

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**

**CARRERA:**  
**INGENIERÍA MECÁNICA**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:**  
**INGENIEROS MECÁNICOS**

**TEMA:**  
**DISEÑAR LA DISPOSICIÓN DE EQUIPOS PARA UN TALLER DE**  
**SOLDADURA CON CAPACIDAD DE 20 PERSONAS EN LA UNIDAD**  
**EDUCATIVA DEL MUCHACHO TRABAJADOR EN EL SECTOR DE**  
**COTOCOLLAO, CANTÓN QUITO**

**AUTORES:**  
**MAURICIO KEVIN FLORES TIPAS**  
**JORGE DAVID PAREDES RÍOS**

**TUTOR:**  
**MARCOS ANTONIO HECHAVARRÍA SÁNCHEZ**

**Quito, marzo 2020**

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

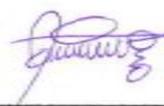
Nosotros, Mauricio Kevin Flores Tipas, con documento de identificación 171906894-0, y Jorge David Paredes Ríos con documento de identidad 172356785-3, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de grado intitulado: “DISEÑAR LA DISPOSICIÓN DE EQUIPOS PARA UN TALLER DE SOLDADURA CON CAPACIDAD DE 20 PERSONAS EN LA UNIDAD EDUCATIVA DEL MUCHACHO TRABAJADOR EN EL SECTOR DE COTOCOLLAO, CANTÓN QUITO”, el mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Mauricio Kevin Flores Tipas

C.I. 171906894-0



Jorge David Paredes Ríos

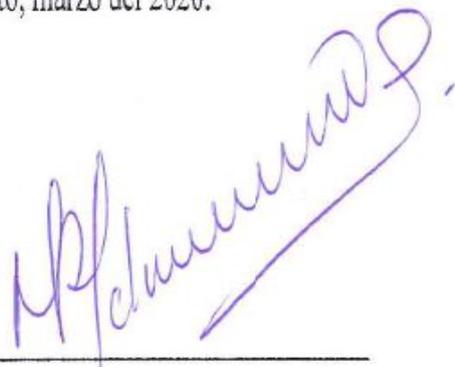
C.I. 172356785-3

Quito, marzo del 2020.

## **DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR**

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Trabajo de Titulación: “DISEÑAR LA DISPOSICIÓN DE EQUIPOS PARA UN TALLER DE SOLDADURA CON CAPACIDAD DE 20 PERSONAS EN LA UNIDAD EDUCATIVA DEL MUCHACHO TRABAJADOR EN EL SECTOR DE COTOCOLLAO, CANTÓN QUITO”, realizado por Mauricio Kevin Flores Tipas y Jorge David Paredes Ríos, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana para ser considerado como Trabajo Final de Titulación.

Quito, marzo del 2020.

A handwritten signature in blue ink, written in a cursive style, positioned above a horizontal line. The signature appears to be 'M. Hechavarría S.'.

Marcos Antonio Hechavarría Sánchez

C.I. 1756684369

## **DEDICATORIA**

La concepción de este proyecto de titulación está dedicada a mis padres, quienes son la estructura fundamental de mi vida. De ellos soy, y a ellos me debo. Su constancia y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mi hermana, familia y la sociedad. Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todas las personas que están junto a mí, que caminaron conmigo y que siempre me acompañarán a través de los valores que reflejan su calidad de seres humanos.

*Mauricio Flores*

## **DEDICATORIA**

La concepción de este proyecto de titulación está dedicada a mis padres, quienes son la estructura fundamental de mi vida. De ellos soy, y a ellos me debo. Su constancia y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos, familia y la sociedad. Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todas las personas que están junto a mí, que caminaron conmigo y que siempre me acompañarán a través de los valores que reflejan su calidad de seres humanos.

*Jorge Paredes*

## ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	i
DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR .....	i
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE GENERAL .....	v
SIMBOLOGÍA .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
1.1    Soldadura.....	3
1.1.1.    Soldadura eléctrica (SMAW) .....	4
1.1.2.    Soldadura oxiacetilénica (OAW) .....	7
1.1.3.    Soldadura TIG (GTAW) .....	10
1.1.4.    Soldadura de arco con metal por gas (GMAW) .....	12
1.1.5.    Cisura por arco plasmático .....	14
1.2.    Seguridad del laboratorio enfocado a la industria .....	15
1.2.1.    Seguridad e higiene de trabajo .....	15
1.3.    Señalética .....	15
1.4.    Protección contra humos y gases.....	16
1.5.    Teoría de transferencia de calor .....	17
1.5.1.    Mecanismos de transferencia de calor .....	17
1.5.2.    Transferencia de calor desde el cuerpo humano .....	17
1.6.    Presupuesto.....	18
1.7.    Ventilación .....	18
1.7.1.    El proceso.....	18

1.7.2.	Ventilación a manera de extracción natural .....	19
1.7.3.	Ventilación mecánica.....	20
1.8.	Campanas de captación .....	22
1.9.	Contaminantes .....	23
1.9.1.	Efectos de inercia.....	23
1.9.2.	Efectos de la densidad.....	23
1.10.	Planteamiento de campanas .....	23
1.11.	Campanas exteriores .....	24
1.12.	Tipos de extractores de aire .....	26
1.13.	Riesgos presentes en el proceso de soldadura .....	27
1.13.1.	Exposición a sustancias toxicas o asfixiantes .....	27
1.13.2.	Proyección de partículas .....	28
1.13.3.	Sobreesfuerzos y fatiga postural .....	29
1.13.4.	Radiación ultravioleta y luminosa.....	29
1.14.	Iluminación O iluminancia .....	29
1.15.	Tipos de iluminación .....	30
1.15.1.	Tipos de lámparas .....	31
1.15.2.	Led para uso industrial .....	34
1.16.	Iluminación recomendada.....	36
1.17.	Normativa para diseño de puerta y área de trabajo. ....	36
1.18.	Normativa de ergonomía y diseño de puesto de trabajo .....	37
1.19.	Riesgos de incendios .....	37
1.20.	Tipos de extintores .....	38
1.20.1.	Según el fuego.....	38
1.20.2.	Según el agente extintor .....	39
CAPÍTULO II.....		42
MARCO METODOLÓGICO .....		42

2.1.	Finalidad del laboratorio .....	42
2.2.	Distribución en planta de los sectores de trabajo. ....	42
2.3.	Método de cálculo para ventilación natural .....	42
2.4.	Método de ventilación mecánica .....	44
2.4.1.	Requerimientos para la ventilación mecánica .....	44
2.4.2.	Cálculos para ventilación mecánica.....	44
2.4.3.	Requisitos de presión .....	44
2.5.	Calor a disipar o carga térmica .....	46
2.6.	Control de olores .....	46
2.7.	Velocidad de control.....	46
2.8.	Variación del caudal desde la campana .....	49
2.9.	Análisis de alternativas .....	50
2.9.1.	Alternativa de disposición de los puestos de trabajo .....	50
2.10.	Determinación del caudal de aspiración.....	52
2.11.	Parámetros en el diseño de conductos.....	53
2.11.1.	Cálculo del volumen del laboratorio .....	53
2.11.2.	Cálculo de caudal.....	55
2.11.3.	Cálculo del caudal para una estación de trabajo .....	56
2.11.4.	Pérdida de carga unitaria .....	57
2.11.5.	Diámetros y velocidades equivalentes. ....	59
2.11.6.	Calculo de dimensiones del conducto .....	61
2.11.7.	Cálculo de pérdidas en el sistema .....	64
2.11.8.	Selección del extractor .....	73
2.12.	Seguridad y protección.....	75
2.12.1.	Señalética a utilizarse .....	75
2.13.	Selección de extintores.....	77
2.14.	Distribución de extintores.....	78

2.15.	Proceso de selección de luminaria .....	79
2.15.1.	Cálculo del área de trabajo .....	80
2.15.2.	Altura de trabajo .....	80
2.15.3.	Calculo de flujo luminoso total de trabajo .....	80
2.15.4	Selección del tipo de lámpara a instalar.....	83
CAPÍTULO III .....		84
ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COSTOS .....		84
3.1.	Valoración de costos.....	84
3.2.	Clasificación de costos.....	84
3.3.	Costo de funcionamiento del sistema .....	90
CONCLUSIONES .....		92
RECOMENDACIONES .....		94
REFERENCIAS .....		95
ANEXOS		

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Pormenorización de AWS para electrodos protegidos [6] .	6
Tabla 2 Norma de color y elemento de aleación de diversas aleaciones para electrodo de tungsteno [9]	11
Tabla 3 Especificaciones técnicas de lámpara Led [26]	35
Tabla 4 Pérdida de carga en la abertura por turbulencia. [17]	47
Tabla 5 Valores permitidos para la dispersión de contaminantes [33]	48
Tabla 6. Factores considerables para dispersión de contaminantes. [33]	49
Tabla 7 Tabla de Alternativas para disposición de puestos de trabajo.	50
Tabla 8. Tabla de parámetros	51
Tabla 9 Evaluación de alternativas	52
Tabla 10. Número de renovaciones de aire por hora [17].	55
Tabla 11. Ruidos emitidos por velocidades de aire en sistemas de baja velocidad. [2]	57
Tabla 12 Caudal total y velocidad máxima.	58
Tabla 13 Resultados según Pu constante	60
Tabla 14 Velocidades reales	65
Tabla 15 Pérdidas por fricción en tramos rectos	67
Tabla 16 Pérdidas de las mangas flexibles	67
Tabla 17 Pérdidas en cambios de sección	73
Tabla 18 Pérdidas totales	73
Tabla 19 Distribución de extintores [39]	79
Tabla 20 Coeficiente de reflexión [40]	81
Tabla 21 Coeficiente de utilización [40]	82
Tabla 22 coeficiente de mantenimiento [40].	82
Tabla 23 Costos de materiales	85
Tabla 24 Costos de insumos	86
Tabla 25 Costos de mano de obra.	87
Tabla 26 Materia indirecta y costos ingenieriles	88
Tabla 27 Reducción de costos	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura.1 Elementos en un circuito con soldadura [4] .....	4
Figura. 2 Soldado por arco de metal cubierto   [4] .....	5
Figura. 3 Pormenorización AWS A5.1 para conductores [1].....	7
Figura. 4 Bosquejo para soldadura oxiacetilénica [7].....	8
Figura. 5 Flama Neutral [4] .....	9
Figura. 6 Operación con soldadura por arco con gas y tungsteno [4] .....	10
Figura. 7 Diagrama esquemático MIG [5] .....	13
Figura. 8 Elementos del proceso de plasma [11].....	15
Figura. 9. Figuras geométricas, colores y contrastes para señales de seguridad NTE- ISO 3864-1 [14] .....	16
Figura. 10 Mecanismos de pérdida de calor desde el cuerpo humano y magnitudes relativas para una persona.....	18
Figura. 11. Desarrollo de captación por campana. [17] .....	21
Figura. 12 Componentes básicos de una instalación para ventilación localizada. [46] .....	22
Figura. 13. Tipos para campana dentro cabinas. [18] .....	24
Figura. 14. Tipos de campanas de extracción. [18] .....	25
Figura. 15. Extractor con motor axial. [19].....	26
Figura. 16. Extractor con motor centrifugo. [19] .....	27
Figura. 17. Extractor con motor mixto. [19] .....	27
Figura. 18. Distribución luminosa [49].....	31
Figura. 19. Partes de una bombilla [24] .....	32
Figura. 20. Lámpara halógena [24].....	32
Figura. 21. Lámpara Fluorescente [24].....	33
Figura. 22. Lámpara LED [26] .....	35
Figura. 23. Iluminación Recomendada [23].....	36
Figura. 24. Clases de fuego vs agente extintor [38] .....	38
Figura. 25. Extintor de agua [48].....	39
Figura. 26. Extintor de agua pulverizada .....	40
Figura. 27. Extintor de espuma [48] .....	40
Figura. 28. Extintor de polvo químico [48].....	41
Figura. 29. Extintor de <b>CO2</b> [48] .....	41
Figura. 30. Presión positiva (depresión) [47] .....	45

Figura. 31. Presión Neutral (sobrepresión) [47] .....	45
Figura. 32. Presión negativa (sobrepresión) [47] .....	45
Figura. 33. Variación respecto al foco de contaminación [17] .....	49
Figura. 34. Dimensionamiento del laboratorio de soldadura Fuente: Mauricio Flores, Jorge Paredes .....	54
Figura. 35. Número de cabinas de laboratorio Fuente: Mauricio Flores, Jorge Paredes .....	56
Figura. 36. Perdidas de carga unitaria.....	59
Figura. 37. Diámetros y velocidades equivalentes .....	60
Figura. 38. Número de cabinas de laboratorio Fuente: Mauricio Flores, Jorge Paredes .....	61
Figura. 39. Diagrama presión dinámica [17].....	68
Figura. 40. Coeficiente <<n>>perdidas de codos [17] .....	69
Figura. 41. Selección del coeficiente n [17].....	70
Figura. 42. Cambios de sección.....	70
Figura. 43. Curva característica de extractores TTT-B [17] .....	75
Figura. 44. Señales obligatorias [14] .....	76
Figura. 45. Señales de prohibición. [14] .....	76
Figura. 46. Señales de advertencias. [14].....	76
Figura. 47. Señales de emergencia. [14] .....	77
Figura. 48. Costo de servicio Eléctrico y Alumbrado público Quito Fuente: EEQ....	91

## SIMBOLOGÍA

$Q$ : flujo de aire necesario para ventilación

$H$ : Cantidad de calor necesaria que debe eliminarse

$C_p$ : Calor específico del aire

$\rho$ : Densidad del aire

$t_i$ : Temperatura de diseño del aire del interior

$t_0$ : Temperatura de diseño del aire exterior

$A_l$ = área libre de la abertura de entrada

$Q_a$ : Flujo de aire de ventilación necesaria a través de la abertura

$E$ : Efectividad de la abertura

$V$ : velocidad del viento

$Q_t$ : Flujo de aire debido solo a las fuerzas térmicas

$h$ : altura vertical

$Q_p$ : Extracción necesaria del aire de ventilación.

$f_{vp}$ : Flujo de aire de ventilación, por persona.

$N_p$ : Número de personas que trabajan

$P_d$ : presión dinámica

$C_e$ : Coeficiente de entrada

$h_e$ : Perdida de carga en la abertura por turbulencia

$Q_1$ : Caudal

$k_1$ : Coeficiente de proporcionalidad y que es función de la forma del contorno de velocidad.

$v_c$ : Velocidad de control.

$x_1$ : Distancia

## **RESUMEN**

El presente proyecto está destinado al diseño de un laboratorio de soldadura con capacidad de 20 estudiantes, destinado a realizar tareas de aprendizaje y prácticas para alumnos de la Unidad Educativa Centro del Muchacho Trabajador, que no cuentan con un espacio para la formación en especialidades técnica en el campo de la mecánica industrial, existe la necesidad de ir generado los laboratorios pertinentes, como el de soldadura, para lo cual se realizó una evaluación del terreno donde se construirá el laboratorio, la distribución y diseño cada sección de trabajo de manera óptima, el diseño del proyecto incluye ventilación mecánica localizada por lo que se realizaron procedimientos para obtener el caudales, velocidades y la selección de los diámetros equivalentes de los ductos de extracción mediante NORMAGRAMAS, que comparados con los valores obtenido a través fórmulas darán como resultado de dimensionamiento óptimo para nuestro sistema de extracción , con la determinación de la capacidad, el caudal necesario y el cálculo de pérdidas que se tiene por fricción en los ductos, poder seleccionar el extractor que cubra la demanda para el proyecto ,el laboratorio está diseñado para cumplir con las normas de seguridad industrial como selección y distribución de extintores según las normas contra incendios, el diseño ergonómico de los lugares de trabajo, nivel iluminación, ventilación y ruidos que permitan disminuir el riesgo físico y el desarrollo adecuado de cada una de las prácticas a realizar en el mismo, preservando la salud e integridad de los docentes y estudiantes.

Palabras claves: conductos de ventilación, diseño, laboratorios de soldadura, puestos de trabajo, riesgos, seguridad.

## **ABSTRACT**

This project is intended for the design of a welding laboratory with a capacity of 20 students, destined to perform learning and practical tasks for students of the Unidad Educativa del Muchacho Trabajador, who do not have a space for training in technical specialties in the In the field of industrial mechanics, there is a need to generate the relevant laboratories, such as welding, for which an evaluation of the land where the laboratory will be built, the distribution and design of each work section is optimally performed, the design The project includes localized mechanical ventilation, so procedures were carried out to obtain the flow rates, velocities and the selection of the equivalent diameters of the extraction pipelines through NORMAGRAMAS, which compared to the values obtained through formulas will result in optimal sizing for our extraction system, with that of termination of the capacity, the necessary flow and the calculation of losses due to friction in the pipelines, to be able to select the extractor that meets the demand for the project, the laboratory is designed to comply with industrial safety standards such as selection and distribution of fire extinguishers according to fire regulations, ergonomic design of workplaces, lighting level, ventilation and noise that allow reducing physical risk and the proper development of each of the practices to be performed in it, preserving health and integrity of teachers and students.

Keywords: ventilation ducts, design, welding laboratories, jobs, risks, safety.

## INTRODUCCIÓN

La Unidad Educativa del Muchacho Trabajador tiene como actividad fundamental abrir las puertas para los estudiantes de bajos recursos, con una carrera técnica, inició en el año electivo 2018- 2019 con la propuesta educativa del bachillerato técnico en mecanizado de construcciones metálicas.

La principal problemática con la que se enfrenta la Unidad Educativa es contar con las instalaciones adecuadas para llevar adelante el bachillerato técnico, para el mismo cuentan con aulas y taller de maquinado; sin embargo como parte del pensum de asignaturas a impartir en esta formación técnica cuenta con el módulo de soldadura que lleva una instrucción teórica que se complementa con 3 o 9 horas de práctica semanales en el año electivo escolar para que los estudiantes cuenten con las habilidades necesarias que les permita lograr un desempeño óptimo en el campo laboral, en este momento, no se cuenta con un laboratorio de soldadura en el cual se pueda llevar a cabo estas actividades prácticas, aplicando los conocimientos teóricos recibidos, diseñado acorde a normas de seguridad y medioambientales.

Se iniciará el proyecto con una búsqueda de información relacionada con el tema y la problemática a tratar, la evaluación del área de trabajo de la institución, destinada para realizar la disposición de los equipos para el taller de soldadura, seleccionando la opción más viable de disposición y distribución, diseñar las áreas y puestos de trabajo donde se instalarán los equipos, los sistemas de protección, ductos y sistemas de ventilación y extracción.

En el primer capítulo se trata un fundamento teórico referente a diseño de puestos de trabajo, soldadura, tipos de soldadura, material que se pueden soldar y riesgos que pueden originarse por el proceso de soldadura, así como normas de protección que deben cumplir para ingresar al taller y disminuir dichos riesgos.

En el segundo capítulo se expone la metodología para el diseño de los puestos de trabajo y la elección de los parámetros de los métodos de extracción de gases de soldadura, ventilación, así como la distribución de espacio e instalaciones industriales para los equipos de soldadura y puestos de trabajo, así como se realizarán los cálculos

de diseño y selección de los sistemas de ventilación, y se procederá a realizar el análisis de funcionamiento de los datos obtenidos.

Finalizando con el análisis de costos enfocados al diseño y disposición del taller de soldadura.

El objetivo general consiste en diseñar la disposición de equipos para un taller de soldadura con capacidad de 20 personas en la Unidad Educativa del Muchacho Trabajador ubicada en Cotocollao, Cantón Quito.

Los objetivos específicos son:

- Evaluar el área de trabajo de la institución, destinada para realizar la disposición de los equipos para el taller de soldadura.
- Seleccionar la opción más viable para la disposición de los equipos en el taller de soldadura.
- Diseñar las áreas y puestos de trabajo donde se instalarán los equipos, los sistemas de protección, ductos y ventilación.
- Realizar el análisis de costos enfocados al diseño y disposición del taller de soldadura.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

Procedemos en este capítulo exponer los conceptos y definiciones fundamentales relacionadas con el diseño de un Laboratorio de Soldadura, diferentes tipos de soldaduras y las normas de seguridad a tener en cuenta para el uso y correcta explotación del taller.

Este capítulo determina los materiales utilizados en el Laboratorio de Soldadura, en el cual se definen cada uno de los procesos utilizados en las prácticas, así como los gases producidos en cada proceso.

Con el diseño e implementación del Laboratorio de Soldadura, el sistema de extracción de gases, así como al realizar un análisis técnico y normativo, los gases provocados por el proceso de soldadura se puedan evacuar de manera eficiente durante el proceso, garantizando la seguridad e higiene en el taller.

Este taller permitirá que la UNIDAD EDUCATIVA DEL MUCHACHO TRABAJADOR, eduque de manera efectiva a sus estudiantes.

### **1.1 Soldadura**

Es la unión de materiales al contacto entre dos o más piezas por un calentamiento previo de la temperatura de soldadura, varios procesos de soldadura se generan con calor sin usanza en la presión, otros por acoplamiento de calor y presión, formando una pieza única al calentarse a una temperatura elevada generando la fusión o reblandecimiento. [1]

Los métodos y procesos de uniones a utilizar en el laboratorio son:

- Soldadura eléctrica (SMAW)
- Soldadura oxiacetilénica (OAW)
- Soldadura Tig (GTAW)
- Soldadura MIG (GMAW)
- Cisura por arco de plasma (PAC).

### 1.1.1. Soldadura eléctrica (SMAW)

#### 1.1.1.1. Proceso

El proceso de soldadura SMAW conocido también como soldadura por electrodo revestido, es la unión generada por el calor del arco eléctrico con o sin utilización de presión [2], a través de un electrodo metálico que al ser conductores y puestos bajo tensión producen un cortocircuito que al separarlos un poco producen una chispa entre ellos; si esta chispa es continúa, es lo que se llama arco eléctrico [3].

El arco galvánico genera la incandescencia adecuado para derretir el material base (5500°C) [4] y al auxiliar y formar una unión entre los dos en una etapa no sólida para formar un tipo de soldado.

#### 1.1.1.2. El equipo

Para realizar una soldadura se debe considerar los siguientes elementos:

- Fuente de potencia CA o CC y controles.
- Porta electrodos
- Electrodo
- Agente de tajo
- Cable del terminal

El terminal y la labor se combinan como fracción de un recorrido eléctrico ver en la Fig.1.

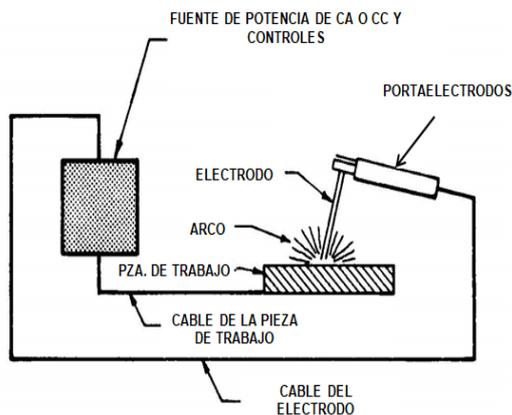


Figura.1 Elementos en un circuito con soldadura [4]

### 1.1.1.3. El electrodo

El electrodo se determinó como un centro metálico, cubierto por un enalado, el núcleo al ser trasladado a la raíz por una de franja eléctrica producida en el soldado [5]. Como todos los materiales al calentarse tienden a oxidarse por lo cual poseen un revestimiento químico que proporcionan propiedades específicas a cada soldadura Figura.2.

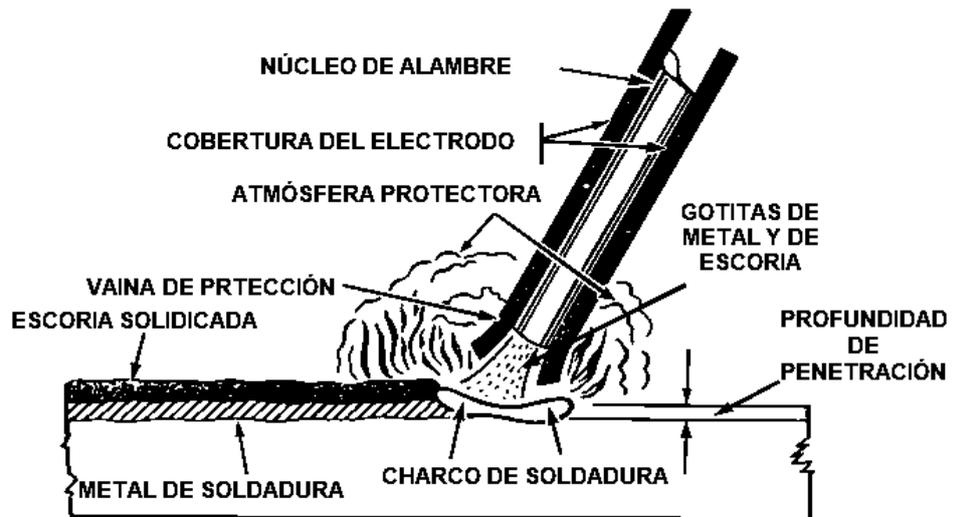


Figura. 2 Soldado por arco de metal cubierto | [4]

Al erigir un arco y proveer metal de participación para el arsenal de soldadura, se introduce en el conductor diversos componentes al arco o sus inmediaciones, o en sus dos emplazamientos [4]. De acuerdo al tipo de electrodo a utilizarse, la cobertura ejerce una o más funciones como se describe en los siguientes puntos:

- Suministrar un gas para preservar el arco y controlando el exceso de contaminación del mineral que auxilia con la atmosfera.
- Proveer desoxidantes, quita impurezas piezas con objeto de limpiar el proceso reduciendo la proliferación de una mala soldadura.
- Implantar las peculiaridades eléctricas del conductor.
- Suministra un estrato de hez que cubre la pieza de soldadura de alta temperatura del aire y fortalece las peculiaridades de mecanizado, la silueta y la limpieza del área de dicha pieza.

- Forma un ámbito para agregar sujetos para aleación que cambien los rasgos mecánicos.

Se clasifican los electrodos cubiertos de acuerdo a las condiciones de las pormenorizaciones dadas por American Welding Society. La especificación de los detalles numéricos para el AWS y tipos de los conductores se describen a continuación. La clasificación de los electrodos se basa en la combinación en gran parte presente en sus propiedades, o también relacionado entre los dos, de su metal de soldadura sin diluir.

Tabla 1. Pormenorización de AWS para electrodos protegidos [6] .

<b>Tipo de conductores</b>	<b>Detalles AWS</b>
Acero al carbono	A5.1
Acero de baja aleación	A5.5
Acero resistente a la corrosión	A5.4
Hierro filtrado	A5.15
Mineral Aluminio y aleaciones de aluminio	A5.3
Mineral Cobre y aleaciones de cobre	A5.6
Níquel y aleaciones de níquel	A5.11
Protección	A5.13 y A5.21

Para efectos de identificación se utiliza las siguientes siglas. Como podemos ver en la Figura.3. Esta identificación aparece en la parte superior de cada electrodo.

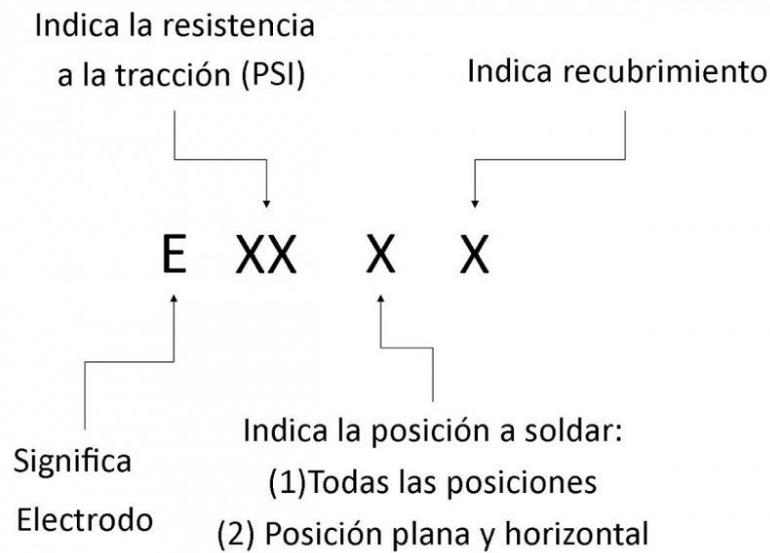


Figura. 3 Pormenorización AWS A5.1 para conductores [1]

### 1.1.2. Soldadura oxiacetilénica (OAW)

La soldadura oxiacetilénica fue utilizada industrialmente por primera vez a comienzos del siglo XX. Aún cuando produce excelentes soldaduras en el acero, hoy en día se utiliza poco, ya que está restringida a ciertas especialidades (bastidores, de aviones ligeros y automóviles de carreras), debido a que actualmente se dispone de otros tipos de soldadura más eficientes. Esta soldadura tiene varios usos como: corte, endurecimiento, temple, doblado, precalentamiento y, post calentamiento y la soldadura fuerte. [7]

#### 1.1.2.1. Proceso

El proceso se realiza al derretir el metal base y por lo regular un metal de aporte, utilizando una flama producida en la punta de un soplete de soldadura. El fluido útil y el oxígeno se relacionan en las dosis exactas dentro de una cámara de mezclado formando parte de la unidad de punta de soldadura. Al fundir los bordes del metal de la placa, y del metal de aporte, si se utilizan, se mezclan en un charco de soldadura común y se juntan al enfriarse.

Todos los gases combustibles comerciales poseen una propiedad en común: necesitan oxígeno para mantener la combustión. En las operaciones de soldadura, el gas combustible, al quemarse con oxígeno requiere las siguientes características:

- Adecuado contenido calorífico.
- Cantidad mínima de reactividad química de la flama con los metales base y de aporte.
- Elevada temperatura de flama.
- Tasa de propagación de la flama alta.

### 1.1.2.2. El equipo

Un equipo efectuará la soldadura con acetileno y  $O_2$  que tenemos en la Figura 4 esquemáticamente. Es determinado por el cilindro de oxígeno y acetileno que poseen cada uno un regulador de gas permitiendo reducir la presión del cilindro, mangueras que trasladan los gases del soplete y una combinación del soplete, punta para adaptar la mezcla de los gases elaborando una flama anhelada. Para cambiar la punta de la flama y realizar corte basta con sustituir la punta del soplete y con oxígeno manual o controlado se obtendrá un corte. Hay que tener en cuenta que para realizar operaciones específicas la selección del equipo debe ser el apropiado visto.

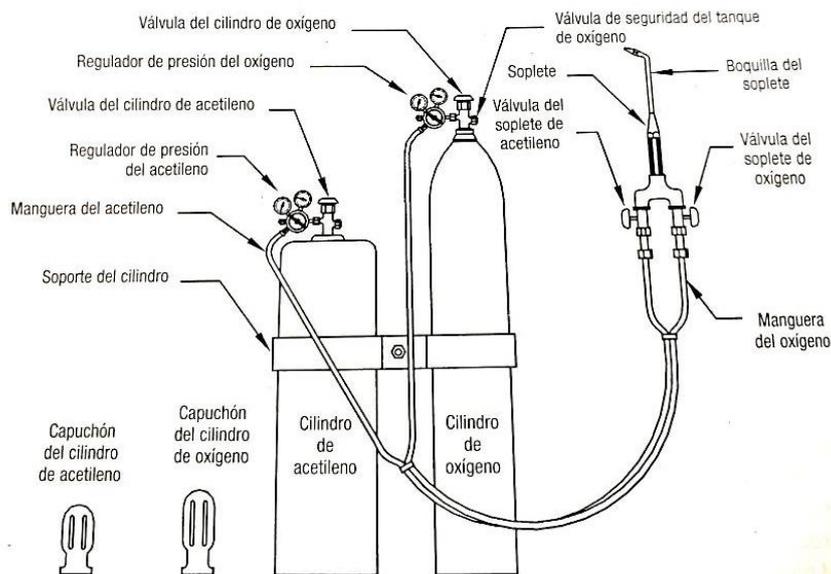
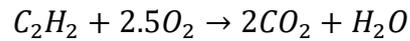


Figura. 4 Bosquejo para soldadura oxiacetilénica [7]

### 1.1.2.3. La flama de oxiacetilénica

Cuando se combinan en proporciones apropiadas en la cámara de mezclado del mango del soplete, el oxígeno y el acetileno producen una temperatura de  $3087^{\circ}\text{C}$  ( $5600^{\circ}\text{F}$ ) en la punta del soplete. Esta flama funde los bordes de los metales base que conectan en un charco común.

La combustión completa del acetileno se representa con la ecuación química.



Se determina que el volumen de acetileno ( $C_2H_2$ ) y 2.5 volúmenes de oxígeno ( $O_2$ ) se combinan para generar dos volúmenes de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y un volumen de vapor de agua ( $H_2O$ ). La razón volumétrica de oxígeno a acetileno es de 2.5 a 1.

Para obtener una flama neutral es necesario seguir los siguientes pasos:

- Iniciar la válvula del acetileno con un valor inferior a 1/6 de vuelta y con el encendedor de chispa encender el gas que sale por la boquilla. Se obtendrá una flama anaranjada. Figura 5-A.
- Abrir la válvula del acetileno hasta que la flama deje humear, de otra forma es abriendo la válvula del acetileno hasta que la flama se aleje de la boquilla, y luego cerrar gradualmente hasta que la flama vuelva a tocar la punta de la boquilla. Figura 5-B.
- Lentamente se abrirá la válvula de oxígeno. Cuando se incremente la salida de oxígeno la flama se volverá purpura y más pequeña y comenzara a formar un cono blanco en su interior. Al suministrar más oxígeno, el cono deja de tener bordes acerados y adquiere un contorno bien definido. Se obtendrá la flama neutra, y la añadidura de oxígeno la convertirá en una flama oxidante Figura 5.

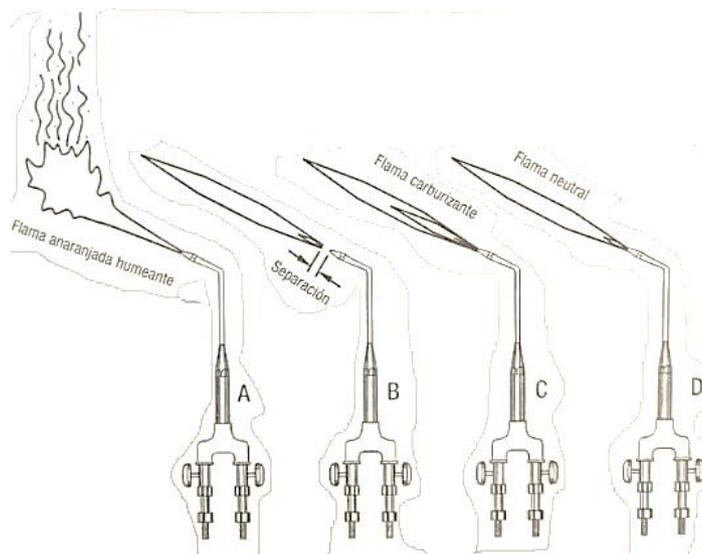


Figura. 5 Flama Neutral [4]

### 1.1.3. Soldadura TIG (GTAW)

#### 1.1.3.1. Proceso

La soldadura GTAW es producido por el arco relacionando un conductor de tungsteno no que se degrada sostenido en un soplete y el charco de soldadura [8], el calor que emite se utiliza en soldadura para aliar el metal base [9], la anexión de metal participante es alternativa [8] que de ser necesario se aporta en forma de una varilla auxiliar [9] ocupando un gas protector y sin uso de la presión, el arco eléctrico se da por del gas bienhechor que tiende estar cargado positivamente y fluye a la electricidad por el paso de la corriente [8] .

#### 1.1.3.2. Equipo

Por lo general la configuración de todos los GTAW necesita de los siguientes componentes básicos:

- Soplete: incluye la pistola para soldar y su alambre correspondiente
- Electrodo: tungsteno
- Fuente de potencia: de amperaje constante sea corriente continua o alterna
- Gas protector: cilindro de gas de protección, regulador de presión o flujómetro y mangueras la operación de soldadura ver Fig. 6.

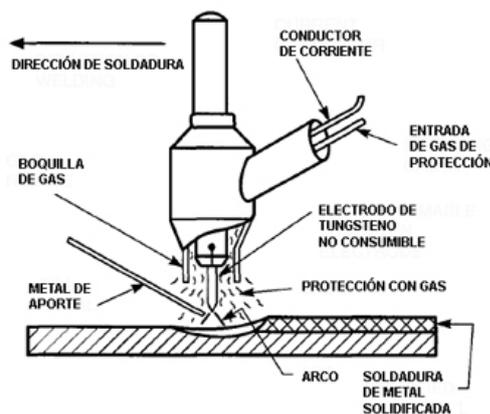


Figura. 6 Operación con soldadura por arco con gas y tungsteno [4]

#### 1.1.3.3. Soplete

Sujeta el conductor tungstenico que transportan un tipo de corriente por soldadura de conduciendo el gas benefactor, la mayoría de los sopletes tienen un ángulo de cabeza de 120° sin embargo algunos tienen una cabeza de Angulo ajustable a 90° o lineal recta y pueden ser refrigerados por gases en el que el calor producido en el soplete destruye

el calor por el flujo del gas protector, o por agua que elimina el calor por medio de un flujo continuo de agua mediante conductos internos [8].

#### 1.1.3.4. Electrodo

Al aplicar de manera adecuada los electrodos de tungsteno no son consumibles, estos no tienden a fundirse ni se trasladan al cordón que forma la soldadura, el electrodo sirve como uno de los terminales eléctricos [8], este aporta el calor que se genera cuando salta la chispa a él y la pieza a soldar y empieza a pasar corriente [9], las diversas aleaciones para conductores de tungsteno se especifican a continuación

Tabla 2 Norma de color y elemento de aleación de diversas aleaciones para electrodo de tungsteno [9] .

Tipificación AWS	Coloración	Mineral
EWP	Verde	---
EWCe.2	Anaranjado	Cerio
EWLa.1	Negro	Lantano
EWTh.1	Amarillo	Torio
EWrh.2	Rojo	Torio
EWZr.1	Marrón oscuro	Zirconio
EWG	Gris oscuro	----

#### 1.1.3.5. Fuente de potencia

Se recomiendan para las fuentes de potencia GTAW las de corriente constante, ya sea de corriente continua o alterna, la potencia requerida para soldar se extrae de convertidores con amplitud hacia rectificador o también de alternadores de corriente alterna o corriente continua, las características estáticas de las fuentes de potencia poseen salida de caída o de corriente constante [8].

#### 1.1.3.6. Gas protector

La utilización del argón y el helio son los más combinadas en los gases inertes empleados como una protección, de acuerdo al volumen utilizado se abastecerá en cilindros, como líquidos o tanques aislados [8], este gas llega al porta electrodos a través de mangueras para después pasar a la punta del instrumento por tubo o conductos taladrados [10].

#### **1.1.4. Soldadura de arco con metal por gas (GMAW)**

##### **1.1.4.1. Proceso**

Generado por la subsistencia maquina de un conductor llamado en estos tipos como electrodo continuo consumible preservado por un gas externo sin aplicación de presión [8], se realiza la fusión por calentamiento con un arco combinado entre el electrodo de metal de continuo aporte y la pieza [5], se puede usar de forma automática o semiautomática [8].

El uso de la soldadura MIG se aplica en aceros comerciales aplicables a la industria como aceros al carbono, aluminio, cobre, de aleación e inoxidables entre otros.

- Transferencia por inmersión: se produce al no haber un arco, al tener contacto el electrodo y la pieza se juntan produciendo un cortocircuito.
- Transferencia globular: son producto de residuos que se trasladan por el proceso de arco consecuencia peso involuntario.
- Transferencia por aspersion: ocupan gas inerte puro con una cantidad mínima de oxígeno favoreciendo el transporte eléctrico al proceso.

Gases: fluoruro de hidrógeno,  $CO_2$ , óxidos varios.

Vapores: Berilio, aluminio, níquel vanadio, plomo, óxidos de cadmio hierro zinc cromo cobre molibdeno, magnesio.

### 1.1.4.2. Equipo

Para la instalación de GMAW esta detallado en la Figura 7.

#### Diagrama esquemático del equipo MIG

El sistema MIG requiere del siguiente equipo:

1. Una máquina soldadora.
2. Un alimentador que controla el avance del alambre a la velocidad requerida.
3. Una pistola de soldar para dirigir directamente el alambre al área de soldadura.
4. Un gas protector, para evitar la contaminación del baño de soldadura.
5. Un carrete de alambre de tipo y diámetro específico.

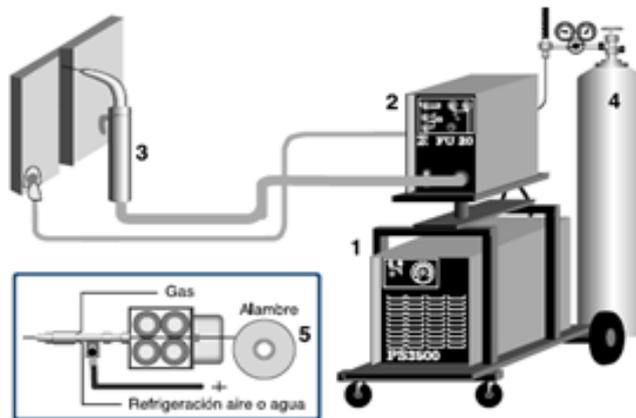


Figura. 7 Diagrama esquemático MIG [5]

### **a. Pistola de soldadura**

La pistola o la antorcha en ella se encuentran los demás componentes como la tobera, difusor, gatillo y punta de contacto además del circuito de gas, electricidad y refrigeración con [9] ella se controla el aporte del hilo gas y corriente. El soldador puede elegir distintos parámetros y así activarlos y desactivarlos.

### **b. Unidad de alimentación**

Se conforma de un motor eléctrico, accesorios que sirven para mantener la alineación rodillos impulsores y presión que se aplica sobre el electrodo [8], este es alimentado de forma automática sincronizado con el gatillo de la antorcha [9], el motor de alimentación casi siempre es de corriente continua generando un empuje al electrodo a través de la pistola [8], hacia la superficie y material de trabajo [8], en los rodillos hay un dispositivo que permite variar la presión que estos hacen sobre el hilo [9] para diversas situaciones de trabajo.

### **c. Fuente de potencia**

Abastece energía eléctrica del electrodo a la pieza de trabajo a fin de realizar el arco, utilizando corriente continua y el electrodo positivo el terminal se conecta a la pistola y negativa a la pieza de trabajo [8].

### **d. Suministro de gas**

Es proporcionar una valoración de flujo de gas constante a presión atmosférica en el proceso de soldadura, el regulador de gas permite reducir la presión del gas a una presión de constante de trabajo sin considerar el cambio en el proceso, incorporan reguladores entre una o dos etapas como una opción óptima [8], en caso de hilos macizos se necesita proteger con un gas el arco, el baño de fusión de gases presentes en gran parte en el aire al entrar en contacto [9] puede derivar en efectos como porosidades en el cordón de suelda.

#### **1.1.5. Cisura por arco plasmático**

Es considerado el tajo con plasma, usado en el medio por su accesibilidad y versatilidad, el uso de este tipo de corte se inclina en el área de producción industrial como para producciones de cantidades de lotes pequeños por lo cual su uso es fácil, el plasma es descrito como un fluido súper calentado con carga positiva eléctricamente.

El tajo con plasma, utiliza una corriente de plasma con un grados de temperaturas elevadas en un rango de 10 000 a 14 000 °C (18 000 a 25 000 °F) [11] , en el uso de corte de un metal por fusión [11]. Se emplea para un corte rápido de placas de acero inoxidable y metal no ferroso, su productividad al ser mayor a comparación de los procesos de combustible gaseoso y con oxígeno [12], el corte y los elementos del PAC se muestra más adelante.

### Proceso de corte con arco plasma PAC

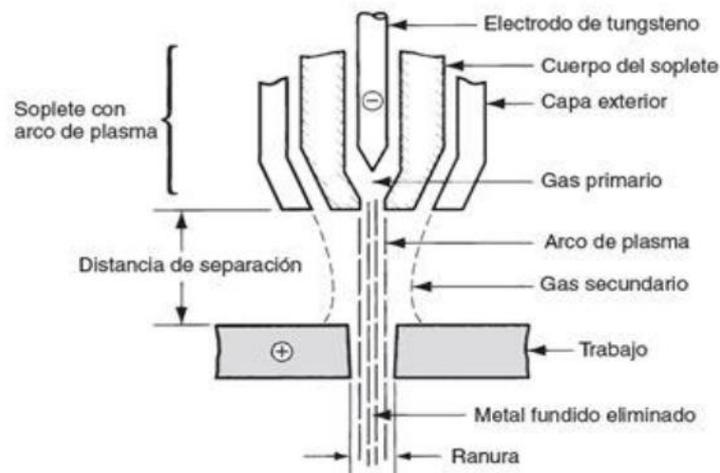


Figura. 8 Elementos del proceso de plasma [11]

## 1.2. Seguridad del laboratorio enfocado a la industria

Es definida de forma que es la limitación y protección de contingencias, es la prevención por posibles accidente y siniestros que pueden generar trastornos a estudiantes, y a un entorno derivado a actividades industriales [13] .

### 1.2.1. Seguridad e higiene de trabajo

La American Higienist Asociation (AIHA) define como una arte o ciencia al reconocimiento a las normas de higiene industrial o higiene de trabajo, analizando y controlando ciertos agentes de ambiente causadas dentro del sitio de aprendizaje al provocar enfermedades estas afectan al bienestar y la salud o también al crear un malestar significativo entre los operarios [13].

## 1.3. Señalética

Los colores de seguridad podrán formar parte de una señalización de seguridad o a su vez constituirla por sí mismos. En la Figura 9. Se muestran los colores de seguridad

según Norma NTE-ISO 3864-1, colores de contraste, su significado y otras indicaciones sobre su uso: [14]

FIGURA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE AL COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DEL SÍMBOLO GRÁFICO	EJEMPLOS DE USO
 CÍRCULO CON UNA BARRA DIAGONAL	PROHIBICIÓN	ROJO	BLANCO*	NEGRO	- NO FUMAR - NO BEBER AGUA - NO TOCAR
 CÍRCULO	ACCIÓN OBLIGATORIA	AZUL	BLANCO*	BLANCO*	- USAR PROTECCIÓN PARA LOS OJOS - USAR ROPA DE PROTECCIÓN - LAVARSE LAS MANOS
 TRIÁNGULO EQUILÁTERO CON ESQUINAS EXTERIORES REDONDEADAS	PRECAUCIÓN	AMARILLO	NEGRO	NEGRO	- PRECAUCIÓN: SUPERFICIE CALIENTE - PRECAUCIÓN: RIESGO BIOLÓGICO - PRECAUCIÓN: ELECTRICIDAD
 CUADRADO	CONDICIÓN SEGURA	VERDE	BLANCO*	BLANCO*	- PRIMEROS AUXILIOS - SALIDA DE EMERGENCIA - PUNTO DE ENCUENTRO DURANTE UNA EVACUACIÓN
FIGURA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO	COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE AL COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DEL SÍMBOLO GRÁFICO	EJEMPLOS DE USO
 CUADRADO	EQUIPO CONTRA INCENDIOS	ROJO	BLANCO*	BLANCO*	- PUNTO DE LLAMADO PARA ALARMA DE INCENDIO - RECOLECCIÓN DE EQUIPO CONTRA INCENDIOS - EXTINTOR DE INCENDIOS

\* El color blanco incluye el color para material fosforescente bajo condiciones de luz del día con propiedades definidas en la norma ISO 3864-4.

Figura. 9. Figuras geométricas, colores y contrastes para señales de seguridad NTE-ISO 3864-1 [14]

#### 1.4. Protección contra humos y gases

Al intervenir las personas con el proceso de soldadura son expuestos a los gases nocivos lo cual es necesario de ventilación, especialmente al soldar materiales de rango peligroso o al encontrarse expuestos a estos gases en un tiempo intervalo prolongado, por lo que se requiere la aireación en lugares cerrados. Cada instrumental de aireación que contiene un purificador de aire pueden cribar humos provenientes del metal, no protegen en su totalidad a los operarios de los fluidos nocivos generados en contra una variación de O<sub>2</sub>

Quedando un riesgo químico residual [13].

## **1.5. Teoría de transferencia de calor**

Un proceso en cuanto a la transferencia de energía sobre un sistema teniendo otro como consecuencia de la variación de temperaturas, se describe intercambio de calor como la ciencia que determina sus razones en el proceso [15] .

### **1.5.1. Mecanismos de transferencia de calor**

#### **1.5.1.1. Conducción**

Una forma para transferir energía de las partículas con elevados índices energéticas para ciertos elementos contiguos, como consecuencia de una interrelación entre partículas. La conducción se puede producir tanto para líquidos, sólidos o gases [15] . Por ejemplo, desde un elemento caliente con el que el trabajador tenga contacto, por ejemplo, al tocar materiales calientes.

#### **1.5.1.2. Convección**

La convección se produce al transferir energía entre una superficie sólida y el líquido o gas contiguo con movimiento y combinados, las consecuencias de la conducción y de fluidos en desplazamiento [15] .

#### **1.5.1.3. Radiación**

Es la energía del producto de la emisión por materia en manera de ondas electromagnéticas (o fotones) por la respuesta en la variación de combinaciones electrónicas tanto producidos en átomos como al mismo tiempo que en moléculas [15].

### **1.5.2. Transferencia de calor desde el cuerpo humano**

Un calor producido por la persona se expande al exterior o sistema por su organismo los pulmones, mediante convección y radiación, como calor sensible y por evaporación como calor latente [15] como se muestra en la Figura 10. El calor latente simboliza el calor de rociadura del agua en cuanto se volatiza en la persona y sobre la piel, atrayendo calor del dentro del cuerpo, y se emana también calor latente cuando la humedad se condensa sobre partes frías. Perder calor delicado desde la piel depende de las temperaturas de esta última, del medio y de las zonas circundantes, así como del movimiento del aire. Por otra parte, la pérdida de calor latente de acuerdo a qué tan húmeda esté la piel y así como de la humedad relativa en el sistema. La indumentaria es usada como protección y disminuye la pérdida de calor tanto de la manera delicada

como latente. Es sabido que la transferencia de calor desde los pulmones por medio de la respiración está atado a la frecuencia de respiración que tiene una persona en los pulmones, así como los factores del medio que entorpecen la transferencia de calor desde la piel [15], así se visualiza de manera correcta en la Figura 10.



Figura. 10 Mecanismos de pérdida de calor desde el cuerpo humano y magnitudes relativas para una persona.

## 1.6. Presupuesto

Es la exposición financiera del plan de proyecto, la relación de los gastos necesarios que son indispensables para llevar a cabo el proyecto, determinados en el tiempo y discriminados por conceptos o componentes de gasto, usualmente el presupuesto de gastos está acompañado de la estimación de costos.

## 1.7. Ventilación

Se entiende como ventilación al cambio, a la renovación o extracción del aire dentro un local, al intercambiarlo por aire nuevo traído del exterior próximo con necesidad o con la finalidad de eliminar sus propiedades primarias como: calor, vapor, olores perjudiciales e impurezas que se encuentren en el ambiente dentro de un laboratorio. De no tener ventilación sería un obstáculo para la persona que realice actividades en cierto lugar. [16]

### 1.7.1. El proceso

Todo aire extraído de un espacio debe ser remplazado y debería entrar por algún sitio, logrando recorrer siempre el camino más fácil y que ofrezca menos resistencia a su paso, teniendo en cuenta que cualquier movimiento de aire genera ruido.

La renovación en espacios limitados donde podemos encontrar personas, cuyo objetivo principal se basa en la eliminación de agentes que perturban la salud.

El calor es una manera de polución común y puede ser una de las dañinas de las operaciones industriales. Este, en exceso, causa elevación de la temperatura de la piel de los trabajadores, causando malestar, reduce la productividad, de no reducir el calor puede causar tensión o choques térmicos [16] .

### **1.7.2. Ventilación a manera de extracción natural**

La ventilación que tiene un eficacia natural es un mecanismo que lo usaremos en climas calientes para tratar de reducir u obtener una disminución en el exceso de calor de los espacios dentro de talleres u otros. Esto comúnmente se consigue utilizando aperturas en muros externos que contribuyen a la formación de corrientes de aire cruzado [16] .

#### **1.7.2.1. Selección del equipo de ventilación natural.**

La selección de cualquier equipo para la ventilación natural depende del número de pies cúbicos por minuto de aire necesario, así como las áreas de entrada y salida, entre estos están:

- Ventanas operables
- Persianas a prueba de agua.
- Puertas.
- Tragaluces operables.
- Ventiladores de techo (del tipo de gravedad)
- Entradas y salidas diseñadas.

#### **1.7.2.2. Ventiladores de gravedad para el techo**

Los equipos a seleccionarse deberán ser para valores altos de coeficientes de flujo. Evaluando las siguientes características tendremos la capacidad de determinar si es eficiente o no la selección.

- a. Capacidad de utilizar la energía del viento para inducir un flujo por acción centrífuga o de expulsión y por efecto de chimenea.

- b. Robustez
- c. Resistencia a la corrosión.

### **1.7.3. Ventilación mecánica**

Conocida también como ventilación dinámica, se puede obtener con el movimiento del aire por medio de un ventilador accionado por un motor. De acuerdo a la forma en que se renueva el aire se subdivide en:

- Ventilación ambiental o general.
- Ventilación localizada.

#### **1.7.3.1. Ventilación ambiental o general**

El aire que ingresa a un espacio confinado se propaga por todo el interior sin ser alcanzado por la salida. Esta ventilación tiene una consecuencia al existir un foco contaminante, como se produce en cubas industriales con desprendimiento de 5 gases y vapores se extiende por el interior del local antes de ser direccionado hacia la salida, dicha ventilación mecánica se subdivide en [16]:

- Ventilación por extracción de aire (depresión).
- Ventilación por inyección de aire (sobrepresión).
- Combinación de inyección y extracción.

#### **1.7.3.2. Ventilación localizada**

Extraer gases nocivos mediante la aspiración cercana evita la difusión de contaminantes al ambiente y elimina la posible inhalación [17].

Ambos sistemas crean el acercamiento del foco de emisión que acarrea los humos provocados por una corriente de aire, eliminado así el área de contaminación para respirar el soldador. Para calcular una velocidad de arrastre suficiente que permita lograr una captación adecuada para ser compatible con las condiciones de calidad en el proceso del soldador se proponen de los siguientes parámetros [17]. La forma más eficiente para la evacuación de gases nocivos se puede observar en la Figura 11.



Figura. 11. Desarrollo de captación por campana. [17]

#### a. Principios básicos para un sistema de extracción localizada

- Identificar los puntos generadores de contaminación
- Encerrar el aire contaminado lo máximo posible
- Establecer un medio de transporte de los contaminantes sea sólido o gaseoso
- Definir una succión mediante un extractor capaz de arrastrar los contaminantes y transportarlos.

Los componentes básicos de una instalación para ventilación localizada.

- Campana de extracción o tobera.
- Sistema de ductos
- Separador o filtro (si es necesario)
- Extractor

Todos estos factores en conjunto se detallan en la Figura 12.

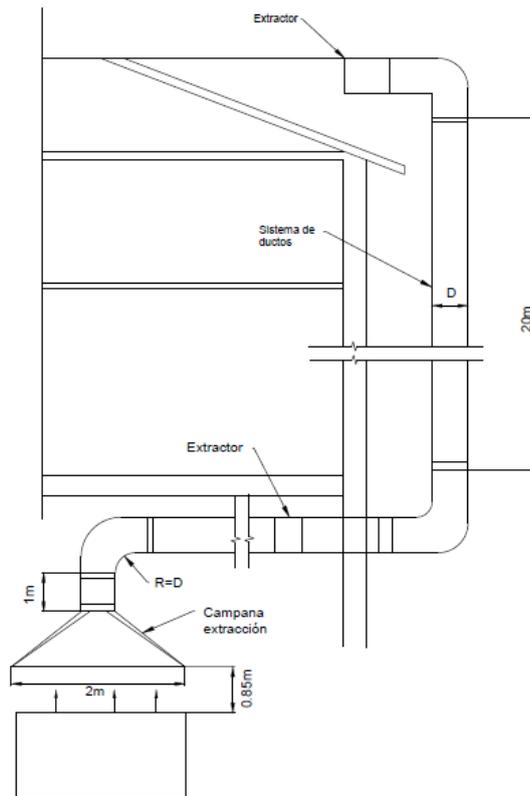


Figura. 12 Componentes básicos de una instalación para ventilación localizada. [46]

### 1.8. Campanas de captación

Es el elemento por el cual ingresan vapores dentro del sistema de ductos de ventilación.

Su cometido principal es, crear una oleada de aire donde se capte de manera correcta sustancias que pueden ser nocivas [18] .

Procedimientos inspeccionados en campanas podrán ser fases, fríos, y, con liberación de calor.

Para fases frías las sustancias dañinas realizadas según el proceso serán transportados por varias secciones por las oleadas de aire y vapores existentes en los locales.

Fases calientes liberan energía calorífica generando así un flujo creciente del aire, por reducción en densidad, que acarrea sustancias químicos [18] .

## **1.9. Contaminantes**

Aquellos que salen despedidos de una manera directa hacia la atmósfera: gases, procedentes de fuentes distintas, como son el aumento de vehículos, los peroles, fábricas, entre algunos procesos.

### **1.9.1. Efectos de inercia**

El polvo de diámetro extremadamente chicos no tendrán inercia significativa. Esta clase de material se traslada siempre y cuando sucede lo mismo con el aire que esta alrededor.

Campanas tendrán que producir velocidades llamadas como de control o captación necesarios que controlen el movimiento de vapor que atraiga a contaminantes, lo mismo tiene que suceder para ganar al producto de oleadas de aire que se generan en el taller y con el movimiento de personas, etc. [18].

### **1.9.2. Efectos de la densidad**

Se determina como efectos de riesgo para la salud el contacto con las partículas de polvo, los vapores y los gases al ser casi igual al aire, debido a que tienen una densidad propia, y son arrastrados por flujos de aire. Es decir que el movimiento normal del aire afirma una dispersión uniforme de los componentes [18].

## **1.10. Planteamiento de campanas**

El diseño en este caso tendrá que ver con las proporciones de la fuente que va a contaminar, a base de un tipo de concepción del agente dañino; así como de la disposición de los equipos y del practicante [18].

Tendremos requisitos para planteamiento de campanas que serán:

- Definir localización en cuanto al procedimiento.
- Definir configuración respecto al plano
- Definir caudal de trabajo

Para un Laboratorio de Soldadura tendremos distintas opciones para el diseño, como son:

- Campanas de procesos dentro de un solo sistema hermético

- Espacios de trabajo
- Campanas planteadas para ser colocadas en exteriores
- Campanas planteadas para ser colocadas y ser receptoras

La dirección correcta del flujo de aire en el proceso de evacuación de gases, Figura 13.

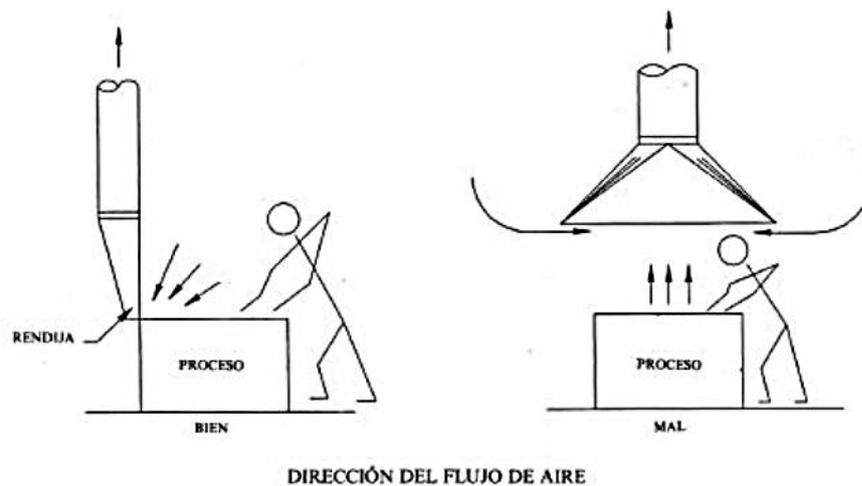


Figura. 13. Tipos para campana dentro cabinas. [18]

Encasillar de una forma correcta para la campana a proyectar es necesario, en cuanto a la obtención del caudal necesario que debe ser aspirado.

### 1.11. Campanas exteriores

Estas campanas desempeñan su función formando oleadas direccionadas dentro de zonas contiguas dentro de las entradas para succión, dichos flujos a manera de oleadas toman velocidades en zonas a su vez más distantes, arrastrando totalmente dentro de la campana.

Se tomará en cuenta que existen aires que tienden a generar un tramo de distorsión en donde un flujo provocado por el sistema y así tener que tomar caudales de aire mucho más grandes con finalidad de superar problemas en la distorsión.

Son aplicadas cuando no es posible el uso de procesos confinados porque estas controlan la dispersión de una raíz localizada en el exterior de rangos físicos. Por ejemplo:

- Hendedura de atracción en orillas de puestos de trabajo
- Extremo de ductos cercanos a mínimas fuentes perjudiciales.
- Campanas de captación colocadas a los costados para desarrollos industriales, sean de raíces de altas temperaturas o frías.
- Divisiones en pisos.
- Campanas colgadas en el techo
- Extractores helicoidales para zonas contiguas a los procesos.

En la Figura 14 podemos observar diversos tipos de campanas de extracción.

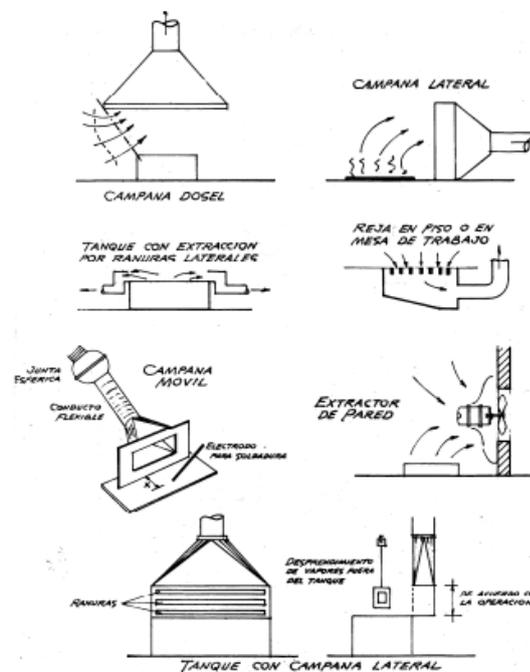


Figura. 14. Tipos de campanas de extracción. [18]

Para el control efectivo de los contaminantes es necesario eliminar las posibles causas de los movimientos de aire, y así no reclamar caudales que tienden a tener una extracción excesiva y de esta forma tener costos altos.

Entre las causas más importantes que originan movimientos de aire están:

- Las operaciones que generan calor, procesos de alta temperatura, teniendo oleadas de aire con un principio térmico.
- Flujo en las máquinas, residuos de amoladoras y pulidoras, transportadoras de diversos tipos.

- Flujo del operario
- Movimientos rápidos generados por instrumental de enfriamiento o calentamiento localizado.

### 1.12. Tipos de extractores de aire

Existen dos tipos de extractores: los extractores de ventilación centrífuga y los extractores de ventilación axial. También existen otros tipos de extractores con una determinada aplicación de aire industria. Los extractores industriales más utilizados son:

#### a) Extractores de aire de motor axial

Estos extractores se utilizan para fábricas industriales y se dirige mediante ductos. Son usados por su gran capacidad de extracción de masas de aire [19], un ejemplo de la forma de un motor axial como se observa en la Figura 15.



Figura. 15. Extractor con motor axial. [19]

#### b) Extractores de aire de motor centrífugo

Como su nombre lo indica, se usan en la fuerza centrífuga de los mismos con el fin de absorber el aire y ser cambiado constantemente. La aplicación de estos extractores es en techos de cocinas industriales y en almacenes como se observa en la Figura 16.



Figura. 16. Extractor con motor centrifugo. [19]

### c) Extractores de aire mixtos para conductos

Son considerados extractores de tipo axial y son colocados específicamente para intercalarse en conductos, un excelente uso en empresas navales. Ver Figura 17.



Figura. 17. Extractor con motor mixto. [19]

## 1.13. Riesgos presentes en el proceso de soldadura

Existen varios riesgos presentes en soldadura como pueden ser visuales, por intoxicación, riesgos ergonómicos por mala postura, deslumbramiento. Es por eso que el diseño debe tener todas estas consideraciones para tener un ambiente de trabajo óptimo para las tareas a realizar.

### 1.13.1. Exposición a sustancias toxicas o asfixiantes

#### 1.13.1.1. Gases y vapores

Son generados por la oxidación y por ser volátiles de la composición metálica del material a elaborar y de sus posibles recubrimientos, uno de ellos es el recubrimiento

metálico en cromado, niquelado, galvanizado, y otros, o también en pintura que al quemarse produce óxidos de los componentes metálicos del material mismo [20], tales como el arsénico, asbesto, acroleína, compuestos de flúor, cobalto, cobre, manganeso, cromo, níquel, berilio, cadmio, óxidos de nitrógeno, ozono, fosgeno, monóxido de carbono, plomo, selenio, sílice y cinc pueden ser sumamente tóxicos [21].

Para una adecuada cantidad de contaminación fabricada en los procesos, la cantidad inhalado por la persona depende de 3 factores, básicamente, que se deben considerar para determinar la medición preventiva [20] :

- Ubicación del trabajador con respecto al punto de soldadura.
- Distancia al foco de emisión.
- Evacuación de los contaminantes.

Esto genera un riesgo químico que se debe eliminar o disminuir.

Siempre al ser de protección colectiva, se realiza una evacuación de los contaminantes por un sistema de extracción ubicada o por ventilación general [20] . Se debe realizar una instalación de sistema de extracción determinada por la aspiración que asimila los vapores y gases [22] . Si los trabajos se fabrican en el taller, se obtendrá una ventilación directa y constante [20], tomando en cuenta dos precauciones: una de ellas es instalar las aberturas de extracción lo más próximo al lugar de soldadura; en el segundo punto se puede evacuar el aire contaminado dirigiendo a zonas donde se mezcle al aire limpio que ingresa en la zona de operación [22] .

### **1.13.2. Proyección de partículas**

Son partículas no incandescentes que se desprenden en el proceso de la operación en el picado de escoria en el transcurso de la soldadura, como son las partículas incandescentes liberadas durante la operación de soldadura o corte. [20], por lo cual es necesario el uso de mamparas metálicas realizando la división de los lugares de trabajo para no ser afectadas las proyecciones a otros operarios [22], se controlan las chispas y partículas utilizando dichas pantallas, lonas o cubiertas ignífugas para cubrir el sitio de trabajo y preservar la vida a terceras personas frente a este riesgo [20] .

### **1.13.3. Sobre esfuerzos y fatiga postural**

Por las posturas forzadas que con regularidad se han adquirido, generan afecciones como lumbalgias y traumatismos. Al no apoyarse con las manos de forma adecuada, la postura se mantiene con el esfuerzo de los huesos de espalda y músculos [20], estas posturas hacen que al soldar trabaje la cabeza hacia arriba, las vibraciones, y al levantar cosas de gran peso de una manera no adecuada pueden todas contribuir a estas afecciones [21]. Dando lugar a la aparición de un riesgo ergonómico en el puesto de trabajo.

### **1.13.4. Radiación ultravioleta y luminosa**

Se puede ocasionar lesiones por exposición a radiaciones visibles en ojos y piel, ultravioletas e infrarrojas que se crean en el transcurso del proceso [20], puede causar daños severos a la retina del ojo al ser expuesto a la luz intensa provocada en el proceso de soldadura, en cambio la radiación infrarroja puede formar cataratas al ojo como resultado de la córnea dañada. La exposición al ojo de la invisible luz ultravioleta (UV) llamada arco puede causar “ojo de arco” o conocida como “flash del soldador”, ardor y dolor de cabeza, dolor intenso, ojos llorosos, visión borrosa [21], por lo cual se debe utilizar una pantalla facial que posea un certificado de calidad para este tipo de soldadura, el uso del visor de cristal inactínico con características diferentes de acuerdo a la intensidad de corriente ocupada. Para cada caso se utilizará una pantalla diferente, puede ser filtros y placas filtrantes que contienen ciertas características en función de la intensidad del arco de suelda [22]. La exposición a la luz ultravioleta, algunas veces, causa quemaduras a la piel similares a las quemaduras generadas por el sol, creando más posibilidades de contraer cáncer a la piel del trabajador. El arco también puede saltar los residuos en el entorno y quemar a las personas que están trabajando en los alrededores [21]. Por lo que es adecuado utilizar mamparas separando los puestos de trabajo para una mejor protección al resto de operarios. El material pertinente debe ser opaco o translúcido robusto. La parte inferior debe mantenerse al menos a 50cm desde el suelo para una ventilación fácil [22]. Estamos ante la presencia de un riesgo físico.

### **1.14. Iluminación O iluminancia**

La representación del índice en la densidad de flujo sobre la superficie se determina por la relación entre el flujo luminoso que incide sobre una superficie y su mismo

tamaño. La unidad dimensional es en Lux (lumen/m<sup>2</sup>) y es representada por la letra E [23]. El no contar con la iluminación adecuada en los puestos de trabajo provoca un riesgo físico.

#### **1.14.1. Rendimiento y eficiencia luminosa**

En el diseño del taller debemos tomar en consideración la eficiencia y el rendimiento luminoso para ciertas cargas eléctricas. El rendimiento es producto de la relación del flujo luminoso desprendido por una luminaria y también por el flujo luminoso de una lámpara, la eficiencia es la combinación entre el flujo luminoso otorgado, en el lumen y la potencia ocupada en vatios. Cuando funciona una lámpara, una parte de la energía eléctrica cambia a luz emitida y una cierta parte, en calor. Si se tiene dos luminarias y la misma emisión de luz, pero se selecciona la de mejor eficiencia se tendrá un ahorro de energía y de igual manera un ahorro económico [23].

#### **1.15. Tipos de iluminación**

- a. Iluminación semi- directa:** Si el porcentaje emitido de luz hacia el hemisferio inferior oscila entre 60-90% y para en el hemisferio superior se produce del 10-40% se podrá determinar que tiene menos eficiencia energética a comparación de la iluminación directa. Una parte emitida por el flujo se direcciona hacia abajo y la otra parte al techo o paredes superiores permitiendo suavizar sombras y aumentado la relación de claridad. Se debe considerar la instalación cerca de cielo raso evitando áreas de iluminación alta que podría tener resultados perturbadores.
- b. Iluminación difusa:** Cuando la luz emitida en el hemisferio inferior posee un porcentaje de 40-60% y en el hemisferio superior oscila entre el 40-60% se puede deducir que el flujo luminoso es generado en cantidad igual hacia arriba como hacia abajo. La luz reflejada crea relaciones buenas tanto de claridad y suaviza sombras.
- c. Iluminación directa –indirecta:** Si la luz emitida en el hemisferio superior tiene la misma cantidad que el inferior y oscila entre 40 -60% casi igual a la iluminación difusa, con una eficiencia energética mayor.

**d. Iluminación indirecta:** Cuando la luz emitida en el hemisferio inferior posee un porcentaje entre 0-10% y en el hemisferio superior oscila en 90-100%. Se denomina mayor flujo luminoso propagado hacia arriba sobre el techo o paredes superiores, virtualmente, sin efecto de sombra y para el deslumbramiento directo y el reflejado genera una eficiencia energética baja por lo que la superficie del local debe contener una alta reluctancia. [23]

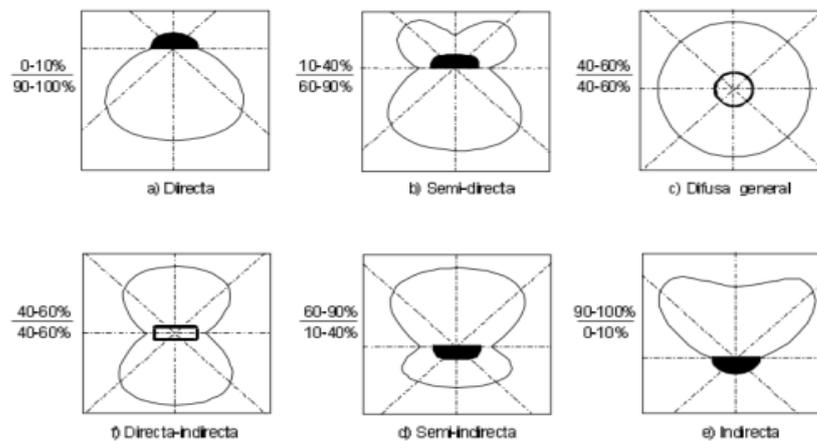


Figura. 18. Distribución luminosa [49]

### 1.15.1. Tipos de lámparas

De acuerdo a las necesidades y propósitos del laboratorio es necesario analizar los tipos de lámparas existentes que nos brinden una mayor eficiencia considerando parámetros técnicos y consumo para el laboratorio.

#### a. Incandescentes

La lámpara incandescente es la más común por su costo bajo y su luz es de color cálido. Esta lámpara contiene una vida útil corta, alrededor de 1.000 horas. No tiene una buena reproducción de los colores, al no generar en zonas de colores fríos. Al convertir el trabajo (luz visible) aproximadamente del 15% de la energía consumida se determina una eficiencia baja. Y el otro 25% varía la energía calorífica y para el 60% faltante en

ondas no perceptibles (Luz ultravioleta e infrarroja) terminan convirtiéndose en calor [24] .

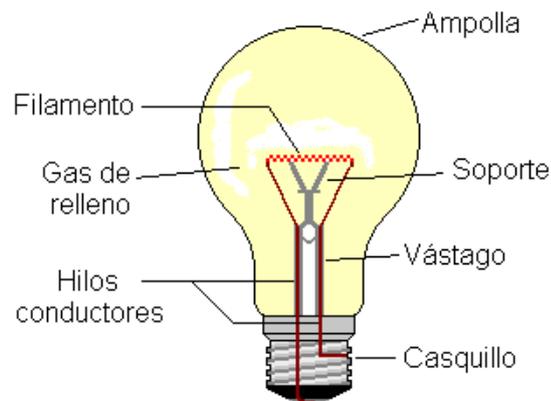


Figura. 19. Partes de una bombilla [24]

### b. Lámparas no halógenas

En las lámparas incandescentes no halógenas son diferenciadas si son rellenas con un gas inerte o al vacío en su interior. Al estar presente un gas se visualizará un incremento de la eficacia de la lámpara luminosa siendo un obstáculo la evaporación del material por los filamentos y provocando una temperatura de trabajo en aumento de los filamentos ver Figura 20. Las lámparas incandescentes tienen una potencia que oscila en 25 y 2000 W, una eficacia que varía de 7.5 y 11 lm/W es considerada para lámparas de vacío y la variación de 10 y 20 lm/W se destina para las rellenas de gas inerte. Actualmente el uso de las lámparas con gas, han generado una disminución en el uso de las que son de vacío para aplicaciones ocasionales en alumbrado general y que requieren una potencia máxima de 40 W [24] .



Figura. 20. Lámpara halógena [24]

### c. Lámparas halógenas de alta y baja tensión

Para funcionar este tipo de lámparas se necesita de muy altas temperaturas para que generen el ciclo del halógeno. Por lo cual son más pequeñas y compactas a diferencia de las lámparas normales y la fabricación de la ampolla es de un cristal especial de cuarzo que no permite la manipulación con los dedos evitando su desgaste.

Su eficacia luminosa es de 22 lm/W y una amplia gama de potencias de trabajo (150 a 2000W) de acuerdo al uso al que se lo destine [24].

### d. Lámparas fluorescentes

Está fabricado de tubo de vidrio que se encuentra revestido en la parte interior contiene una sustancia fluorescente. En el interior del tubo contiene unos gases y vapor de mercurio a presión baja. El tubo a sus dos extremos tiene, un filamento y un electrodo sensor Figura 21.

La temperatura de color varía de 3500 y 4500 K con un índice de rendimiento en color de 40 a 45 por lo general. Para la vida útil se considera la depreciación que establece entre 8.000 horas. La eficacia se genera entre 40 y 60 lm/W [24].



Figura. 21. Lámpara Fluorescente [24]

### e. Led

Esta lámpara de estado sólido conformada por diodos, su composición electrónica se forma por la unión de materiales semi conductores que poseen diferentes características capaces de transformar la energía eléctrica directamente en energía luminosa. Esto sucede cuando son polarizados por un campo eléctrico.

Estas lámparas, actualmente, se les da distintos usos, al poseer una amplia gama que contiene distintos campos lumínicos, son muy buenos ahorradores energéticos, su ventaja principal del sistema de iluminación led frente a la iluminación convencional, es su larga vida útil, consumo mínimo, emisión de calor y radiación ultravioleta. No se incluyen gases ni metales pesados por lo que son menos contaminantes que las demás iluminarias.

#### **f. Ventajas**

- Voltajes de operación muy bajo
- Tiempo de prolongación de la vida útil
- Eficiencia alta
- Bajos costos de mantenimiento
- Flexibilidad de instalación
- Encendido instantáneamente al 100%
- Resistentes a vibraciones
- Ausencia de radiación.

#### **1.15.2. Led para uso industrial**

##### **- Crow Led**

El uso de la luminaria interior es para aplicaciones suspendidas, muy liviana y de fácil instalación.

- Luminarias para aplicación en interiores con tecnología led de alta potencia, excelente ahorro de energía y reproducción de color. [25]
- Refractor de policarbonato y reflector interior anti-deslumbramiento.
- Índice de protección: ip44.
- Vida útil de 30.000 horas a un flujo luminoso del 70%.
- Luz instantánea.
- Baja temperatura de funcionamiento.
- Incluye driver electrónico.
- Voltaje 100 – 240v 60hz

Figura 22



Figura. 22. Lámpara LED [26]

- *Aplicaciones*

En los interiores.

La Tabla 3 muestra las especificaciones técnicas de Led para uso industrial, así como su equivalencia de consumo frente otras bombillas

Tabla 3 Especificaciones técnicas de lámpara Led [26]

<b>Descripción</b>	<b>Potencia(W)</b>	<b>Flujo luminoso</b>	<b>cct</b>	<b>Angulo de apertura</b>	<b>Vida útil(h)</b>
Crown Led	45	3500	4000	60	3500

### 1.16. Iluminación recomendada

Pese a lineamientos que brindan márgenes para la obtención de grados pertinentes en cuanto a iluminación en cuanto a diversos lugares de acuerdo a la actividad a la cual están destinadas las tareas a realizarse obteniendo una idea global dice que a mayor dificultad de apreciación para la vista l mayor deberá ser el nivel con la que se ilumina como se muestra a continuación [23] .

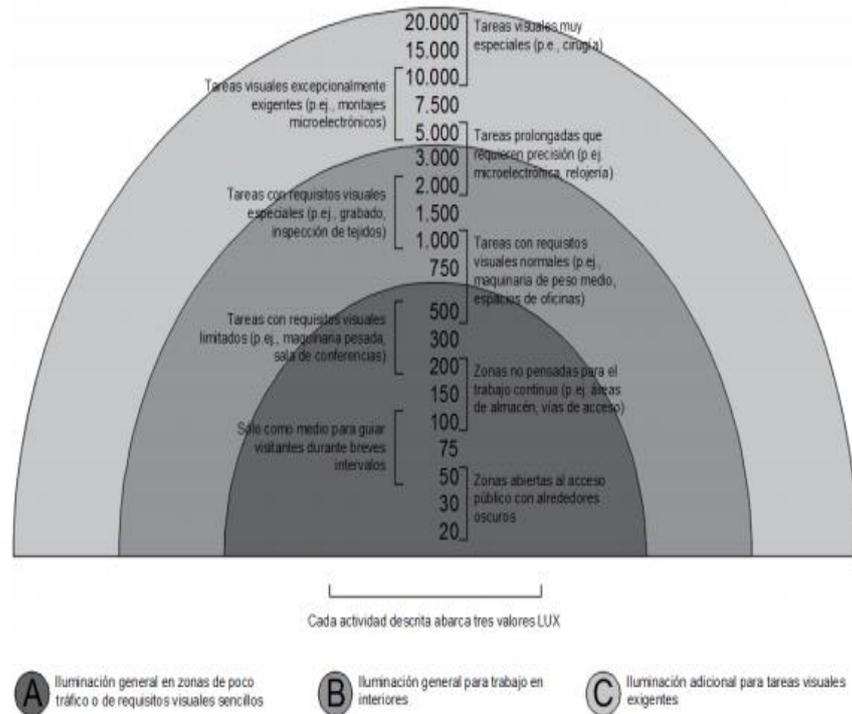


Figura. 23. Iluminación Recomendada [23]

### 1.17. Normativa para diseño de puerta y área de trabajo.

La elaboración de las puertas para el Laboratorio de Soldadura se basó en el artículo 33 numeral cuatro del capítulo dos de las condiciones de los centros de trabajo, según lo establecido por lo ejecutivo nombrado 2.393 que establece un reglamento de seguridad y salud de los trabajadores para la continua mejora del ambiente laboral [27] .

El cual nos indica que el ancho de las puertas debe tener un mínimo de 1,20 metros cuando la cantidad de colaboradores en nuestro caso estudiantes y docentes no excedan 200. Si se excede de tal cifra, se aumentará el número de las personas extras, con la siguiente fórmula:

*Ancho en metros = 0,006 x número de trabajadores usuarios.*

De acuerdo con el artículo 74 que se refiere a la separación de máquinas.

Para el diseño del área de trabajo no puede ser inferior a 800 milímetros entre las partes fijas o móviles que se encuentren alrededor del operario, mientras que la zona de seguridad no puede ser inferior a 400 milímetros [27] .

### **1.18. Normativa de ergonomía y diseño de puesto de trabajo**

Las Normas técnicas UNE-EN 1005-4 e ISO 11226 el peligro por posturas forzadas y movimientos forzados. Indica que el trabajo que se realiza en cada ciclo en este caso la soldadura a cierta distancia puede requerir acciones y posturas diferentes para el brazo derecho e izquierdo, por lo que la identificación del peligro y la evaluación del riesgo por movimientos repetitivos se deben hacer de manera independiente para cada extremidad superior [28] .

Para la prevención o reducción de una mala postura es necesario según UNE-EN 1005-4:2005+A1:2009. Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 4: Evaluación de las posturas y movimientos de trabajo en relación con las máquinas.

La mejor ubicación para la postura del tronco es que esté en posición neutra, erguido, con una flexión inferior a los 20°, una inclinación lateral inferior a los 10° y una rotación inferior a los 10°.

Por lo tanto, una altura del plano de trabajo o de los elementos del puesto de trabajo debería ser mínimo de 80 cm, medidos desde el suelo en caso de no tener un peso mayor a los 3kg sobre las manos. Con esta altura mínima, se reduce la flexión del tronco a una zona aceptable para prácticamente cualquier trabajador [29] .

### **1.19. Riesgos de incendios**

Altas temperaturas, descargas generadas en cuanto al proceso de soldadura, la candela al soldar, podrían generar posibles incendios derivando en posibles estallidos al tener

presentes materiales incendiables o gases en el espacio [21]. Peligros de incendios o estallidos serán tratados aplicando varias sucesiones en cuanto a normas de seguridad de tipo específicas y otras más globales que tendrán relación en cuanto a utilización de extintores agua entre otros .en otros aspecto mencionaremos normas vigentes que se tendrán en caso de incandescencia [22] .

## 1.20. Tipos de extintores

Para cumplir normas vigentes es necesario exponer los tipos de extintores disponibles, así como su funcionalidad para poder establecer que extintor utilizar en nuestro taller de soldadura.

### 1.20.1. Según el fuego.

Los extintores según el fuego son de tipo A, B, C, D y K, siendo los más común es encontrar extintores del tipo A, B, C, que sirven para apagar fuegos de sólidos, líquidos y gas. B. Ver Figura 24.

CLASE DE FUEGO (Norma INEN 92)	AGENTE EXTINTOR									
	Agua	Anticongelante	Soda ácida	Espuma	AFFF <sup>1)</sup>	Agente humectante	Químicos secos multiuso	Halón 121 <sup>1)2)</sup>	Halón 130 <sup>1)3)</sup>	CO <sub>2</sub>
A	x	x	x	x	x	x	x	x		
B					x		x	x	x	x
C							x	x	x	x
D	Agente extintor de acuerdo al metal combustible									

Figura. 24. Clases de fuego vs agente extintor [38]

### 1.20.2. Según el agente extintor

Internamente en los extintores hay dos factores que ayudan a sofocar el fuego para apagarlo los cuales son: un agente extinguidor y un agente expulsor. Los agentes matafuegos más comunes son:

#### a. De agua

Estos están fabricados a base de agua y se utilizan para fuegos tipo A en territorios donde no preexiste electricidad. Cabe recalcar que el agua no se utiliza para fuegos de combustibles líquidos tales como gasolina o el aceite. El agua por poseer mayor densidad que la gasolina o el aceite, esta, si se coloca encima del agua, no apagaría el incendio [30] La presentación de esta clase de extintor, Figura 25.



Figura. 25. Extintor de agua [48]

#### b. Pulverizada de agua

En comparativa más eficiente a varios extintores con base de agua, caracterizado no solo por disipar fuego por medio de agua pulverizada [31], siendo más eficiente para incendios tipo A y C [31]. No se deben usar por ningún motivo en presencia de corriente eléctrica, porque el contacto del agua con la corriente eléctrica podría provocar una electrocución [30]. Esta clase extintor se menciona en Figura 26. Es

recomendable tenerlo fuera de la casa donde no existe riesgo eléctrico, por ejemplo, pasillos, jardines, etc.



Figura. 26. Extintor de agua pulverizada

### c. De espuma

Utilizados para fuego tipo A y B, realizan sofocación de la llama y con el enfriamiento del combustible, al provocar una capa de material acuoso permitiendo el desplazamiento del oxígeno y no permite el escape de vapor deteniendo y evitando la combustión [31], la espuma no es aconsejable en la extinción de incendios móviles eso quiere decir que los líquidos se encuentran en movimiento, ya que el desplazamiento comienza a dispersar sin generar formación de una capa compacta. [32].

En la Figura 27 se muestra gráficamente el extintor de espuma. Es peligroso en presencia de electricidad.



Figura. 27. Extintor de espuma [48]

#### d. De polvo químico

Es el más común y utilizado en cualquier edificio, centro comercial, lugar de trabajo. Este tipo de extintor es conveniente para fuegos de tipo A, B y C, al ser de polvo evitará el riesgo eléctrico. Ver Figura 28. Estos actúan al formar una capa que se funde con la presencia de calor, al crear un impedimento entre el oxígeno y el material combustible.



Figura. 28. Extintor de polvo químico [48]

#### e. De CO<sub>2</sub>

Su composición es un gas y por tanto no transfiere la electricidad. Este tipo de extintor es recomendable para fuego de tipo A, B y C. El CO<sub>2</sub> al estar a presión dentro del extintor y al ser liberado bruscamente la temperatura de este descenderá a - 70°C lo que provoca que el combustible se enfríe rápidamente y el oxígeno se desplace por el gas [31]. Ver Figura 29.



Figura. 29. Extintor de CO<sub>2</sub> [48]

## CAPÍTULO II

### MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo se describe los métodos para el diseño de los puestos de trabajos, de los ductos, campanas, extracción de contaminante y la ventilación industrial la cual es obligatoria en los diferentes tipos de laboratorios para los cuales son necesarias formulas, tablas y normas para que toda la ventilación sea eficaz y así evitar que se liberen materiales tóxicos fuera del área de trabajo.

#### 2.1. Finalidad del laboratorio

El enfoque del laboratorio es realizar prácticas de soldadura en la especialización de la rama técnica de mecánica industrial, acatando normativas de seguridad e higiene industrial para los estudiantes.

#### 2.2. Distribución en planta de los sectores de trabajo.

Para la extracción de gases es conveniente que vaya un cubículo después de otro, para cuando exista la renovación de aire, el cálculo se le pueda hacer con mayor facilidad.

#### 2.3. Método de cálculo para ventilación natural

Las cantidades mínimas para el flujo de aire para una ventilación pueden calcularse con:

$$Q = \frac{H}{60C_p \rho(t_i - t_0)} \quad \text{Ec. 1 [16]}$$

Donde:

Q: flujo de aire necesario para ventilación, en  $ft^3/min$  conversión al sistema métrico:  
 $ft^3/min \times 0.00472 = m^3/s$

H: Cantidad de calor necesaria que debe eliminarse,  $Btu/h$

1/60: Constante para convertir horas en minutos.

$C_p$ : Calor específico del aire a una presión constante a  $70^\circ F$  y 50% de HR =  $0.24 Btu/lb^\circ F$

$\rho$ : Densidad del aire estándar a ( $70^\circ F$  y 50% de HR =  $0.0741 lb/ft^3$ )

$t_i$ : Temperatura de diseño del aire del interior (espacio)  $^\circ F$

$t_0$ : Temperatura de diseño del aire exterior  $^\circ F$

El tamaño mínimo e indispensable para la abertura de entrada de aire es necesario los índices del flujo de diseño del aire a la velocidad de los vientos dominantes se calculará con la formula a continuación:

$$A = \frac{Q_a}{EV} \quad \text{Ec. 2 [16]}$$

Donde:

$A_l$ : Área libre de la abertura de entrada, en  $ft^2$  (conversión al sistema métricos:  $ft^2 \times 0.0929 = m^2$ )

$Q_a$ : Flujo de aire de ventilación necesaria, en  $ft^3/min$ , a través de la abertura del A. Es decir que  $Q_a = Q$  de la ecuación (1) dividida entre el número de aberturas;  $Q_a = Q / (\text{numero de aberturas})$ .

E: efectividad de la abertura (el valor de E debe ser de 0.5 a 0.6 para vientos perpendiculares y de 0.25 a 0.35 para vientos diagonales).

V: velocidad del viento, en  $ft/min$ .

El flujo de aire debido a la fuerza térmica que se encuentra dentro del espacio que tenga una resistencia interna mínima (al flujo de aire) puede calcularse con la fórmula:

$$Q_t = 9.4 A \sqrt{h(t_i - t_o)} \quad \text{Ec. 3 [16]}$$

Dónde:

$Q_t$ : Flujo de aire  $ft^3/min$ ; debido solo a las fuerzas térmicas ( $ft^3/min \times 0.000472 = m^3/s$ ).

$A_l$ : Área libre,  $ft^2$ , de entradas o salidas si estas son iguales. Caso contrario utilizar el menor valor.

h: altura vertical,  $ft$ , entre la entrada y la salida.

$t_i$ : Temperatura promedio del aire interior °F, a una altura h por encima del piso.

$t_o$ : Temperatura exterior °F. Para esta fórmula está considerada la temperatura interior del piso y la exterior alrededor de 80°F.

9.4: constante de proporcionalidad, se incluye un valor de 65% para la efectividad de las aberturas, el cual debe reducirse a 50% (7.2) si las condiciones no son favorables.

Para considerar una ventilación ambiental adecuada hay que determinar el volumen del local y cantidad de veces por hora que se requiera cambiar de aire, también conocido como número de renovaciones por hora. Ver Tabla 6.

## **2.4. Método de ventilación mecánica**

La ventilación mecánica requiere de parámetros de diseño que se explicaran a continuación para lograr la extracción efectiva del aire.

### **2.4.1. Requerimientos para la ventilación mecánica**

- a. Se utilizará ventilación mecánica si no son manera continua las fuerzas naturales, la cantidad adecuada para la ventilación y extracción de aire pronosticada para el diseño.
- b. En espacios confinados o donde el espacio para soldar tenga particiones, balcones, u otras barreras estructurales que dificulten la ventilación. [6]
- c. Cuando es necesario presurizar las áreas de cantidad de aire del exterior en la ventilación, será sustancialmente mayor que la extracción o del interior del espacio.
- d. Cuando se requiere una cantidad específica en un proceso de extracción de aire.
- e. Cuando los espacios que contengan vapor y humo con una gravedad del aire específica superior.

### **2.4.2. Cálculos para ventilación mecánica**

Para un diseño de sistema de ventilación se considera hacer una o las dos funciones siguientes. [16]

- a. Controlar olores, controlando niveles aceptables de oxígeno, monóxido de carbono y suministrar cantidades de aire del suministro y extracción requerida por los procesos en el interior de un área. [16]
- b. Conservar una temperatura del espacio (en lo posible sin acondicionamiento del aire) a la temperatura designadas para el diseño.

### **2.4.3. Requisitos de presión**

La cantidad de aire para la ventilación requerida a partir de los factores apropiados debe considerarse como la cantidad de aire de extracción. La persona que diseña determina si el espacio está bajo presión neutra, negativa o positiva [16].

#### **2.4.3.1. Presión positiva**

Se necesita al no existir un reglamento o requisito del proceso, se encuentra bajo presión positiva el espacio ventilado. O se sobreentiende que la cantidad de aire

suministrada al espacio debe ser mayor que la cantidad de aire que se extrae del mismo [16], formando una depresión como muestra la Figura 30.

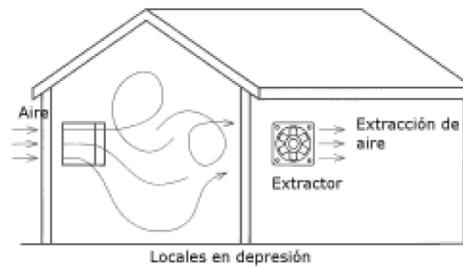


Figura. 30. Presión positiva (depresión) [47]

#### 2.4.3.2. Presión neutral

La cantidad de aire suministrado es igual a la cantidad de aire extraído [16].

Causando de esta forma una sobrepresión como muestra la Figura 31.



Figura. 31. Presión Neutral (sobrepresión) [47]

#### 2.4.3.3. Presión negativa

En este caso la cantidad de aire suministrado debe ser menor a la cantidad de aire extraído. Al no resaltar un valor específico, la cantidad de aire suministrado no podrá ser menor al 90% de la cantidad de aire de extracción. [16]Ver Figura 32.

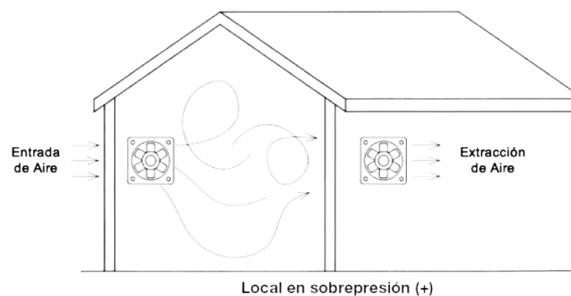


Figura. 32. Presión negativa (sobrepresión) [47]

## 2.5. Calor a disipar o carga térmica

Una de las causas más comunes que reducen la productividad de los trabajadores es el calor, esta es una de las contaminaciones más comunes, al no aliviar el calor puede causar tensión o choques térmicos. Hay dos fuentes de calor para los trabajadores: el calor del medio ambiente, y el calor que el cuerpo genera mediante el movimiento. Eliminar ambas fuentes de calor eliminara la temperatura extra del trabajador evitando perjuicios al organismo. De esta manera se comporta la situación en un laboratorio de soldadura con la presencia de los estudiantes. [16]

## 2.6. Control de olores

La cantidad de aire extraído de la ventilación necesaria para detener los olores y los niveles aceptables de  $O_2$  y CO dentro de un espacio dado, puede calcularse con la siguiente formula:

$$Q_p = f_{vp} N_p \quad \text{Ec. 4 [16]}$$

Donde:

$Q_p$ : Extracción necesaria del aire de ventilación, en  $ft^3/min$ , debido al número de trabajadores dentro del espacio.

$f_{vp}$  = Flujo de aire de ventilación, en  $ft^3/min$  por persona con base en el nivel de actividad quienes estén trabajando.

$N_p$ : Número de personas que trabajan o se encuentran en ese espacio.

## 2.7. Velocidad de control

La velocidad de control o conocida como captura a la velocidad mínima del aire, tomada en cuenta en las cercanías de la campana, que se requiere para capturar y dirigir al aire contaminado. La velocidad de aire se encuentra en función del caudal de aire aspirado y del diseño de la campana.

Para la presión estática del diseño de campana ( $P_{sc}$ ) se relaciona con la velocidad de captura, es decir:

$$V = 4.043 C_e (P_{sc}^{0.5}) = 4.043 C_e (Pd + he)^{0.5} \quad \text{Ec. 5}$$

[17]

Donde:

Pd: presión dinámica

Ce: Coeficiente de entrada (depende del diseño de la campana)

he: Perdida de carga en la abertura por turbulencia. En la Tabla 4 se recogen los coeficientes y pérdidas de carga a la entrada para distintas campanas.

Tabla 4 Perdida de carga en la abertura por turbulencia. [17]

<b>TIPOS DE CAMPANAS</b>	<b>Coeficiente de entrada, Ce</b>	<b>Perdida a la entrada, he</b>
Campana abierta	0.72	0.93 Pd
Campana con Fables	0.82	0.49Pd
Campana inclinada o cono	Varia con el ángulo de inclinación o conicidad	
Entrada curva	0.98	0.04 Pd
Campana típica para rueda	0.78 (toma recta)	0.65Pd
	0.85(toma curva)	0.40 Pd

Si la campana se ubica a una distancia ( $x_1$ ) de un punto del cual es necesario incluir una velocidad de control ( $vc$ ), para el monitoreo de la dispersión de contaminantes, el caudal ( $Q_1$ ) aspira por la campana según la ecuación, es:

$$Q_1 = vc \cdot k_1 \cdot x_1^2 \quad (m^3/s) \quad \text{Ec. 6 [17]}$$

Donde:

$Q_1$ : Caudal necesario para la campana.

$k_1$ : Coeficiente de proporcionalidad y en función de la forma del contorno de velocidad igual a 1.

$vc$ : Velocidad de control.

$x_1$ : Distancia

Las condiciones para la dispersión de contaminantes son ilustradas en la siguiente Tabla 5.

Tabla 5 Valores permitidos para la dispersión de contaminantes [33]

<b>Condiciones de dispersión del contaminante</b>	<b>Ejemplos</b>	<b>Velocidad de control <i>m/s</i></b>
1. Liberado casi sin velocidad en aire tranquilo.	Evaporación desde depósitos, desengrase, etc.	0.25 -0.5
2. Liberado a baja velocidad en aire moderadamente tranquilo	Cabina de pintura, llenado intermitente de recipientes, transferencia entre cintas, transportadoras a baja velocidad, soldadura, recubrimientos superficiales, pasivos.	0.5 – 1
3. Generación activa en una zona de rápido movimiento.	Cabina de pintura poco profunda, llenado en barriles, carga de cintas, transportadoras.	1.0 – 2.5
4. Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento muy rápido del aire.	Desmolde en funciones, chorros de aire abrasivos	2.5 - 10

Existen factores a tener en cuenta sobre la dispersión de contaminantes que dependen de la Tabla 6.

Tabla 6. Factores considerables para dispersión de contaminantes. [33]

LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
Corrientes de aire en el local mínimas o laborables a la captura del contaminante.	Corrientes de aire que distorsionan la captura del contaminante.
Contaminantes de baja toxicidad o molestos	Contaminantes de alta toxicidad.
Producción de contaminantes baja o intermitente.	Gran producción, uso continuo.
Campana de gran tamaño o con una gran masa de aire en movimiento.	Campana pequeña, únicamente control local.

El límite Inferior se refiere a la extracción localizada en uno de los lados por donde se extraerá el gas contaminante.

El milite superior se refiere a la extracción aérea lo cual no conviene con gases de soldadura por motivos de bloquear las vías respiratorias.

### 2.8.Variación del caudal desde la campana

La variación del caudal cambia de acuerdo a la distancia que existe desde el foco de contaminación hacia la campana. Esto significa que si se coloca la campana a una distancia “L” del foco de contaminación y como ejemplo necesitamos un caudal de  $1300 \text{ m}^3/\text{hr}$  para la captación, al colocar a una distancia doble “2L” necesitaremos  $2600 \text{ m}^3/\text{hr}$  [17], ver la Figura 33.

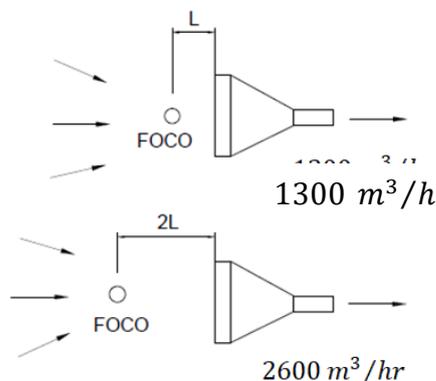
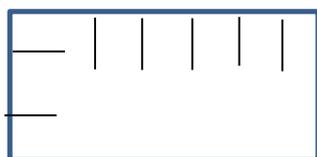


Figura. 33. Variación respecto al foco de contaminación [17]

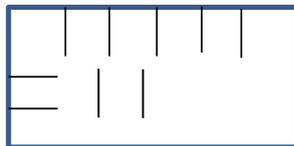
## 2.9. Análisis de alternativas

### 2.9.1. Alternativa de disposición de los puestos de trabajo

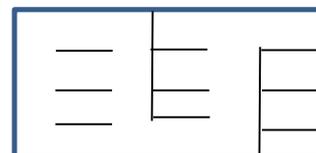
Se realizó el diseño de tres posibles alternativas en Tabla 7 de disposición de los puestos de trabajo, una en forma de L, otra en forma de C y una última en forma de Z.



Disposición en L



Disposición en C



Disposición en Z

Tabla 7 Tabla de Alternativas para disposición de puestos de trabajo.

Parámetro a evaluar	Alternativas		
	Disposición en L	Disposición en C	Disposición en Z
<b>En base a 10</b>			
Aprovechamiento del Espacio	2	8	2
Visualización de los puestos	10	10	5
Accesos a los puestos	10	10	4
Sistema de extracción	10	8	3
Evacuación y seguridad	10	10	3
<b>TOTAL DE PUNTAJE</b>	<b>42</b>	<b>46</b>	<b>17</b>

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

De acuerdo a los parámetros a evaluar la alternativa que presentó un mayor puntaje y más beneficios es la disposición en C, por lo cual será la seleccionada para realizar la disposición de los puestos de trabajo del Laboratorio de Soldadura.

Se asignará parámetros en la Tabla 8 para, posteriormente, realizar una selección estableciendo los valores de cada parámetro. Se procederá a presentar resultados y evaluar la mejor alternativa mostrada en la Tabla 9.

Tabla 8. Tabla de parámetros

Parámetros	Valor		Designación de valor
	Min	Máx.	
Costo	10	15	Bueno
	5	9	Regular
	1	4	Malo
Funcionalidad del proceso	10	15	Bueno
	5	9	Regular
	1	4	Malo
Facilidad de producción	10	15	Bueno
	5	9	Regular
	1	4	Malo
Facilidad de operación	10	15	Bueno
	5	9	Regular
	1	4	Malo
Facilidad de montaje	10	15	Bueno
	5	9	Regular
	1	4	Malo
Seguridad industrial	10	15	Bueno
	5	9	Regular
	1	4	Malo

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

Considerando los rangos de ponderación de la Tabla 8 se analiza cada alternativa de ventilación y con ello se selecciona cual es la más apropiada para el proyecto.

Tabla 9 Evaluación de alternativas

Parámetros	Alternativas	
	Extracción Ambiental	Extracción Localizada
Costo	15	7
Funcionalidad del proceso	5	14
Facilidad de producción	15	10
Facilidad de operación	15	15
Facilidad de montaje	14	8
Seguridad industrial	2	15
Valor Total	66	69

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

Analizando los resultados de la Tabla 9 se concluye que la alternativa de ventilación localiza es la más óptima para el desarrollo del proceso considerando que el costo de esta es más elevado por tener que agregar al diseño varios componentes para que cumplan la función asignada, que es la de extraer los gases producidos por el proceso de soldadura de manera constante precautelando de esta forma la salud de los estudiantes y docentes para lo cual se está desarrollando el proyecto.

### 2.10. Determinación del caudal de aspiración

Se realiza para el cálculo de campanas exteriores el método racional.

La complicación de la aplicación de la Ec.6 se fija en la decisión del área del contorno en la velocidad.

Para esto se realizaron estudios que permitan alcanzar los valores de las velocidades atraídas en las proximidades de la parte frontal de la campana, se relaciona la distancia a la boca de aspiración y desde de estos, se han calculados las ecuaciones pertinentes. En las campanas laterales de boca cuadrada, circular o rectangular, se relacionan con el ancho y e largo (W/L) igual o mayor que 2, para el cálculo del caudal de aspiración se determina por la ecuación general:

$$Q = v(10x^2 + A) \quad (m^3/s) \quad \text{Ec. 7 [17]}$$

Donde:

Q: Caudal de aire a ser aspirado por la campana.

$v$ : Velocidad de control en el eje a una distancia  $x$  de la boca en la campana (m/s)

$x$ : Distancia a la boca de la campana. (m)

A: Área del frente o boca de la campana ( $m^2$ ).

Si una campana se encuentra apoyada sobre una mesa o sobre el piso, se modificará la ecuación caudal (6):

$$Q = v(5x^2 + A) \quad (m^3/s) \quad \text{Ec. 8 [17]}$$

## 2.11. Parámetros en el diseño de conductos

Cuando las instalaciones son convencionales se trabaja con una reducción en la presión muy pequeña frente al valor de la presión atmosférica, ya que se debe considerar en todos los casos que para el aire su composición, principalmente, es un fluido incompresible, o también se puede decir sin cambio de densidad en todo el recorrido por el conducto, teniendo un valor de la densidad de aire estándar que es de  $1.2 \text{ kg/m}^3$ . [17].

Los parámetros que se tomarán en cuenta son:

- a. Determinar el volumen laboratorio.
- b. Determinar caudal del laboratorio.
- c. Determinar el caudal correspondiente a la primera estación de trabajo.
- d. Obtener la pérdida de carga unitaria del laboratorio mediante normagrama.
- e. Obtener los diámetros y velocidades equivalentes de los conductos, utilizando la pérdida de carga unitaria y los caudales de cada estación de trabajo en el normagrama.
- f. Calcular los diámetros reales.
- g. Calcular las pérdidas en el sistema de extracción.
- h. Utilizando los datos obtenidos encontrar el extractor adecuado según las especificaciones del fabricante.

### 2.11.1. Cálculo del volumen del laboratorio

Para obtener el volumen total del taller se debe considerar las dimensiones del laboratorio, basados en la Figura 34 tenemos:

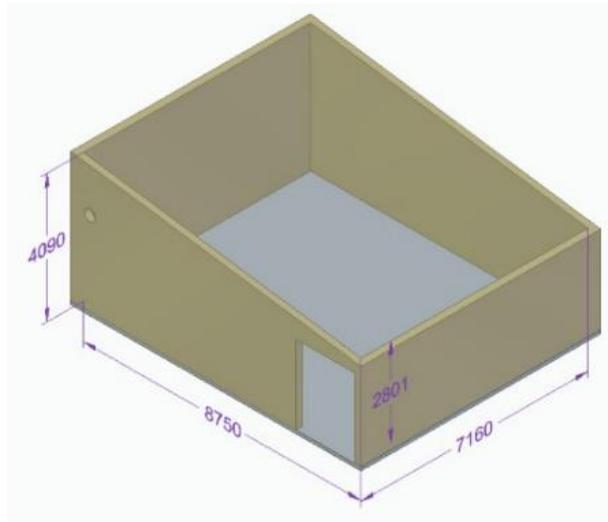


Figura. 34. Dimensionamiento del laboratorio de soldadura  
Fuente: Mauricio Flores, Jorge Paredes

Para determinar la altura se considera la media de las dos medidas indicadas en la Figura 34 (4090 mm y 2801 mm).

$$\text{altura} = 3.5 \text{ m}$$

$$\text{ancho} = 7.16 \text{ m}$$

$$\text{profundidad} = 8.75 \text{ m}$$

$$A = \text{altura} \times \text{ancho}$$

$$A = 3.5 \times 7.16$$

$$A = 25.06 \text{ m}^2$$

Aplicando la ecuación de volumen

$$\text{Volumen} = \text{profundidad} \times A \quad \text{Ec. 9 [34]}$$

$$V = 8.75 \times 25.06 \text{ m}^2$$

$$V = 219.275 \text{ m}^3$$

Sabiendo que:

$$1 \text{ m}^3 = 35.314 \text{ pie}^3$$

El volumen a utilizar es:

$$V = 7743.623 \text{ pie}^3$$

### 2.11.2. Cálculo de caudal

Para obtener el caudal del laboratorio se utilizará el número de renovaciones de aire por hora indicadas en Tabla 10.

#### 2.11.2.1. Consideración la renovación del ambiente

El objetivo principal de la renovación del ambiente es eliminar los olores, humos y otros contaminantes que se encuentren en locales cerrados, logrando que sea sustituido por aire fresco.

Tabla 10. Número de renovaciones de aire por hora [17]

Naturaleza del local	Renovaciones de Aire a la Hora (CAPH)
Forja	15 – 20
Fundiciones	20 – 30
Laboratorios sin gases	5 – 15
Sala de máquinas	20 – 30
Talleres de fabricación	6 – 10
Talleres de soldadura	15 – 25

Se utilizará el valor más alto que es 20 CAPH para taller de soldadura.

Remplazando el volumen en la Ec.10 obtenemos el caudal total del laboratorio

$$Q = Vol \frac{CAPH}{60} \quad \text{Ec. 10 [34]}$$

Donde:

CAPH: Número de renovaciones de aire ver Tabla 9

Vol.: volumen del local que se desea extraer

$$Q = Vol \times \frac{CAPH}{60}$$

$$Q = 7743.623 \text{ pie}^3 \times \frac{25}{60}$$

$$Q_{Total} = 3226.509 \text{ CFM}$$

$$\text{CFM} = \text{piés cúbicos por minuto} \left( \frac{ft^3}{min} \right)$$

Por lo tanto al realizar una transformación a  $\frac{m^3}{h}$  obtendremos:

$$1pie = 0.3048 m$$

$$Q_{Total} = 5481.87 \text{ m}^3/h$$

### 2.11.3. Cálculo del caudal para una estación de trabajo

Con el caudal total del taller de soldadura se realiza la división para el número de cabinas de soldadura que en este caso son 10 mostrado en la Fig.35, y de esta forma obtener el caudal de la primera estación de trabajo.

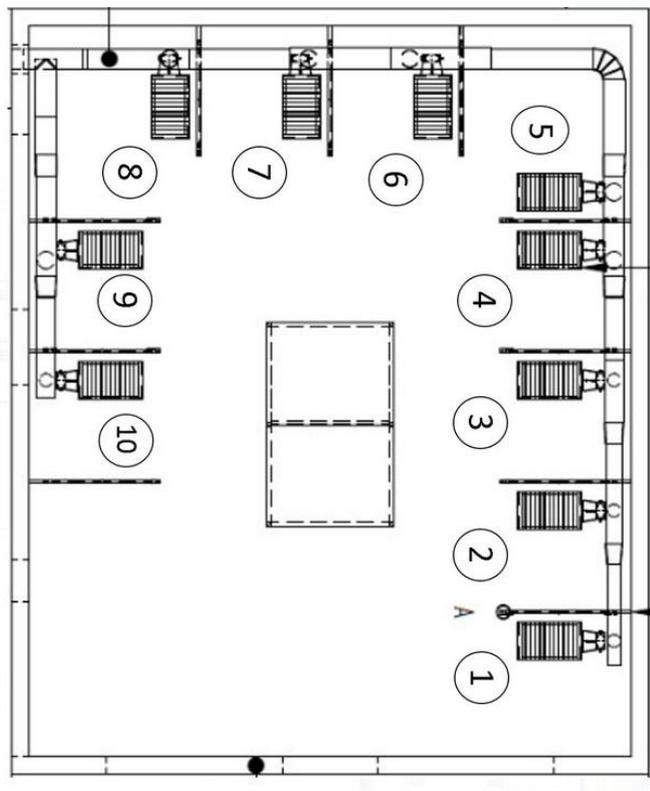


Figura. 35. Número de cabinas de laboratorio  
Fuente: Mauricio Flores, Jorge Paredes

$$Q = \frac{Q_{Total}}{\text{Número de cabinas}}$$

$$Q = \frac{3226.509 \text{ CFM}}{10 \text{ cabinas}}$$

$$Q = 322.6509 \text{ CFM}$$

$$\text{CFM} = \text{pies cubicos por minuto} \left( \frac{ft^3}{min} \right)$$

Por lo tanto al realizar una transformación a  $\frac{m^3}{h}$  obtendremos:

$$Q = 548,1 \frac{m^3}{h}$$

Con el cálculo de caudal obtenido funcionaría adecuadamente cuando se realiza una extracción normal del laboratorio solo para renovar el aire de la sección por lo que se necesita un sistema más específico para cada cabina y así poder extraer el gas directamente proporcional a lo que se está generando.

#### 2.11.4. Pérdida de carga unitaria

Cuando la pérdida de carga es total en un tramo del conducto con la cual podremos obtener a través del caudal total del laboratorio y la velocidad máxima recomendada en Tabla 10, ingresando en el normagrama con una carga por rozamiento produciendo una pérdida de carga de aire en conductos circulares rectilíneos mostrados en la Figura 36.

##### 2.11.4.1. Velocidades del aire en conductos

La velocidad de aire depende de la restricción en el nivel máximo de ruido visible en la Tabla 11.

Tabla 11. Ruidos emitidos por velocidades de aire en sistemas de baja velocidad. [2]

	Velocidades recomendadas (m/s)			Velocidades máximas (m/s)		
	Viviendas	Edificios Públicos	Edificios	Viviendas	Edificios Públicos	Edificios Industriales
Toma de aire exterior.	2.5	2.5	2.5	4	4.5	6
Baterías de calefacción en conductos.	2.25	2.25	3	2.25	3	3.5
Salida de ventiladores.	5 - 8.	6.5 - 10	8 - 12.	8.5	11	14
Conductos principales.	3.5 - 4.5	5 - 6.5	6 - 9.	6	8	11

Derivaciones intermedias.	3	3 - 4.5	4 - 5.	5	6.5	9
Derivaciones finales.	2.5	3 - 3.5	4	4	6	8

La velocidad máxima para los conductos principales del sistema de extracción será de 8 m/s para edificios públicos, tomando en cuenta que el laboratorio está dentro de una institución educativa.

Con los datos obtenidos de velocidad máxima y caudal total mostrados en la Tabla 12 se encontrará la pérdida de carga unitaria en el normagrama.

Tabla 12 Caudal total y velocidad máxima

Q(Total)m <sup>3</sup> /h	V(m/s)
5481.87	8

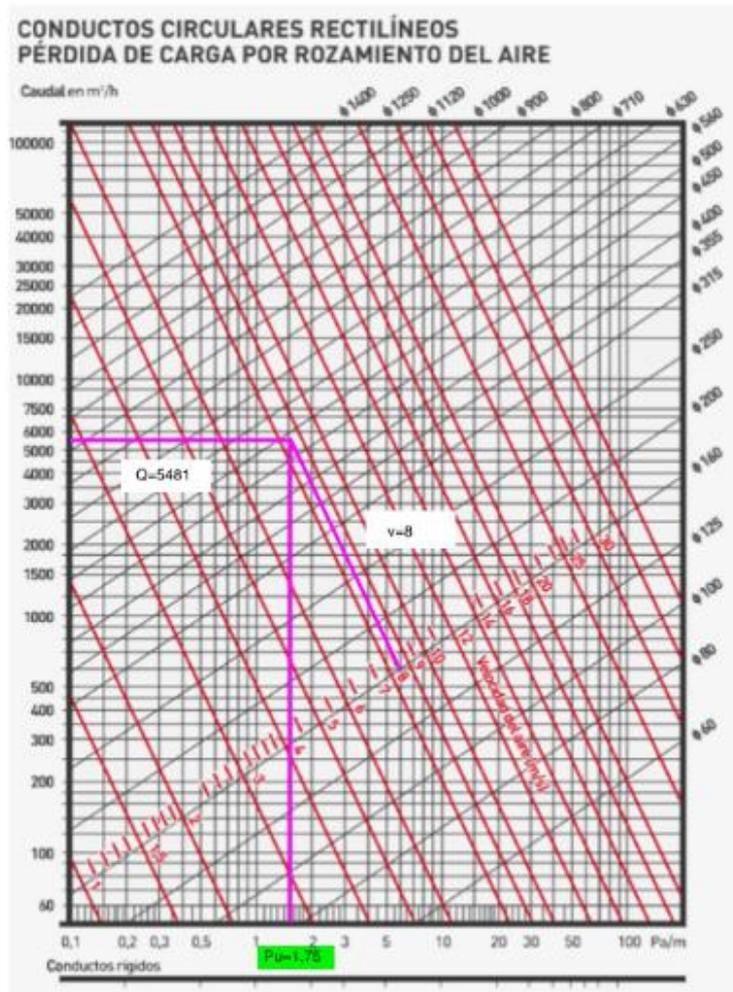


Figura. 36. Pérdidas de carga unitaria

### 2.11.5. Diámetros y velocidades equivalentes.

Para efecto de cálculo se utilizara el caudal de  $548.1 \text{ m}^3/\text{h}$  , valor que aumentara progresivamente (1 a 5) al ser multiplicado por cada tramo. Ver Tabla 12.

Con una pérdida de carga unitaria constante de  $1.75 \text{ Pa}/\text{m}$ . Se obtendrá las velocidades y diámetros equivalentes. Ver Figura 36.

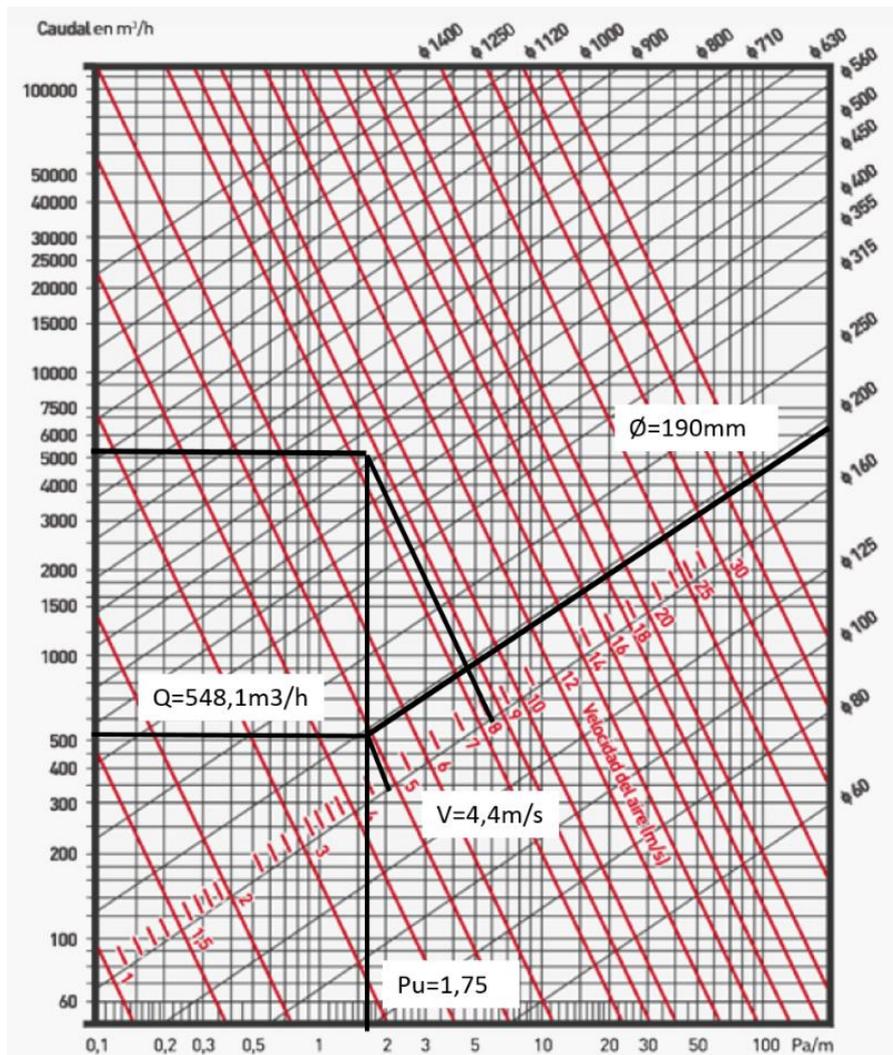


Figura. 37. Diámetros y velocidades equivalentes

Tabla 13 Resultados según Pu constante

TRAMO	Pu	Q(m <sup>3</sup> /h)	Q(m <sup>3</sup> /s)	Velocidad(m/s)	Diámetro		
					mm	plg	≈ plg
A1		548,1	0,15	4,4	190	7,5	8
A2		1096,2	0,3	5,3	250	9,84	10
A3 - B1	1,75	1644,3	0,45	6,5	300	11,8	12
A4 - B2		2192,4	0,6	6,9	335	13,18	13
A5		2740,5	0,76	7,25	355	13,97	14

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

Para los tramos B1 y B2 de Figura 37 se opta por tomar los diámetros equivalentes a A3 y A4 respectivamente ya que estos tramos cumplen con la funcionalidad y facilitan el diseño de las conexiones.

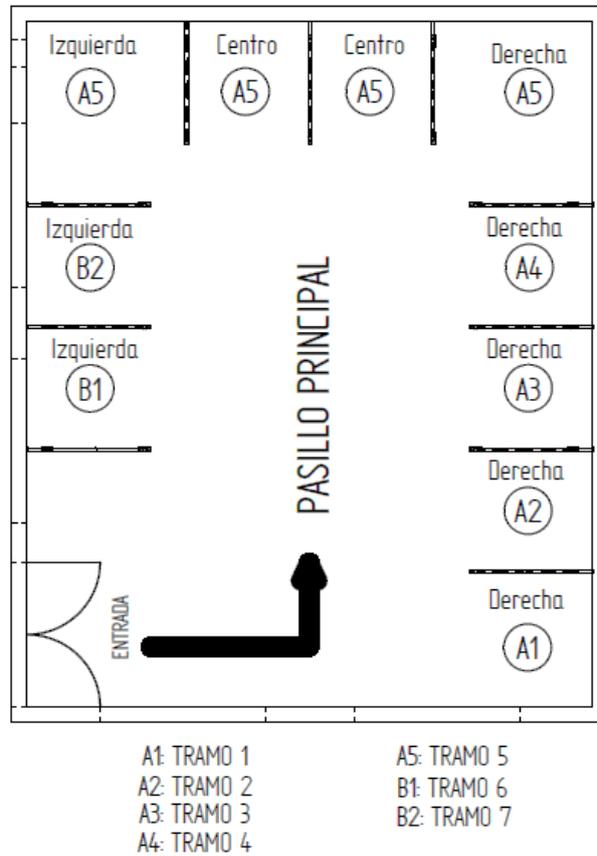


Figura. 38. Número de cabinas de laboratorio  
Fuente: Mauricio Flores, Jorge Paredes

### 2.11.6. Calculo de dimensiones del conducto

En los sistemas de extracción de gases se seleccionan conductos circulares, solo si existe una fuerza mayor, a diferencia de los conductos rectangulares por:

- Generan menos pérdidas por fricción al ser circular la sección y presentar menor perímetro al igual que área.
- No se necesita ocupar lugares reducidos como es el caso de conductos rectangulares de aire que se colocan en los edificios.
- Se da mayor resistencia mecánica a la deformación cuando su presión interna es menor que la presión atmosférica.

- d) Su distribución de velocidades es igual en su sección a comparación de la distribución correspondiente a conductos rectangulares, cuando la velocidad en sus ángulos es inferior y se deduce que es nulas. Así se permite trasladar a los gases o vapores hasta el equipo de tratamiento, evitando que se estanquen en los conductos.

Entonces, para conductos circulares, la ecuación 11 resultará:

$$A = \frac{Q}{v} \quad [m^2] \quad \text{Ec. 11 [12]}$$

$$\pi \frac{D^2}{4} = \frac{Q}{v} \quad [m^2] \quad \text{Ec.}$$

11.1

Despejando el diámetro:

$$D = \sqrt[2]{\frac{4}{\pi} * \frac{Q}{v}} \quad [m] \quad \text{Ec. 11.2}$$

### TRAMOS A1

$$Vt = 4.4 \frac{m}{s}$$

$$Q = 0.15 \frac{m^3}{s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4xQ}{\pi x Vt}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4x0.15 \frac{m^3}{s}}{\pi x 4.4 \frac{m}{s}}}$$

$$D = 0.208 m \approx 8.202 in$$

### TRAMO A2

$$Vt = 5.3 \frac{m}{s}$$

$$Q = 0.3 \frac{m^3}{s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4x0.3 \frac{m^3}{s}}{\pi x 5.3 \frac{m}{s}}}$$

$$D = 0.268 m \approx 10.569 in$$

### TRAMO A3

$$Vt = 6.5 \frac{m}{s}$$

$$Q = 0.45 \frac{m^3}{s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.45 \frac{m^3}{s}}{\pi \times 6.5 \frac{m}{s}}}$$

$$D = 0.296m \approx 11.688 \text{ in}$$

#### TRAMO A4

$$Vt = 6.9 \frac{m}{s}$$

$$Q = 0.6 \frac{m^3}{s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.6 \frac{m^3}{s}}{\pi \times 6.9 \frac{m}{s}}}$$

$$D = 0.342m \approx 13.497 \text{ in}$$

#### TRAMO A5

$$Vt = 7.25 \frac{m}{s}$$

$$Q = 0.75 \frac{m^3}{s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.75 \frac{m^3}{s}}{\pi \times 7.25 \frac{m}{s}}}$$

$$D = 0.362m \approx 14.28 \text{ in}$$

Según norma DITAR, para detalles constructivos de ductos redondos y ovalados con diámetros hasta 600 mm se tendrá un espesor de chapa de 0.5 mm para acero galvanizado. Ver ANEXO 5. Valor que se utilizara para el diseño considerando que el diámetro mayor del sistema de extracción es de 362 mm .

$$e = 0.5 \text{ mm}$$

#### - Cálculo del diámetro en la manga flexible

Se utilizará la velocidad de 6 m/s para derivaciones finales. Ver Tabla 10

$$vt = 6 \frac{m}{s}$$

$$Q = 0.152 \frac{m^3}{s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4xQ}{\pi xVc}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4x0.152 \frac{m^3}{s}}{\pi x6 \frac{m}{s}}}$$

$$D = 0.180 \text{ m} \approx 7,1 \text{ in}$$

Mediante el cálculo obtenemos un resultado de 180 mm aproximadamente 7,1 pulgadas, sin embargo, en el mercado lo más usual es encontrar mangas en valores pares es de decir 6”,8”,10” por lo que para el diseño de nuestro laboratorio optamos por utilizar una manga flexible de 8”.

#### 2.11.7. Cálculo de pérdidas en el sistema

Una parte importante en el diseño de conductos son las pérdidas generadas por cada accesorio, fricción, y cambio de secciones. Para lo cual es necesario calcular las velocidades reales que se producen en el sistema.

##### - Velocidad de circulación (v)

Esta velocidad del aire se produce en el interior del conducto necesaria para prevenir que las partículas sólidas se suspensión sedimenten y queden depositadas en el mismo.

$$Q = S \cdot v \quad \text{Ec. 12 [34]}$$

Donde:

Q: Caudal en  $m^3/s$ . Unidades en el Sistema Internacional SI.

S: Área o sección de paso en  $m^2$

v: Velocidad de circulación en  $m/s$ .

Conocida la ecuación 11, se derivan las siguientes si es necesario su uso:

$$S = \frac{Q}{v} \quad \text{Ec.12.1}$$

$$v = \frac{Q}{S} \quad \text{Ec. 12.2}$$

En la práctica, la velocidad se calcula con la siguiente ecuación ya que se realiza una conversión.

$$v = \frac{Q(\text{caudal } m^3/h)}{3600 * S(\text{área } m^2)} \quad [m/s] \quad \text{Ec. 12.3}$$

De acuerdo a Tabla 12 para los valores de caudal y las Ec 12.3 tendremos la velocidad real en m/s

### TRAMO A1

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} D^2} \quad [m/s]$$

$$v = \frac{0.15 \text{ m}^3/s}{\frac{\pi}{4} 0.19^2} \quad [m/s]$$

$$v = 5.36 \quad [m/s]$$

Tabla 14 Velocidades reales

Tramo	Q(m <sup>3</sup> /s)	D(m)	v(m/s)
A1	0,15	0,19	5,29
A2	0,3	0,25	6,11
A3 – B1	0,45	0,3	6,45
A4 – B2	0,6	0,335	6,8
A5	0,76	0,355	7,678

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

Se utilizará los diámetros equivalentes obtenidos en la Tabla 12 para proceder con el cálculo de las velocidades reales, ya que cumplen con los parámetros establecidos.

#### 2.11.7.1. Pérdida de carga

A la presión de aire imprescindible para superar la fricción de un conducto, que se determina por el gasto de la energía del ventilador, es descrita como pérdida de carga. El cálculo base para la longitud en la conducción, el conocido diámetro hidráulico, la densidad de aire, velocidad y el coeficiente de rozamiento, para la rugosidad de las paredes, de las dimensiones.

### 2.11.7.2. Pérdida por fricción en tramos rectos de conductos.

Es la presión del aire necesaria para vencer la fricción en un conducto, que es la que determina el gasto de energía del ventilador.

$$j = 5.38 \frac{v^{1.9}}{D^{1.22}} \text{ (mm c. d. a/m)} \quad \text{Ec. 13 [35]}$$

Donde:

$j$ : Pérdida de carga por unidad de longitud

$v$ : velocidad del conducto expresada en (m/s)

$D$ : diámetro del conducto (mm)

Cuando es distinto el material usado en los conductos de la chapa de hierro galvanizado (CHG), se ocupa la siguiente expresión que cálculo la perdida por fricción adecuada. [35]

$$h_1 = f_c \times j \times L_d \quad \text{Ec. 14 [35]}$$

Donde:

$h_1$ : Pérdida por fricción

$f_c$ : Factor de corrección por rugosidad

$L_d$ : Longitud de ducto

La rugosidad absoluta promedio para tubos normales está descrita por una recta horizontal y que posee diversas velocidades, permitiendo al aire alcanzar en las cañerías, el valor de  $f_c$  siempre es el mismo y que es 1. [35]

$$j = 5.38 \frac{v^{1.9}}{D^{1.22}} \text{ (mm c. d. a/m)}$$

$$j = 5.38 \frac{5.29^{1.9}}{190^{1.22}} \left( \text{mm c. d. } \frac{a}{m} \right)$$

$$j = 0.21 \text{ (mm c. d. a/m)}$$

$$h_1 = f_c \times j \times L_d$$

$$h_1 = 1 \times 0.21 \times 1.2$$

$$h_1 = 0.25 \text{ (mm. c. d. a)}$$

Tabla 15 Pérdidas por fricción en tramos rectos

TRAMO	Q(m <sup>3</sup> /s)	V(m/s)	D(mm)	j	fc	L(m)	h (mmcda)
1A	0,152	5,29	190	0,21	1	1,2	0,25
2A	0,304	6,11	250	0,18	1	1,2	0,22
3A	0,456	6,45	300	0,15	1	1,2	0,19
4A	0,608	6,8	335	0,14	1	1,2	0,18
5A	0,76	7,67	355	0,159	1	4,8	0,72
B1	0,608	6,8	335	0,14	1	1,2	0,18
B2	0,76	7,67	355	0,159	1	1,2	0,19
<b>TOTAL</b>							<b>1,93</b>

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

### 2.11.7.3. Pérdidas en la manga flexible

$$j = 5.38 \frac{V^{1.9}}{D^{1.22}} \text{ (mm c. d. a/m)}$$

$$h_1 = f_c \times j \times L_d$$

Tabla 16 Pérdidas de las mangas flexibles

TRAMO	Q(m <sup>3</sup> /s)	V(m/s)	D(mm)	j	fc	L(m)	h(mmcd)
manga	0,152	5,36	203	0,2	1	1,5	0,3

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

### 2.11.7.4. Pérdidas de carga para accesorios

El método consiste en calcular la pérdida de carga de un cierto elemento de la conducción en función de la presión dinámica Pd del aire que pasa y de unos coeficientes «n» de proporcionalidad, se describen según su forma y dimensiones para cada uno. La fórmula utilizada es:

$$Pc = n \times Pd \tag{Ec. 15 [17]}$$

Donde:

Pc: Pérdida de carga

n: coeficiente de proporcionalidad

Pd: presión dinámica

Para la presión dinámica Pd que integra en la fórmula se puede encontrar de manera fácil del siguiente modo. De acuerdo al caudal de aire que circula Q (m<sup>3</sup>/h) y el diámetro del conducto d (m), calculamos la presión dinámica pd en Figura 38 (mm c.d.a.) que se requiere para aplicar la fórmula de la pérdida de carga.

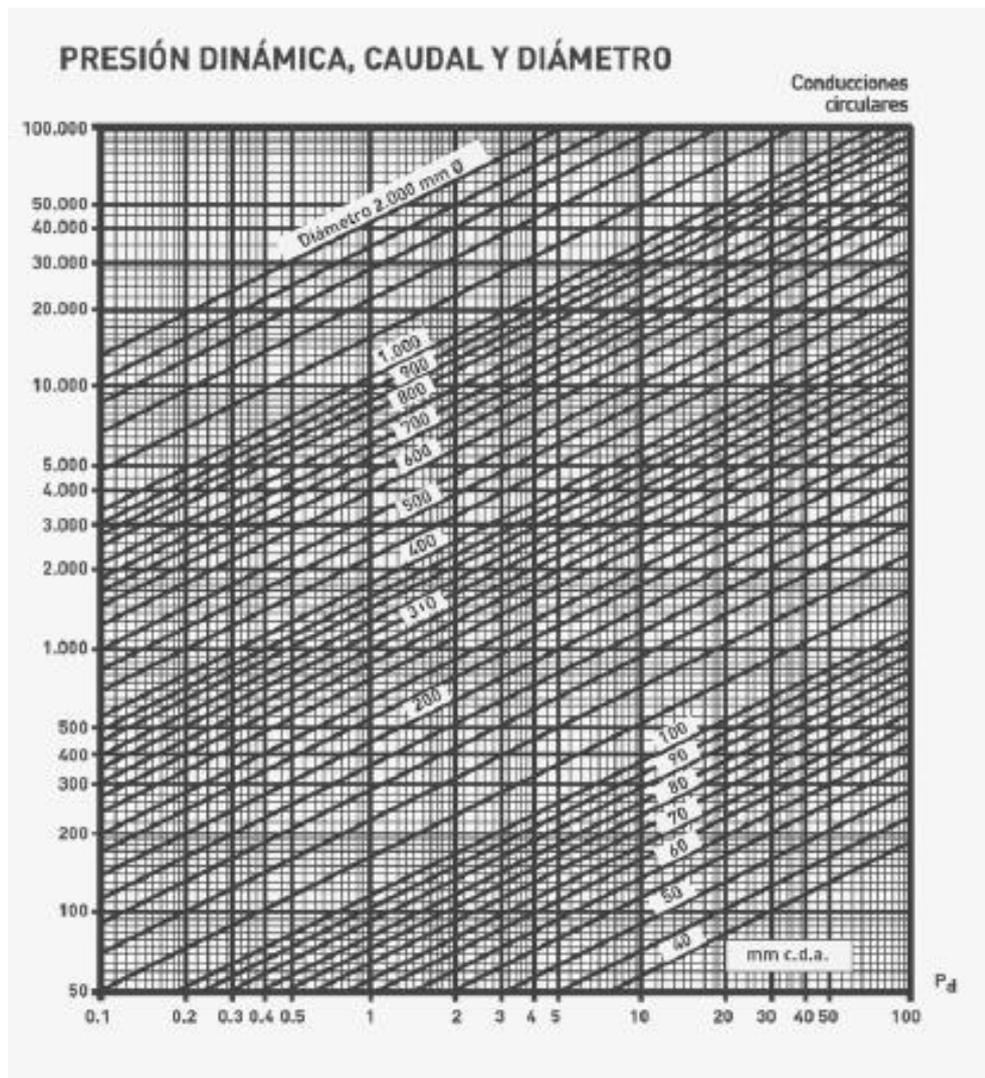


Figura. 39. Diagrama presión dinámica [17]

Las figuras siguientes se proporcionan los diferentes coeficientes «n» de pérdida de carga de varios accesorios en la circulación de aire por conductos, empezando por su captación hasta la descarga. [17].

La relación entre el R y el D y el tipo de fabricación del codo sirve para encontrar el coeficiente «n», ver la Figura 39.

$$\frac{R}{D}$$

Ec. 16

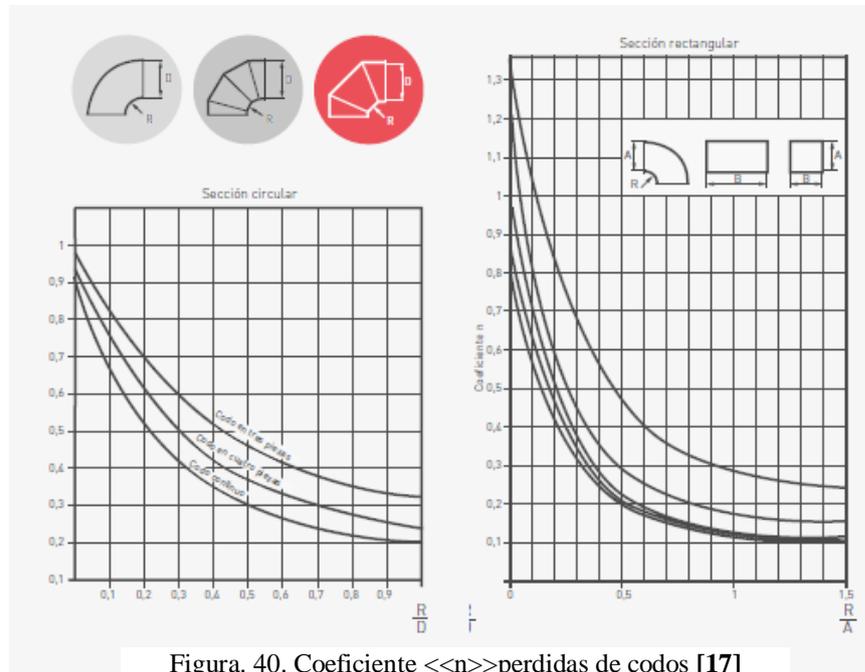


Figura. 40. Coeficiente <<n>>perdidas de codos [17]

Mediante Ec. 16 y tomando en cuenta que es un codo de 4 partes tendremos y de la Figura 39 se encuentra  $R=252 \text{ mm}$

$$\frac{R}{D}$$

$$y = \frac{252}{355} \left[ \frac{\text{mm}}{\text{mm}} \right]$$

$$y = 0.7$$

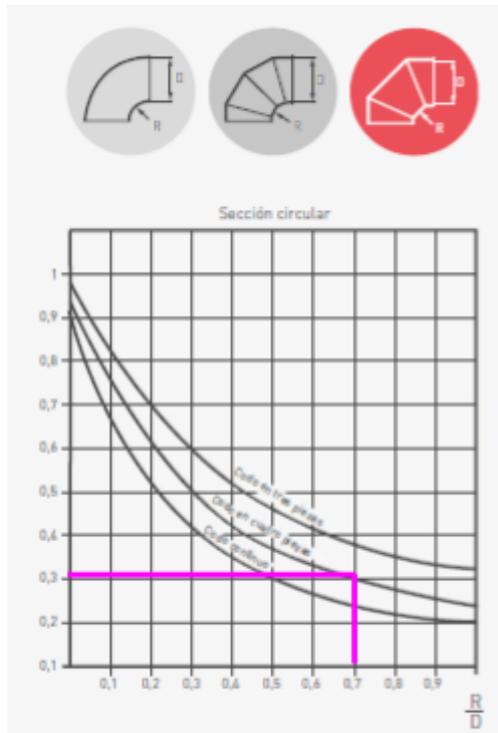


Figura. 41. Selección del coeficiente n [17]

De la Figura 40 se obtiene  $n = 0.3$

Entonces aplicando la ecuación 15 tendremos

$$P_c = 0.3 \times 2$$

$$P_c = 0.6 \text{ mm c. d. a.}$$

### 2.11.7.5. Pérdidas por cambios de sección

En el cambio de sección se consideran dos parámetros para la selección de longitud equivalente diámetros y ángulo Figura 42.

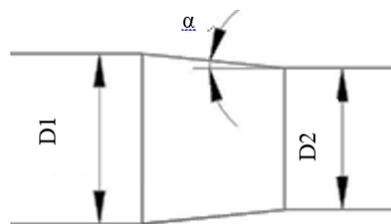


Figura. 42. Cambios de sección  
Fuente: Mauricio Flores, Jorge paredes

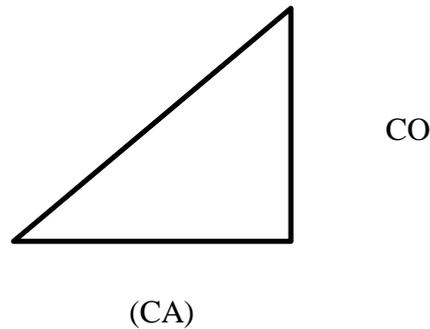
**a. Angulo de la inclinación de la contracción y alargamiento del ducto**

Se encuentran la diferencia de diámetros para encontrar el cateto opuesto CO

$$CO = D1 - D2 \quad \text{Ec. 17 [34]}$$

Con el ANEXO 1 la longitud de la transición se basa la relación 5:1 para contracciones y alargamientos de ductos, con el cual se conoce el cateto adyacente CA [34]

Considerando los parámetros anteriores se encuentra el ángulo.



$$\text{Tan } \alpha = \frac{CO}{CA} \quad \text{Ec. 18 [34]}$$

**2.11.7.6. Pérdida de carga constante**

Consiste en fijar una pérdida de carga para el proceso en su totalidad por unidad de longitud, es decir, por metro de conducción. Ordinariamente la pérdida de carga por metro de conducción se cifra entre 0.1 y 0.15 (mm d.c.a.) [34].

**b. Diferencia de diámetro**

La diferencia de diámetro se obtiene de:

$$\frac{D2}{D1} \quad \text{Ec. 19 [34]}$$

Con los valores del ángulo, la diferencia del diámetro y el diámetro del ducto se obtiene los valores de longitud equivalente en el ANEXO 2 en la parte derecha vertical se introduce el ángulo y la diferencia de diámetros de ductos, en la parte horizontal el diámetro de la tubería, con la intersección de ambos obtenemos la longitud equivalente en metros.

Para encontrar el valor de las pérdidas en accesorios en alargamiento y estrechamiento se emplea la siguiente ecuación.

$$P_{tran} = L_{eq} \times P_c$$

Ec. 20 [34]

Donde:

$L_{eq}$ : longitud equivalente

$P_c$ : pérdida de carga constante

Analizaremos uno por uno de los tramos considerando el número de cabinas existentes para conseguir todas las pérdidas provocadas por los accesorios.

Se realizará el cálculo detallado para un solo tramo, para después proceder con el cálculo de los siguientes tramos mediante una Tabla 17.

Datos:

$$D_1 = 8'' = 0.2 \text{ (m)}$$

$$D_2 = 10'' = 0.25 \text{ (m)}$$

$$L = CA = 0.3 \text{ (m) por ANEXO 3}$$

$$P_c = 0.15 \text{ mm c. d. a.}$$

Se obtiene la diferencia de diámetro resolviendo la Ec. 19

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{0.25}{0.2} = 1.25$$

Para encontrar el cateto opuesto CO reemplazamos la Ec. 17

$$D_2 - D_1 = CO$$

$$CO = 0.25 - 0.2$$

$$CO = 0.05$$

Reemplazando la Ec. 18 tendremos.

$$\tan \alpha = \frac{0.05}{0.3} \rightarrow \alpha = 9.5^\circ$$

Con el ángulo encontraremos la longitud equivalente por tablas en el ANEXO 2.

$$L_{equiv} = 0.8 \text{ (m)}$$

Reemplazando en la Ec. 20 tendremos pérdidas en el tramo.

$$P_{tram A1- A2} = L_e \times P_c$$

$$P_{tram A1- A2} = 0.8 \text{ (m)} \times 0.15 \text{ mm c.d.a.}$$

$$P_{tram A1- A2} = 0.12 \text{ mm c.d.a}$$

Tabla 17 Pérdidas en cambios de sección

TRAMO	DIAMETROS		ANGULO	D2/D1	Le	Pc mmc.d.a	Ptran=Le x Pc mm c.d.a.
	$D_1$ plg	$D_2$ plg	$\alpha$				
A1-A2	8	10	10	1,25	0,6	0,15	0,09
A2-A3	10	12	10	1,2	0,6	0,15	0,09
A3-A4	12	13	6	1,08	0,9	0,15	0,14
A4-A5	13	15	10	1,15	1,1	0,15	0,17
B1-B2	12	13	6	1,08	0,9	0,15	0,14
B2-A5	13	15	10	1,15	1,1	0,15	0,17
						<b>TOTAL</b>	<b>0,8</b>

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

### 2.11.8. Selección del extractor

Para la elección del extractor tomaremos en cuenta el caudal total y la pérdida total en el sistema de extracción detallado en Tabla 18.

Datos:

$$Q_{total} = 5481.87 (m^3/h)$$

Tabla 18 Pérdidas totales

PERDIDAS TOTALES (mm c.d.a)	
Perdidas Cambios de sección	0,8
Pérdidas Ductos	1,94
Perdidas Accesorios	0,6
Perdidas mangas	0,3
<b>TOTAL</b>	<b>3,64</b>

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

La elección del extractor se realiza de acuerdo a las características del fabricante donde encontraremos la curva característica entre el caudal y la pérdida Figura 43. Para encontrar el tipo de extractor tubular adecuado para la extracción de los gases. Para el diseño se utilizará el extractor TTB-500 ANEXO 4

### 2.11.8.1. Eficiencia del extractor

Para obtener la eficiencia tendremos:

$$\varepsilon = (Pot a)/(Pot v) \quad \text{Ec.20.1}$$

[36]

*Pot a = potencia que entra al ventilador*

*Pot v = potencia del ventilador*

En donde:

$$Pot a = Qt \times htv \times g \quad \text{Ec.20.2 [36]}$$

*Qt = Caudal total m<sup>3</sup> / s*

*htv = altura de presión máxima que tolera el extractor (mmcda) Ver Figura 42*

*g = gravedad m / s<sup>2</sup>*

*Pot a = Qt × htv × g*

*Pot a = 1,52 × 30 × 9,81*

*Pot a = 447,36 W ≈ 0,6 hp*

*Pot b = 0,75 hp VER ANEXO 4*

$$\varepsilon = (Pot a)/(Pot b) = 0,6/0,75$$

$$\varepsilon = 0,8 \therefore 80\%$$

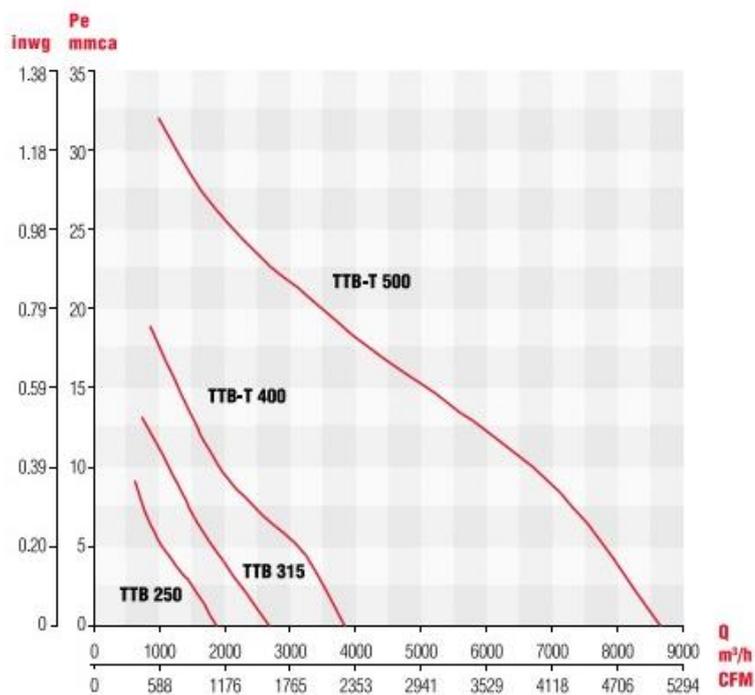


Figura. 43. Curva característica de extractores TTT-B [17]

## 2.12. Seguridad y protección

### 2.12.1. Señalética a utilizarse

En la normativa ecuatoriana, así como la internacional, que determina ciertas obligaciones al tener un diseño para advertir sobre los peligros existentes en la organización, uno de los mecanismos es la señalización.

Enmarcaremos algunos artículos y normas que se deben tener en cuenta como son.

- Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores, Art. 11 numerales 9 y 11, Art. 164
- Código de Trabajo, Art. 42 numeral 2
- Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Art. 11 literales h) e i)
- Norma Técnica NTE INEN -ISO 3864-1

**a. Señales de obligación**

Obligan a un determinado comportamiento. Son frecuentemente utilizadas para indicar áreas o puestos de trabajo donde se requiere utilizar equipos de protección personal.

Figura 44 [14]



Figura. 44. Señales obligatorias [14]

**b. Señales de prohibición:**

Son el tipo de señalización que se coloca cuando por legislación, reglamentación o condición de efecto nocivo comprobado se prohíbe un determinado comportamiento.

Figura 45. [14]



Figura. 45. Señales de prohibición. [14]

**c. Señales de advertencia:**

Se utiliza para advertir sobre la presencia de un peligro ante un determinado comportamiento. Figura 46. [14]



Figura. 46. Señales de advertencias. [14]

#### d. Señales de emergencia

Son utilizadas para informar sobre salvamento, sobre equipo contra incendio y aspectos varios. Fig. 47



Figura. 47. Señales de emergencia. [14]

#### 2.12.2. Procedimiento para selección de los extintores

Para la selección del extintor se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tipo de fuego
- Establecer el agente extintor
- Analizar las normas vigentes
- De acuerdo al tipo de fuego al que está expuesto el laboratorio y en relación a la norma vigente seleccionamos el tipo de extintor a utilizar.

#### 2.12.3. Procedimiento para la distribución de los extintores

- Obtener las dimensiones del laboratorio
- Conocer el tipo de extintor a utilizar
- Analizar las normas vigentes
- Seleccionar la opción más viable de acuerdo en base a las normativas.

#### 2.13. Selección de extintores

Para la seleccionar el tipo de extintores a usar en el taller de soldadura es necesario tomar en cuenta el reglamento de prevención de incendios emitidos por el cuerpo de bomberos especificando lo siguiente:

Art. 6.- La presente reglamentación tomará en cuenta la clasificación de incendios presentada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN del Código Ecuatoriano de la Construcción-Protección Contra Incendios. [37]

Tomando en consideración esto tenemos que basarnos en la norma INEN 802 que detalla los requisitos técnicos ecuatorianos para la distribución y selección de extintores en edificaciones.

Los extintores serán seleccionados de acuerdo al riesgo presente como podemos observar en la Tabla 18.

Por lo tanto, para nuestro caso hemos seleccionado extintores de CO<sub>2</sub>, ya que no solo tendremos conexiones eléctricas por los tipos de sueldas, sino que también tendremos gases de protección para las demás áreas de soldadura, teniendo en cuenta la norma INEN 802 que nos dice en el inciso 4.2.2 los polvos químicos secos, pueden ser usados extintores de CO<sub>2</sub> si el dispositivo del extintor no es metálico. [38]

#### **2.14. Distribución de extintores**

Así como nos basamos en la norma INEN 802 tendremos que apegarnos a la misma para poder escoger la cantidad de extintores a utilizar, por tanto, el inciso 4.6.1 nos dice que:

Para la entra de extintores tipo C y D se regirá de acuerdo al riesgo presentado siendo muy distinto en la naturaleza y se procederá para ciertos casos particulares [38].

Por lo que para la selección tomaremos algunas consideraciones generales como son: La distancia que recorre en origen a la horizontal empezando de cualquier punto de un área protegida hasta detectar un extintor que llegue a los 25 m para fuegos tipo A y para los 15 m un tipo B [39] , siendo estos los más comunes, pero no descartando un fuego tipo C para lo cual estas seleccionados nuestro tipo de extintor.

Tabla 19 Distribución de extintores [39]

<b>Local a 20 ms</b>	<b>Numero de extintores</b>	<b>Eficacia de cada extintor</b>
Cuarto de basura	Uno por cada 50m <sup>2</sup> de superficie o fracción	13A
Cuarto de contadores	Uno	21B
Cuarto de transformador	Uno	21B
Cuarto de grupos de presión	Uno	21B
Sala de máquinas de aire acondicionado	Uno por cada 50m <sup>2</sup> de superficie o fracción	21B
Sala de máquinas de ascensores	Uno	21B
Local de almacenamiento de combustible	Uno por cada 25000 kg de combustible líquido o fracción	89B
	Uno por cada 1000 kg de combustible gaseoso	21B
	Uno por cada 150 m <sup>2</sup> de superficie de almacenamiento de combustible solido	13A
Cuarto e calderas	Uno por cada 50m <sup>2</sup> de superficie o fracción	21B

Tomando en consideración estos aspectos y teniendo en cuanto el área que para fines de selección se redondeó a 50 m<sup>2</sup> y basándonos en la Tabla 19 se ha decidido tener unos dos extintores uno por cada 25m<sup>2</sup> ya que la distancia horizontal no superara los 8m asegurando así el cumplimiento de las normas vigentes.

### **2.15. Proceso de selección de luminaria**

Para la selección de la luminaria tendremos en consideración los siguientes parámetros.

### 2.15.1. Cálculo del área de trabajo

El área del laboratorio está calculado en base al largo, ancho y altura del laboratorio.

$$S=25.06 \text{ m}^2$$

### 2.15.2. Altura de trabajo

De acuerdo al tipo de actividad que se va a realizar en el laboratorio, es importante determinar la altura del plano de trabajo.

$$H = h' + h \quad \text{Ec. 21 [40]}$$

Donde:

H= es la altura total

h'= altura del plano de trabajo

h=altura entre el plano de trabajo y el plano de trabajo de luminarias

Por lo tanto tendremos:

$$H = h' + h$$

$$H=3.5 \text{ m}$$

$$h'=0.8 \text{ m}$$

Despejando tendremos:

$$H - h' = h$$

$$h = 3.5 \text{ m} - 0.8 \text{ m}$$

$$h = 2.7 \text{ m}$$

### 2.15.3. Calculo de flujo luminoso total de trabajo

El flujo luminoso que necesita un determinado local es.

$$\varphi t = \frac{Em \times S}{Cu \times Cm} \quad \text{Ec. 22 [40]}$$

Donde:

Em= nivel de iluminación medido en lux

$\varphi t$  = flujo luminoso determinado en lúmenes

S= superficie a iluminar en  $\text{m}^2$

Cu= Coeficiente de utilización

Cm=coeficiente de mantenimiento

### 2.15.3.1. Cálculo de coeficiente de utilización (Cu)

El coeficiente de utilización, nos da la relación entre el número de lúmenes propagados por la lámpara y los que alcanzan efectivamente al plano ideal de trabajo. Para lo cual tendremos un coeficiente k según las ecuaciones.

La iluminación puede ser directa, semi-directa, directa-indirecta general difusa.

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a+b)} \quad \text{Ec. 23 [40]}$$

Iluminación indirecta y semi-directa

$$k = \frac{3 \times a \times b}{2 \times (h+h') \times (a+b)} \quad \text{Ec. 24 [40]}$$

Índice del local

Aplicaremos la ecuación 23 en donde ocuparemos las medidas de nuestro espacio de trabajo que son ver Figura 33.

$$\text{ancho} = 7.16 \text{ m} = a$$

$$\text{profundidad} = 8.75 \text{ m} = b$$

Índice de local

$$k = \frac{a \times b}{h \times (a+b)}$$

$$k = \frac{7.16 \times 8.75}{2.7 \times (7.16 + 8.75)}$$

$$k = 1.45$$

### 2.15.3.2. Coeficiente de reflexión

El coeficiente de reflexión esta normado como muestra la Tabla 20.

Tabla 20 Coeficiente de reflexión [40]

<b>PINTURA/COLOR</b>	<b>COEF.REFL.</b>
BLANCO	0,70 - 0,85
TECHO	0,50 – 0,65
GRIS CLARO	0,40 – 0,50
GRIS OSCURO	0,10 – 0,20
NEGRO	0,03 – 0,07
AMRILLO	0,5 – 0,75
MARRON CLARO	0,30 – 0,40

Tabla 21 Coeficiente de utilización [40]

Techo	0,70	0,70	0,70	0,50	0
Pared	0,70	0,50	0,20	0,20	0
Suelo	0,50	0,20	0,20	0,10	0
k	0,6	77	58	49	45
k	1,0	100	77	69	63
k	1,5	116	91	84	77
k	2,5	129	100	95	86
k	3,0	133	103	99	89

Techo=0.65

Piso=0.2

Paredes=0.5

Una vez establecido el índice k del local y también los coeficientes de reflexión de las superficies ya es factible el cálculo del coeficiente de utilización (Cu).

Con un coeficiente  $k=1,45$  y a través de la tabla 21 obtendremos un  $Cu=91$  tomando en cuenta es un valor porcentual entonces tendremos:

$Cu= 0.91$

### 2.15.3.3. Coeficiente de mantenimiento Cm

El coeficiente de mantenimiento esta normado según la Tabla 22.

Tabla 22 coeficiente de mantenimiento [40]

Ambiente	Cm
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Con el cálculo de todos factores podremos obtener el flujo lúmenes necesarios para una iluminación óptima.

Considerando que es un laboratorio se podrá considera el ambiente con impureza por lo que tendremos un  $Cm=0.6$  ver Tabla 22.

Numero de luz será 750 ver Figura 23.

Con estos datos obtendré el flujo luminoso total para nuestro laboratorio aplicando la ecuación 29.

$$\varphi t = \frac{Em \times S}{Cu \times Cm}$$

$$\varphi t = \frac{750 \times 25.06}{0.91 \times 0.6}$$

$$\varphi t = 34423.076 \text{ lumenes}$$

El flujo luminoso mínimo que necesita el laboratorio es de 34423.076 lúmenes.

#### **2.15.4 Selección del tipo de lámpara a instalar.**

Tomando en cuenta el flujo luminoso mínimo que es necesario para el laboratorio de 34423.076 lúmenes y la distribución de los cubículos, se procedió a la revisión de catálogos de fabricantes y comercializadores.

La selección se realizó tomando como referencia el catálogo de la Empresa Sylvania, con gran presencia en el mercado ecuatoriano.

Tomando en cuenta la eficiencia energética que produce cada tipo de lámpara, así como el flujo luminoso total necesario para abastecer las necesidades de nuestro laboratorio se toma la decisión de utilizar una iluminación Directa –Indirecta con bombillas Crow led, ubicadas en el perímetro del laboratorio una por cada cabina y una en la parte central del laboratorio un total de 11, cada una con una potencia de 45W que posee un flujo luminoso de 3500 lumen que en conjunto aporta con la cantidad necesario requerida para el laboratorio.

## **CAPÍTULO III**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS Y COSTOS**

El capítulo siguiente se indica todos los costos que implica la construcción e instalación del sistema de extracción de gases del laboratorio de soldadura, y a su vez, también se elabora la toma de datos para analizar la efectividad del diseño con respecto al área de trabajo del sistema.

#### **3.1. Valoración de costos**

Mediante la valoración de costos se puede controlar, analizar e interpretar el costo del diseño y elaboración del sistema de extracción de gases. Además, esta valoración tiene también otros propósitos tales como:

- Proporcionar información útil para fijar un precio de venta.
- Determinar si el servicio o producto que se propone fabricar implica una utilidad.
- Evaluar cuanto capital puede justificarse para cambiar procesos o realizar otras mejoras. [41]

#### **3.2. Clasificación de costos**

El costo es aquel valor monetario de los recursos utilizados para la entrega de servicios o bienes que se consiguen. Además, los costos se clasifican de la siguiente manera:

- Costos directos.
- Costos indirectos.

##### **3.2.1. Costos directos**

Son las erogaciones que se realizan por los elementos que intervienen directamente en la ejecución de conceptos de trabajo del proyecto que se esté considerando. [42]

- **Costos materiales**

Es toda la materia prima que al transformarla mediante procesos de mecanizado se convierte en piezas o mecanismos que conforman el producto.

Tabla 23. Costos de materiales

COSTO 1				
Cantidad	Unidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
10	mm	Perfil L ASTM A-36 40x3	12,13	121,3
5	mm	Perfil L ASTM A-36 25x3	7,58	37,9
12	mm	Perfil cuadrado ASTM A-36 40x2	16,23	194,76
5	mm	Lámina de acero ASTM A-36 1220 x 2440 x 0,45	22,38	111,9
1	mm	Platina de 50 x 4 mm	10,74	10,74
10	mm	Lámina de acero galvanizado 1220 x 2440 x 0,5	23,72	237,2
			<b>TOTAL</b>	<b>713,8</b>

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

**- Costos de insumos**

Son componentes que se instalan directamente al producto y que no necesitan de ningún tipo de manufactura previa para su uso.

Tabla 24. Costos de insumos

<b>COSTO 2</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
1	Ventilador de extracción Tipo: Centrifugo doble aspiración. Marca: Soler & Palau o similar. Modelo: DA 18/18 (CBP) o similar. Capacidad: 8700 CFM; @ 1,3" c.w Potencia: Servicio eléctrico: 220V/3Ph/60HZ Caja metálica Motor eléctrico Botonera On - Off	1994	1994
25	Canaleta de cableado industrial (m)	12,62	315,5
1	Cable eléctrico para 220V	56,5	169,5
1	Acometida eléctrica	48,78	48,78
50	Remache de 3/16" x 1"	0,03	1,5
40	Pernos de expansión de 3/8"	0,35	14
1	Gas CO <sub>2</sub>	15,68	15,68
1	Alambre de soldadura MIG 0,9mm 5kg	8,96	8,96
7	Disco de corte de 4"	2,50	17,5
7	Disco de desbaste de 4"	3,40	23,8
1	Disco de tronzadora 14"	8,69	8,69
		<b>TOTAL</b>	<b>2617,91</b>

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

- **Costos de mano de obra**

Es el valor por un esfuerzo físico y mental que realiza una persona al fabricar un producto o prestar sus servicios.

Tabla 25. Costos de mano de obra

COSTO 3			
Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
10	Construcción de mesa de práctica de soldadura.	25	250
10	Construcción de paneles divisores	30	300
1	Construcción e instalación de ductos metálicos fabricados en lámina de acero galvanizado según normas SMACNA sin aislamiento.	488	488
10	Construcción de campana de extracción para mesa de soldadura (Toma Baja) Largo 0.75 m; Ancho 0.2 m; Alto 0.4m	56	560
1	Construcción de base o soporte para ventilador de extracción	64	64
1	Construcción e instalación del sistema eléctrico para el funcionamiento del equipo de extracción.	300	300
1	Instalación y puesta en marcha de equipo de extracción	180	180
		<b>TOTAL</b>	<b>2142</b>

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

**3.2.2. Costos indirectos**

Se nombra como costo indirecto a todas las distribuciones que, siendo importantes para lograr la producción de un artículo, no se puede obtener de manera precisa la cantidad que corresponde a la unidad producida. [43]

### - Costos de Ingeniería

Es una valoración monetaria dada al autor intelectual del proyecto o del servicio prestado.

Tabla 26. Materia indirecta y costos ingenieriles

COSTO 4			
Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
1	Agua (planilla)	20	20
1	Luz (planilla)	50	50
3	Alimentación (mensual)	60	180
1	Investigación	60	60
1	Diseño	600	600
1	Impresión de planos	10	10
3	Transporte (mensual)	20	60
<b>TOTAL</b>			<b>980</b>

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

El valor total de costos para el proyecto del laboratorio de soldadura resulta de la suma de todos los costos obtenidos.

$$\text{Total de costos} = \text{costo1} + \text{costo2} + \text{costo3} + \text{copsto4}$$

$$\text{Total de costos} = 713.80 + 2617.91 + 2142.00 + 980.00$$

$$\text{Total de costos} = 6453.71 \text{ dolares americanos}$$

### 3.2.3. Costos de Imprevistos

Los gastos imprevistos son los egresos que no se terminan de ser presupuestados al ser mostrada de manera inesperada. Como sucede en los problemas con automóviles, accidentes o gastos médicos suelen ser considerados como gastos no esperados que pueden afectar el proyecto.

Es el 5% del valor de la inversión total

$$\text{Imprevistos} = 5\% \text{Inversion total} = 5\%(\text{costo1} + \text{costo2} + \text{costo3} + \text{copsto4})$$

La inversión total será la suma de los imprevistos más el total de costos.

*Inversion total = 6453.71 + 322.68 dolares americanos*

*Inversion total = 6776.39 dolares americanos*

El Centro del Muchacho Trabajador obtuvo mediante donaciones materiales varios recursos, para la construcción del laboratorio, además de tener personal calificado para realizar varias de las construcciones necesarias para el proyecto.

Tabla 27. Reducción de costos

Reducción de costos			
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
6	Perfil cuadrado ASTM A-36 40x2	16,23	97,38
	Lámina de acero ASTM A-36 1220 x 2440 x		
5	0,45	22,38	111,9
10	Lámina de acero galvanizado 1220 x 2440 x 0,5	23,72	237,2
10	Construcción de mesa de práctica de soldadura.	25	250
10	Construcción de paneles divisores	30	300
	Construcción e instalación de ductos metálicos		
1	fabricados en lámina de acero galvanizado	488	488
	según normas SMACNA sin aislamiento.		
	Construcción de campana de extracción para		
10	mesa de soldadura (Toma Baja) Largo 0.75 m;	56	560
	Ancho 0.2 m; Alto 0.4m		
<b>TOTAL</b>			<b>2044,48</b>

Elaborado por: Mauricio Flores y Jorge Paredes

**- Porcentaje de ahorro**

$$6776.39 \rightarrow 100\%$$

$$2044.48 \rightarrow x$$

$$x = \frac{2044.48 \times 100}{6776.39}$$

$$x = 30.17\%$$

### **3.3. Costo de funcionamiento del sistema**

El funcionamiento del sistema de extracción se genera mediante el consumo de energía eléctrica por lo cual implica un gasto en el rubro mensual del laboratorio.

Como referencia para el cálculo del consumo se toma la planilla de pago de energía eléctrica del taller existente de mecanizado y construcciones metálicas del Centro del Muchacho Trabajador. Dicho consumo se presenta en la Figura 43.

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor	75001520	Días facturados		31	Factor de corrección		1.0000
Tipo consumo	leído	Fecha hasta		25-02-2020	Factor de potencia (FP)		0.9998
Fecha desde	26-01-2020						

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Int. Transfer.	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (08h00-18h00)	25-02-2020	1094.50	1011.60	0.00	82.90	1.66	84.56	KWH	5.33
Energía act. hor. B (18h00-22h00)	25-02-2020	260.80	242.60	0.00	18.20	0.36	18.56	KWH	1.17
Energía act. hor. C (22h00-08h00)	25-02-2020	145.20	144.40	0.00	0.80	0.02	0.82	KWH	0.05
Energía reactiva total	25-02-2020	53.40	51.20	0.00	2.20	0.00	2.20	KVR	0.00
Demanda máx. hor. A (08h00-18h00)	25-02-2020	1.83	0.00	0.00	1.83	0.00	1.83	KW	0.00
Demanda máx. hor. B (18h00-22h00)	25-02-2020	2.14	0.00	0.00	2.14	0.00	2.14	KW	0.00
Demanda máx. hor. C (22h00-08h00)	25-02-2020	0.86	0.00	0.00	0.86	0.00	0.86	KW	0.00
Demanda facturable	25-02-2020	7.04	0.00	0.00	7.04	0.14	7.18	KW	30.03

Figura. 48. Costo de servicio Eléctrico y Alumbrado público  
Quito

Fuente: EEQ.

Calculando el valor en dólares del  $kWh$  según la planilla de energía eléctrica obtenemos un valor de:

$$1kWh = 0.063 \text{ dolares americanos}$$

Según Anexo 4 tenemos que el extractor a utilizarse tiene una potencia de  $3/4HP$  que equivale a  $559.27 \text{ Watts}$ .

Para el cálculo de energía tenemos:

$$E = Pot \times t$$

Donde:

Pot: Potencia a utilizarse en  $kW$

t: tiempo de uso de extractor en la semana.

$$E = 0.559kW \times 9 \text{ horas}$$

$$E = 5.031 kWh \text{ En una semana.}$$

$$E = 20.124 kWh \text{ En un mes.}$$

$$\text{Costo mensual} = 20.124 kWh \frac{0.063 \text{ dolares}}{1kwh}$$

$$\text{Costo mensual} = 1.26 \text{ dolares americanos.}$$

Esto representa para la institución un incremento 1,26 dólares americanos en sus gastos por el uso del sistema de extracción

## CONCLUSIONES

- La Unidad Educativa Centro Del Muchacho Trabajador para el Laboratorio, cuenta con un espacio plano de 8,75 m x 7,16 m adecuado para el levantamiento de la nueva infraestructura, respetando una altura en su punto más alto de 2,67 m, dicho espacio cuenta con accesos a la red eléctrica indispensables para el desarrollo del proyecto.
- Las cabinas se distribuirán en forma de C, colocadas en el perímetro del laboratorio y de forma continua para aprovechar de mejor manera el espacio en función de los 25,06 m<sup>2</sup> de área útil, teniendo una sola división entre cabinas, posibilitando colocar un conducto de extracción que abarque todas las cabinas, y dejar un espacio en el centro del laboratorio que permite que el docente mantenga la visibilidad y el libre acceso a cada uno de los puesto, facilita la evacuación de los estudiantes en caso de emergencia al no existir divisiones que se conviertan en un obstáculo, se logra una buena recirculación del aire y distribución de la iluminación, se aprovechara el espacio central para colocar una mesa de trabajo de uso múltiple.
- Se diseñaron 10 puestos de trabajos separados por divisiones, que utilizara un sistema de extracción mecánica localizada, para la cual se obtuvo el dimensionamiento de los ductos de extracción de (8, 10, 12,14) pulgadas, ubicados a una altura de 2,5 m, que están conectados a una manga flexible por cabina, de longitud 1,5 m y un diámetro de 8 pulgada, ductos que están conectados a un extractor axial con capacidad de extracción de 3226.86 CFM.
- La estructura divisoria donde se fijarán las cornisas de separación tendrá una altura de 2m, y se utilizarán luminarias Led con campana de proyección ubicada en la parte superior de cada cabina.
- El costo de construcción del laboratorio es de 6776.39 dólares americanos, debido a que la institución obtuvo donaciones para realizar una optimización del costo en la selección de los materiales logrando un equilibrio entre funcionabilidad, precio, y durabilidad, haciendo una valoración de las ofertas del mercado ecuatoriano, se buscó una disminución del costo de mano de obra

y recursos, al aprovechar en la fabricación de los puestos de trabajos, los recursos y equipamiento que cuenta la institución, obteniendo un ahorro del 30% de la inversión total.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda profundizar más en el tema eléctrico y electrónico para realizar un proceso de automatización de los sistemas de extracción en un futuro tomado como base el proyecto actual.
- Se recomienda no exceder la capacidad de personas para lo cual fue diseñado el laboratorio.
- Se recomienda realizar los trámites para obtener los permisos con el personal de bomberos ya que el laboratorio fue diseñado en base a las normas vigentes.

## REFERENCIAS

- [1] M. P. Groover, Introducción a los procesos de manufactura, M. Á. Toledo Castellanos, Ed., Ciudad de México: Mc Graw Hill Education, 2014.
- [2] SOLDEXA, MANUAL DE SOLDADURA & CATALOGO DE PRODUCTOS, Lima.
- [3] P. C. Rodriguez, Manual de Soldadura, Buenos Aires : ALSINA, 2001.
- [4] M. J. Tomsic, N. Crump, W. T. Rankin, J. F. Grist, J. M. Thommes y J. L. Winn, Manual de Soldadura Tomo I, 8a. ed. ed., vol. I, R. L. O'Brien, Ed., Naucalpan de Juárez: Prentice-Hall Hispanoamericana,S.A., 1996, p. 327.
- [5] INDURA, Manual de Sistemas y materiales de soldadura.
- [6] AMERICAN WELLDINGS SOCIETY, «Seguridad de los procesos de soldadura, cortes a fines,» 2005.
- [7] W. L. Galvery, Jr y F. M. Marlow, Guía de soldadura para el técnico profesional, N. Editores, Ed., Balderas: LIMUSA S.A., 2008.
- [8] R. Escalona Garcia , MANUAL DE SOLDADURA TOMO I, Mexico : R.L.O'BRIAN , 1996.
- [9] C. A. Marcos, Manual de prácticas de Soldadura, Primera ed., Ceysa, Ed., Bogotá: Cano Pina, 2015.
- [10] L. Koelhoffer, A. Manz y E. Hornberger, Manual de Soldadura, Mexico: LIMUSA,S.A, 2010.
- [11] M. P. Groover, Fundamentos de manufactura moderna, Tercera ed. ed., M. Á. Toledo Castellanos, Ed., Ciudad de México: Mc Graw Hill, 2007].
- [12] S. Kalpakjian, Manufactura, Ingeniería y Tecnología, Quinta ed. ed., L. M. Cruz, Castillo, Ed., Ciudad de México: Pearson Prentice Hall, 2008.
- [13] A. Enriquez Palomino, J. M. Sanchez Rivero y V. M. Blanco, SEGURIDAD INDUSTRIAL,Puesta en servicioMantenimiento e Inspeccion de equipos e instalaciones, Madrid : Fundación Confemetal , 2015.
- [14] Ministerio de relaciones laborables, «Ministerio de relaciones laborables,» Ministerio de relaciones laborables, 27 09 2013. [En línea]. Available:

- <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NT-21-Se%C3%B1alizaci%C3%B3n.-Requisitos.pdf>. [Último acceso: 03 03 2020].
- [15] A. C. YUNUS, *TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA*, MEXICO: MCGRAW-HILL, 2007.
- [16] R. C. Rosale, P.E., *Manual del Ingeniero de Planta*, segunda ed., E. Mendoza Tello, Ed., Ciudad de Mexico: Mc Graw-Hill, 2001.
- [17] Soler y Palau, 2019. [En línea]. Available: <http://cort.as/-KbGi>.
- [18] R. Goberna, *Ventilacion Industrial Manual de recomendaciones practicas para la preveencion de riesgos profecionales*, Primera edición ed., Valencia: Generalitat Valenciana, 1992.
- [19] TASEL, «Ventilación y conductos,» 25 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.tasel.es/extractores-de-aire-tipos-usos-ventilacion-industrial/>. [Último acceso: 19 Diciembre 2019].
- [20] isatur, «MANUAL DE SEGURIDAD,» 2010. [En línea]. Available: [https://www.isastur.com/external/seguridad/data/es/2/2\\_9\\_6\\_1.htm](https://www.isastur.com/external/seguridad/data/es/2/2_9_6_1.htm). [Último acceso: 30 Junio 2019].
- [21] Texas Department of Insurance, « Division of Workers' Compensation,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.tdi.texas.gov/pubs/videoresourcessp/spwpweldhazards.pdf>. [Último acceso: 01 julio 2019].
- [22] Serrano, «Consejo superior de investigaciones científicas,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.iqm.csic.es/wp-content/uploads/2013/prevencion/recomendaciones%20especificas/19.Soldadura.pdf>. [Último acceso: 29 Junio 2019].
- [23] M. P. Castro Guaman y N. C. Posligua Murillo, *Diseño de iluminacion con luminaris tipo led basado en el concepto de eficiencia energetica y confort visual, implementacion de estructura para pruebas*, UPS.
- [24] CEFIRE, «CEFIRE,» [En línea]. Available: [http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod\\_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnica/31\\_\\_tipos\\_de\\_lmparas.html](http://cefire.edu.gva.es/pluginfile.php/199806/mod_resource/content/0/contenidos/009/luminotecnica/31__tipos_de_lmparas.html). [Último acceso: 23 Ducusiembre 2019].

- [25] Sylvania, «Luminarias led,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.sylvania.com.ec/producto/crown-led/>. [Último acceso: 21 12 2019].
- [26] Sylvania, «Luminarias led,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.sylvania.com.ec/producto/led-high-bay-eco-gc410/>. [Último acceso: 21 12 2019].
- [27] IESS Seguro general de riesgos del trabajo., «Decreto 2393,» Registro Oficial 565., Quito, 1986.
- [28] CENEA, «Guía para la identificación de peligros ergonomicos,» Ergonomía laboral en España, Ecuador, Perú, Costa Rica, Colombia, México, Honduras, Guatemala, El Salvador, Panamá, Venezuela, Bolivia, Chile, Argentina, Uruguay, Brasil, Italia, Francia e India., 2020. [En línea]. Available: [file:///C:/Users/BIBLIOUIOG/Desktop/guia\\_identificacion\\_peligros\\_ergonomicos\\_1.pdf](file:///C:/Users/BIBLIOUIOG/Desktop/guia_identificacion_peligros_ergonomicos_1.pdf). [Último acceso: 03 03 2020].
- [29] CENEA, «Guía para la eliminación y reducción de riesgos ergonomicos,» Ergonomía laboral en España, Ecuador, Perú, Costa Rica, Colombia, México, Honduras, Guatemala, El Salvador, Panamá, Venezuela, Bolivia, Chile, Argentina, Uruguay, Brasil, Italia, Francia e India., 2020. [En línea]. Available: [https://www.cenea.eu/finalizar-pedido/order-received/9834/?key=wc\\_order\\_5e5e7062d8876](https://www.cenea.eu/finalizar-pedido/order-received/9834/?key=wc_order_5e5e7062d8876). [Último acceso: 03 03 2020].
- [30] Grupo Profuego, «Grupo Profuego,» 2019. [En línea]. Available: <https://profuego.es/definicion-tipo-y-clasificacion-de-extintores/>. [Último acceso: 29 septiembre 2019].
- [31] J. I. Ramirez Morales, «5consultores,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.5consultores.com/wp-content/uploads/2015/07/WP-Clasificación-de-Fuegos-y-Extintores.pdf>. [Último acceso: 30 septiembre 2019].
- [32] EMPRESA MUNICIPAL DE BOMBEROS DE AMBATO, 2018. [En línea]. Available: <https://www.embaep.gob.ec/tipos-de-extintores/>. [Último acceso: 26 septiembre 2019].
- [33] ACGIH, «Industrial Ventilation,» EE.UU, 2009.
- [34] E. Carnicer, Royo, Ventilacion industrial Calculo y Apliaciones, segunda edición ed., Madris: Paraninfo S.A, 1994.

- [35] Facultad de ingeniería Universidad Buenos Aires, «Diseño de conductos de sistema de ventilación localizada por extracción (SVLE),» [En línea]. Available: [http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados\\_apuntes\\_CAPITULO\\_CALCULO\\_CONDUCTOS.pdf](http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_CAPITULO_CALCULO_CONDUCTOS.pdf). [Último acceso: 23 12 2019].
- [36] u. d. b. aires, «VENTILADORES,» [En línea]. Available: [http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados\\_apuntes\\_CAPITULO\\_VENTILADORES.pdf](http://www.fi.uba.ar/archivos/posgrados_apuntes_CAPITULO_VENTILADORES.pdf). [Último acceso: 02 marzo 2020].
- [37] BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS DE GUAYAQUIL, «BENEMERITO CUERPO DE BOMBEROS DE GUAYAQUIL,» 21 Marzo 2007. [En línea]. Available: [http://www.bomberoscalvas.gob.ec/archivos/REGLAMENTO\\_PREVENCION\\_INCENDIOS.pdf](http://www.bomberoscalvas.gob.ec/archivos/REGLAMENTO_PREVENCION_INCENDIOS.pdf). [Último acceso: 28 septiembre 2019].
- [38] INEN, «Ministerio de trabajo,» [En línea]. Available: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-802-EXTINTORES-PORT%C3%81TILES.-SELECCI%C3%93N-Y-DISTRIBUCI%C3%93N-EN-EDIFICACIONES.pdf>. [Último acceso: 28 septiembre 2019].
- [39] Judomene's Weblog, «Judomene's Weblog,» 4 noviembre 2008. [En línea]. Available: <https://judomene.files.wordpress.com/2008/11/4-extintores-portatiles.pdf>. [Último acceso: 28 septiembre 2019].
- [40] N. Castilla Cabanes y V. Blanca Giménez, «Luminotencia - Cálculo según el método de lúmenes,» [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/art%C3%ADculo%20docente%20C%C3%A1lculo%20m%C3%A9todo%20de%20los%20l%C3%ADmenes.pdf>. [Último acceso: 01 enero 2020].
- [41] W. Sullivan, E. Wicks y J. Luxhoj, Ingeniería Económica DeGarmo, México: PEARSON EDUCACIÓN, 2004.
- [42] M. A. Trinidad Torres, Precios Unitarios, Cunduacán: Univ. J. Autónoma de Tabasco, 2005.
- [43] F. Jiménez Boulanger y C. Espinoza Gutiérrez, Costos industriales, Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2007.

- [44] CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS , [En línea]. Available: <http://www.iqm.csic.es/wp-content/uploads/2013/prevencion/recomendaciones%20especificas/19.Soldadura.pdf>. [Último acceso: 06 Marzo 2019].
- [45] L. Mata Rojas, GERENCIA DE LA CONSTRUCCION Estrategias en la administracion de obras, L. M. Rojas, Ed., Caracas, 2017.
- [46] J. P. Usiña, Quishpe y B. A. Yopez,, Pinto, Diseño y construccion de un sistema de extraccion de gases para el laboratorio de soldadura de la UPS campus Kennedy, Universidad Politecnica Salesian, Facultad Ingenieria mecánica, 2009.
- [47] Abaco, [En línea]. Available: [http://abaco.com.co/ventilacion\\_mecanica.html](http://abaco.com.co/ventilacion_mecanica.html).
- [48] Direct Industries, «Direct Industries,» 2018. [En línea]. Available: [https://www.directindustry.es/prod/pii-srl/product-70597-1222589.html#product-item\\_1222529](https://www.directindustry.es/prod/pii-srl/product-70597-1222589.html#product-item_1222529). [Último acceso: 26 septiembre 2019].
- [49] Commision Internationale de Eclarange, Guide on intherior lighting, vol. Second Ed, 1986.