



# Reporte Final de Estadía

Daniel Hernández Lara

Sistema Automatizado de Extracción de  
Humo y Gas



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

# Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo

Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte para obtener título de

Ingeniero en Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa  
Human Factor del Norte

Nombre del proyecto

Sistema Automatizado de Extracción de Humo y Gas

Presenta

Daniel Hernández Lara

Cuitláhuac, Ver., a 19 de Abril de 2018.



# Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo  
Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial  
Ing. Juan Carlos Rodríguez Escareño

Nombre del Asesor Académico  
Ing. René Aurelio González Sánchez

Jefe de Carrera  
Ing. Gonzalo Malagón González

Nombre del Alumno  
Daniel Hernández Lara

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a mis padres, el Sr. Daniel Hernández Domínguez y la Q.F.B. Cira Lara Malpica, a mi hermana, Mildred Dafne Hernández Lara, mi esposa Yessica Michelle Huerta Alvarado y a mi hija Melany Dariam Hernández Huerta por el apoyo emocional y económico brindado durante esta etapa de mi formación académica en la cual ustedes formaron parte importante para obtener este gran resultado.

Agradecimiento al jefe de carrera Ing. Gonzalo Malagón González y al asesor académico el Ing. René Aurelio González Sánchez por el apoyo y aprendizaje brindado durante la realización de este proyecto.

## RESUMEN

En el presente reporte de tesis se describe el desarrollo del proyecto para la implementación de un sistema de extracción de humo y gases de la soldadura en el área de armado, ya que en la actualidad no existe. Esta condición representa un riesgo a la salud de los trabajadores, por intoxicación aguda o crónica, que incluso puede derivar en una enfermedad profesional.

Debido a lo anterior, surge la necesidad de reducir y controlar no tanto la emisión de los humos y gases en la fuente, sino controlar y reducir el agente contaminante en el medio y en el receptor, por medio de la implementación de un sistema de extracción de humos automático.

En éste documento se describe la investigación acerca de los diferentes tipos de equipos y sistemas para el manejo y tratamiento de humos y gases, así como los riesgos a la salud que presentan para los trabajadores y el medio ambiente. Se realiza 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.

## Contenido

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>1</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>2</b>
<b>Contenido .....</b>	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
1.1 Estado del Arte.....	5
1.2 Planteamiento del Problema.....	23
1.3 Objetivos .....	24
1.4 Definición de variables.....	24
1.5 Hipótesis.....	24
1.6 Justificación del Proyecto.....	25
1.7 Limitaciones y Alcances.....	25
1.8 La Empresa (Human Factor del Norte).....	26
<i>Datos generales de la empresa.....</i>	<i>27</i>
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>43</b>
4.1 Resultados.....	43
4.2 Trabajos Futuros .....	43
4.3 Recomendaciones .....	44
<b>ANEXOS.....</b>	<b>46</b>
<b>Extractor Centrifugo Turbina Tipo Vent-Set CM .....</b>	<b>46</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>46</b>

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Independientemente de las actividades que se realicen en un lugar cerrado, 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, causado por humos y vapores producidos por procesos industriales que se realizan o por exceso de calor en el lugar.

Los requerimientos de ventilación y extracción para eliminar contaminantes es mayor que para la del aporte de oxígeno a determinada área de trabajo. El oxígeno que requiere una persona en cualquier actividad, de acuerdo a la NOM 005 de la STPS relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas es de 19 a 23%; aunado a esto, la generación de gases tóxicos que enrarecen la atmosfera, así como partículas en suspensión en el aire; o expresado de otra forma es de aproximadamente 0.15 litros por persona de aire fresco, mientras que para remover olores y el CO<sub>2</sub> que se exhala se necesitan 5 litros de aire fresco por segundo.

Si no existen las condiciones anteriormente mencionadas, entonces se requiere 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 extracción de humos y gases, reduzca y controle los agentes contaminantes en el aire de la empresa.

## 1.1 Estado del Arte

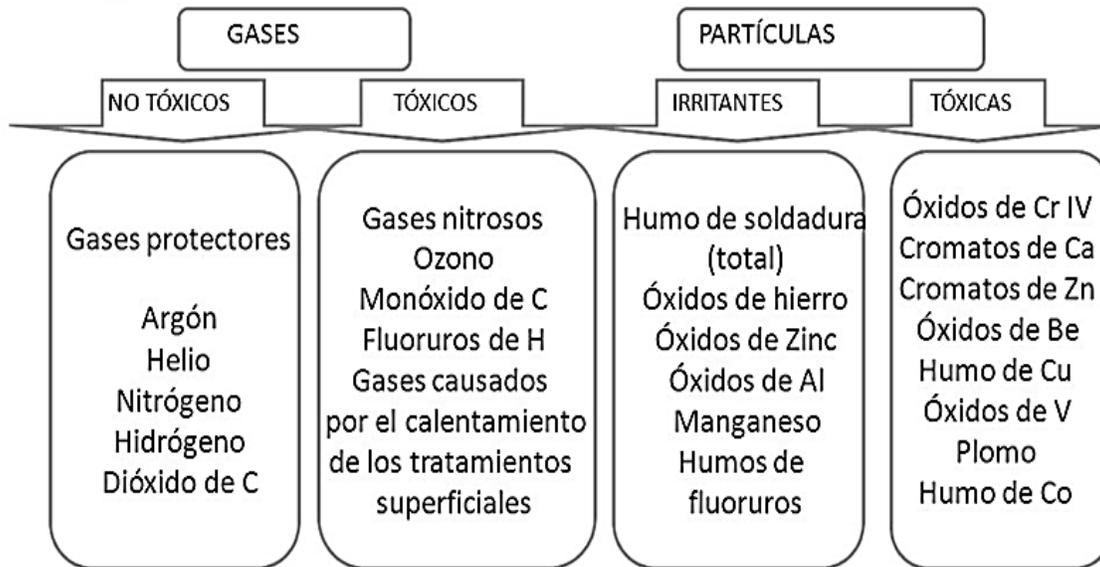
En el presente documento se hace referencia a información de estudios de la calidad del aire y de los sistemas de tratamiento para este. Se han hecho estudios de seguridad e higiene en el trabajo que demuestran que los gases y humos dependiendo de su concentración y tiempo de exposición causan problemas crónicos en las personas, e incluso en algunos casos agudos. Se ha dado en algunos países e incluso en la CDMX contingencias ambientales debido al exceso de contaminación por humos y gases.

Si bien es cierto que la seguridad industrial tiene importancia relevante, el cuidado al medio ambiente también lo es, debido a que es necesario para la interacción con todos los seres vivos en un hábitat determinado. Por lo tanto, los principales objetivos que abarca el presente trabajo son:

- Combatir los riesgos y control de la contaminación en su origen, mediante la extracción localizada.
- Adaptar y mejorar los puestos de trabajo de las personas.
- Desarrollo de la protección colectiva.
- Cumplir con la normativa y legislación vigente.

En la Industria mundial existen multitud de procesos laborales que causan contaminación, en los que se involucra como principales agentes a:

- Polvos
- Humos
- Gases
- Vapores



Los humos y gases provenientes de los procesos de soldadura son químicamente muy complejos, su composición y cantidad dependen del material de aporte, del metal base, proceso de soldadura, nivel de corriente y otros factores del proceso. Estos constituyen una amenaza para la seguridad y salud de los trabajadores, sino se cuenta con la adecuada protección.

Por el proceso que se tiene en la empresa que son humos de arco de soldadura, existen diversos humos como ya se mencionó anteriormente, pero recurriendo a otra bibliografía se considera los siguiente: la soldadura de arco, se define como el proceso en el que se unen dos metales mediante una fusión localizada, producida por un arco eléctrico entre un electrodo metálico y el metal base que se desea unir.

Existen diferentes puntos de vista para los riesgos de aspiración de humos y gases en los procesos de soldadura; el primero es el punto de vista del operador, que a menudo no consideran riesgosa la actividad, y no se preocupan en absoluto por el tiempo de exposición crónica a los humos, incluso algunas personas les gusta el olor de dichos humos.

Por otro lado, está la posición del personal de seguridad industrial, que debe estar al tanto de los límites permisibles y los tiempos de exposición de los trabajadores, y que muchas veces limita las actividades. (Valdivia, 2016)

Para poder evaluar y medir los objetivos del presente proyecto, se definen las siguientes variables:

- Personas con problemas en vías respiratorias
- Personas con problemas de irritación de ojos
- Calidad del aire
- Temperatura del aire
- Visibilidad en las áreas de trabajo

A continuación se presenta una tabla en la que se muestran los riesgos a la salud a los que los trabajadores están expuestos por la inhalación de humos y gases industriales.

<b>Humo/Polvo</b>	<b>Posibles efectos inmediatos</b>	<b>Posibles efectos a largo plazo</b>
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

<b>Gases</b>	<b>Posibles efectos inmediatos</b>	<b>Posibles efectos a largo plazo</b>
Óxido de nitrógeno	Irritación de bronquios y ojos, edema pulmonar	Bronquitis
Monóxido de carbono	Dificultad de respiración, inconsciencia	Tóxico para reproducción
Ozono	Irritación de bronquios y ojos, edema pulmonar	

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.

De acuerdo a lo anteriormente establecido, la Norma Oficial Mexicana NOM-016-STPS-1993; relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, referente a

ventilación, tiene como objetivo establecer la ventilación necesaria 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.

Dicha norma 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.

Se refiere a 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-10.STPS. (Secretaría del Trabajo y Previsión Social, 1993)

Siempre que exista un sistema de extracción de aire se deberá contar con otro para la reposición del aire extraído. El aire de reposición deberá estar libre de contaminantes.

Una vez establecido, que por normatividad se tiene que implementar algún sistema de ventilación y/o extracción en las áreas en donde se cumplan las características normas del aire; se deben entender las características del aire. El movimiento del aire puede restringirse o no restringirse, el primero se refiere al aire que se mueve en un conducto (conducto o

tubería) y el último involucra el movimiento de aire en un espacio grande (habitación, edificio o al aire libre). El diseñador de ventilación industrial encontrará ambas situaciones, aunque las propiedades relacionadas con el flujo restringido son de mayor importancia. Un conocimiento profundo de las leyes básicas que rigen el flujo de fluidos es valioso para el ingeniero de ventilación, de modo que las ecuaciones de diseño se interpretan e implementan correctamente, aunque el diseño real de la mayoría de los sistemas puede seguir un enfoque directo, para lo anterior se harán las siguientes suposiciones:

- En la mayoría de los sistemas de ventilación, el aire puede considerarse incompresible; es decir, su densidad no variará apreciablemente de un punto a otro dentro de un sistema.
- Los parámetros ambientales se desviarán solo ligeramente de una temperatura de 68° F (20° C) y una presión de 1 atm (1.01 Kg/cm<sup>2</sup>, 105 Pa). Estos valores se denominarán condiciones estándar.
- El aire es un fluido homogéneo; su composición es consistente espacial y temporalmente.

El conocimiento de la densidad, presión y temperatura de un fluido es necesario para describir adecuadamente cuando está en reposo. Al considerar el movimiento del fluido, las propiedades adicionales, como la velocidad, la viscosidad y las pérdidas de energía por fricción, se vuelven importantes.

A medida que un fluido se mueve a través de un sistema, encontrará resistencia al flujo. Esta resistencia dará como resultado una disminución de la presión estática y total en todo el sistema, que se esperará que supere el dispositivo de desplazamiento de aire (ventilador). Estas caídas de presión, o pérdidas, representan la conversión de energía potencial en calor (primera ley de la termodinámica), que no es productiva en un sistema de ventilación. Esta resistencia puede surgir de dos mecanismos generales: (1) fricción asociada con tensiones de cizalladura y turbulencia dentro del conducto, y (2) choque por cambios repentinos de

velocidad (velocidad o dirección) o separación de flujo en codos, ramas y transiciones. (Burgess, Ellenbecker, & Treitman, 2004)

El análisis y la reducción de la contaminación del aire involucran una variedad de disciplinas técnicas. El fenómeno de la contaminación del aire implica una secuencia de eventos: la generación de contaminantes en la fuente y su liberación; su transporte y transformación y supresión de la atmósfera; y sus efectos sobre los seres humanos, los materiales y los ecosistemas. Debido a que generalmente es económicamente inviable o técnicamente imposible diseñar procesos para emisiones absolutamente cero de contaminantes del aire, se busca controlar las emisiones a un nivel tal que los efectos sean inexistentes o minimizados. Se puede dividir el estudio de la contaminación del aire en tres áreas obviamente superpuestas pero algo distintas:

1. La generación y control de contaminantes del aire en su origen. Esta primera área involucra todo lo que ocurre antes de que el contaminante se libere "por la chimenea" o "por el tubo de escape".
2. El transporte, la dispersión, la transformación química y la eliminación de especies de la atmósfera. Esta segunda área incluye todos los procesos químicos y físicos que tienen lugar entre el punto de emisión y la eliminación definitiva de la atmósfera.
3. Los efectos de los contaminantes atmosféricos en seres humanos, animales, materiales, vegetación, cultivos y ecosistemas forestales y acuáticos, incluida la medición de especies gaseosas y particuladas.

Una estrategia de control de la contaminación del aire para una región es una especificación de los niveles permisibles de emisiones contaminantes de las fuentes. Para formular tal estrategia, es necesario poder estimar el destino atmosférico de las emisiones y, por lo tanto, las concentraciones ambientales, de modo que estas concentraciones se puedan comparar con las que se considera que dan lugar a efectos adversos. La combinación definitiva de acciones de control y dispositivos empleados para

alcanzar los niveles permitidos podría entonces decidirse sobre una base económica. Por lo tanto, la formulación de una estrategia de control de la contaminación atmosférica para una región implica una retroalimentación crítica del área 3 al área 1. En consecuencia, las tres áreas anteriores son importantes en la planificación de la reducción de la contaminación del aire. (Flagan & Seinfeld, 1988)

Los Humos son partículas sólidas originadas por los materiales consumibles de soldadura, por el metal base, y los recubrimientos presentes. Los Gases son producidos durante el proceso de soldadura o por el proceso de radiación que se crea a los alrededores. Los gases pueden crearse en grandes cantidades cuando se aplica el corte por plasma o altos amperajes de metales muy reflectivos como el aluminio y el acero inoxidable. Un solo soldador produce entre 20 g. y 40 g. de polvo metálico por hora, (proveniente de los humos metálicos y gases de soldadura), es decir que por año produciría aproximadamente entre 38.4 kg/año y 76.8 kg/año de polvos metálicos.

En el sector industrial de la metalmecánica, es alta la exposición de soldadores y operadores a los humos y gases de soldadura, en consecuencia es necesario reducirla, porque los están expuestos a partículas nocivas como: Cromo, Manganeso, Níquel, Óxidos de Hierro, Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno, Ozono, Fluoruros, entre otros; cuyos efectos nocivos van desde irritaciones tracto respiratorias y de ojos, reacciones alérgicas, fiebre de los humos metálicos, dolores de cabeza, mareos y otras complicaciones que pueden ocurrir inmediatamente hasta enfermedades crónicas a lo largo del tiempo como: bronquitis, asma, siderosis y algún tipo de cáncer. El origen de los principales componentes y sus potenciales efectos sobre la Salud, se muestran en la siguiente tabla.

HUMOS METÁLICOS Y GASES	ORIGEN	EFFECTOS SOBRE LA SALUD Y SÍNTOMAS
<b>Cromo (Cr)</b>	Procesos de soldadura. Acero inoxidable. Galvanizados. Fabricación pigmento de Galvanizados. Fabricación pigmento de cromo,	Irritación de la piel. Irritación del tracto respiratorio, efectos sobre la nariz, ojos y oídos. Efectos crónicos, incluido cáncer de pulmón, de riñón o daños en el hígado
<b>Manganeso (Mn)</b>	Procesos de soldadura, acero alta resistencia	Pneumonitis química; efectos crónicos incluidos trastornos del sistema nervioso.
<b>Níquel (Ni)</b>	Proceso de soldadura: Acero inoxidable, cromados, galvanizados	Dermatitis, asma, trastornos respiratorios, efectos crónicos incluyendo cáncer (nariz, laringe, pulmón), irritación del tracto respiratorio, disfunción renal.
<b>Oxido de hierro</b>	Procesos de soldadura, tanto en hierro como acero	Efectos sobre la nariz e irritación pulmonar, siderosis (acumulación pulmonar de óxido de hierro)
<b>Fluoruros</b>	Protección para electrodos, material flux (arco sumergido)	Irritación de ojos, nariz y garganta, problemas gastrointestinales, efectos crónicos, incluyendo problemas de huesos y articulaciones.
<b>Ozono</b>	Formado en el arco de soldadura	Efectos agudos, incluyendo hemorragias y derrames en pulmón.
<b>Oxido de nitrógeno</b>	Formado en el arco de soldadura	Pneumonitis, edema pulmonar, bronquitis crónica, enfisema y fibrosis pulmonar
<b>Monóxido de Carbono</b>	Dióxido de carbono generado durante la soldadura al arco., Protección de electrodos	Dolor de cabeza, náuseas, efecto Dióxido de carbono generado durante la crónicos cardiovasculares e incluso muerte

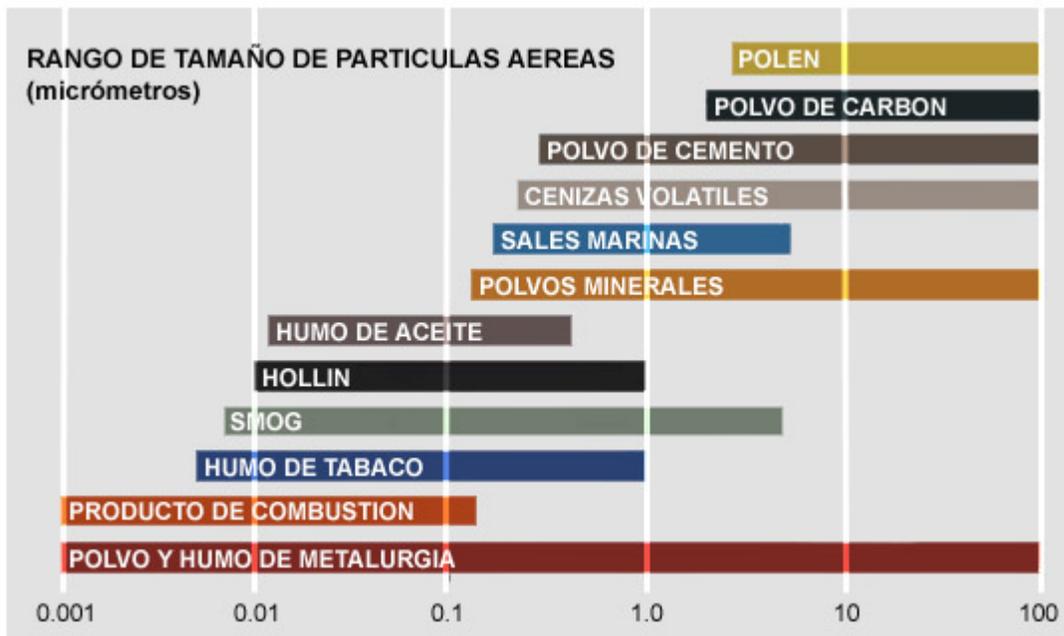
El tamaño de la partícula del humo de soldadura es una variable importante a considerar, porque éste determina el grado de penetración o retención en el sistema respiratorio humano. Si bien es cierto que el tamaño varía según el proceso, estudios han determinado que en promedio una partícula de 0.3  $\mu\text{m}$  es suficiente para penetrar en el Sistema Respiratorio.

El polvo metálico inhalado visible de tamaño mayor a 10  $\mu\text{m}$ . es retenido en la nariz y la garganta, el de tamaño entre 1 y 10 alcanza los bronquios y las partículas menores a 1  $\mu\text{m}$ . (cromo, manganeso y níquel) alcanzan los pulmones, esto significa que el 99% de partículas finas llegan al pulmón. El manganeso provoca daños en el sistema nervioso central y enfermedades neuro psiquiátricas, así mismo el cromo hexavalente, es un reconocido agente peligroso y causa cáncer, úlceras en el tabique nasal, dermatitis y problemas de fertilidad. Cabe indicar que estos son los contaminantes que la ventilación general no consigue captar. (Ashrae, 2000).

Siguiendo el mismo orden de ideas, podemos hablar de los contaminantes en forma de polvos, los polvos se reconocen como partículas sólidas, técnicamente hablando las partículas de polvo tienen diámetros de 0.1 a 25 micrómetros, sin embargo la mayoría de los polvos son relativamente inofensivos. Los polvos peligrosos son los de asbesto, plomo, carbón, algodón y los radioactivos.

Volviendo a los humos son también partículas sólidas, pero son demasiado finas para llamarlos polvos. Ahora bien, el tamaño de las partículas de humo y de polvo se superponen. En tanto en las partículas de polvo se dividen por medios mecánicos, los humos se forman por resolidificación de vapores de procesos muy calientes como la soldadura. Las reacciones químicas también pueden producir humos, pero los gases y vapores que se generan en los procesos químicos no deben ser confundidos por humos; los humos metálicos son más peligrosos, esencialmente el de los metales pesados.

Las partículas son una clasificación general que incluye todas las formas contaminantes del aire, tanto sólidas como líquidas, y estas incluyen los polvos, humos y neblinas. Por lo tanto, su tamaño puede variar en gran medida, algunas partículas se pueden observar a simple vista, pero la mayoría no.

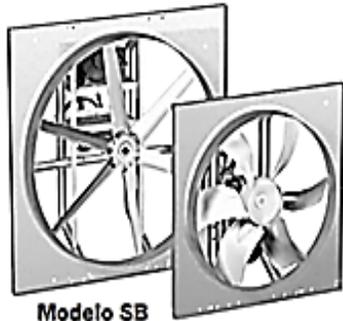


En la actualidad no existe un método para la eliminación total del riesgo de exposición a las sustancias tóxicas, sino que solo se controlan para mantenerlas dentro de límites aceptables. (Pita, 1994)

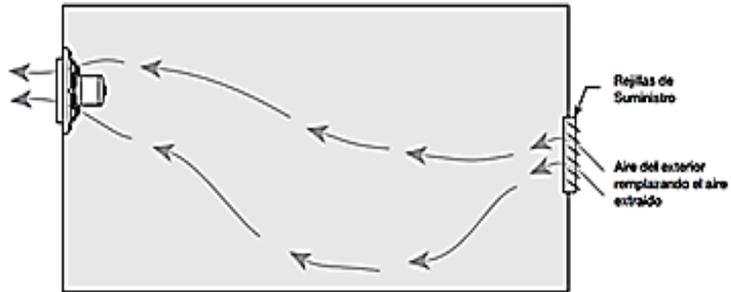
Por lo anteriormente descrito, es evidente que se debe de proveer de un sistema de ventilación y/o extracción de los humos y gases adecuado y eficiente para proporcionar el flujo de aire adecuado y evitar el calor excesivo, la condensación de vapor, el polvo y eliminar el aire contaminado. La dirección de la corriente de aire deberá ser siempre al exterior por medio de ductería en la cual se colocaran pantallas de material anticorrosivo y filtros o cedazos, que se podrán retirar para su limpieza. Según el tipo de ventilación que se requiera esta puede ser general o localizada, de la primera se divide a su vez en natural y forzada.

Sea una u otra, la ventilación consiste en la dilución del humo o del gas con aire, para reducir la concentración del contaminante. Con un dimensionamiento adecuado de la ventilación, se puede aportar un suficiente caudal de aire para que la concentración de humos este por abajo del límite permitido, y se obtenga por lo tanto una atmósfera viable para las actividades humanas.

La ventilación industrial en general tiene como objetivo principal el mantenimiento de la pureza del aire, así como de sus condiciones de presión y temperatura. Para realizar la ventilación del aire viciado, en muchas empresas, se utilizan ventiladores de aspas modelo SB que manejan grandes volúmenes de aire a presiones estáticas relativamente bajas (0.50" o menos).



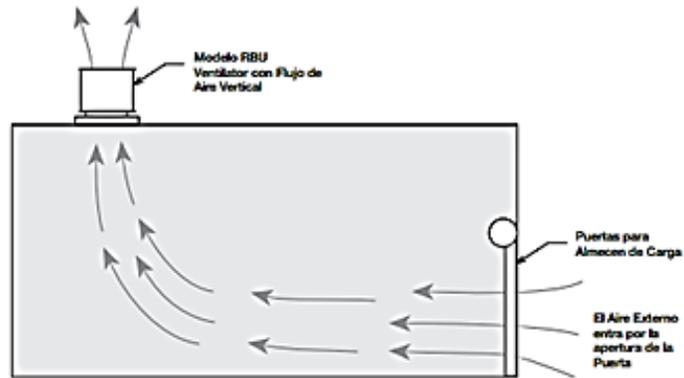
**Modelo SB**  
Ventiladores para Montaje Lateral en Pared de Acople por Correa  
3,600-85,000 pcm  
Hasta las 1.0 pulg. de Pe



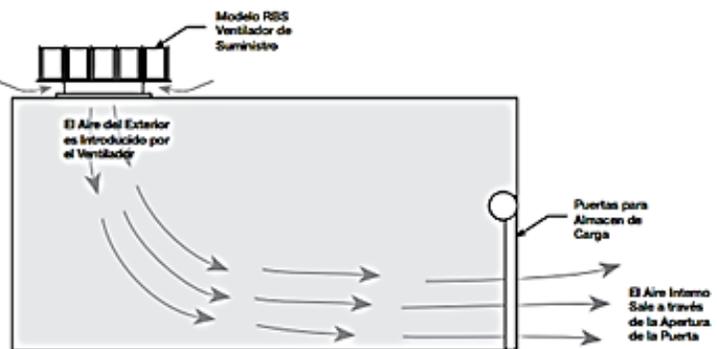
El inconveniente de estos ventiladores, es que el motor esta ubicado dentro de la corriente de aire, y no son recomendables para aplicaciones con temperaturas por arriba de 43° C. (Greenheck Fan Corp, 2007)



**Modelo RBU**  
**RBUMO**  
Ventiladores con Flujo de Aire Vertical para Montaje en Techo de Acople por Correa  
**RBU:** 4,000-65,000 pcm  
Hasta las 1.0 pulg. de Pe  
**RBUMO:** 3,000-60,000 pcm  
Hasta las 1.0 pulg. de Pe



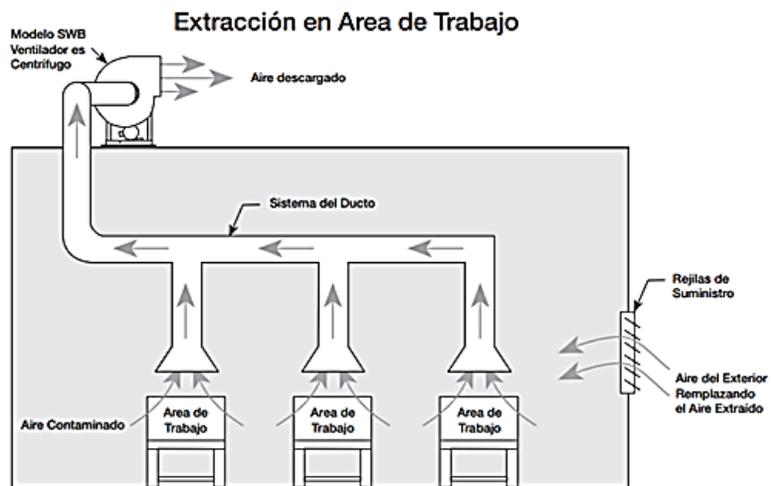
**Modelo RB**  
RBS-Suministro  
RBE-Extracción  
RBF-Filtrado  
Ventiladores con Cubierta para Montaje en Techo de Acople por Correa  
2,000-86,500 pcm  
Hasta las 1.5 pulg. de Pe



La ventilación estática se produce cuando se desea ventilar o extraer grandes volúmenes de aire contra presiones estáticas altas (hasta 5"). De acuerdo a los fabricantes de ventiladores y extractores existen los modelos SWB y BSQ que son ventiladores generales, para todos los propósitos que implican ventilar grandes volúmenes de aire. Las presiones estáticas relativamente altas son mayormente generadas por sistemas con ductos largos y complejos, especialmente cuando se emplean las campanas de estilo capsula en un sistema de ventilación. Ambos modelos pueden ser utilizados para extraer o suministrar el aire. El Modelo SWB es diseñado para ser montado en lugares interiores o a la intemperie, mientras que el modelo BSQ solo puede ser montado en lugares interiores.

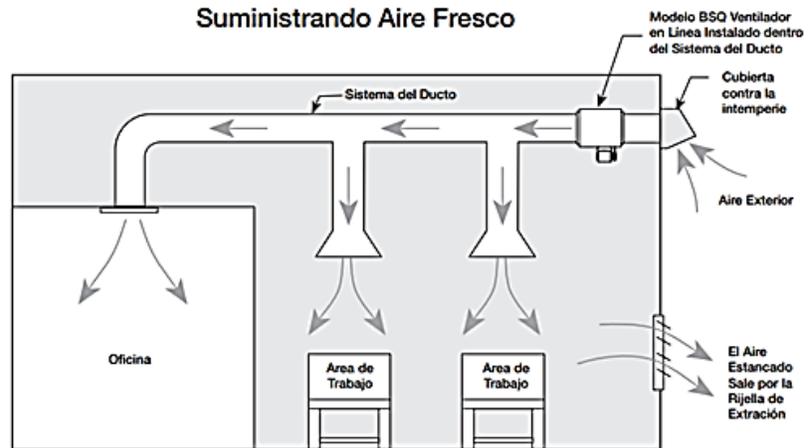


**Modelo SWB**  
Ventiladores Centrifugos de  
Acople por Correa  
500-30,000 pcm  
Resisten hasta los 400°F (204°C)  
Hasta las 5.0 pulg. de Pe





**Modelo BSQ**  
Ventiladores para Montaje en  
Linea de Acople por Correa  
150-28,000 pcm  
Resisten hasta los 180°F (82°C)  
Hasta las 4.0 pulg. de Pe



El otro tipo de ventilación o extracción, es la ventilación localizada, que opera sobre un foco de generación de humos o gases, y que reduce de manera eficiente el nivel de concentración de éstos en la atmosfera, que con otros sistemas de ventilación, estos están basados en captar el contaminante muy cerca de la fuente de escape, contando con elementos básicos, como el sistema de captación, los ductos y el ventilador o extractor. Cuando la estación de soldadura es fija, como es el caso de la planta, se puede conseguir una captación más eficaz de los humos y los gases de la soldadura mediante una estación de extracción. Es importante considerar que la velocidad de la corriente de aire creada por una campana de aspiración en el punto de soldadura, disminuye considerablemente al incrementarse la distancia entre la boca de aspiración y el punto de soldadura, por lo tanto, es importante que dicha distancia no sea superior a la prevista en el cálculo del caudal, de tal manera que no disminuya la eficiencia del sistema.

Una vez conocidas las características del aire y sus contaminantes, se debe considerar el tipo de sistema a implementar. Los sistemas de ventilación se clasifican en dos grupos genéricos: el sistema de ventilación general; y sistema de ventilación local.

El sistema de ventilación general se utiliza principalmente para controlar el calor y/o eliminar los contaminantes generados en un espacio, por el flujo de grandes cantidades de aire para vaciar un espacio dado. Cuando es utilizado para el control de calor, el aire puede ser templado y reciclado. Cuando se usa para control de contaminantes (el sistema de dilución), una cantidad suficiente de aire exterior debe mezclarse con el contaminante para que la concentración promedio se reduzca a un nivel seguro. El aire contaminado se descarga normalmente a la atmósfera. Un sistema de suministro generalmente se usa junto con un sistema de ventilación general para reemplazar el aire agotado.

Los sistemas de ventilación por dilución se usan normalmente para el control de contaminantes solo cuando la ventilación local no es práctica, ya que las grandes cantidades de aire de reemplazo templado requerido para compensar el aire agotado pueden conducir a altos costos de operación.

Los sistemas locales de ventilación por extracción funcionan según el principio de capturar un contaminante en su fuente o cerca de ella. Es el método de control más utilizado debido a que es más efectivo y la menor tasa de flujo de extracción da como resultado menores costos de calefacción en comparación con los requisitos generales de extracción de alta tasa de flujo. El énfasis actual en el control de la contaminación del aire enfatiza la necesidad de dispositivos de limpieza de aire eficientes en los sistemas de ventilación industrial, y los menores índices de flujo del sistema de extracción local resultan en menores costos para los dispositivos de limpieza de aire.

Los sistemas de extracción locales se componen de hasta cuatro elementos básicos: la campana, el sistema de conductos (incluida la chimenea de extracción y/o el conducto de recirculación), el dispositivo de limpieza de aire y el ventilador. El objetivo de la campana es recoger el contaminante generado en una corriente de aire dirigida hacia la misma. Un sistema de conductos debe transportar el aire contaminado al dispositivo de limpieza de aire, si está presente, o al ventilador. En el filtro de aire, el contaminante se elimina de la corriente de aire. El ventilador debe superar todas las pérdidas debidas a la fricción, la entrada de la campana y las conexiones en el sistema mientras produce el caudal deseado. El conducto en la salida del ventilador por lo general descarga el aire a la atmósfera de tal manera que no será reincorporado por el reemplazo y/o sistemas de C.A. de alto voltaje. En algunas situaciones, el aire limpio se devuelve a la planta. (Committee on Industrial Ventilation, 1998)

La ventilación es en parte la eliminación de la contaminación ambiental en un lugar de trabajo puede lograrse por varios medios:

- Sustitución
- Control en el origen
- Dilución del contaminante hasta un nivel aceptable

Los sistemas de ventilación se les puede clasificar de diversas maneras como por ejemplo: ventilación diluida y ventilación localizada. El método más común para extraer humos y polvos es el de ventilación localizada, debido a que la toxicidad en las industrias es alta y la generación de los contaminantes es generalmente en grandes volúmenes. La ventilación localizada incluye necesariamente el uso de un sistema que atrape los contaminantes y los conduzca hacia otro lugar donde no constituyan un problema de contaminación, Parte de dicho sistema son las campanas extractoras, y el diseño de estos elementos requiere conocimiento del proceso, de tal manera que el sistema necesite de volúmenes mínimos para el control de los contaminantes.

Otro tipo de clasificación es: la ventilación forzada que se realiza mediante la creación artificial de depresiones o sobrepresiones en conductos de distribución de aire o áreas del edificio. Se crean mediante extractores, ventiladores, Unidades Manejadoras de Aire (UMAS), etc. Aquí también se ubica la ventilación por presión positiva en donde es mayor la cantidad de inyección de aire con respecto a la de extracción de aire y se utiliza en lugares donde se requiere que la infiltración (entrada de aire del exterior por fenómenos no controlados) del exterior o de otra área adjunta no se mezcle con la del lugar acondicionado.

La ventilación natural se realiza mediante la adecuada ubicación de superficies, pasos o conductos aprovechando las depresiones o sobrepresiones creadas en el edificio por el viento, humedad, sol o convección térmica del aire sin el aporte de energía en forma de trabajo mecánico.

En el caso de los sistemas de ventilación industrial se utilizan un conjunto de tecnologías para neutralizar y eliminar la presencia de calor, polvo, humo, gases, condensaciones, olores, etcétera, en los lugares de trabajo. Los sistemas de ventilación industrial más usados son: Sistemas de inyección de aire y sistemas de extracción de aire. A su vez los sistemas de extracción de aire pueden ser de dos tipos: sistema de extracción general y sistema local de extracción.

El sistema de extracción general o ventilación general es donde existe una renovación total de todo el aire que se encuentra en un determinado espacio. Puede hacerse de forma natural, es decir utilizando pasos y salidas de aire naturales por medio de rejillas o de forma forzada utilizando ventiladores eléctricos. Se recomienda que se utilice tanto la extracción como la inyección de aire para tener un sistema de ventilación completo.

En el sistema local de extracción la ventilación se enfoca a un punto específico, evitando así esparcimiento de contaminantes; es necesario contar con un sistema de captación local como una campana de extracción. Su aplicación puede ser en cocinas, laboratorios, estaciones de soldaduras, etc.

Los equipos más comúnmente utilizados en los sistemas de ventilación industrial son: Sistemas de aire acondicionado, ventiladores de inyección y extracción, campanas y sistemas de ductos para la extracción localizada, colectores de polvo, sistemas de lavado de aire, cortinas de aire para separar dos ambientes, calefacción, refrigeración, deshumidificadores, sistemas de aspiración central para limpieza, etc. Cuando la sustitución o el control en el origen son difíciles de efectuar la ventilación general es una solución aceptable si el agente de riesgo no es de alta toxicidad.

Ya se mencionó anteriormente, que la ventilación es un método para controlar el ambiente mediante la utilización estratégica del flujo de aire, ya sea por medios naturales o mecánicos con el fin de reducir la emisión de olores molestos, remover un contaminante, diluir la concentración de los contaminantes dispersos y mantener las condiciones físicas de temperatura y humedad.

Las tres grandes aplicaciones de la ventilación industrial son:

- La prevención de incendios y explosiones
- El control de la contaminación atmosférica para lograr niveles aceptables para la salud y el bienestar de los trabajadores
- El control del calor y de la humedad para conseguir condiciones de trabajo aceptables

De manera general, los requerimientos para lograr un sistema eficiente de ventilación varía mucho dependiendo de los siguientes factores:

- Número de personas que ocupan el lugar a ventilar
- Condiciones interiores del ambiente físico del lugar
- Condiciones climáticas exteriores
- Tipo de actividad que se realiza en el lugar a ventilar
- Grado de contaminación de las mismas

Estos factores pueden cambiar durante un día de trabajo y el sistema de ventilación que se instale debe adaptarse a los cambios.

## 1.2 Planteamiento del Problema

La problemática que se presenta en la empresa, es que en las áreas en donde se generan humos y gases debido a los procesos de corte y soldadura, no se tiene un sistema de extracción de humos eficiente, aunado a lo anterior la temperatura ambiente es elevado y junto con la iluminación se hace sofocante estar trabajando en dicha área.

Lo anterior conlleva a problemas con el personal que labora dentro de dicha área, que en repetidas ocasiones presenta irritación de ojos, conjuntivitis, problemas en las vías respiratorias, e incluso en días de incapacidad.

Desafortunadamente, no se tiene equipos de medición para determinar la cantidad de los agentes contaminantes, como por ejemplo un detector de gases o explosímetro, un detector de temperatura de bulbo húmedo, 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 nauseas.

Por otro lado, en el área de salud ocupacional no tienen datos médicos ni registros de análisis periódicos a su personal, como una espirometría.

Por lo tanto es imperativo la el planteamiento de un sistema de extracción, que se tendrá que seleccionar y proponer su instalación, para evitar en un futuro algún accidente o enfermedad laboral.

## 1.3 Objetivos

### **Objetivo General:**

Controlar y/o eliminar los agentes contaminantes gaseosos, generados en el área de manufactura que puedan ocasionar una enfermedad laboral.

### **Objetivos Específicos:**

- Realizar un estudio del medio de trabajo para determinar el tipo de los agentes contaminantes gaseosos.
- Realizar estudio de temperatura en el área de trabajo.
- Investigar tipos de filtros para agentes contaminantes gaseosos; así como tipos de sistemas de extracción.
- Proponer la instalación más adecuada al área de trabajo.

## 1.4 Definición de variables

- Gases tóxicos
- Incapacidades
- Humos tóxicos
- Nivel de oxígeno

## 1.5 Hipótesis

La monitorización de cadmio, cromo, manganeso, níquel y plomo en trabajadores del sector de la industria, incluyendo a los trabajadores de la soldadura constituye una herramienta de gran eficacia para la prevención de las enfermedades profesionales causadas por la

exposición a dichos metales ya que contribuye a identificar situaciones de exposición excesiva en los controles.

Debido a que el cadmio, cromo, manganeso, níquel y plomo, son cinco de los principales agentes tóxicos a los están expuestos los trabajadores del sector de la industria, incluyendo a los trabajadores de la soldadura.

Con lo cual de implementarse dicho proyecto lograremos alcanzar los estándares requeridos de acuerdo a la NOM 005 y la NOM-10 de la STPS relativas a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas y a la exposición de los trabajadores que es de 19 a 23% de nivel de oxígeno que requiere una persona en cualquier actividad, para el soporte de la vida. Esto con la finalidad de mantener siempre las concentraciones emitidas dentro de los límites permisibles.

### 1.6 Justificación del Proyecto

En la actualidad se presenta la existencia de una alta contaminación en el área de trabajo lo cual recae en el área de seguridad industrial, ya que por normativa se requiere que los trabajadores laboren en un área libre de contaminantes para que puedan desarrollar sus actividades sin ningún riesgo, y por lo tanto este proyecto tiene la finalidad de disminuir el nivel de contaminación dentro de las áreas de trabajo por medio de la implementación de extractores de vapores, lo cual nos ayudara a reducir enfermedades derivadas de la respiración de los contaminantes para lo cual se debe de hacer una serie de cálculos para la adecuada selección del equipo de extracción, para que su instalación, operación y mantenimiento sean eficientes y eficaces.

### 1.7 Limitaciones y Alcances

#### **Limitaciones**

Las principales limitaciones del proyecto de estadía son:

Tiempo; ya se requiere tiempo disponible para realizar el levantamiento de datos, realizar la investigación, realizar el diseño, etc. Sin embargo debido a la carga de trabajo y las horas de la jornada laboral no se dispone del tiempo necesario para realizar dichas actividades.

Tampoco se tiene personal disponible de apoyo para realizar actividades, tanto laborales, como del proyecto. 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.

Y por otro lado sería el aporte económico para la compra de equipo de medición y para la instalación del sistema, se requeriría plantear el costo beneficio del proyecto para que se diera el visto bueno de la implantación.

## **Alcances**

El proyecto va dirigido para el personal y los equipos del área de manufactura en donde existe la generación de agentes contaminantes gaseosos. El proyecto también puede ser implantado en otras industrias o áreas que presenten las mismas condiciones de trabajo.

## **1.8 La Empresa (Human Factor del Norte)**

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.

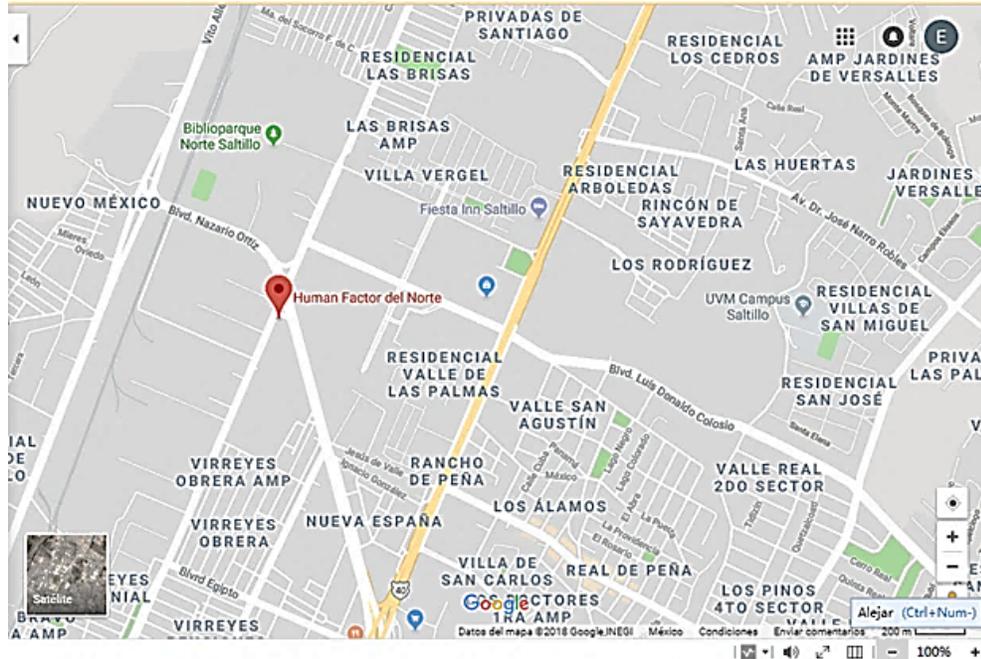
Es una empresa que ofrece flexibilidad, economía y calidad en sus servicios a los diferentes clientes que tiene, de acuerdo a su cultura de trabajo ofrece a sus clientes servicios que cumplan con los estándares de calidad, por lo que están certificados bajo la Norma ISO 9001 2008.

### Datos generales de la empresa.

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



- **Ubicación**  
Isidro López Zertuche # 5396 C. P. 25220 Virreyes Popular Saltillo, Coahuila, México



- **Giro**  
Servicios
- **Tamaño de la Empresa**  
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. METODOLOGÍA

Ventilar un área de trabajo o una instalación industrial es simplemente reemplazar el aire contaminado o sucio con aire limpio y fresco. Aunque el proceso de ventilación es requerido en muchas aplicaciones diferentes, los fundamentos del flujo del aire nunca cambian.

Sin embargo es conveniente considerar que los ventiladores de acople 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 acople por correa 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%. Ventiladores de temperaturas altas (por encima de los 120°F (49°C) son casi siempre de acople por correa). Por lo que para el presente proyecto se hace la propuesta de un **ventilador acoplado por banda**.

En este caso, se debe hacer una especificación para el ventilador. Típicamente, 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)

Por otra parte de acuerdo a la información presentada en el capítulo anterior, los ventiladores con rueda centrífuga 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.

Los diferentes ventiladores están diseñados para ser instalados en tres sitios: en el techo, en una pared lateral o en un ducto. Los elementos básicos del ventilador no cambiarán 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 circular, el lugar para situar el ventilador se hace mucho más evidente.

Una vez que el modelo es definido, los PCM (volumen de aire) deben ser determinados de acuerdo a la siguiente formula:

### Cambios Sugeridos del Aire para una Ventilación Apropriada

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

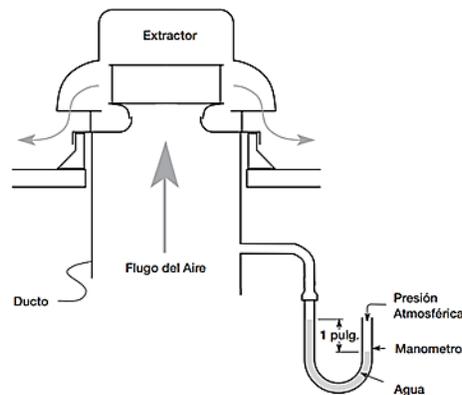
$$\text{Dimensiones del Lugar} = \text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{Alto}$$

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

Los rangos especificados ventilarán adecuadamente las áreas correspondientes en la mayoría de los casos. Sin embargo, en condiciones extremadas 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.

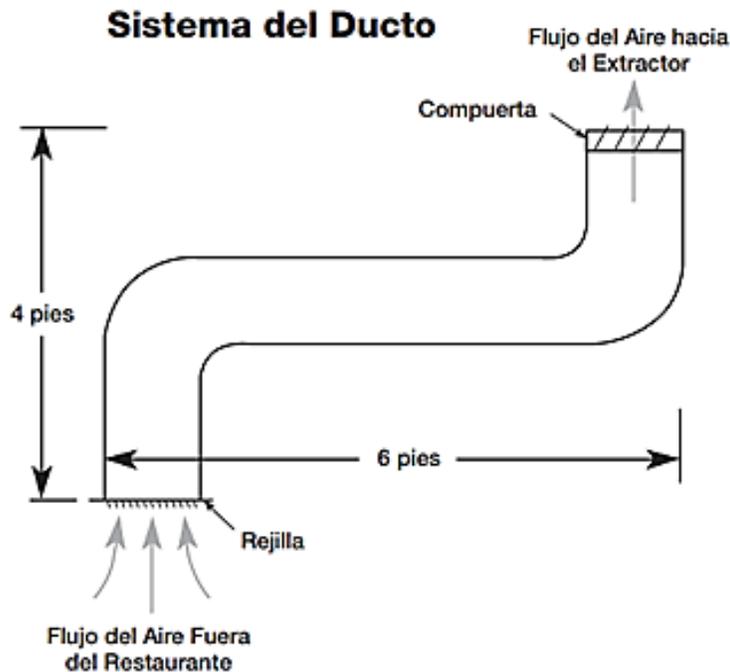
Una vez calculadas los PCM, se debe determinar la  $P_e$  (presión estática). Las presiones generadas por los ventiladores en el sistema del ducto son de magnitudes pequeñas. No obstante, la presión estática es un punto crítico para poder hacer una selección apropiada. La presión estática del ventilador es medida en pulgadas de columna de agua. Una libra por cada pulgada cuadrada es equivalente a 27.7 pulg. de columna de agua. Las presiones estáticas en los sistemas de ventilación son generalmente menos de 2 pulg. de columna de agua, ó 0.072 PSI.



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 debajo puede ser utilizada para estimar la presión estática:

<b>GUIA PARA LA PRESIÓN ESTÁTICA</b>	
<b>Sin ducto:</b>	0.05 pulg. to 0.20 pulg.
<b>Con ducto:</b>	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.)
<b>Instalación:</b>	0.08 pulg. por cada elemento instalado (codo, rejilla, compuerta, etc.)
<b>Campana de Cocina:</b>	0.625 pulg. to 1.50 pulg.
<p><b>Importante:</b> 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.</p>	

Para calcular la pérdida de presión, se tiene que conocer la configuración del sistema del ducto. Se anexa ejemplo:



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 pulg. por 100 pies. Ya que tenemos un total de 10 pies de ducto, la caída de presión debido al ducto es:

$$\frac{0.3 \text{ in}}{100 \text{ ft}} \times 10 \text{ ft} = 0.03 \text{ in}$$

También existe una caída de presión de 0.08 in 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 de la oficina. El total de la caída de presión debido a la instalación del ducto es:

$$5 \times 0.08 \text{ in} = 0.4 \text{ in}$$

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

$$0.03 \text{ in} + 0.40 \text{ in} = 0.43 \text{ in}$$

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

Una vez determinados el modelo, PCM y Pe, se puede seleccionar el tamaño y tipo de ventilador que puedan mover por ejemplo 2,400 PCM contra 0.50 in de Pe. Puede que con los datos calculados se pueda seleccionar más de un tamaño para un ventilador en particular. Cuando esto sucede, se debe seleccionar el tamaño que proporcione la mayor extensión de volumen de aire dentro de los PCM deseables. Por ejemplo, muchos ventiladores de acople directo tienen 3 velocidades. Si es posible, seleccione el tamaño que utilice el rpm central. Esto permitirá un ajuste final en el sistema si los PCM actuales requeridos para esta aplicación son de alguna manera más altos o más bajos una vez instalado el ventilador.

Para asegurar el funcionamiento apropiado del ventilador, debe tomarse en cuenta y con mucha precaución el lugar y las conexiones que se le hacen al sistema de ventilación. Obstrucciones, transiciones, vueltas diseñadas inapropiadamente, compuertas instaladas incorrectamente, etcétera, pueden causar reducción en su operación, ruido excesivo y problemas mecánicos. Para que el ventilador pueda operar de manera eficiente, el sistema de ventilación a emplearse debe de proporcionar una corriente de aire uniforme y estable dentro del ventilador.

## CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la realización de este proyecto se utilizó el software CFD (Computational Fluid Dynamics) para la resolución de ecuaciones para los cálculos de flujo y energía, el software SolidWorks Flow Simulation para la simulación del proyecto.

También se efectuaron una serie de estudios, los cuales se muestran en las siguientes etapas:

- ✓ Determinación de Condiciones de Operación y Requerimientos: en esta fase, se acotó el diseño con base a los requerimientos de los estándares utilizados como referencia.
- ✓ Prediseño y Configuración Inicial: con los datos anteriormente determinados, se hizo un prediseño, el cual se validó de manera previa la funcionalidad, la estructura y los parámetros de la simulación.
- ✓ Simulación: en esta fase se hicieron las verificaciones del diseño de los distintos componentes, pérdidas, velocidades de transporte, captación y funcionalidad del equipo. Adicionalmente se recolectó información acerca del desempeño esperado del equipo en conjunción con todos los elementos.
- ✓ Diseño Final y Resultados: en esta fase, se depuró el diseño a partir de los datos de las simulaciones, consolidando el diseño final y estableciendo la viabilidad constructiva.

Los sistemas de extracción, 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 constan de los siguientes elementos:

- ✓ Campana Extractora (de captura)
- ✓ Sistemas de ductos
- ✓ Dispositivos de limpieza de aire
- ✓ Ventilador
- ✓ 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, los cuales, presentan diversas características operativas, ventajas y desventajas.

Cabe destacar que también se realizó la investigación de las enfermedades más frecuentes ocasionadas por la contaminación de humos de soldadura.

## Tabla de contaminantes y enfermedades relacionadas

Tabla 6 (Orientativa)		Efectos patológicos característicos de algunos contaminantes frecuentes en los humos de soldadura							
Contaminantes  (En los metales se incluyen sus óxidos)	Irritación tracto respiratorio	Neumoconiosis	Asma	Suboxigenación celular	Daños en otros órganos	Enfermedad específica	Cancerígeno	Teratógeno	Radioactivo
Acroleína	21								
Aluminio	21	13	13						
Amianto	21	13/21				13	12/21		
Anhidrido carbónico					21				
Antimonio	21	13			21				
Bario	21	13			21				
Berilio	12/21	13			21	13	12/21		
Cadmio	21				21		12/21	12	
Cloruros	21		13						
Cobalto	21	13/21	13/21				21		
Cobre	21				21				
Colofonia	21		13/21						
Cromo	21		13/21		21		12/21		
Dióxido de nitrógeno	21		13		21				
Estaño	21	13/21				21			
Fluoruros	21		13		21	21			
Formaldehído	21		13				12/21		
Fosgeno	21								
Isocianatos	12/21		13/21				12		
Hierro	21	13/21				13			
Manganeso	21				21	21			
Monóxido de carbono				21	21			12/21	
Monóxido de nitrógeno	21			21					
Níquel	21		13/21				12/21		
Ozono	21		21		21				
Plomo					13/21	13		12/13/21	
Titanio		OIT							
Torio	21				21		21		19 (*)
Vanadio	12/21	13	13		21		21	12/21	
Zinc	21		13/21		21				

Referencias bibliográficas del Capítulo 8 en las que se indican estos efectos

## LÍMITES PERMISIBLES DE HUMOS Y GASES DE SOLDADURA

COMPUESTOS		TWA (8h)	OLOR UMBRAL	TÍPICAS CONCENTRACIONES EXPULSADAS	LEGISLACIÓN AMBIENTAL ECUADOR
		mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>
<b>GASES</b>	CO	55	0	3	
	HF	2	2.7		
	NO <sub>2</sub>	9	0	0.2 - 1	400 - 500
	NO	30	51	0.01	400 - 500
	O <sub>3</sub>	2	0.2	0.04	
				<b>HUMOS DE SOLDADURA (mg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>PARTÍCULAS ARCO ELÉCTRICO</b>
<b>HUMOS</b>	Cr(IV)	0.05	5	230 - 350	
	Cd	0.05			
	Zn				
	Cu	0.2			
	Ni	0.1			
	Pb				
	Co				
	Mn	0.2			
<b>MATERIAL PARTICULADO</b>		μg/m <sup>3</sup>	<b>POLVO RESPIRABLE (mg/m<sup>3</sup>)</b>	μg/m <sup>3</sup> (24h)	
	PM <sub>2.5</sub>	40	5	65	
	PM <sub>10</sub>	75		150	

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 las 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

Los humos y gases del soldadura no son de clasificación simple, su composición y cantidad dependen del metal que se está soldando, del proceso utilizado y del tipo de electrodo, además sin tener acceso a un análisis detallado, representó un problema, sin embargo se realizó la investigación y se determinaron los principales contaminantes.

Se conoció de los diferentes tipos de sistemas de extracción concluyendo que los ductos circulares y lisos son los más apropiados ya que ofrecen la mínima resistencia a la circulación del aire. En cuestiones económicas y des costos el precio de compra de la instalación del sistema depende de la cantidad del material que se utiliza y de la dificultad de fabricación y colocación de la ductería. Al diseñar un sistema de extracción, se debe evitar hacer cambios de dirección innecesarios porque estos originan pérdidas de presión y por otro lado sube el costo de fabricación.

### 4.1 Resultados

En este punto no se pueden presentar resultados cuantificables, ya que el proyecto constó solo de una propuesta de instalación, la cual fue realizada y aceptada por el personal directivo, sin embargo por cuestiones de tiempo y cuestiones económicas, el proyecto no se llevará a cabo en el corto plazo, tal vez en unos seis meses o un año.

Sin embargo el objetivo del proyecto de estadía fue alcanzado, y finalizado hasta donde se planteó.

En el dimensionamiento de los ductos y campanas, además de tener el valor teórico calculado, se debe tener en cuenta el factor de seguridad, así como las recomendaciones del fabricante. En la ductería todos los coples se deben realizar lo más herméticamente posible para evitar la pérdida de succión en la campana. El acoplamiento en las campanas y en el extractor se debe hacer con coples flexibles.

En resumen el proyecto fue de gran aprendizaje, ya que se aplicó información vista en la carrera, y por otro lado se aprendió en campo, técnicas nuevas.

### 4.2 Trabajos Futuros

Una vez detallado el sistema de extracción y de acuerdo a los datos tomados en el levantamiento del área de trabajo, se puede hacer una división en etapas de implementación. Sin embargo por políticas de la empresa no se puede realizar de esa manera por lo cual se realizara en una sola etapa y no tendrá trabajos futuros simplemente de mantenimiento y limpieza.

### 4.3 Recomendaciones

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.

Se hace la propuesta de la instalación del sistema con los costos, con un tiempo estimado de trabajo de 2 meses. La propuesta se presenta para la toma de decisión por parte del personal directivo.

Item	Cantidad	Tipo	Instalación	Dimensiones	Costo estimado
Campanas	4	Rectangular de lámina galvanizada	Superior centralizada en el área de soldadura	3 x 3 mts	\$14,800.00
Ductos	4	Circular de lámina galvanizada de 8" de diámetro	Superior con soportería	20 mts	\$24,800.00
Codos	8	Circular de lámina galvanizada de 45° de 8" de diámetro	Posterior a la campana y antes de la llegada del extractor	8" x 0.7 mts	\$7400.00
Extractores	4	Extractor centrifugo tipo turbina de 50 BHP	En el techo	N/A	\$59,444.00
Motor	4	Monofásico de ½ HP	En el extractor	N/A	\$6564.00
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	\$87,000.00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$215,608.00</b>

## ANEXOS

Motor eléctrico monofásico 1.50 hp weg 12165919

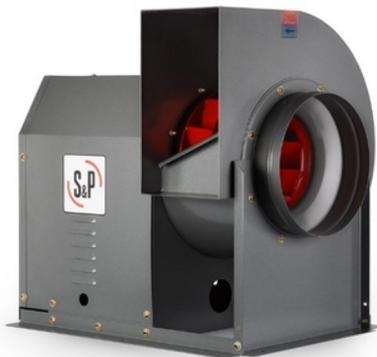


Voltaje: 127 /220 V  
Potencia: 1.50 HP  
Tensión: 60 Hz  
RPM: 1730  
Polos: 4

Motor Nema Monofásico.  
Armazón de lámina rolada.  
Uso general y continuo.  
Arranque por capacitor.  
Rotor tipo jaula de ardilla.  
Abierto sin ventilación (ODP).  
Norma NOM-014-ENER-2004.  
Protección térmica incluida.

Especificaciones:  
Alimentación: Monofásico  
Armazón NEMA: E56  
Model: N00158OS1P56  
Modelo: MSL1J  
Grado de protección: IP21  
Material envoltorio: Chapa de acero  
Consumo energético kWh/día: 28  
Consumo energético máximo kWh/día: 43

Extractor Centrífugo Turbina  
Tipo Vent-Set CM



### Características:

- Cubierta intemperie
- Puerta de inspección
- Aro toma de aire con aislamiento
- Malla de succión y/o descarga
- Brida de succión y/o descarga
- Cubierta protección chumaceras
- Disco de enfriamiento
- Pintura en polvo poliéster
- Pintura epóxica de altos solidos
- Recubrimientos fenólicos secado al aire
- Recubrimiento de alta temperatura

## BIBLIOGRAFÍA

Chicago Blower. (Miercoles de Marzo de 2018). *Chicago Blower Argentina*. Obtenido de [http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria\\_de\\_los\\_ventiladores.htm](http://www.chiblosa.com.ar/spanish/herramientas/teoria_de_los_ventiladores.htm)

Committee on Industrial Ventilation. (1998). *Industrial Ventilation a Manual of Recommended Practice*. Cincinnati, Ohio : American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc. .

Chris, G. T. (1999). *Publicidad*. Mexico: international thomson editores.

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](http://www.greenheck.com/media/pdf/otherinfo/fan_fundamentals_spanish.pdf)

Ashrae, C. R. (2000). *Seguridad industrial y salud*. México: Prentice Hall.

Ausencio. (2015). *Mercadotecnia*. Córdoba: Trillas.

Burgess, W., Ellenbecker, M., & Treitman, R. (2004). *Ventilation for Control of the Environment*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., Publication.

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.

Pita, E. (1994). *Acondicionamiento de aire, principios y sistemas*. Madrid: Compañía Editorial Continental S.A.

Secretaria del Tabajo 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.

Thomson, I. (Marzo 2006). Tipos de Publicidad. *Promonegocios* .

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/>