

Reporte Final de Estadía

Sergio Antonio Alvarez Peña

Sistema automatizado de purificación del
aire y extracción de gases



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo de Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte que para obtener su título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa:
Human Factor del Norte

Nombre del Asesor Industrial:

Ing. Juan Carlos Rodríguez Escareño

Nombre del Asesor Académico:

Dra. Verónica Flores Sánchez

Cuitláhuac, Ver., a 09 de Abril de 2018

Contenido

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
CAPÍTULO 1.....	3
INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Estado del arte	4
1.1.1 Marco teórico.....	4
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
1.3 Objetivos.....	24
1.4 Definición de variables.....	25
1.5 Hipótesis.....	25
1.6 Justificación del Proyecto.....	25
1.7 Limitaciones y Alcances	25
1.8 Datos generales de la empresa	26
CAPÍTULO 2.....	30
METODOLOGIA.....	30
2.1 Recopilación y organización de la información	30
2.2 Análisis de la información.....	31
2.3 Propuesta de solución	42
CAPITULO 3.....	43
DESARROLLO DEL PROYECTO.....	43
CAPÍTULO 4.....	45
RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	45
4.1 Resultados.....	45
4.2 CONCLUSIONES	47
ANEXOS	48
Anexo 1.1 Política de seguridad de la información AMVIAN.....	48
REFERENCIAS.....	49

AGRADECIMIENTOS

A mi abuela, la Licenciada Elba Vidals Hernández, una mujer tan culta y capaz que me siento apenas un pedazo de lo que fuiste; lo logre abuelita.

A mi abuelo, alguna vez nos volveremos a ver chillón.

A mi padre, porque en el poco tiempo que estuvo conmigo me hizo lo suficientemente fuerte y competente, así como también me involucro en el buen uso y manejo de las herramientas.

A mi madre, porque a pesar de las diferencias siempre ha estado a mi lado de una u otra forma, aunque no compartimos la misma manera de ver el mundo y la vida, por haberme enseñado a trabajar desde pequeño, lo cual abrió mis ojos para ver que en este país si te quedas quieto lo más seguro es que morirás de hambre.

A mis hermanos, por ser parte fundamental en mi desarrollo como persona y son fundamentales en mis relaciones humanas, el cómo las manejo y como me desenvuelvo.

A mis maestros y profesores, a todos y cada uno de ellos, a los que me dijeron que si podía y a los que me dijeron que no, a los que me fomentaron buenos hábitos y a los que me enseñaron los malos, a todos y cada uno de ellos desde mi formación en el jardín de niños y hasta estas instancias en mi vida, y las instancias que falten.

GRACIAS!!!

RESUMEN

En el presente reporte de estadía, se muestra la propuesta de implementación de un sistema automatizado de la purificación del aire, y al mismo tiempo la extracción de gases en el área de manufactura y armado de la empresa AMVIAN, a través de Human Factor, debido a que las partículas de contaminación resultantes del proceso son de <PM 2,5. Esta condición representa un riesgo a la salud de los trabajadores, por intoxicación aguda o crónica, que incluso puede derivar en una enfermedad profesional.

A continuación se describe la investigación acerca de los diferentes tipos de equipos y sistemas para el manejo y tratamiento de humos y gases, y la manera de hacerlos automáticos; así como la descripción de los riesgos a la salud que representan un mal ambiente de trabajo para los trabajadores y para el medio ambiente.

Se realiza la selección del sistema de acuerdo a las condiciones de trabajo y del agente contaminante y posteriormente se hace la propuesta para la instalación y el balance costo beneficio del proyecto en la empresa antes mencionada.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como principal objetivo buscar una solución ya que generalmente las actividades que se realizan en un lugar cerrado, pueden generar un ambiente viciado, así que toda área de trabajo necesita ser ventilada, ya sea por medios naturales o mecánicos, para cumplir con dos requerimientos ambientales, el primero con el fin de proporcionar el oxígeno suficiente para el soporte de la vida; y el segundo para abatir la contaminación ambiental del lugar.

La importancia de saber los requerimientos de normatividad del aire en centros de trabajo, ventilación y extracción son de suma importancia ya que el oxígeno que requiere una persona en cualquier actividad, de acuerdo a la normatividad es entre 19.5 y 23.5 %; con este trabajo se busca eliminar la mayoría de partículas en suspensión obteniendo una mejor calidad del aire y/o en condiciones de ser respirado.

De no existir las condiciones anteriormente mencionadas, se requerirá controlar el medio ambiente de trabajo con la finalidad de proporcionar las condiciones adecuadas para el desarrollo de las actividades laborales. Debido a esto, el proyecto se enfoca a la evaluación de las condiciones de trabajo, para la propuesta e implementación de un sistema de purificación del aire y extracción de gases y humos, reduzca y controle los agentes contaminantes en el aire de la empresa.

1.1 Estado del arte

Tradicionalmente se sabe que la inhalación de humo es dañina para la salud, partiendo de este punto se puede deducir que hay distintos tipos de unos contaminantes, en este caso los del proceso de soldadura, debido a su alta concentración de contaminantes, pudiendo causar una enfermedad laboral desde una intoxicación leve, hasta enfermedades crónicas severas.

<https://www.proteccion-laboral.com/la-fiebre-del-soldador/>

En general, los sistemas de extracción son utilizados en grandes empresas donde la producción es tal que la contaminación no puede contrarrestarse de forma natural, es ahí cuando se debe de dar pauta a un sistema mecanizado para extraer el mismo, logrando con esto una ventilación más adecuada en el centro de trabajo.

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4711721&fecha=06/07/1994

Ahora bien, tomando en cuenta que en el mercado existen un sinnúmero de extractores, debemos seleccionar el más adecuado para el tipo de aire contaminado a extraer, para esto debemos de contemplar las dimensiones del lugar, lo que nos llevara a encontrar el ítem más adecuado en cuanto a potencia y clasificación.

<http://www.greenheck.com/training/login>

1.1.1 Marco teórico

En la actualidad, las empresas están obligadas a cumplir con las legislaciones y normativas vigentes con respecto a la seguridad, higiene, salud ocupacional y medio ambiente, en todo su proceso productivo. De acuerdo a la literatura mencionada, tanto nacional como internacional, se debe tener un límite máximo permisible (TLV) de contaminantes en el aire para su cumplimiento.

La propuesta de la instalación de un sistema de extracción para humos y gases de soldadura, presentada en el presente trabajo será capaz de extraer partículas de

hasta 3µm de tamaño que son las que pueden ocasionar enfermedades profesionales y contaminación ambiental. El sistema será planteado tratando de ajustarse a condiciones locales para solucionar una necesidad, actual y futura de un área de soldadura industrial.

En el presente apartado se tratará de la investigación de la información relacionada con la calidad del aire y sus contaminantes, los productos contaminantes emitidos por las actividades de la soldadura industrial de arco eléctrico, así como los tipos y elementos que constituyen e integran a un sistemas de extracción de humos y gases a nivel industrial.

Los sistemas de ventilación y/o extracción se pueden clasificar en dos tipos de principalmente que son: ventilación general, y ventilación localizada. La ventilación general, o denominada también dilución o renovación ambiental es la que se practica en un recinto, renovando todo el volumen de aire del mismo con otro de procedencia exterior.

La ventilación localizada, pretende captar el aire contaminado en el mismo lugar de su producción, evitando que se extienda por el local. Las variables a tener en cuenta son la cantidad de polución que se genera, la velocidad de captación, la boca o campana de captación y el conducto a través del que se llevará el aire contaminado hasta el elemento limpiador o su descarga. A la hora de ventilar cualquier recinto hay que seguir los criterios normativos que afectan al local que se pretende ventilar, si es que existen. (Soler & Palau Ventilation Group, 2017)

Toda la literatura revisada, así como la normatividad, establece que los sistemas de extracción localizada son los sistemas que tienen una mayor relación costo efectividad, especialmente cuando no se usa la recirculación. Así mismo, los sistemas de extracción localizada permiten maximizar la efectividad del flujo del aire. Los sistemas de extracción localizada, sean fijos o portátiles, capturan los

contaminantes muy cerca de la fuente, sin embargo, estos sistemas son efectivos siempre y cuando su diseño, instalación, operación y mantenimiento sean correctos. En general, todos los sistemas de extracción localizada constan de los siguientes elementos:

- Campana Extractora (de captura)
- Sistemas de ductos
- Dispositivos de limpieza de aire (filtros)
- Ventilador/extractor
- Ductos de descarga

Estos elementos deben ser diseñados específicamente para cada aplicación. Estos deben extraer el humo sin perturbar el proceso de soldadura, por ejemplo, la velocidad de captación de los humos debe ser tal que no afecte la atmósfera creada por los gases de protección de la soldadura. Existen diversas configuraciones para los sistemas de extracción localizada, los cuales, presentan diversas características operativas, ventajas y desventajas. Para cada configuración, existen algunos valores de referencia en cuanto al flujo de aire y requerido en la siguiente figura se presentan estos valores acompañados de algunos comentarios relativos a cada tipo de dispositivo de extracción. Figura 1 Se observa una tabla comparativa de distintos tipos de sistemas de extracción localizada.

Sistema	Flujo de Aire Típico (m ³ /h)	Comentario
Pistola de soldadura con extractor integrado	50-100	Extrae el humo de la zona de soldadura con pistolas de FCAW y GMAW
Captador por tobera de alto vacío	150-300	Permite posicionamiento por parte del soldador.
Brazos de extracción flexible	900-1400	Mueven un volumen de aire mayor, permiten la ubicación y reubicación por parte del soldador.
Campana de extracción fija	2500-3000	Usada para la captura sobre cabeza en locaciones fijas.

Figura 1 Valores típicos de flujo de aire para algunos sistemas de extracción localizada (Fuente: AWS F3.2M-3.2).

La información anteriormente descrita debe contrastarse con los requerimientos específicos de los espacios confinados, con el propósito de tener una base de decisión sólida para el diseño previo del dispositivo. (AWS - ANSI, 2001)

De acuerdo a la literatura referente al tema, el aire extraído por todo sistema de extracción mecánica debe descargarse al exterior, en un lugar en donde no cause molestias, y a distancias ya establecidas, que más adelante se detallarán. El aire se debe descargar en una ubicación de donde no pueda ser aspirado nuevamente o recirculado fácilmente por un sistema de ventilación. El punto terminal de las bocas de salida de extracción y conductos que descargan al exterior debe estar ubicado cumpliendo las siguientes distancias mínimas: (CÓDIGO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES MECÁNICAS, 2006)

1. Para ductos que transportan vapores, humos o polvos inflamables o explosivos: 30 pies (9 m) desde las líneas de propiedad; 10 pies (3 m) desde aberturas operables dentro de edificaciones; 6 pies (1.8 m) desde muros y techos exteriores; 30 pies (9 m) desde muros combustibles y aberturas operables dentro de edificaciones que están en la dirección de la descarga de extracción; 10 pies (3 m) sobre el nivel de terreno circundante.
2. Para bocas de salida que conducen otros productos: 10 pies (3 m) desde las líneas de propiedad; 3 pies (9 m) desde muros y techos exteriores; 10 pies (3 m) desde aberturas operables dentro de edificaciones; 10 pies (3 m) sobre el nivel de terreno circundante.
3. Para extracción de conductos de aire ambiental: 3 pies (9 m) desde líneas de propiedad; 3 pies (9 m) desde aberturas operables dentro de edificaciones, y 10 pies (3 m) para tomas de aire mecánicas.

Los sistemas de extracción mecánica deben dimensionarse para eliminar la cantidad de aire que debe evacuarse de acuerdo a cálculos establecidos de volumen. El sistema debe funcionar toda vez que se requiera evacuar el aire. Cuando se requiera de extracción mecánica en un recinto o espacio debe mantenerse con una presión neutral o negativa. Si un sistema de ventilación mecánica suministra más aire que el que es extraído por un sistema de extracción mecánica de un recinto, deben proveerse medios adecuados para la extracción natural o mecánica del exceso de aire de suministro. Si se instala sólo un sistema de extracción mecánica para un recinto, o si un sistema de extracción mecánica retira más aire del que suministra un sistema de ventilación mecánica de suministro en un recinto, se debe proveer aire de reposición adecuado que consista en aire de suministro, aire de transferencia o aire exterior para satisfacer la deficiencia.

Todo sistema de extracción debe instalarse, mantenerse y operarse de acuerdo a las necesidades de la empresa; es decir si el sistema se requiere para toda área ocupada en donde existan máquinas, equipos, y procesos que produzcan o liberen polvo o partículas ligeras que floten en el aire, o que emitan calor, olores, vapores, gases o humo, en cantidades tales que sean irritantes o dañinos para la salud o la seguridad. La toma de un sistema de extracción debe colocarse en el área de mayor concentración de contaminantes.

Por otra parte y de acuerdo a la normatividad nacional, la Norma Oficial Mexicana NOM-016-STPS-1993; que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, referente a ventilación, se enfoca a establecer las condiciones necesarias en la ventilación, por medio de sistemas naturales o artificiales que contribuya a prevenir el daño en la salud de los trabajadores; menciona también que se debe aplicar en los centros de trabajo, donde las labores y actividades requieran ventilación con disponibilidad de aire con oxígeno adecuado para la respiración de los trabajadores, ya sea por aire viciado,

presencia de sustancias químicas, condiciones térmicas extremas y/o atmosferas inflamables y explosivas.

La norma anteriormente mencionada, también establece los requerimientos patronales para proporcionar un ambiente sano a los trabajadores, como mantener condiciones normales referente al porcentaje de oxígeno entre 13 y 20% en volumen considerando una presión ambiental entre 522 y 860 mmHg. Cuando las características anteriores no se puedan mantener o soportar por medios naturales, estas se deberán proporcionar por medios artificiales.

También aborda los requisitos para instalación de los sistemas de ventilación tanto naturales como artificiales como por ejemplo en los que por las características del proceso se generen polvos, humos, gases, vapores o neblinas de sustancias químicas, se dispondrá de un sistema para extraerlo, de ser posible en la fuente, a fin de mantener en todo momento las concentraciones permisibles para la exposición de los trabajadores, establecidos en la NOM-16-STPS. (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 1993)

Como alternativa a los sistemas de ventilación tradicionales y mediante redes de conductos de extracción y aportación de aire, se han establecido durante los últimos años los sistemas de ventilación horizontal, también conocidos como sistemas de ventilación por impulso o por inducción. Esta novedosa técnica, se basa en reproducir los sistemas de ventilación longitudinal aplicados a los túneles, creando un frente de aire con suficiente velocidad para provocar el barrido del área a ventilar. Mediante la instalación de ventiladores en puntos de entrada y salida del aire y humo, proporciona el fenómeno de inducción, extrayendo la masa de aire/humo hasta el exterior. (SODECA, 2018)

Este sistema de ventilación, se basa en la impulsión de una pequeña cantidad de aire a elevada velocidad, produciendo un efecto de homogenización al resto del aire. El sistema permite además mantener unos niveles de concentración de

gases contaminantes realmente bajos sin necesidad de recurrir a la puesta en marcha de todo el sistema de ventilación. Mediante la puesta en marcha únicamente de los ventiladores de inducción, o diseñando sistemas de ventilación zonificados, o en etapas, y con un sistema de detección de gases, se puede conseguir un menor consumo energético, menor nivel de ruido y una mayor vida útil de los equipos.

Por otra parte, la ventilación por impulso permite diseñar sistemas para el control de humos en caso de incendio, según los tres objetivos fijados por las normativas inglesa y belga, que constituyen la base sobre la que está trabajando el Comité Europeo de Normalización para la redacción de la futura Norma Europea de Control de Humos en Aparcamientos EN 12101-11:

- Evacuar el humo durante y tras el incendio (smoke clearance)
- Facilitar la intervención de los servicios de extinción (fire fighting)
- Facilitar la evacuación segura de los ocupantes (means of escape)

Las dos ventajas más importantes del sistema de ventilación por impulso o inducción, son: mantener un bajo nivel de concentración de los gases contaminantes, y proporcionar una mayor seguridad para el control de los humos en caso de incendio.

Para poder plantear y proponer un sistema de extracción de humos y gases, se deben obtener primeramente datos de la calidad del aire para determinar si realmente es necesario la instalación de dicho sistema; así que el primera paso a dar es la investigación de la calidad del aire. El aire es el fluido que forma la atmósfera de la Tierra. Éste es una mezcla gaseosa, que se compone principalmente de 21 partes de oxígeno y 78 partes de nitrógeno. El resto lo componen vapor de agua, gases nobles y bióxido de carbono.

El equilibrio de esta concentración permite que los seres humanos puedan respirar sin tener afectaciones a la salud. Sin embargo, el aire que respiramos puede ser

alterado debido a la presencia de otros compuestos. En este sentido definimos como contaminante del aire al compuesto o compuestos que alteran nocivamente la concentración normal del aire ambiente y calidad del aire como el estado de la concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos en un periodo de tiempo y lugar determinados.

Los contaminantes emitidos por causa de las actividades del hombre son conocidos como contaminantes antropogénicos, y en su mayoría son resultado de la quema de combustibles fósiles. En este grupo de contaminantes están los que son producidos por: fuentes fijas (establecimientos industriales estacionarios), fuentes de área (conjunto de pequeños establecimientos industriales o comerciales), y fuentes móviles, vehículos automotores, que también incluyen aquellos que no circulan por carretera.

La medición de los atributos o estado que guarda el aire ambiente se conoce como medición de la calidad del aire. Dicha medición se puede llevar a cabo por medio del muestreo, análisis y el monitoreo de dicho aire ambiente. En lo que a calidad del aire se refiere, el muestreo se define como la medición de la contaminación del aire por medio de la toma de muestras, de forma discontinua. Actualmente, el muestreo se utiliza principalmente para determinar la concentración de partículas suspendidas, en sus diferentes fracciones: totales (PST), partículas menores de 10 micrómetros de diámetro aerodinámico (PM₁₀) y partículas menores de 2.5 micrómetros de diámetro aerodinámico (PM_{2.5}). La muestra tomada deberá ser sometida a un análisis posterior en donde se detectará su concentración y caracterización.

La medición de contaminantes atmosféricos se puede lograr a través de diversos métodos, sin embargo, uno de los más utilizados es el método automático; este método es el mejor en términos de la alta resolución de sus mediciones, permitiendo llevar a cabo mediciones de forma continua para concentraciones horarias y menores. El espectro de contaminantes que se pueden determinar van desde los contaminantes criterio (PM₁₀-PM_{2.5}, CO, SO₂, NO₂, O₃) hasta tóxicos en el aire como mercurio y algunos compuestos orgánicos volátiles.

Las muestras colectadas se analizan utilizando una variedad de métodos los cuales incluyen la espectroscopia y cromatografía de gases. Además, estos métodos tienen la ventaja de que una vez que se carga la muestra al sistema nos da las lecturas de las concentraciones de manera automática y en tiempo real. Los equipos disponibles se clasifican en: analizadores automáticos y monitores de partículas. Los analizadores automáticos se usan para determinar la concentración de gases contaminantes en el aire, basándose en las propiedades físicas y/o químicas de los mismos. Los monitores de partículas se utilizan para determinar la concentración de partículas suspendidas principalmente PM_{10} y $PM_{2.5}$.

Por otra parte la calidad del aire industrial arroja otros tipos de contaminantes en el análisis de la calidad del aire. La exposición a distintos tipos de humos industriales, principalmente los de la soldadura puede provocar distintos efectos en la salud. Si el trabajador inhala gases, humos y vapores en grandes cantidades durante largos periodos, esto puede tener un efecto negativo en su salud.

Humo/Polvo	Posibles efectos inmediatos	Posibles efectos a largo plazo
Humos de soldadura (general)	Ronquera, anginas, irritación ocular, fiebre humo metálico	Bronquitis, tóxico para reproducción
Cromo (en humos de soldadura en caso de soldadura de acero inoxidable)		Cancerígeno
Níquel (en humos de soldadura en caso de soldadura de acero inoxidable -entre otros-)	Fiebre humo metálico	Cancerígeno
Aluminio	Irritación órganos respiratorios, fiebre humo metálico	
Manganeso	Neumonía	Daños al sistema nervioso central
Zinc	Fiebre humo metálico	
Cobre	Fiebre humo metálico	
Magnesio	Irritación órganos respiratorios, fiebre humo metálico	
Plomo		Cambios de sangre y riñones, tóxico para reproducción

Figura 2 Riesgos a la salud por exposición a inhalación de humos y gases.

. Figura 2 Muestra una tabla comparativa de las enfermedades provenientes de exposiciones a ciertos tipos de contaminantes. Ya establecido el requerimiento de un sistema de extracción con base a los análisis y muestreo del aire se especifican los tipos y elementos que integran al sistema. Se distinguen de dos tipos.

Captación localizada

Cuando en un local se originan gases, olores y polvo, aplicar al mismo los principios de la ventilación general expuestos en las hojas anteriores, puede originar algunas problemáticas concretas como una instalación poco económica y

en algunos casos poco efectiva debido a los grandes volúmenes de aire a vehicular, la importante repercusión energética en locales con calefacción e incluso la extensión a todo el recinto de un problema que inicialmente estaba localizado. En la figura 6 se muestra el diagrama de ventilación localizada con efectos del humo en un cuarto cerrado.

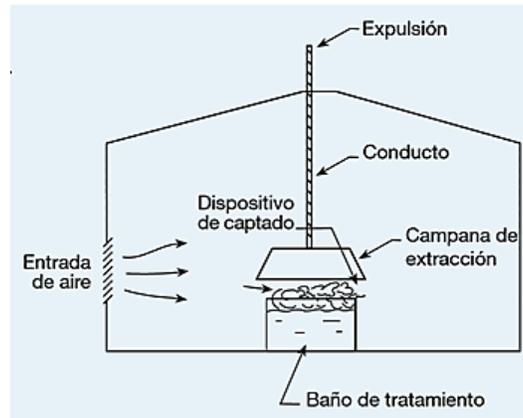


Figura 3 Diagrama de la ventilación localizada.

En consecuencia, siempre que ello sea posible, lo mejor es solucionar el problema de contaminación en el mismo punto donde se produce mediante la captación de los contaminantes lo más cerca posible de su fuente de emisión, antes de que se dispersen por la atmósfera del recinto y sea respirado por los operarios. Las aspiraciones localizadas pretenden mantener las sustancias molestas o nocivas en el nivel más bajo posible, evacuando directamente los contaminantes antes de que éstos sean diluidos. Una de las principales ventajas de estos sistemas es el uso de menores caudales que los sistemas de ventilación general, lo que repercute en unos menores costes de inversión, funcionamiento y calefacción. Por último la ventilación por captación localizada debe ser prioritaria ante cualquier otra alternativa y en especial cuando se emitan productos tóxicos en cantidades importantes.

Elementos de una captación localizada

En una captación localizada serán necesarios los elementos siguientes:

- Sistema de captación.
- Canalización de transporte del contaminante.
- (En determinadas instalaciones) Sistema separador.

Sistema de captación

El dispositivo de captación, que en muchos casos suele denominarse campana, tiene por objeto evitar que el contaminante se esparza por el resto del local, siendo este elemento la parte más importante de la instalación ya que una mala concepción de este dispositivo puede impedir al sistema captar correctamente los contaminantes o llevar, para compensar esta mala elección inicial, a la utilización de caudales, coste de funcionamiento y de instalación excesivos. Este dispositivo puede adoptar diversas formas, tal como se observa en la figura. En la figura 4 se muestra una tabla comparativa con los diferentes tipos de campanas extractoras de humo.

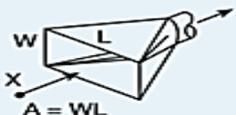
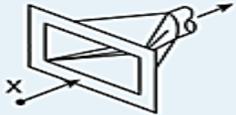
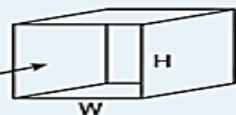
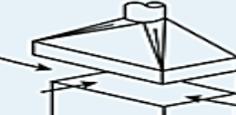
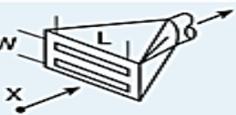
Tipo de campana	Descripción	Caudal
	Campana simple	$Q = V(10x2+A)$
	Campana simple con pestaña	$Q = 0,75V(10x2+A)$
	Cabina	$Q = VA = VWH$
	Campana elevada	$Q = 1,4 PVH$ P = perímetro H = altura sobre la operación
	Rendija múltiple. 2 ó más rendijas.	$Q = V(10x2+A)$

Figura 4 Tipos de campanas para extracción de humo.

Para que el dispositivo de captación sea efectivo, deberán asegurarse unas velocidades mínimas de captación. Esta velocidad se define como: “La velocidad que debe tener el aire para arrastrar los vapores, gases, humos y polvo en el punto más distante de la campana”. En la figura 5 se muestran las distintas velocidades de captación de humo de acuerdo al tipo de humo, gas o vapor.

Características de la fuente de contaminación	Ejemplos	Velocidad de captación m/s
 Únicamente gases y vapores	Desprendimiento con velocidades casi nulas y aire quieto.	0,25 - 0,5
	Desprendimientos a baja velocidad en aire tranquilo.	0,5 - 1
	Generación activa en zonas de movimiento rápido del aire.	1 - 2,5
 Con partículas sólidas en suspensión	Generación activa en zonas de movimiento rápido del aire.	1 - 2,5
	Desprendimiento a alta velocidad en zonas de muy rápido movimiento del aire.	2,5 - 10

Se adoptarán valores en la zona inferior o superior de cada intervalo según los siguientes criterios:

Inferior	Superior
1. Pocas corrientes de aire en el local.	1. Corrientes turbulentas en el local.
2. Contaminantes de baja toxicidad.	2. Contaminantes de alta toxicidad.
3. Intermitencia de las operaciones.	3. Operaciones continuas.
4. Campanas grandes y caudales elevados.	4. Campanas de pequeño tamaño.

Figura 5 Velocidades de captación.

El rendimiento de una extracción localizada depende, en gran parte, del diseño del elemento de captación o campana; por lo tanto se deben colocar los dispositivos de captado lo más cerca posible de la zona de emisión de los contaminantes. La eficacia de los dispositivos de aspiración disminuye muy rápidamente con la distancia. Así, por ejemplo si para captar un determinado contaminante a una distancia L se necesita un caudal de $100 \text{ m}^3/\text{h}$, si la distancia de captación es el doble ($2L$) se requiere un caudal cuatro veces superior al inicial para lograr el mismo efecto de aspiración de dicho contaminante. La figura 6 muestra un diagrama con la distancia que se debe contemplar entre la campana y el punto de extracción.

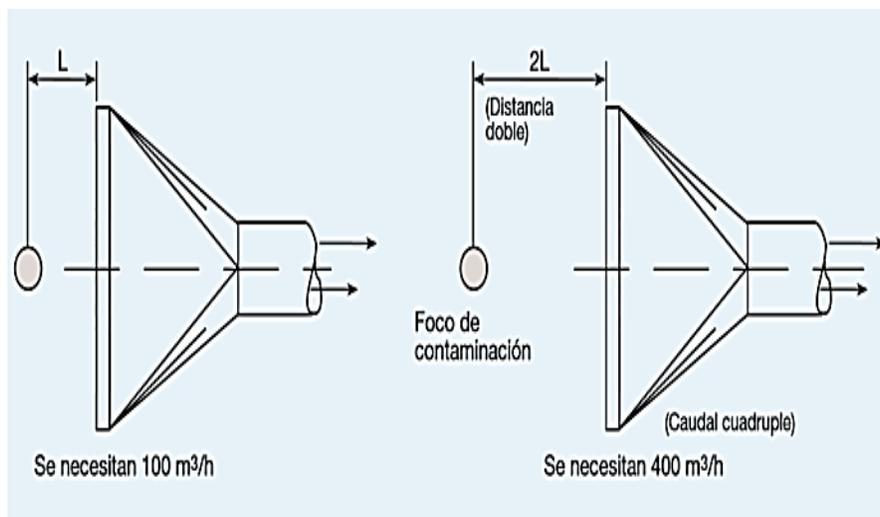


Figura 6 Diagrama sobre la distancia de la campana al punto de extracción.

Según lo anterior, la mejor posición de una campana extractora será la que consiga la mínima distancia entre ésta y el borde más alejado que emita gases o vapores. Otro condicionante importante es encerrar la operación tanto como sea posible. Cuanto más encerrado esté el foco contaminante, menor será la cantidad de aire necesario para evacuar los gases. Y el más importante que es instalar el sistema de aspiración para que el operario no quede entre éste y la fuente de

contaminación Las vías respiratorias del trabajador jamás deben encontrarse en el trayecto del contaminante hacia el punto de aspiración.

Canalización de transporte (Ductería)

Una vez efectuada la captación y para asegurar el transporte del aire contaminado, es necesario que la velocidad de éste, dentro de la ductería impida la sedimentación de las partículas sólidas que se encuentran en suspensión. Así el dimensionado del conducto se efectuará según sea el tipo de materiales que se encuentren en suspensión en el aire. En la figura 7 se muestra una tabla con los distintos valores mínimos, de acuerdo al tipo de contaminante.

Gases, vapores		5 a 6(*)
Humos	Humos de óxido de zinc y de aluminio.	7 a 10(*)
Polvos muy finos y ligeros	Felpas muy finas de algodón.	10 a 13
Polvos secos y pólvoras	Polvos finos de caucho, de baquelita; felpas de yute; polvos de algodón, de jabón.	13 a 18
Polvos industriales medios	Abrasivo de lijado en seco; polvos de amolar; polvos de yute, de grafito; corte de briquetas, polvos de arcilla, de calcáreo; embalaje o pesada de amianto en las industrias textiles.	18 a 20
Polvos pesados	Polvo de toneles de enarenado y desmoldeo, de chorreado, de escariado.	20 a 23
Polvos pesados o húmedos	Polvos de cemento húmedo, de corte de tubos de amianto-cemento, de cal viva.	>23
(*)Generalmente se adoptan velocidades de 10 m/s		o transporte neumático húmedo

Figura 7 Valores mínimos de las velocidades de transporte de aire contaminado en ductos.

Existen ductos de diferentes formas, como circulares, rectangulares u ovales. Desde el punto de vista económico se recomiendan los primeros, ya que pueden transportar mayor volumen de aire ocupando un mínimo de espacio, y por lo tanto de material, así mismo representan menor superficie de rozamiento por lo que tienen menos índice de fricción y requieren menor cantidad de aislamiento. El

ducto circular es de fácil montaje y de gran variedad en sus secciones, siendo el ideal para evitar las pérdidas de carga.

Por otro lado el ducto de sección rectangular, debido a que su superficie es plana, admite un mejor acabado y fácil de trabajar y montar, este tipo de ducto es ideal para colocar en lugares estrechos. En la práctica es común utilizar este tipo de ducto en los ramales principales y ductos circulares en la distribución. El material que generalmente se utiliza para la construcción de la ductería es la lámina galvanizada, aunque en casos especiales se puede utilizar lámina de aluminio o incluso lamina de inoxidable. Los ductos rectangulares llevan un refuerzo, que desfasa el antiguo diseño de diamante; este refuerzo es una ondulación transversal que se realiza en cada una de las piezas.

Ducto oval. En la actualidad se está utilizando este tipo de ducto en los sistemas de extracción y ventilación ya que presenta varias ventajas con respecto a los otros tipos de ductería como por ejemplo permite trabajar en espacios con poca altura como plafones o techos falsos. La fig. 8 Muestra los tipos de ductos disponibles para traspasar el aire.



Figura 8 Tipos de ductos

Filtros

Los filtros, que actúan además como paneles de condensación de vapores, deberán ser preferiblemente metálicos, compuestos de varias capas de mallas con densidades crecientes para retener mejor las partículas en suspensión. La

superficie total debe calcularse: $S [m^2] = Q/4.000$ (resultando velocidad de aire de aprox. 1 m/s) siendo conveniente repartirla entre dos o más paneles, fácilmente extraíbles y de dimensiones aptas para ser manipulados y someterlos a un lavado. El borde inferior de los filtros debe evacuar a un canalón recogedor de condensaciones y líquidos grasos, que pueda ser fácilmente drenado a un depósito. Figura 9 muestra los filtros del sistema a utilizar en el proyecto.



Figura 9 Filtros del sistema de extracción.

Ventiladores/extractores

Son los equipos que generan la diferencia de presión para el movimiento de los volúmenes de aire a través del sistema; mientras más grande sea la diferencia de presión creada por el extractor, más grande será el volumen de aire movido a través del sistema. Los principales elementos que lo conforman son ducto de entrada de aire, impelente, voluta, ducto de descarga, eje del ventilador, elementos de sujeción y motor. Los ventiladores se pueden clasificar en dos grandes grupos:

1. **Ventiladores axiales** son aquellos en los cuales el flujo de aire sigue la dirección del eje del mismo. Se suelen llamar helicoidales, pues el flujo a la salida tiene una trayectoria con esa forma. En líneas generales son aptos para mover grandes caudales a bajas presiones. Con velocidades

periféricas medianamente altas son en general ruidosos. Suelen subclasificarse, por la forma de su envolvente, de la siguiente manera:

- a. Ventilador helicoidal: son ventiladores aptos para mover grandes caudales de aire con bajas presiones. Son de bajo rendimiento. La transferencia de energía se produce mayoritariamente en forma de presión dinámica. Se aplican en circulación y extracción de aire en naves industriales. Se instalan en pared sin ningún conducto. Utilizados con objetivo de renovación de aire.
- b. Ventiladores tubulares: Tienen rendimiento mayor al anterior y es capaz de desarrollar una presión estática mayor. Por su construcción es apto para intercalar en conductos. Se utiliza en instalaciones de ventilación, calefacción y aire acondicionado que requieran altos caudales con presión media a baja. También se utiliza en algunos sistemas industriales como cabinas de pintura y extracciones localizadas de humos.
- c. Ventilador Vane axial: Con diseños de palas de lámina, permiten obtener presiones medias y altas con buenos rendimientos. Las palas pueden ser fijas o de ángulo ajustable. Tiene aplicaciones similares a los anteriores, pero con la ventaja de tener un flujo más uniforme y la posibilidad de obtener presiones mayores. Para una determinada prestación es relativamente más pequeño que el ventilador centrífugo equiparable.
- d. Ventilador de lámina central: Se trata de un ventilador con rotor centrífugo pero de flujo axial. Es decir reúne las ventajas del ventilador centrífugo y la facilidad de montaje de un axial con el consiguiente ahorro de espacio.

2. Los **ventiladores centrífugos** son aquellos en los cuales el flujo de aire cambia su dirección, en un ángulo de 90° , entre la entrada y salida. Se suelen sub-clasificar, según la forma de las palas o álabes del rotor, de la siguiente manera:
- a. Ventilador de palas curvadas hacia adelante: apto para caudales altos y bajas presiones. No es autolimitante de potencia. Para un mismo caudal y un mismo diámetro de rotor gira a menos vueltas con menor nivel sonoro. Se utiliza en instalaciones de ventilación, calefacción y aire acondicionado de baja presión.
 - b. Ventilador de palas radiales: Rotor de palas radiales. Es el diseño más sencillo y de menor rendimiento. Es muy resistente mecánicamente, y el rodete puede ser reparado con facilidad. El diseño le permite ser autolimpiante. La potencia aumenta de forma continua al aumentar el caudal. Empleado básicamente para instalaciones industriales de manipulación de materiales. Se le puede aplicar recubrimientos especiales anti-desgaste. También se emplea en aplicaciones industriales de alta presión.
 - c. Ventilador de palas inclinadas hacia atrás: Rotor de palas planas o curvadas inclinadas hacia atrás. Es de alto rendimiento y autolimitador de potencia. Puede girar a velocidades altas. Se emplea para ventilación, calefacción y aire acondicionado. También puede ser usado en aplicaciones industriales, con ambientes corrosivos y/o bajos contenidos de polvo.
 - d. Ventilador Airfoil: Similar al anterior pero con palas de perfil aerodinámico. Es el de mayor rendimiento dentro de los ventiladores centrífugos. Es autolimitante de potencia. Es utilizado generalmente para aplicaciones en sistemas de HVAC y aplicaciones industriales con aire limpio. Con construcciones especiales puede ser utilizado en aplicaciones con aire sucio.

- e. Ventilador Radial Tip: Rotores de palas curvadas hacia delante con salida radial. Son una variación de los ventiladores radiales pero con mayor rendimiento. Aptos para trabajar con palas antidesgaste. Son autolimpiantes. La potencia aumenta de forma continua al aumento del caudal. Como los radiales estos ventiladores son aptos para trabajar en aplicaciones industriales con movimiento de materiales abrasivos, pero con un mayor rendimiento.

Una vez especificados los tipos de extracción y/o ventilación que se pueden utilizar en el proyecto se procede de acuerdo a manuales a seleccionar el sistema más adecuado a las necesidades de la planta.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La situación actual en la empresa, con respecto a un ambiente enrarecido (mala calidad del aire, olores penetrantes, partículas en suspensión, etc.), es que en las áreas en donde se generan gases y humos debido a los procesos de corte y soldadura, no se tiene un sistema de extracción de gases y humos eficiente, (existen algunos extractores tipo cebolla en las áreas de mayor contaminación, sin embargo no son suficientes, y algunos no están funcionando), aunado a lo anterior la temperatura ambiente es elevado y junto con la iluminación se hace sofocante estar trabajando en dicha área.

Por otra parte en la empresa no se cuenta con equipos de medición para determinar la cantidad de los agentes contaminantes en el aire, así como la calidad del mismo, como por ejemplo un detector de gases o un detector de temperatura de bulbo húmedo, cámara termográfica, ni un luxómetro, sin embargo las sensaciones físicas son evidentes, como por ejemplo ardor en los ojos, ardor en la garganta, mal sabor de boca debido a los humos y en algunos casos, se

tiene registrado en el área de salud ocupacional que algunas personas han asistido al dicho lugar por sentirse mareadas y con náuseas.

En el área de salud ocupacional no se tienen datos médicos ni registros de análisis periódicos a su personal, como una espirometría. Por lo tanto es imperativo el planteamiento de un sistema de purificación del aire y extracción de humos, que se tendrá que seleccionar y proponer su instalación, para evitar en un futuro algún accidente o enfermedad laboral.

1.3 Objetivos

Objetivo General:

Proponer un sistema para controlar y/o eliminar los agentes contaminantes gaseosos, generados en el área de manufactura que puedan ocasionar una enfermedad laboral, así como mejorar la calidad del aire en la planta.

Objetivos Específicos:

- Proponer un estudio de la calidad del aire, para conocer y determinar los tipos de gases generados.
- Realizar el mantenimiento a realizar a los extractores tipo cebolla que existen y dejar todos operativos.
- Plantear a la dirección la instalación más adecuada al área de trabajo.

1.4 Definición de variables

En el presente proyecto se debe entender el valor de variable dependiente como VD, y variable independiente como VI, siendo así tenemos que;

VI = El humo resultante de los procesos de soldadura y corte industrial

VD = Enfermedades, desde intoxicaciones leves hasta enfermedades crónicas severas

VD = Implementación de un sistema adecuado para la extracción de humo y gases

1.5 Hipótesis

El humo resultante de los procesos de soldadura y corte industrial es dañino para la salud, pudiendo causar enfermedades desde intoxicaciones leves hasta enfermedades crónicas severas, siendo así, la implementación de un sistema adecuado para la extracción del humo y gases, contrarrestando la contaminación en el área de trabajo.

1.6 Justificación del Proyecto

La principal razón por la cual el proyecto fue seleccionado para su realización, es la salud de los trabajadores ya que de acuerdo a la normatividad nacional se deben presentar las condiciones en cuanto a la calidad del aire para la realización de sus actividades, y por otro lado el impacto medio ambiental que dicho proyecto tiene.

1.7 Limitaciones y Alcances

Las principales limitaciones del proyecto de estadía son:

1. Tiempo para la realización del proyecto ya que se fue contratado para laborar y no para la realización de un proyecto de estadía.

2. Personal disponible de apoyo para realizar actividades, tanto laborales, como del proyecto.
3. El tiempo de la estadía también es corto, y posiblemente solo se haga la propuesta y no se llegue a la instalación del sistema seleccionado.
4. La inversión económica del proyecto, que lo tendrán que evaluar en la Dirección.

El alcance del proyecto es:

1. El proyecto es direccionado al personal y los equipos del área de manufactura en donde existe la generación de agentes contaminantes gaseosos.
2. El proyecto puede replicado en otras áreas de la planta en donde se presenten las condiciones anormales de aire.
3. También puede implantado en otras industrias con el mismo proceso de manufactura.

1.8 Datos generales de la empresa

Human Factor es una empresa que inicia sus operaciones en la ciudad de Saltillo, en el estado de Coahuila, México, de acuerdo a su desarrollo es una empresa consolidada con impulso e iniciativa, que ofrece soluciones efectivas en el área de inspección de calidad y outsourcing a diferentes empresas a nivel nacional e internacional.

Es una empresa que ofrece flexibilidad, economía y calidad en sus servicios a los diferentes clientes que tiene, de acuerdo a su cultura de trabajo ofrece a sus clientes servicios que cumplan con los estándares de calidad, por lo que están certificados bajo la Norma ISO 9001 2008.

- **Nombre o razón social:** Human Factor del Norte S. de R. L. de C. V.

The image shows a business card for Human Factor del Norte S. de R. L. de C. V. The card is divided into several sections. On the left, there is a logo with 'HF' and 'human factor' in a bold, sans-serif font. Below the logo, the location 'Saltillo, Coah: MX' is printed. The top right section features a photograph of a woman in a professional setting. Below the photograph, the website 'www.human-factor.com.mx' and email 'E-mail: ventas@human-factor.com.mx' are listed. The bottom left section contains three service categories: 'Outsourcing / Personal Temporal', 'Sorting / Inspección de Calidad', and 'Reworking / Retrabajos especializados'. The bottom right section features a photograph of hands stacked together, with the company name 'HF human factor' overlaid. Below this, the address 'Isidro López Zertuche No. 5396 Col. Virreyes Popular C.P. 25220' and phone numbers 'Tels. (844) 432-1862' and '432-1842' are provided. A small tagline 'Será un placer atenderle en nuestra oficina:' is also present.

- **Ubicación:** Isidro López Zertuche # 5396 C. P. 25220 Virreyes Popular Saltillo, Coahuila, México
- **Giro, tamaño:** Servicios industriales, Grande de más de 250 personas
- **Principales productos y/o servicios que ofrece:**
 - ✓ **Sorteo e inspección de calidad y retrabajos:** sorteo de materiales, inspecciones finales, retrabajos especializados. De acuerdo a su cultura de trabajo es la flexibilidad que permite a HF adecuarse a las necesidades de sorteo de materiales, inspección final y retrabajos a un costo razonable.
 - ✓ **Outsourcing:** Resuelve necesidades de personal en línea de producción, para el mejor enfoque de los objetivos organizacionales, sin desviar recursos excesivos en la administración del personal operativo.

- ✓ **Reclutamiento de personal:** operativo, administrativo, y ejecutivo de acuerdo al perfil solicitado por los clientes.
 - ✓ **Aplicación e interpretación de evaluaciones:** psicométricas para la selección del personal
 - ✓ **Administración:** de las obligaciones patronales (IMSS, INFONAVIT, etc.) y responsabilidad social con el contratado.
- **Historia:** Human Factor es una empresa de consultoría e integración tecnológica fundada en 1992, que ofrece una amplia gama de soluciones innovadoras para la administración de la identidad, infraestructura inteligente, gestión de la fuerza de trabajo, así como para la telemática en general. Human Factor ha realizado proyectos en más de 60 ciudades de la República Mexicana, para más de 400 clientes de todos los sectores de la economía nacional.
 - **Misión:** Contribuir al éxito de nuestros clientes al proveerles los servicios de Inspección de Calidad y Outsourcing, demostrando eficiencia, calidad y respeto en nuestro trabajo.
 - **Visión:** En Human Factor nuestro principal compromiso es satisfacer los requerimientos de nuestros clientes en los servicios de Inspección, Sorteo, Retrabajo y Outsourcing, a través del constante desarrollo de nuestros colaboradores y proveedores, buscando siempre la Mejora Continua.
 - **Valores:**
 - ✓ **Liderazgo:** Promueve y practica los valores principales de HF y de la sociedad, predicando con el ejemplo.
 - ✓ **Eficiencia:** Realizamos nuestro trabajo con los recursos existentes, los aprovechamos al máximo, hacemos más con menos.

- ✓ **Transparencia:** Rendimos cuentas, e información cada acción, recurso o actividad que utilizamos de HF con claridad y ética.
- ✓ **Legalidad:** Actuamos conforme a la ley, normas y sentido común.
- ✓ **Honestidad:** Utilizamos los bienes y recursos de HF, estrictamente para el desempeño de nuestras funciones y beneficio de nuestra empresa.
- ✓ **Integridad:** Actuamos con justicia, honestidad y ética en todas nuestras relaciones laborales y personales.
- ✓ **Respeto:** Nos tratamos y dirigimos entre nosotros con dignidad y cortesía.
- ✓ **Imparcialidad:** Actuamos sin conceder privilegios o beneficios indebidos.

CAPÍTULO 2

METODOLOGIA

2.1 Recopilación y organización de la información

Para la selección del tipo de sistema de extracción de humos y purificación de aire, se requieren de diversos datos para la realización de cálculos; que a continuación se enlistan:

- Análisis de los humos resultantes de la soldadura.
- Análisis de la calidad del aire del ambiente del área de soldadura de la empresa.
- Número de estaciones de soldadura
- Promedio del volumen de aire en las áreas de soldadura

Se refiere al departamento de ingeniería de la empresa para obtener los datos requeridos, sin embargo, y a pesar de que la información solicitada fue proporcionada (planos, layouts, así como manuales de las máquinas y equipos del área de soldadura, etc.), se hizo la recomendación de no hacerlos evidentes en el presente trabajo; por lo que no se anexará dicha información, y sólo se mencionarán los tipos de cálculos y al final el tipo de sistema propuesta para instalar en la empresa.

Por otro lado, para la realización de los análisis del aire, la empresa no cuenta con analizadores de gases; y al buscar compañías que realizaran dichos análisis, por el costo de los mismos, la empresa no autorizó su contratación, no obstante y con base a la información documentada en los apartados anteriores, se considera que los contaminantes resultado de las actividades de soldadura son los marcados en las figuras 2 y 3.

De lo anterior se deduce, que el sistema de purificación de aire no es el ideal para la instalación en la planta, ya que no se podrá hacer la recirculación de acuerdo a normatividad y por el tipo de contaminantes; se planteara por lo tanto solo la instalación del sistema de extracción de humos con desfogue a la atmosfera.

2.2 Análisis de la información

En éste apartado se mostrará el método para seleccionar el ventilador/extractor correcto para la aplicación deseada. Debido a los diferentes tipos y tamaños de ventiladores disponibles, es necesario saber qué tipo proporcionará el mejor resultado en ciertas aplicaciones y de esta manera poder seleccionar el tamaño más económico para la aplicación deseada.

Antes de continuar con el procedimiento para la selección del ventilador/extractor se requiere conocer algunos términos que más adelante se utilizaran:

Términos

- Pcm: Pies Cúbicos por Minuto. Una medida de la corriente del aire.
- Pe: Presión Estática (Pe). La resistencia del aire medida en pulgadas de columnas de agua.
- Sone: Es una medida del ruido. Un sone es aproximadamente igual al ruido generado por un refrigerador a una distancia de 5 pies. Los sones siguen una escala lineal, que es, 10 sones son dos veces más fuertes que 5 sones.
- Bhp: Punto de Operación de la Potencia del Motor (Brake Horsepower). Una medida de la potencia poder del consumo, usado para determinar el apropiado caballaje de fuerza para el motor y cableado.
- Hp: Caballaje de Fuerza (Horsepower). Utilizado para indicar el tamaño de motor del ventilador.
- Rpm: Revoluciones por Minuto. La medida de la velocidad del ventilador.

- TS: La velocidad del tope de la rueda o hélice del ventilador (Tip Speed), medida en pies por minuto.
- AMCA: Asociación del Movimiento y Control del Aire. Una asociación mundialmente reconocida, la cual establece normas de pruebas para los rangos de operación de los ventiladores. También establece licencias para el volumen del aire y rangos del sonido

Existen dos tipos de acoplamiento del motor: acoplamiento directo y acoplamiento por bandas, es importante conocer qué tipo de acoplamiento se debe tener, por lo que se detalla información con respecto a este tema. De acuerdo a una marca de ventiladores tomada como ejemplo, se describe su nomenclatura:

En los ventiladores de acoplamiento por banda, la definición ofrece el tipo de modelo, tamaño y caballaje de fuerza del motor. Figura 10 Se muestran ejemplos de algunos tipos de nomenclaturas para extractores.

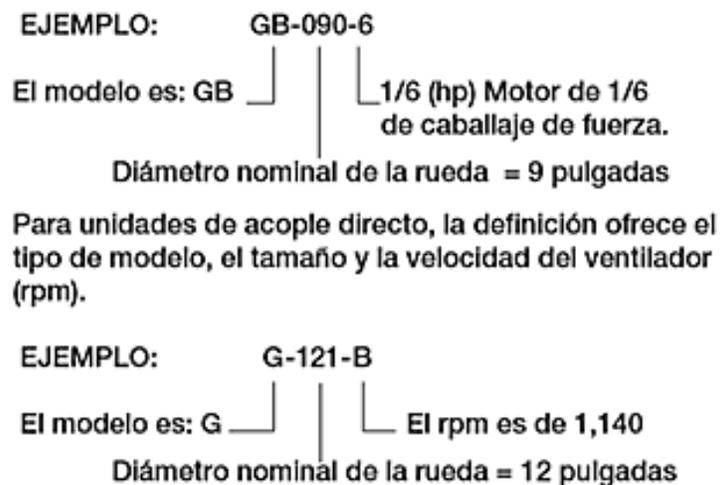


Figura 10 Ejemplos de nomenclatura de los extractores.

Acople por Correa		Acople Directo	
Sufijo	Motor (hp)	Sufijo	rpm (Vent.)
6	1/6	A	1725
4	1/4	B	1140
3	1/3	C	860
5	1/2	D	1550
7	3/4	G	1300
10	1	E	1050
15	1 1/2	F	680
20	2	P	1625
30	3		
50	5		
75	7 1/2		

Figura 11 Sufijos en la definición de modelos, para el caballaje del motor y las revoluciones por minuto (rpm) del extractor/ventilador.

Figura 11 Muestra algunos sufijos que se deben tomar en cuenta para la definición de modelos en cuanto a caballaje y rpm del extractor.

La selección de los ventiladores, ya sea de acoplamiento directo o de acoplamiento por banda es semejante. Sin embargo, existen dos diferencias que considerar. Mientras que la velocidad en los ventiladores de acoplamiento por banda puede ser modificada ajustando la polea del motor, los ventiladores de acoplamiento directo deben de manejarse utilizando un método diferente. Por lo que para este proyecto para no incrementar el costo con dispositivos eléctricos para la modificación de la velocidad (drivers), se optará por el extractor acoplado por bandas.

Selección del ventilador de acoplamiento por banda

Planteando desde este punto que en el proyecto, se requiere de un extractor de techo con acoplamiento por banda, que extraiga por ejemplo 1000 pcm a 0.25 pulg. de Pe. De acuerdo a la figura 12, se inicia con la columna de presión estática 0.25 pulg. (Todos los números en esta columna corresponden a la presión estática 0.25 pulg.). Se sigue la columna hacia abajo hasta encontrar el valor que ligeramente exceda 1,000 pcm (Pies Cúbicos por Minuto). En este caso, 1,012

pcm es la primera casilla que reúne estos requisitos. Figura 12 Muestra una tabla de selección de modelos en cuanto a su capacidad.

MODELO (Rangos del las rpm)	hp	rpm	TS	PRESIÓN ESTÁTICA / CAPACIDAD																	
				0.000		0.125		0.250		0.375		0.500		0.625		0.750		0.875		1.000	
				sone	Bhp	sone	Bhp	sone	Bhp	sone	Bhp	sone	Bhp	sone	Bhp	sone	Bhp	sone	Bhp	sone	Bhp
GB-090-4 (1290-1710)	1/4	1360	3983	1030		957		884		807		725		632							
				10.1	0.11	9.9	0.12	9.6	0.12	9.3	0.12	8.8	0.13	8.5	0.13						
		1510	4422	1144		1078		1012		946		875		800		720		607			
				11.4	0.15	11.2	0.16	11.1	0.16	10.7	0.17	10.4	0.17	10.0	0.17	9.8	0.17	9.5	0.17		
1710	5008	1295		1237		1179		1121		1061		999		934		866		785			
		13.4	0.22	13.3	0.23	13.2	0.23	13.0	0.24	12.7	0.24	12.4	0.25	12.1	0.25	11.8	0.25	11.6	0.25		
GB-101-4-R1 (1020-1400)	1/4	1070	3116	906		818		731		607											
				6.0	0.060	5.4	0.065	5.0	0.070	4.3	0.070										
		1355	3946	1148		1077		1010		943		856		739							
8.5	0.12			8.1	0.13	7.9	0.14	7.8	0.14	7.2	0.14	6.8	0.14								
GB-101-4-R2 (1260-1635)	1/4	1260	3669	1067		991		921		840		735		385							
				7.6	0.099	7.1	0.104	6.8	0.112	6.5	0.115	5.9	0.115	4.4	0.083						
		1635	4761	1385		1325		1269		1214		1161		1094		1019		928		792	
11.1	0.22			10.8	0.22	10.4	0.23	10.2	0.24	9.8	0.25	9.3	0.25	8.9	0.25	8.4	0.25	7.8	0.24		
GB-101-3	1/3	1800	5242	1525		1471		1418		1367		1320		1270		1208		1141		1064	
				13.2	0.29	12.8	0.30	12.5	0.30	12.3	0.31	12.2	0.33	11.3	0.33	10.8	0.33	10.6	0.33	10.1	0.33

Figura 12 Tabla de selección de modelo - capacidad

Con la tabla se obtienen los valores de sone que es de 11.1 y el Bhp del ventilador que es de 0.16. Siguiendo hacia la columna de la izquierda, se pueden determinar las revoluciones por minuto (rpm) y el modelo del ventilador. En este ejemplo, las rpm del ventilador son de 1,510 y el modelo es GB-090-4, el cual posee un motor de 1/4 de caballaje (hp). Se aprecia que el GB-090-4 no es solamente el único modelo que podría ser seleccionado.

Si seguimos la columna 0.25 pulg. de presión estática más hacia abajo se encuentra un punto de función de 1,010 pcm. A este punto el valor del sone es de 7.9 y el punto de operación de la potencia del motor (Bhp) es de 0.14. Siguiendo hacia la izquierda encontramos que las rpm son de 1,355. El modelo es el GB-101-4R1, el cual también posee un motor de 1/4 de caballaje de fuerza (hp). Ambos el GB-090-4 y el GB-101-4-R1 producirán la misma ejecución de

movimiento de aire. Sin embargo, el ruido generado por el ventilador tendrá que ser considerado.

Así como en todos los ventiladores de acoplamiento por banda, los valores intermedios de pcm pueden ser fácilmente alcanzados, ajustando manualmente la polea del motor. Figura 13 se muestra el ajuste de polea, abierto o cerrado.

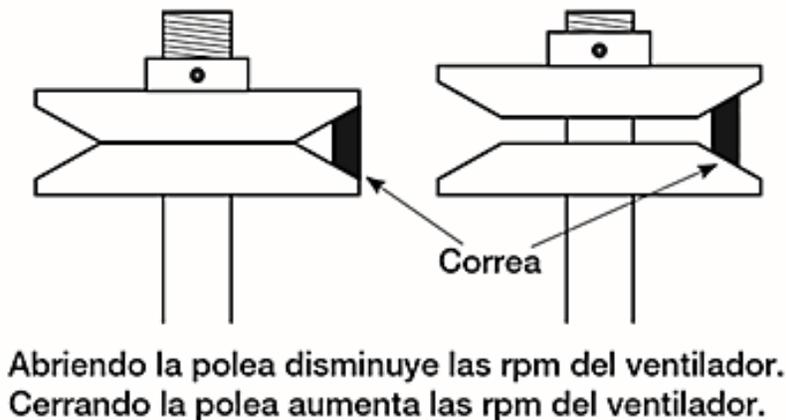


Figura 13 Ajuste de la polea.

Para los motores que se acoplan por banda a los ventiladores, se requiere información adicional sobre el motor, como lo son:

- La cobertura del motor. Esta sería “Abierta” (open, drip proof, ODP), “Totalmente Cerrada” (TE) o a Prueba de Explosión (EXP). La “Abierta” es la más común de las coberturas y será suministrada solo si se especifica otro tipo.
- Velocidades los motores. están disponibles ya sean con velocidad individual o de dos velocidades. Los motores con velocidad individual son de 1,725 rpm. Motores con dos velocidades serian de 1,725/1,140 rpm.

- Características eléctricas voltaje y fase. El Voltaje puede ser de 110, 220, o 440. La fase puede ser de 1 o 3. Un motor con 110 Volts, monofásico, es mostrado 110/1. Típicamente, los motores de 1/2 hp o menos son monofásicos. Los motores de 3/4 hp o más son regularmente trifásicos.

También se puede hacer la selección del ventilador basado en su aplicación, normalmente, la especificación del ventilador no es un método preciso, pero puede hacerse confiablemente cuando la aplicación del ventilador es implícita. De acuerdo a la aplicación, existen 4 elementos que necesitan ser determinados. Estos son:

1. El Modelo del Ventilador
2. pcm (Pies Cúbicos por Minuto)
3. Presión Estática (Pe)
4. Limitación de la Intensidad (sones)

El tipo del modelo del ventilador se obvia, ya que de acuerdo a la marca los modelos, o mejor dicho la nomenclatura de los modelos cambiarán, sin embargo la aplicación será la misma.

Otra de las consideraciones importantes es el acoplamiento directo vs acoplamiento por banda. Los ventiladores de acoplamiento directo son económicos debido al bajo volumen de aire (2,000 pcm o menos) y baja presión estática (0.50 pulgadas o menos). Estos requieren muy poco mantenimiento y la mayoría pueden ser manejados con un regulador de velocidad para ajustar los pcm. Los **ventiladores de acoplamiento por banda** son convenientes en volúmenes de aire por encima de 2,000 pcm o presiones estáticas por encima de 0.50 pulgadas. Las poleas ajustables permiten que la velocidad y los pcm del ventilador puedan ser ajustados hasta un 25%. Se pueden utilizar en temperaturas altas (por encima de los 120°F (49°C)).

La siguiente comparación para la selección es aspas vs. rueda centrífuga. Los ventiladores con aspas proporcionan un método económico en el manejo de grandes volúmenes de aire (5,000 + pcm) con presiones estáticas relativamente bajas (0.50 pulgadas o menos). Los motores son generalmente montados dentro de la corriente del aire, lo cual limita las aplicaciones relativamente de aire limpio a temperaturas máximas de 110°F (43°C). Los **ventiladores con rueda centrífugas** son más eficientes en el manejo de presiones estáticas relativamente altas y producen menos intensidad de ruido que los ventiladores con aspas. Muchos modelos de ventiladores centrífugos son diseñados con motores ya instalados y fuera de la corriente del aire para ventilar aire con alta temperatura y contaminación.

También es importante la localización del ventilador. Los modelos de ventiladores son diseñados para ser instalados en tres sitios: en el techo, en una pared lateral o en un ducto. Los elementos básicos del ventilador no cambiaran aun sin importar el sitio donde se monte el ventilador. Solamente cambia el armazón para dar acceso a una instalación mucho más fácil. Determinando el mejor sitio para un ventilador depende de las características físicas del edificio y del flujo del aire deseado. Supervisando la estructura del edificio y visualizando como el aire debe de circular, el lugar para situar el ventilador se hace mucho más evidente.

Determinación de los pcm.

Una vez que el modelo es definido, los pcm deben ser determinados. Se toma como referencia los requisitos para los códigos locales de acuerdo a la figura 14 para determinar la cantidad de aire sugerida en una ventilación apropiada.

$$\text{pcm} = \frac{\text{Dimensiones del lugar}}{\text{Cambio/Minutos}}$$

$$\text{Dimensiones del Lugar} = \text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{Alto}$$

Area	Cambio/Minutos	Area	Cambio/Minutos	Area	Cambio/Minutos
Pasillo	3-10	Salón de Baile	3-7	Tienda de Maquinaria	3-6
Atico	2-4	Comedor	4-8	Fabrica de papel	3-8
Auditorio	3-10	Tintorería	2-5	Oficina	2-8
Panadería	2-3	Cuarto de Maquinas	1-3	Empacadora	2-5
Bar	2-4	Fabrica	2-7	Cabina de Proyección	1-2
Establo	12-18	Fundición	1-5	Cuarto de Recreación	2-8
Cuarto de Calefacción	1-3	Taller	2-10	Residencia	2-6
Club de Boliche	3-7	Cuarto de Generadores	2-5	Restaurante	5-10
Cafetería	3-5	Gimnasio	3-8	Cuarto de Baño	5-7
Iglesia	4-10	Cocina	1-5	Tienda	3-7
Salón de Clases	4-6	Laboratorio	2-5	Salón de Espera	1-5
Salón para Clubes	3-7	Lavandería	2-4	Almacén	3-10

Figura 14 Cambios sugeridos del aire para una ventilación apropiada.

Figura 14 Se muestra una tabla comparativa de los cambios sugeridos del aire para una ventilación apropiada. Los rangos especificados ventilarán adecuadamente las áreas correspondientes en la mayoría de los casos. Sin embargo, en condiciones extremas podría requerirse “Cambios por Minutos” fuera del rango especificado. Para determinar el número actual necesitado en un rango, considere la localización geográfica y el promedio del nivel de rendimiento del área. Para climas cálidos y más fuertes que otras áreas normales, seleccione un número bajo en el rango para cambiar el aire más rápidamente. Para climas moderados con tratamiento ligero, seleccione un número más alto en la tabla de rangos. Para determinar los pcm requeridos para ventilar adecuadamente una área, divida las dimensiones del lugar entre el valor apropiado de los “cambios por minutos” (Figura 14).

Determinación de la Presión Estática.

Las presiones generadas por los ventiladores en el sistema del ducto son de magnitudes pequeñas. Aun así, estimando correctamente la presión estática es un punto crítico para poder hacer una selección apropiada. La presión estática del ventilador es medida en pulgadas de columna de agua. Una libra por cada pulgada cuadrada es equivalente a 27.7” de columna de agua. Las presiones estáticas en los sistemas de ventilación son generalmente menos de 2” de

columna de agua, o 0.072 PSI. Figura 15 Se muestra un diagrama de medición de la presión estática en ductos con manómetro.

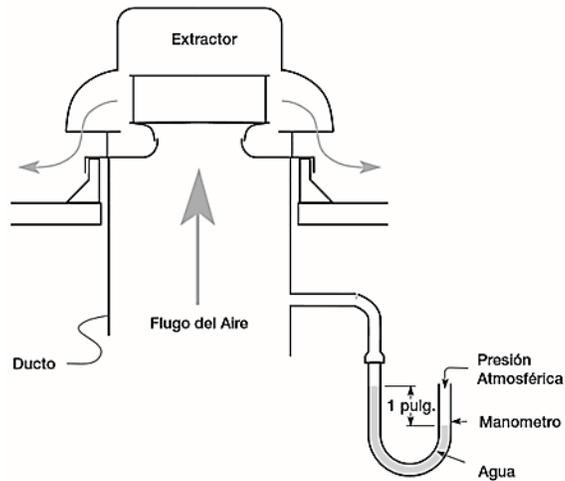


Figura 15 Medición de la presión estática en sistemas con ductos utilizando un manómetro.

Una diferencia entre la presión del ducto y la atmósfera provocará que el nivel del agua en el manómetro tienda a colocarse en diferentes niveles. Esta diferencia es la presión estática medida en pulgadas de columna de agua. La cantidad de presión estática que un ventilador debe superar depende de la velocidad del aire dentro del ducto, el número de codos del ducto (y otros elementos resistentes) y la longitud del mismo. Para sistemas propiamente diseñados con suficiente aire de relleno, la guía que aparece abajo puede ser utilizada para estimar la presión estática.

GUIA PARA LA PRESIÓN ESTÁTICA	
Sin ducto:	0.05 pulg. to 0.20 pulg.
Con ducto:	0.2 pulg. to 0.40 pulg. por cada 100 pies de ducto (asumiendo que la velocidad del aire dentro del ducto es de 1,000-1,800 Pies/Min.)
Instalación:	0.08 pulg. por cada elemento instalado (codo, rejilla, compuerta, etc.)
Campana de Cocina:	0.625 pulg. to 1.50 pulg.
Importante: Los requisitos para la presión estática son significativamente afectados por la cantidad de aire de relleno proporcionado en un área. Insuficiente aire de relleno o suministro aumentará la presión estática y reducirá la cantidad de aire a extraer. Recuerde, por cada pie cúbico de aire que se extrae, tiene que ser suministrado otro pie cúbico de aire.	

Figura 16 Tabla para la determinación de la presión estática.

Figura 16 En esta tabla comparativa se muestra la determinación para la presión estática en campanas. Para calcular la perdida de presión, se tiene que conocer la configuración del sistema del ducto. Como ejemplo se toma la figura 17; este ducto es diseñado para velocidades de 1,400 pies por minuto. De acuerdo a la guía para presiones estáticas, este resultado será aproximadamente de 0.3" por 100 pies. Ya que tenemos un total de 10 pies de ducto, la caída de presión debido al ducto es:

$$\frac{0.3''}{100 \text{ ft}} \times 10 \text{ ft} = 0.3''$$

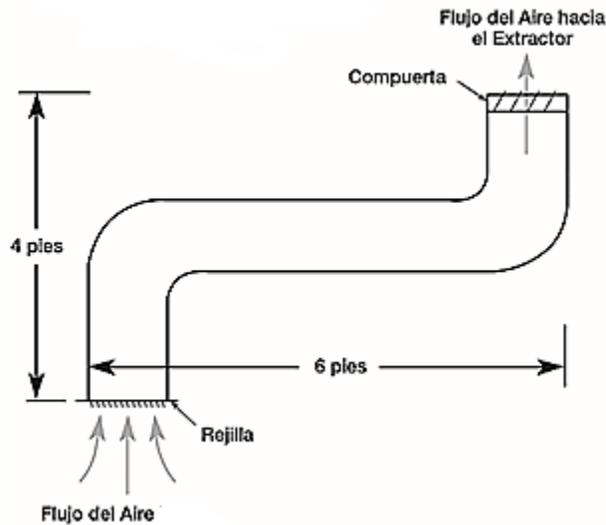


Figura 17 Diagrama para el sistema del ducto.

Figura 17 En esta figura se puede observar un diagrama sobre el flujo en el sistema de ducto. También existe una caída de presión de 0.08" por cada elemento instalado. En este ejemplo, existen 5 elementos en la instalación del ducto: Una rejilla, dos codos, una compuerta y rejillas (louvers) en la pared. El total de la caída de presión debido a la instalación del ducto es:

$$5 \times 0.08" = 0.4"$$

Por lo tanto, el total de la caída de presión es de:

$$0.03" + 0.40" = 0.43"$$

Por conveniencia cuando se utilice la guía de selección para la presión estática, se debe redondear este valor al más cercano 1/8", el cuál sería 0.50" de Pe.

Por último, una vez seleccionado el ventilador en su totalidad, las dimensiones tanto de los ductos, como de la campana se construyen con base a los datos del ventilador.

2.3 Propuesta de solución

De acuerdo a la información recabada y a los cálculos hechos para la selección de un sistema de extracción de humos y gases se hace la siguiente propuesta de equipo para la extracción de humos en las áreas de soldadura de la planta con ventiladores centrífugos tipo turbina acoplados por bandas, con filtros sencillos de malla metálica, y ductería construida en lamina galvanizada

Item	Cantidad	Tipo	Instalación	Dimensiones	Costo estimado
Campanas extractoras	4	Rectangular de lámina galvanizada	Superior centralizada en el área de soldadura	4 x 3 mts	\$19,800.00
Ductos	4	Circular de lámina galvanizada de 6" de diámetro	Superior con soportería	20 mts	\$27,800.00
Codos	8	Circular de lámina galvanizada de 45° de 6" de diámetro	Posterior a la campana y antes de la llegada del extractor	6" x 0.7 mts	\$7400.00
Poleas	8	Tipo acanalada en V	Sobre la flecha del motor y la del ventilador	4" y 2"	\$740.00
Bandas	4	Tipo V	En la polea	15" x 2"	2890.00
Extractores	4	Extractor centrifugo tipo turbina de 75 BHP	En el techo	N/A	\$125,840.00
Motor	4	Monofásico de ½ HP	En el extractor	N/A	Incluido
Instalación eléctrica y automatización	1	Industrial	Del extractor al CCM	25 mts	\$15,600.00
Mano de obra	1	Construcción de ductería e instalación	N/A	N/A	\$78,000.00
				TOTAL	\$278,070.00

CAPITULO 3

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Desarrollo del proyecto

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo constó de 4 etapas que a continuación se describen brevemente:

1. La primera etapa del proyecto fue de involucración temprana, que fueron reuniones con el personal involucrado en el proyecto, como personal operativo, mandos medios y el jefe directo encargado del proyecto. En dichas reuniones se establecieron los objetivos y alcances del proyecto, y en reuniones posteriores se presentaron avances del proyecto, dependiendo del tiempo disponible para el mismo. Se hizo reconocimiento del área de trabajo, para ver la posibilidad de la realización de análisis de los gases, que no fueron posibles de realizar por la falta de instrumentos de medición, y se pudo de cierta manera contratar a una compañía consultora para la realización de dichos análisis, sin embargo el costo de los análisis no fue autorizado.
2. La segunda etapa consistió en el levantamiento de las áreas en donde era factible la instalación del sistema de extracción, es decir, medición de las dimensiones de la áreas para calcular el volumen y flujo de aire, así como el cálculo del PCM, la presión estática y demás cálculos requeridos para la selección del sistema de extracción. Otra parte de ésta etapa fue la investigación de la información técnica para poder realizar el proyecto de manera más profesional. Se realizó investigación acerca de los principales contaminantes generados por la soldadura, los tipos de sistemas de filtrado y extracción. En esta etapa se realiza la memoria de cálculo y los dibujos, que se dejan en la empresa.

3. La tercera etapa fue el contacto con proveedores y solicitud de cotizaciones para la realización del proyecto, ya que la empresa no cuenta con la mano de obra disponible para realizar el trabajo. Esta etapa fue la más tardada, ya que en ocasiones los proveedores y contratistas solicitaban acceso a la planta para ellos realizar el mismo levantamiento y corroborar lo solicitado, posteriormente esperar las cotizaciones y hacer la comparación para determinar cuáles eran las más viables, económicamente hablando.

4. En la última etapa se hace el acopio de la información y se realiza una presentación al personal directivo del proyecto, el cual aprueban, pero comentan que solicitaran un capex para la realización del proyecto, ya que no cuentan con presupuesto disponible, a pesar que el costo del proyecto es bajo.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Resultados

Resultados de la propuesta del sistema

En la empresa se agendo una reunión donde se dio a conocer al jefe de turno junto con mi asesor industrial, los puntos fuertes que hacen al sistema viable, la presentación de la propuesta para la instalación del sistema de extracción de aire, durante el desarrollo del proyecto se llevó a cabo el día viernes 30 de marzo del año en curso, las condiciones fueron cambiando, ya que desde el planteamiento del proyecto se propuso un sistema de purificación y extracción del aire, sin embargo, los directivos dijeron no estar listos para en este momento, pues ahora mismo tienen otros intereses que no contemplan estos puntos, aun así guardaron una copia para en un futuro implementarlo posiblemente.

Nota: Debido a las políticas de la empresa, no es posible mostrar los resultados, pues está estrictamente prohibida su divulgación, ver anexo 1.

Resultados de la propuesta del estudio de la calidad del aire

Como resultado tenemos que algunos de los datos fueron considerados de manera teórica, ya que no se autorizó capital para contratar a una empresa externa certificada.

Nota: Debido a las políticas de uso de la información, no me fue posible mostrar los resultados, pues está estrictamente prohibida su divulgación, ver anexo 1.

Resultados del mantenimiento realizado a los extractores

Los extractores lograron quedar listos para operar y el mantenimiento que se llevó a cabo fue el siguiente:

- Limpieza en general (lavado con agua a presión en base y cebolla)
- Engrasado de rodamientos y baleros
- Alineación de alabes (1/16")
- Pintura en exterior e interior (se utilizó pintura anticorrosiva metálica)
- Se sellaron las uniones con silicón

Una vez realizado el mantenimiento se dejaron los extractores en uso.

Nota: Debido a las políticas de uso de la información, no me fue posible mostrar los resultados, pues está estrictamente prohibida su divulgación, ver anexo 1.

Resultados de plantear a la dirección la instalación más adecuada

En presencia del gerente de planta, se planteó la propuesta y se le dejó una copia en digital de la misma.

Cabe resaltar que la memoria técnica (cálculos reales y lay out de la instalación) fue desarrollada con el apoyo del departamento de ingeniería de la planta, y se realizó en un documento aparte que se entregó y se quedó bajo resguardo del departamento, por lo que no fue permitido presentarla en el presente documento por la política de la empresa de que todo material desarrollado dentro de la misma pertenece a ella.

Nota: En el anexo 1.1 se muestra la política de seguridad de la información de la empresa AMVIAN, que hace referencia al resguardo de información obtenida en el apartado de resultados cuya información es inaccesible para el practicante.

Nota: Debido a las políticas de uso de la información, no me fue posible mostrar los resultados, pues está estrictamente prohibida su divulgación, ver anexo 1.

4.2 CONCLUSIONES

Los sistemas de extracción de gases se emplean para extraer gases de diversos procesos con el fin de realizar el abatimiento de los contaminantes atmosféricos. El sistema típicamente de un circuito de ductos de extracción con equipos de un ventilador, ductos, campanas y filtros.

Después de la investigación realizada y de las condiciones de trabajo de la empresa, se observa que los humos y gases del proceso no son de clasificación simple, su composición y cantidad dependen de diversos factores, por otro lado la dificultad de no tener acceso a un análisis detallado, representó un obstáculo, sin embargo se realizó la investigación y se determinaron los principales contaminantes.

La experiencia obtenida de la realización del proyecto fue muy importante, se aprendió que existen diferentes tipos de sistemas de extracción, que para el cálculo y selección de los elementos de un sistema ya no es necesario hacer tanto cálculo, sino que con apoyo de tablas y en algunos casos software, es mucho más fácil y rápido de realizar.

ANEXOS

Anexo 1.1 Política de seguridad de la información AMVIAN.



Oscar Flores Tapia 1305, Huerta del Cura, Ramos
Arizpe, Coah. C.P 25903

Viernes 30 marzo del 2018

Política de seguridad de la información AMVIAN

La Dirección de AMVIAN reconoce la importancia de identificar y proteger sus activos de información, evitando la destrucción, la divulgación, modificación y utilización no autorizada de toda información relacionada con clientes, empleados, precios, bases de conocimiento, manuales, casos de estudio, códigos fuente, estrategia, gestión, y otros conceptos; comprometiéndose a desarrollar, implantar, mantener y mejorar continuamente el Sistema de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI).

- a) su confidencialidad, ya que por políticas de la empresa, el practicante **Sergio Antonio Alvarez Peña no es autorizado para divulgar los resultados obtenidos en su investigación;**
- b) su integridad, asegurando que la información, métodos y resultados obtenidos en su estancia serán resguardados en la misma;
- c) su disponibilidad, asegurando que los usuarios autorizados tienen acceso a la información y a sus activos asociados cuando lo requieran. La seguridad de la información se consigue implantando un conjunto adecuado de controles, tales como políticas, prácticas, procedimientos, estructuras organizativas y funciones de software. Estos controles han sido establecidos para asegurar que se cumplen los objetivos específicos de seguridad de la empresa.

Apreciamos su comprensión y gracias

Atte. Ing. Juan Carlos Rodríguez Escareño

Ilustración 1 política de seguridad de la información.

REFERENCIAS

- Greenheck Fan Corp. (2 de Agosto de 2007). *Fundamentos de Ventilación, Selección del Ventilador, Aplicación Basada en la Selección*. Obtenido de http://www.greenheck.com/media/pdf/otherinfo/fan_fundamentals_spanish.pdf
- Ashrae, C. R. (2000). *Seguridad industrial y salud*. México: Prentice Hall.
- AWS - ANSI. (3 de Marzo de 2001). *Ventilation Guide for Welding Fume. AWS-ANSI F3.2M/F3.2:2001*. New York, Estados Unidos: American Welding Society.
- Burgess, W., Ellenbecker, M., & Treitman, R. (2004). *Ventilation for Control of the Environment*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Publication.
- Chicago Blower. (Miercoles de Marzo de 2018). *Chicago Blower Argentina*. Obtenido de http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm
- CÓDIGO INTERNACIONAL DE INSTALACIONES MECÁNICAS. (3 de Marzo de 2006). *ISSC SAFE*. Obtenido de IMC_Spanish_Chapter 5: https://www2.iccsafe.org/states/Puerto_Rico/Spanish_Codes/IMC%20Spanish/PDFs/08_2006_IMC_Spanish_Chapter%205.pdf
- Committee on Industrial Ventilation. (1998). *Industrial Ventilation a Manual of Recommended Practice*. Cincinnati, Ohio : American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc. .
- Flagan, R., & Seinfeld, J. (1988). *Fundamentals of Air Pollution Engineering*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall .
- Goribar, H. (1995). *Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración*. México: Limusa S.A.
- Instituto Nacional de Ecologia. (13 de Marzo de 2018). *inecc.gob.mx*. Obtenido de <http://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/guias/1-%20Principios%20de%20Medic%C3%B3n%20de%20la%20Calidad%20del%20Aire.pdf>
- Pita, E. (1994). *Acondicionamiento de aire, principios y sistemas*. Madrid: Compañía Editorial Continental S.A.
- Secretaria del Trabajo y Previsión Social. (19 de Julio de 1993). NORMA Oficial Mexicana NOM-016-STPS-1993, Relativa a las condiciones de

seguridad e higiene en los centros de trabajo referente a ventilación. *Normas Oficiales Mexicanas*. Mexico, Mexico, Mexico: Secretaria del Trabajo y Previsión Social.

- Soler & Palau Ventilation Group. (9 de Junio de 2017). Sistemas de ventilación. *Manual Práctico de Ventilación*. Madrid, España: Soler & Palau.
- Torreira, R. (1979). *Elementos básicos de aire acondicionado*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- Valdivia, P. (3 de Noviembre de 2016). *El insignia*. Obtenido de <http://blog.elinsignia.com/2016/11/03/seguridad-industrial-proteccion-del-soldador/>