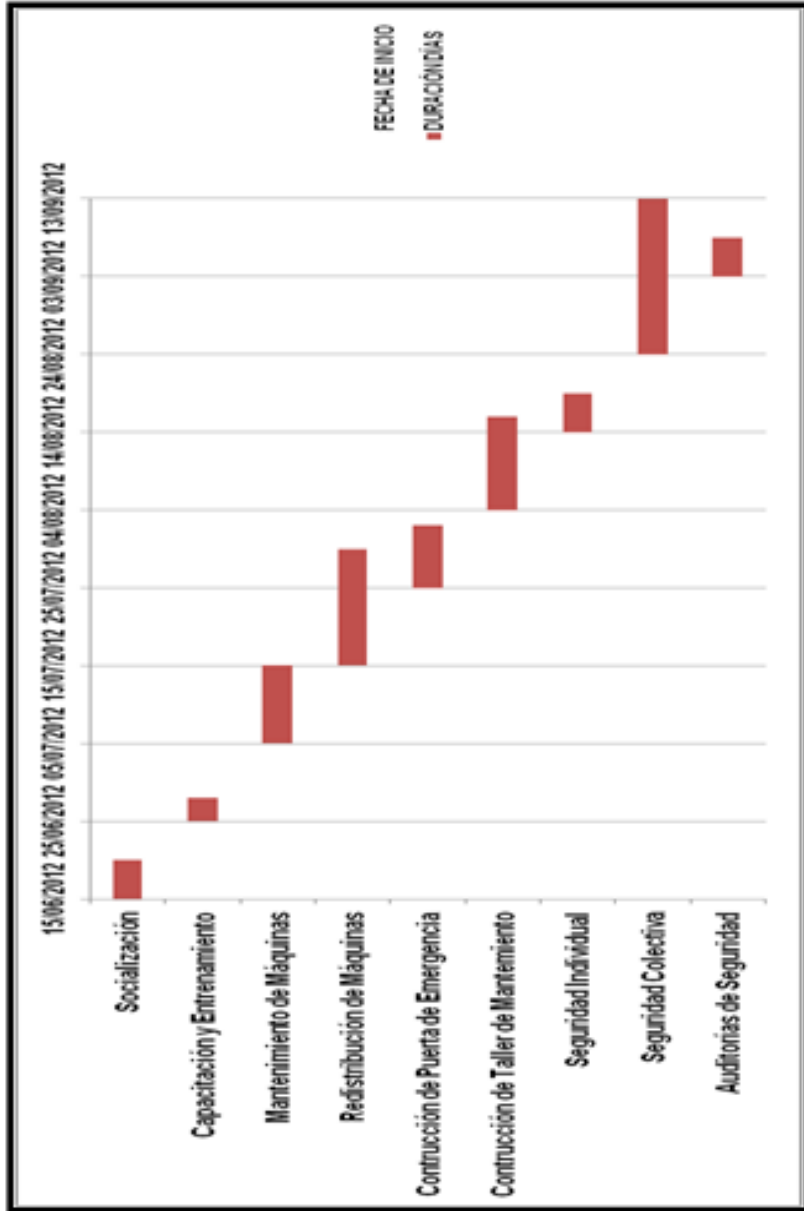


FIGURA 4.9 CRONOGRAMA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.



**TABLA 33**  
**PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA**  
**DE SEGURIDAD INDUSTRIAL.**

 <b>PRESUPUESTO PARA IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE</b> <b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b> 			
ACTIVIDADES	Cantidad	Valores Unitarios (\$)	Total (\$)
<b>Socialización</b>	1	200	200
<b>Capacitación y Entrenamiento</b>	1	450	450
<b>Mantenimiento de Máquinas</b>	1	450	450
Caldera			
Turbinas			
Compresores			
<b>Redistribución de Máquinas</b>	1	600	600
<b>Contrucción de Puerta de Emergencia</b>	1	300	300
Contrucción de salida de Emergencia	1	250	250
<b>Contrucción de Taller de Mantenimiento</b>	1	350	350
<b>Seguridad Individual</b>			
Casco de Protección	20	14	280
Protectores Auditivos	20	8	160
Guantes de Cuero	20	3.25	65
<b>Seguridad Colectiva</b>			
Luces de Emergencia	2	50	100
Gabinete de Incendio	1	650	650
Difusores de Sonido de alarma contra incendio	1	95	95
Lavabos oculares	1	270	270
Ducha de seguridad	1	220	270
Detector de Temperatura	5	50	50
Extintores	3	280	840
Señaleticas	20	8	160
Botiquín	1	200	200
Ventiladores Industriales	4	65	260
Extractor de Aire	2	215	430
Red Contra Incendio	1	2000	2000
Mano de Obra de Instalación de Red Contra Incendio	1	1500	1500
Bomba con Motor de Combustión Interna y Sistemas de Aspersión	1	15000	15000
<b>Auditorías de Seguridad</b>	1	150	150
Con personal interno de la ESPOL			
		<b>TOTAL</b>	25080

#### **4.8. Instrucciones De Seguridad De Trabajo**

##### **INSTRUCTIVO PARA LA INDUCCIÓN Y CAPACITACIÓN**

###### **OBJETIVO**

Mantener capacitado, entrenado a todo el recurso humano del Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL en temas diversos de seguridad industrial.

###### **ALCANCE**

Este Instructivo es aplicable a todo el Laboratorio de Termofluidos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

###### **INSTRUCCIONES**

Cada año, el área administrativa en coordinación con los departamentos de la FIMCP y seguridad, planificarán las charlas de capacitación para todo el personal que asiste al Laboratorio.

Se presupuesta los recursos necesarios y se somete a la aprobación del área administrativa.

Se imparte un tema cada mes, debiendo dictárselo de lunes a viernes de una hora aproximadamente y no más de 30 personas.

Se puede dictar cursos con el aval de organismos externos.

## **INSTRUCTIVO PARA EL BOTIQUÍN DE EMERGENCIAS**

### **OBJETIVO**

Mantener un botiquín a la disposición del personal con las medicinas indispensables para cuando se presenten emergencias en el Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL.

### **ALCANCE**

Este Instructivo es aplicable a todo el Laboratorio de Termofluidos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

### **INSTRUCCIONES**

El custodio es por el Jefe y/o encargado del laboratorio.

Se hace uso del botiquín cuando se presenta alguna emergencia dentro del laboratorio.

Este botiquín consta de las siguientes medicinas:

- Esparadrapo
- Curita
- Alcohol
- Gasa estéril
- Algodón
- Polvo antiséptico
- Sulfatiasol

- Tabletas anti desinflamatorias

Cualquier herida o lesión, por leve que sea debe ser atendida inmediatamente.

En caso de que las medicinas del botiquín se estén agotando, el jefe y/o encargado del laboratorio debe solicitarlas a FIMCP Facultad de Ingeniería Mecánica y ciencias de la Producción.

## **INSTRUCTIVO PARA CASOS DE ACCIDENTES DE TRABAJO**

### **OBJETIVO**

Mantener la calma para cuando se presenten emergencias u accidentes en el Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL.

### **ALCANCE**

Este Instructivo es aplicable a todo el Laboratorio de Termofluidos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

### **INSTRUCCIONES**

- El personal accidentado debe recibir ayuda de la persona más cercana, si ha sufrido una herida en el brazo o mano, levante la parte afectada mientras se lo traslada al dispensario médico, evite el contacto con sangre.
- Si el personal sufre una caída no lo mueva o si está en contacto con un cable eléctrico no lo toque, desconecte la energía y rompa el contacto con las debidas precauciones lo más pronto posible e inmediatamente comunique dicha novedad al jefe y/o encargado del laboratorio.
- El departamento médico atiende al accidentado y decidirá si debe ser trasladado al hospital o algún centro

asistencial, si el accidente no es de gravedad el personal será atendido en el dispensario médico del la ESPOL.

- Todo accidente leve o grave, con o son lesión debe ser:
  - Reportado
  - Investigado
  - Registrado
  - Evaluado

## **INSTRUCTIVO DE SEGURIDAD PARA EL PERSONAL**

### **OBJETIVO**

Prevenir incendios y accidentes personales o daños a equipos, máquinas e instalaciones en el Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL.

### **ALCANCE**

Este Instructivo es aplicable a todo el Laboratorio de Termofluidos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

### **INSTRUCCIONES**

- Asista a las charlas de prevención de incendios y accidentes, colabore con las campañas de seguridad, ponga en práctica los procedimientos que aprenda.
- Evite usar ropa suelta, no use anillos, relojes, cadenas o prendas que puedan ser enganchadas y haladas por una pieza de máquina que ocasione un accidente.
- Antes de empezar a trabajar, haga un reconocimiento primario alrededor de su máquina o área de trabajo y no realice ningún trabajo hasta que estén todos los resguardos en su sitio.
- Informe si existen derrames o fugas, cables eléctricos pelados, limpie y ordene el lugar de acuerdo al procedimiento respectivo,

- Nunca limpie, ajuste, engrase, desatore o meta la mano en una máquina en marcha. Asegúrese de ponerla en estado mecánico “O” (cero) antes de intervenirla. Si el problema no es rutinario o no sabe cómo solucionarlo, deténgase y comunique la novedad al Jefe y /o encargado del laboratorio.
- Utilice las herramientas adecuadas para cada trabajo y asegúrese de que estén en buen estado. cuando no las utilice manténgalas en un lugar seguro y ordenado.  
  
Revise si funcionan las seguridades de las máquinas, olfatee y reporte si huele a quemado, escuche y reporte si existe algún sonido extraño.
- Mantenga los cables eléctricos fuera de los pasillos o áreas de tránsito.
- Para realizar trabajos de corte, soldadura, llamas abiertas o trabajos con productos químicos realizarlo fuera del laboratorio.
- Debe conocer donde se encuentran los extintores de su área y las salidas de evacuación de emergencia.
- Está terminantemente prohibido fumar en todas las áreas del laboratorio.
- Si derrama algo, limpie y seque inmediatamente.



- Para cargar objetos, doble las piernas no la espalda y así evitar lesiones en la columna.
- Manténgase en buen estado físico y no ingrese al laboratorio en estado de embriaguez o con olor a licor.
- Luego de una parada por máquina en reparación siga el instructivo para arranque.
- En caso de un accidente personal vaya al dispensario médico.

## **INSTRUCTIVO PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES AL LEVANTAR MATERIALES**

### **OBJETIVO**

Prevenir todo tipo de accidente al levantar materiales dentro del Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL.

### **ALCANCE**

Este Instructivo es aplicable a todo el Laboratorio de Termofluidos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

### **INSTRUCCIONES**

- Revise el camino por donde va a pasar.
- Sepa cuánto pesa el objeto a levantar.
- Colóquese lo más cerca posible del objeto separando los pies levemente.
- Respire, exhale, meta la barbilla, contraiga el abdomen y póngase en cuclillas.
- Agarre el objeto firmemente, acérqueselo, pegue los brazos y codos al cuerpo y levántese con suavidad manteniendo la espalda recta.
- No levante los objetos por encima de la cabeza.
- No se tuerza de la cintura, gire rotando sus pies.

## **INSTRUCTIVO PARA EL ARRANQUE DE LAS MÁQUINAS DESPUES DE REPARACIÓN**

### **OBJETIVO**

Asegurar que las máquinas que se encuentran en Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL este correctamente instalados todos los sistemas de seguridad

### **ALCANCE**

Este Instructivo es aplicable a todo el Laboratorio de Termofluidos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral

### **INSTRUCCIONES**

- El jefe y/o encargado del laboratorio debe verificar y constatar que todos los sistemas de seguridad (eléctrico, mecánico, neumático) deben estar bien instaladas para que protejan al personal luego de una parada de máquina.
- Antes de poner en marcha una máquina, se deben conocer las operaciones que se han de realizar y su correcto empleo.
- Debe prestarse la máxima atención al proceso de trabajo establecido para cada operación.

- Las piezas y herramientas, no deben tocarse con las manos sin protección, ya que pueden producir cortes y quemaduras.
- Los dispositivos de protección y seguridad de las máquinas deben conservarse en perfectas condiciones, por lo que se les debe dedicar un mantenimiento.

## **INSTRUCTIVO PARA EL MANTENIMIENTO DEL ORDEN Y LIMPIEZA**

### **OBJETIVO**

Prevenir incendios y accidentes, contribuir a la economía y aprovechamiento del espacio y procurar el bienestar ergonómico del personal del Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL en temas diversos de seguridad industrial.

### **ALCANCE**

Este Instructivo es aplicable a todo el Laboratorio de Termofluidos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

### **INSTRUCCIONES**

- Los materiales inflamables deben almacenarse lejos de cualquier fuente de ignición.
- Las cañerías o recipientes que contengan líquidos o gases inflamables o productos cáusticos no deben tener fugas.
- Los pasillos, puertas de escape, vías de emergencia, acceso a paneles de controles eléctricos y extintores o sistemas contra incendio, áreas de tránsito de vehículo y

peatones, deben mantenerse limpios y libres de obstrucciones.

- Los apilamientos de materiales no deben estar a menos de 1.6 metros con respecto al techo, cielo raso o lámparas de iluminación.
- Se debe retirar de los puestos de trabajo todo material que contribuya al desorden.
- Los tanques de combustibles deben estar rotulados y señalizados.
- Se debe codificar todas las tuberías en todo el laboratorio.
- Debe existir un programa de limpieza periódica de todas las secciones del laboratorio para evitar la acumulación de polvo.

## **INSTRUCTIVO PARA TRABAJAR EN SOLDADURA**

### **OBJETIVO**

Prevenir accidentes en acto de soldadura en el Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL.

### **ALCANCE**

Este Instructivo es aplicable a todo el Laboratorio de Termofluidos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

### **INSTRUCCIONES**

- Antes de trasladar o transportar un equipo de soldadura, desconectarlo siempre y enrollar los cables.
- Se debe revisar periódicamente el estado de los cable, se deben permanecer sin peladuras y perfectamente aislados.
- Para evitar electrocuciones, se debe llevar puestos los guantes durante la soldadura. El portaelectrodos se ha de dejar en la horquilla aislada, o en su defecto sobre objetos aislados.
- Si el equipo en marcha en vacío, es decir no hay arco, se debe tener presente que la tensión es mucho mayor. Evitar que se descargue a través del cuerpo.

- Durante las operaciones de soldadura se debe comprobar que el cable de masa a tierra esté debidamente conectado.
- Se debe usar siempre pantalla con cristales absorbentes para proteger la luz muy intensa producida por la soldadura. El personal que trabaje cerca deben llevar gafas con cristales absorbentes.
- El personal debe protegerse la piel con un uniforme hasta arriba, delantal de cuero, polainas, guantes con manoplas y cremas protectoras ya que el arco produce también radiaciones ultravioletas o infrarrojas que, cuando actúan durante un largo período de tiempo sobre la piel, pueden producir quemaduras y ampollas.
- Debe disponerse siempre de un extintor de incendios adecuado.



## **INSTRUCTIVO PARA LA UTILIZACIÓN DE EXTINTORES**

### **OBJETIVO**

Instruir a todo el personal la manera de utilizar los extintores en el Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL en temas diversos de seguridad industrial.

### **ALCANCE**

Este Instructivo es aplicable a todo el Laboratorio de Termofluidos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral

### **INSTRUCCIONES**

Para la utilización de los extintores se debe saber donde están ubicados en su sección de trabajo.

En caso de incendio:

- Mantener la calma.
- Pedir ayuda.
- Coger el extintor más cercano, siguiendo el método.
  - ✓ Hale el pasador y rompa el seguro.
  - ✓ Apunte la descarga hacia la base de las llamas.
  - ✓ Apriete la válvula manteniendo el extintor derecho.
  - ✓ Esparza el agente extintor de un lado a otro cubriendo toda el área de fuego.

✓ No utilice agua en caso de fuegos eléctricos.

Una vez apagado el fuego lleve el extintor al departamento de seguridad.

- No vuelva a colocarlo en el estante.
- Si el fuego es grande o se propaga:
  - ✓ Accione la alarma de aviso de incendios más cercana.
  - ✓ Combátalo en grupo con varios extintores.
  - ✓ Mantenga a su espalda la puerta de salida.
- Nunca obstruya el acceso a los extintores ni juegue con ellos.
- Asista a los simulacros y prácticas con extintores que ofrece el laboratorio

#### **4.9. Planes de Mitigación y Mejora**

##### **DESPUÉS DEL SINIESTRO**

##### **Remoción de escombros**

Mediante la remoción de los escombros debe perseguirse lo siguiente:

- Salvar aquellos elementos que no sufrieron las consecuencias del siniestro o que pueden recuperarse en forma total o parcial.
- Disminuir el riesgo latente ocasionado por la inestabilidad y desorden en el área afectada.
- Facilitar la valoración cualitativa y cuantitativa de las pérdidas.
- Facilitar la recuperación del área siniestrada y la pronta reiniciación de actividades.
- No iniciar labores hasta tener autorización.
- Determinar la necesidad de recursos materiales y humano indispensables, establezca un cronograma de trabajo.
- Verificar si los servicios de energía están suspendidos en el área, solo permita iluminación.

- Si los riesgos a la estabilidad estructural son inminentes, efectuar labores de demolición.
- Seleccionar un sitio para los desechos.
- Hacer un listado de los equipos y materiales afectados.

### **Clasificación de Emergencias**

#### **Emergencia de gran magnitud. (ALERTA ROJA)**

Siniestro que involucra peligro inminente contra la integridad física del recurso humano, equipos y/o maquinarias, que pueda interrumpir las actividades operacionales del laboratorio.

#### **Emergencia de mediana magnitud. (ALERTA NARANJA)**

Siniestro que no representa un peligro inminente para la integridad física del recurso humano ni paraliza las actividades generales del laboratorio.

#### **Emergencia leve. (ALERTA AMARILLA)**

Siniestro que no involucra o desestabiliza los recursos directamente vinculados con el sistema operacional del laboratorio ni su recurso humano y cuyo efecto es de corta duración.

#### **4.10. Plan Contra Incendio**

##### **PLAN DE EVACUACIÓN**

##### **OBJETIVO**

Salvaguardar la integridad física del personal del Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL así como de los bienes e instalaciones en caso de presentarse una emergencia de gran magnitud.

##### **DEFINICIÓN**

Conjunto de procedimientos y acciones tendientes a conseguir que las personas amenazadas por un peligro protejan su integridad física, mediante un desplazamiento a través y hasta lugares de menor riesgo.

##### **ALCANCE**

Es aplicable a todo el Laboratorio de Termofluidos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

- El sonido continuo de la alarma de aviso de incendio es un indicador de una emergencia de gran magnitud.
- La persona que ordena una evacuación en su orden es el Jefe y/o encargado del laboratorio.
- Las personas que le ayudan evacuar son los profesores que se encuentren en ese instante dictando sus clases respectivas que actúan como brigadistas contra incendio previo a esto deben ser capacitados para este tipo cargo y siniestros.
- Al evacuar:
  - Mantenga la calma
  - Apague su máquina y cierre las válvulas de gas en caso de existir.
  - No lleve nada consigo y no deje obstáculos.
  - No se regrese por ningún motivo ni cambie de ruta.
  - Salga sin correr, a paso rápido, en fila.
  - Si es el último en salir, cierre la puerta pero sin poner candado o seguro.

- Vaya al punto de reunión que le indiquen y notifique si falta alguien o cualquier novedad observada.
  - No regrese hasta que la autoricen.
- Los posibles puntos de encuentro son:
    - Parqueadero de profesores
    - Decanato
    - Plazoleta FIMCP-ESPOL

## **PROCEDIMIENTOS PARA LA EVACUACIÓN**

El procedimiento para los que actúen como brigadistas, personal antes- durante- después de la evacuación es:

### **Brigadistas**

#### **Antes de salir**

- Desenergice el área.
- Chequee el número de personas que hay en su área de responsabilidad incluyendo personas ajenas al laboratorio y constate la situación de seguridad de su sector antes de salir.
- Recuerde al personal la ruta de escape a utilizar y el lugar de reunión final.

- Emprenda y dirija la evacuación.

#### **Durante la evacuación**

- Repita en forma clara y permanente las consignas: No corran, mantengan la calma, No cambie de rumbo, nos reunimos en ...
- Impida que alguna persona regrese o se quede.
- Una persona adelante y otra atrás.
- Evite los síntomas de comportamiento incontrolado que puedan dar origen al pánico.
- Si se encuentra bloqueada la vía de evacuación, utilice la salida alterna de emergencia.
- Evite intrusiones y obstrucciones a los vehículos de bomberos.

#### **Después de la evacuación**

- Una vez en el punto de reunión, verifique que su grupo esté completo y notifique cualquier novedad.
- Cuando haya terminado la emergencia y se autorice el regreso al laboratorio, inspeccione detalladamente su área de trabajo.



- Confirme las anomalías y vigile la reanudación de las actividades en condiciones normales.

### **Personal**

#### **Antes de salir**

- Mantenga la calma.
- Interrumpa sus actividades y siga las instrucciones del brigadista.
- No deje obstáculos en las instalaciones contra incendios, apague los equipos, máquinas, baje los breakers.
- No deje abierta ninguna toma o conexión de agua, gas o electricidad.
- Abandone su área de trabajo.

#### **Durante la evacuación**

- Mantenga la calma.
- Utilice la ruta especificada y camine rápidamente pero sin correr.
- No se regrese ni retroceda.
- Evacue sin llevar consigo objetos, equipos o materiales.

### Después de la evacuación

- Reanúdese en el sitio específico y espere el control del brigadista, jefe y/o encargado del laboratorio.
- No regrese hasta que se le autorice.
- Comunicar cualquier novedad observada.

Para combatir el fuego el Laboratorio debe tener los siguientes medios de protección:

### Señalización de emergencia e información

Los rótulos de señalización deben estar siempre visibles, iluminados y ubicados en sitios adecuados de tal manera que todo el personal los pueda ver con facilidad.



**FIGURA 4.10 SEÑALES DE EMERGENCIA E INFORMACIÓN**

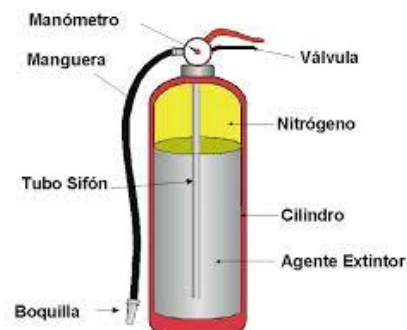
### Extintores portátiles

Según la norma NFPA 10 clasifica los incendios en cuatro categorías, en el Plano N° 3 Sistemas de Alarmas en el Laboratorio de Termofluidos (Apéndice B), se recomienda instalar 3 extintores de 10 lbs. Clase A-B-C siendo que estos tipos de incendio son los más propensos a provocarse:

Clase A. Incendios de materiales combustibles ordinarios (madera, tela, papel, caucho, plástico).

Clase B. Incendios de líquidos combustibles o inflamables, gases inflamables, grasas, materiales similares.

Clase C. Incendios de equipo eléctrico.



**FIGURA 4.11 EXTINTOR**

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- El método matemático William T. FINE se determina que el grado de peligrosidad del laboratorio es alto y que su corrección es inmediata en los procesos de uso de caldera, oficina, entorno general.
- El método FANGER indica que las variables ambientales del laboratorio no son óptimas en vista de que existe en las áreas demasiada concentración de calor de tal manera el

resultado indica que el 100% del personal se encuentra insatisfecho.

- Se realizó un nuevo estudio simulando la implantación de extractores en las zonas de calor y dando como resultado que el laboratorio se encuentra en los límites permisibles.
- De acuerdo con el estudio del método MESERI se determina que la infraestructura está en perfectas condiciones pero por la protección colectiva que no existe en el laboratorio se tiene como resultado 4,66 siendo que el riesgo se considera aceptable cuando es mayor a 5.
- Se determina que el Laboratorio de Termofluidos no cumple con las condiciones necesarias para prestar servicios de una manera segura, en vista que todas las metodologías utilizadas de diagnóstico determina que existe:

Exceso de material inservible.

Riesgos eléctricos como tapas descubiertas.

Riesgos de quemaduras.

Demasiada concentración de calor.

No existen dispositivos de alarmas.

Riesgo de incendio al momento de soldar cerca del tanque de combustible.

- Se observa que los estudiantes no tienen los procedimientos para ingresar al Laboratorio, ni tampoco conocen los riesgos que existen en el mismo.
- El Laboratorio no tiene sistema de señalética donde indique puntos de salida, zona de peatones, equipos de protección personal, punto de encuentro al existir una emergencia.

## Recomendaciones

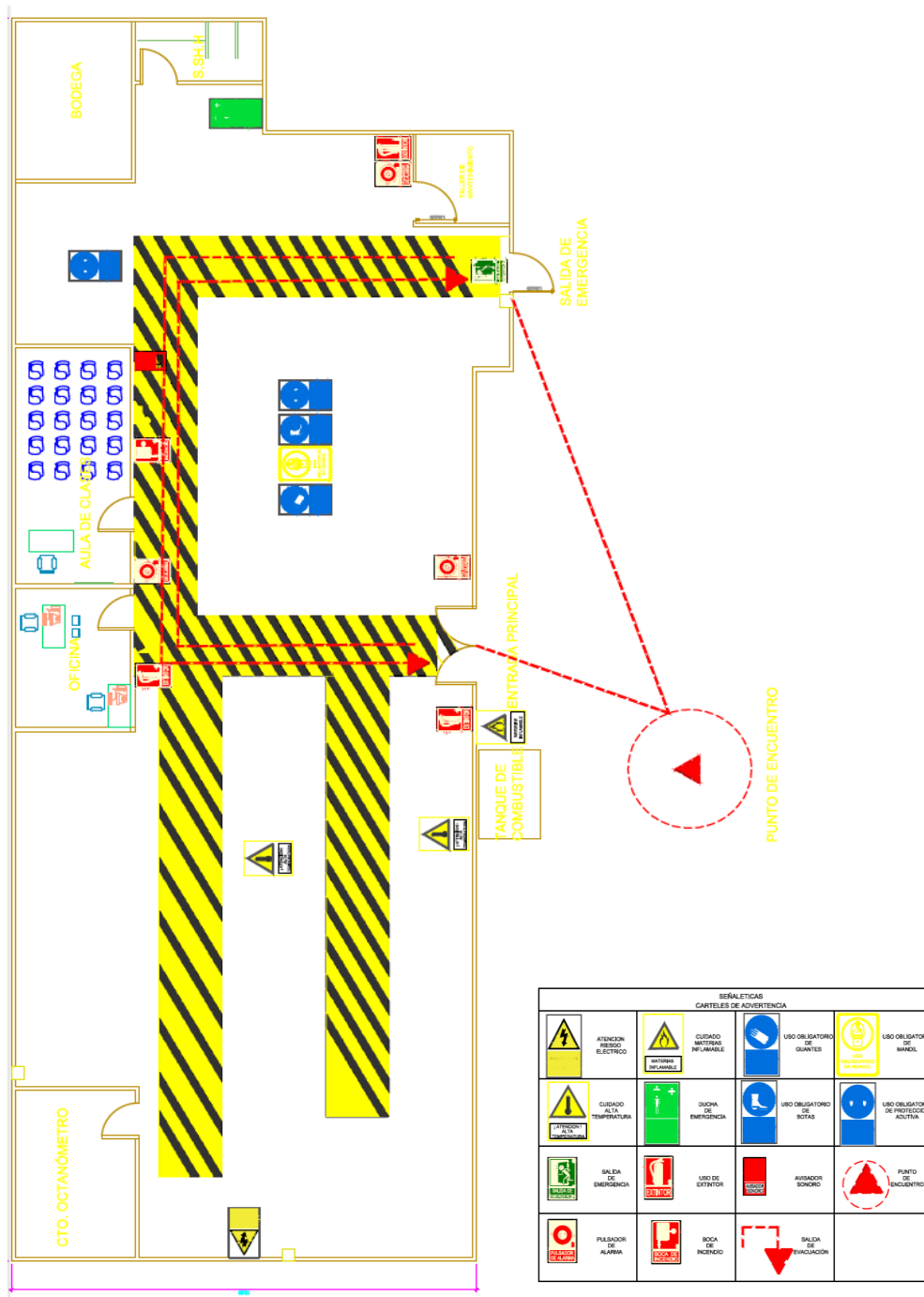
- De acuerdo con el resultado del Método MESERI se requiere implementar equipos de protección personal y colectiva en vista de que se simula que existen alarmas donde su resultado es de 5.57 considerado aceptable.
- Instalar protección colectiva como 3 extintores A-B-C, 2 lámparas de emergencia, 5 detectores de temperatura fija, 2 pulsadores de alarmas, 1 sirena visual y auditiva, 1 lavajos y ducha de emergencia.
- Colocar las señáleticas necesarias tales como prevención de riesgos, EPP obligatorio, señal de seguridad, construir una puerta de emergencia, señálar la ruta de evacuación.
- Considerar reubicar las máquinas y equipos, aplicando la distribución propuesta para el Laboratorio de acuerdo a las normativas estudiadas y también a su funcionamiento.
- Construir un taller de mantenimiento mecánico en donde se ubiquen máquinas de soldar, taladro, torno, esmeril, de tal manera que se minimizan los riesgos al momento de realizar la operación mecánica.

- Implementar la metodología de las 5'S dentro del laboratorio.
- Utilizar el tríptico que se diseñó para el ingreso de prácticas al laboratorio de termofluidos FIMCP-ESPOL, de esta manera toda persona que ingrese al mismo deberá usar los EPP obligatorios y seguir el procedimiento establecido.
- Colocar señáleticas en el laboratorio indicando vías de evacuación.
- Se debe construir puerta de salida basado en el decreto 2393.
- Recomendar que el estudiante cuando ingrese al laboratorio haga sin mochilas y bajo los procedimientos del tríptico.
- Formar auditores en Seguridad y Salud Ocupacional para las auditorías a realizarse en el Laboratorio.

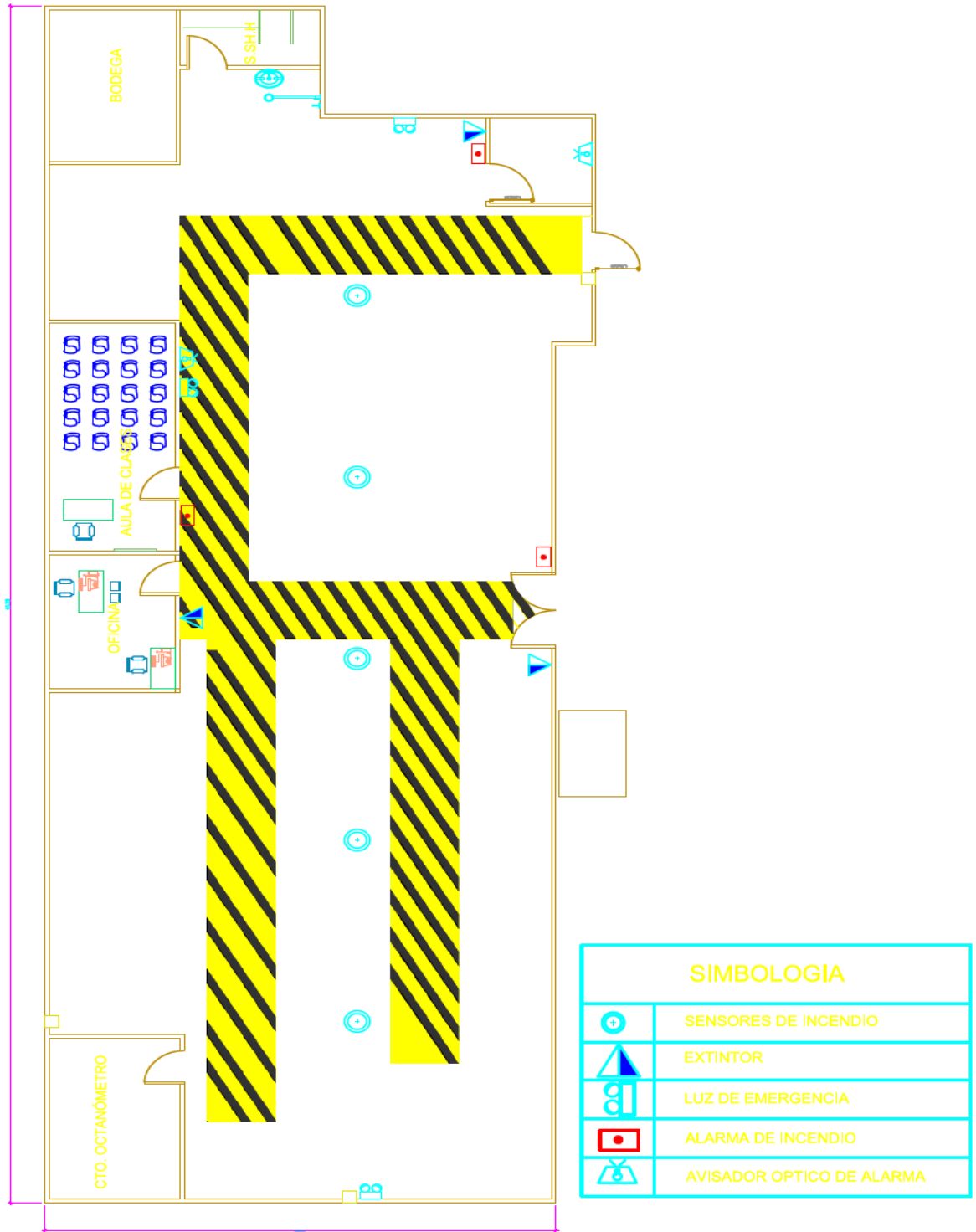


# APÉNDICES

### Apéndice A. Plano N°3 Señalización y Ruta de Evacuación en el Laboratorio de Termofluidos



**Apéndice B. Plano N°4 Sistemas de Alarmas en el Laboratorio de Termofluidos**



## **Apéndice C.** Procedimiento para la Manipulación y Almacenamiento de Materiales

### **OBJETIVO**

Prevenir incendios, accidentes personales y optimizar el aprovisionamiento del espacio disponible en el Laboratorio de Termofluidos FIMCP-ESPOL.

### **ALCANCE**

Es aplicable a todo el Laboratorio de Termofluidos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

- Está terminantemente prohibido fumar en cualquier área del laboratorio.
- Todos los materiales deben estar contenidos de manera segura y claramente identificados.
- Se debe mantener un espacio libre de por lo menos 60 centímetros en todo el contorno interior de la bodega.
- Clasifique los materiales de acuerdo a su compatibilidad.
- Es importante mantener buenas prácticas de orden y limpieza dentro y fuera del laboratorio. Conozca las operaciones que se están realizando cerca de su área de trabajo y las sustancias que se utilizan.

- Evite apilar pilas muy altas e inestables, nunca deben alcanzar las lámparas de iluminación.
- Las estanterías de almacenamiento deben ser seguras y resistentes.
- Asegúrese una ventilación adecuada en el laboratorio, evite el polvo excesivo en áreas cerradas.
- Mantenga en buen estado todo el equipo utilizado en la manipulación del combustible.
- Reportar los materiales que están fuera de servicio, en desuso o en mal estado, ocupando espacio necesario para otros materiales.
- Revise periódicamente las condiciones de las paredes perimetrales del laboratorio.
- Reporte inmediatamente cualquier desperfecto o condición insegura del sistema eléctrico.
- Al almacenar se debe evitar:
  - Obstruir el acceso a las tomas de agua, extintores, llaves contra incendios, cuadros eléctricos, interruptores, cajas de fusible, válvulas, máquinas, etc.

- Bloquear los equipos de primeros auxilios, puertas o salidas de emergencias, pasillos.
- Dejar ocultos carteles informativos, señales de seguridad, indicaciones.
- Al almacenar materiales pesados se debe tener en cuenta que los pisos sean resistentes.
- Almacenar correctamente para evitar los riesgos de accidentes debido al paso del personal.
- Tipos de apilado:

<b><u>Cruzados</u></b>	Se coloca una capa de materiales en ángulo recto con la capa inmediatamente inferior.
<b><u>Bidones</u></b>	De pie con el tapón hacia arriba, entre fila y fila habrán de ir tablas de madera como soporte y protección.
<b><u>Cajas</u></b>	La altura de la pila de cajas siempre será la misma y no demasiado alta ya que aumenta el riesgo de derrumbe. Para apilar cajas deben colocarse a nivel todas las hileras, de tal forma que cada elemento descansa sobre la cuarta parte del que se encuentre abajo.
<b><u>Tubos Y Barras</u></b>	En capas con bandas de madera o de metal interpuestas y bloqueadas para evitar deslizamientos. Las barras ligeras se pueden apilar verticalmente.
<b><u>Bloque</u></b>	Mediante pilas autosoportadas.
<b><u>Especial</u></b>	Recipientes delicados tipo vidrios, materiales difíciles de apilar o peligrosos, que se deben almacenar en estanterías o compartimientos especiales.


## Apéndice D. Cálculo De Método MESERI

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIO							
Empresa:		Lab. Termofluidos		Situación:			
CONSTRUCCIÓN				PROPAGABILIDAD			
Nº de pisos	Altura	Coficiente	Puntos	Vertical	Coficiente	Puntos	
1 o 2	menor de 6 m.	3	3	Baja	5	5	
3, 4 o 5	entre 6 y 15 m.	2		Media	3		
6, 7, 8 o 9	entre 15 y 27 m.	1		Alta	0		
10 o más	más de 30 m.	0		Horizontal	Coficiente	Puntos	
Superficie mayor sector Incendios		Coficiente	Puntos	Baja	5	3	
de 0 a 500 m <sup>2</sup>		5	5	Media	3		
de 501 a 1500 m <sup>2</sup>		4		Alta	0		
de 1501a 2500 m <sup>2</sup>		3					
de 2501 a 3500 m <sup>2</sup>		2					
de 3501 a 4500 m <sup>2</sup>		1					
más de 4500 m <sup>2</sup>		0					
Resistencia al fuego		Coficiente	Puntos	DESTRUCTIBILIDAD			
Resistente al fuego (hormigón)		10	10	Por calor	Coficiente	Puntos	
No combustible		5		Baja	10	5	
Combustible		0		Media	5		
			Alta	0			
Falsos techos		Coficiente	Puntos	Por humo	Coficiente	Puntos	
Sin falsos techos		5	5	Baja	10	10	
Con falsos techos incombustibles		3		Media	5		
Con falsos techos combustibles		0		Alta	0		
FACTORES DE SITUACIÓN				Por corrosión	Coficiente	Puntos	
Distancia bombero: Tiempo		Coficiente	Puntos	Baja	10	5	
menor de 5 km	5 minutos	10	6	Media	5		
entre 5 y 10 km	5 y 10 min.	8		Alta	0		
entre 10 y 15 km	10 y 15 min.	6					
entre 15 y 25 km	15 y 25 min.	2					
más de 25 km	25 min.	0					
Accesibilidad de edificios		Coficiente	Puntos	Por agua	Coficiente	Puntos	
Buena		5	3	Baja	10	10	
Media		3		Media	5		
Mala		1		Alta	0		
Muy mala		0					
PROCESOS				SUBTOTAL (X) 101			
Peligro de activación		Coficiente	Puntos	Factor Medios de Protección Humana			
Bajo		10	5	SV	CV	Puntos	
Medio		5		Extintores portátiles (EXT)	1	2	2
Alto		0		Bocas de incendio equipadas (BIE)	2	4	0
Carga térmica		Coficiente	Puntos	Columnas hidrantes exteriores (CHE)	2	4	0
Baja (Q < 100 Mcal/m <sup>2</sup> )		10	10	Detección automática (DET)	0	4	0
Media (100 < Q < 200 Mcal/m <sup>2</sup> )		5		Rociadores automáticos (ROC)	5	8	0
Alta (Q > 200 Mcal/m <sup>2</sup> )		0		Extinción por agentes gaseosos (IFE)	2	4	0
Combustibilidad		Coficiente	Puntos	SUBTOTAL (Y) 2			
Baja (M.0 y M.1)		5	5	Cálculo del coeficiente de Protección "P":			
Media (M.2 y M.3)		3		$P = (5 X : 120) + (5 Y : 22) + 1 (BCI) = 4,66288$			
Alta (M.4 y M.5)		0		En caso de existir Brigada Contra Incendio (BCI) se le sumara un punto al resultado obtenido anteriormente			
Orden y limpieza		Coficiente	Puntos	El riesgo se considera aceptable cuando $P \geq 5$ .			
Bajo		0	5	OBSERVACIONES			
Medio		5					
Alto		10					
Almacenamiento en altura		Coficiente	Puntos				
menor de 2 m		3	3				
entre 2 y 4 m		2					
más de 6 m		0					
FACTOR DE CONCENTRACIÓN				CONCLUSIÓN (Indicar en el Informe de Inspección)			
Factor de concentración		Coficiente	Puntos				
menor de 50.000 pts/m <sup>2</sup>		3	3				
entre 50 y 200.000 pts/m <sup>2</sup>		2					
más de 200.000 pts/m <sup>2</sup>		0					






### Apéndice F. Plan Anual de Auditorías


 <p><b>FIMCP</b> Fondo Interamericano de Monitoreo y Control</p>	<b>PLAN ANUAL DE AUDITORIAS</b>												Código: LT-F-001
													Sección: SG
	Fecha:						Revisión: 0						Página: 1/ 1
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>2009</b>												<b>OBSERVACIONES</b>
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Elaborado Por:													

## Apéndice G. Programa de Auditorías Internas

 <p><b>FIMCP</b> Federación Internacional de Municipios de Colombia</p>	<b>PROGRAMA DE AUDITORÍAS INTERNAS</b>		Código: LT-F-002
			Sección: 56
	Fecha:	Revisión: 0	Página: 1
<b>OBJETIVO:</b>			
<b>ALCANCE:</b>			
<b>CRITERIOS DE AUDITORIA:</b>			
<b>METODOLOGÍA:</b>			
<b>FECHAS Y LUGAR DE AUDITORIA:</b>			
<b>EQUIPO AUDITOR:</b>			
Auditor Líder:			
Auditores:			



### Apéndice I. Reporte de Auditores

 <b>FIMCP</b>	<b>REPORTE DE AUDITORES</b>		Código: LT-F-004			
			Sección: SG			
	Fecha:	Revisión: 0	Página: 1			
Fecha de Auditoría: _____		Auditor: _____				
Área/Proceso: _____		Responsable: _____				
CLAÚSULA	DESCRIPCIÓN	C	NC	Obs.	OM	

\_\_\_\_\_  
FIRMA AUDITOR

## Apéndice J. No Conformidades


	<b>NO CONFORMIDADES</b>		Código: LT-F-005
			Sección: 56
	Fecha:	Revisión: 0	Página: 1

Planta:				Fecha de auditoría:			
Norma Auditada:			Cláusula #:			N.C. #:	/
Auditor:				Firma:			
NC. Mayor	Área/Proceso:						
NC. Menor	Documento(Si aplica):						

Descripción de Hallazgo	
Firma de Representante:	Fecha acordada de respuesta:
Análisis de la causa raíz (a ser completada por el responsable del proceso)	
Corrección (a ser completada por el responsable del proceso)	
Verificación de Corrección (Auditor)	
Satisfactorio?	Comentarios
SI_ NO_	
Firma Auditor:	Fecha:



## Apéndice L. Informe de Auditor Interno

 <b>FIMCP</b>	<b>INFORME DE AUDITOR INTERNO</b>		Código: LT-F-007
			Sección: SG
	Fecha:	Revisión: 0	Página: 1

Fecha:  Área/Planta:

Proceso / Procedimiento:

<b>Comentarios:</b>
<b>Documentación adjunta:</b>

\_\_\_\_\_  
Firma Auditor Interno

Nombre: \_\_\_\_\_





**Apéndice N. Informe de Auditoría**

 <p><b>FIMCP</b> FONDO INTERAMERICANO DE MOVIMIENTO DE CONTROL PÚBLICO</p>	<b>INFORME DE AUDITORÍAS</b>		Código: LT-F-009
			Sección: 56
	Fecha:	Revisión: 0	Pág.: 1

FECHA: \_\_\_\_\_ AUDITORIA No: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

AUDITOR (ES):

LIDER: \_\_\_\_\_

AUDITORES:

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

OBJETIVO DE LA AUDITORÍA

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ALCANCE DE LA AUDITORÍA

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

CRITERIOS DE LA AUDITORÍA

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



## Apéndice P. Tríptico para el Ingreso al Laboratorio de Termofluidos FIMCP - ESPOL



### **Visión**

Ser líder y referente de la Educación Superior de América Latina.

### **Misión**

Formar profesionales de excelencia, líderes, emprendedores, con sólidos valores morales y éticos que contribuyan al desarrollo del país, para mejorarlo en lo social, económico, ambiental y político. Hacer investigación, transferencia de tecnología y extensión de calidad para servir a la sociedad.

### **SEGURIDAD INDUSTRIAL**



Consiste en fomentar entre las personas una cultura prevencionista en las organizaciones, que evite lesiones, daños, incapacidades, pérdidas en las empresas y lo más grave, la enfermedad y/o la muerte.

### **Riesgo**

Es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un desastre.

### **Teléfonos de Emergencia**

- 1649 Garita Principal
- 1236 Dispensario Médico
- 911

### **EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL**

Es obligatorio el uso de estos EPP para poder ingresar al Laboratorio.

### **EPP Obligatorios:**

Mandil – Gafas - Zapato cerrado



### **EPP de acuerdo a máquinas:**

**Caldera:** Casco – Protección Auditiva - Guantes

**Túnel Subsónico:** Protección Auditiva





## PROCEDIMIENTO PARA INGRESAR AL LABORATORIO

- Ingresar con mandil abotonado y no holgado, gafas de seguridad, zapato cerrado.
- Leer las instrucciones de seguridad y cumplir los reglamentos del laboratorio.
- Dejar accesorios (maletas, bolsos) al ingreso del laboratorio.
- No ingresar con anillos, pulseras, reloj.
- Prohibido el ingreso con gorras, bermudas o pantalones cortos.
- No comer, beber o fumar en el laboratorio de prácticas.
- Llevar el cabello recogido.
- Comprobar la ubicación del material de seguridad como extintores, duchas de seguridad, lavaojos, botiquín.
- Si no sabe el funcionamiento del equipo NO lo prenda.
- Prohibido el trabajo en las máquinas sin su responsable.

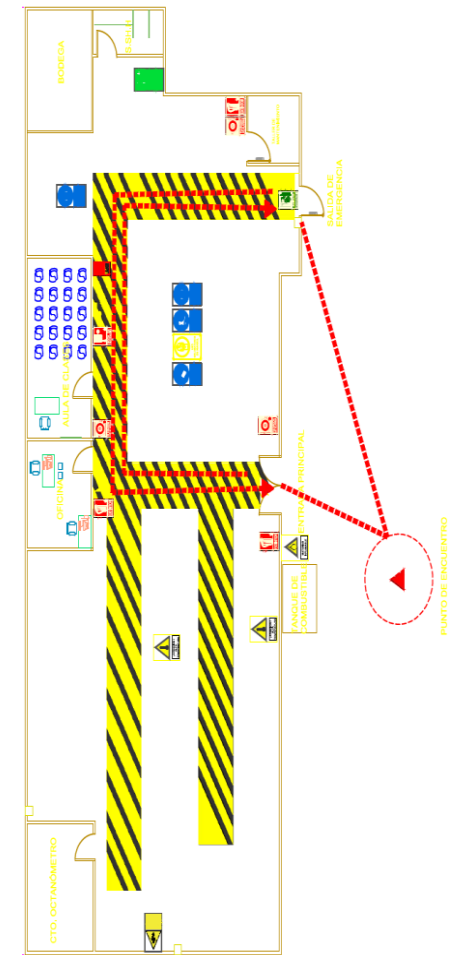
## EN CASO DE ACCIDENTES

Aquí la seguridad no es una opción, es una cultura prevencionista.

Al existir un accidente lo más importante es:

- Mantener la calma.
- Comunicar al responsable del laboratorio.
- Llamar a los números de emergencia de la Espol y al 911.
- Al existir salpicadura en los ojos de viruta o partículas de metal, lavarse inmediatamente con agua durante 15 a 20 min, empleando el lavaojos.
- Si existe una cortadura y/o quemadura de los primero auxilios al afectado y haga uso del botiquín del laboratorio.
- Al existir un incendio evacue inmediatamente el laboratorio.
- No regresar al laboratorio hasta que se le autorice.

## PLANO DE EVACUACIÓN



# BIBLIOGRAFÍA

[1] PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. (1986), “Decreto Ejecutivo 2393. Reglamento de seguridad y salud de los Trabajadores y mejoramiento del Medio ambiente de trabajo”, Ecuador.

[2] MINISTERIO DE TRABAJO. (2005), “Código de Trabajo. Codificación 2005-017”, Ecuador.

[3] SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. José Manuel De-Vos Pascual

[4] PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS.

[5] FELIX PEDRO MARIN ANDRÉS (2006) SEGURIDAD INDUSTRIAL. MANUAL PARA LA FORMACIÓN DE INGENIEROS. DYKINSON, S.L.

[6] LA SEGURIDAD INDUSTRIAL, FUNDAMENTOS Y APLICACIONES, Julian Alejandro Cruz.

[7] RIESGOS DEL TRABAJO, INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL. (1981). “*Servicios Médicos de la empresa*”, (2º Edición), Ecuador.

[8] OFICINA INTERNACIONAL DE TRABAJO OTI (2009), Seguridad y Salud en el Trabajo, Conferencia Internacional del Trabajo. Ginebra – Suiza.

[9] CORTÉS, J. (2007), “*Seguridad e Higiene del Trabajo. Técnicas de prevención de riesgos laborales*”, (9º Edición), Editorial TÉBAR, Madrid - España.

[10] GRIMALDI-SIMONDS (1996), “*La Seguridad Industrial-Su Administración*”, (2º Edición), Editorial Alfa Omega, México.

[11] ANGEL VARGAS ZUÑIGA (1984), Calderas Industriales, Editorial Series VZ.

[12] C. RAY ASFAHL, Seguridad Industrial y Salud, Cuarta Edición University of Arkansas.

[13] L.C. MORROW, Manual Mantenimiento Industrial.

[14] ROBERT C. ROSALER, Manual del Ingeniero de Planta, Segunda Edición.