

SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE HUMOS DE SOLDADURA EN LA INDUSTRIA

Data de aceite: 05/03/2023

Ricardo Fabricio Muñoz Farfán
<https://orcid.org/0000-0001-6960-6869>

Telly Yarita Macías Zambrano
<https://orcid.org/0000-0002-5005-7967>

Adrián Adalberto Hernández Solís
<https://orcid.org/0000-0003-1028-4169>

Eder Israel Chinga Muentes
<https://orcid.org/0000-0002-8708-7297>

Teresa Viviana Moreira Vera
<https://orcid.org/0000-0001-9868-3652>

Carlos José Junquí Vélez
<https://orcid.org/0000-0001-5519-308X>

WELDING FUME EXTRACTION SYSTEM FOR INDUSTRY

RESUMEN: La investigación se centra en el diseño de un sistema de extracción localizado de gases de soldadura, generados de los diversos procesos de la industria metalmeccánica, para contribuir a las condiciones del medio ambiente de trabajo, mejorando la calidad del aire de la planta. Como metodología se hizo uso del enfoque

cuantitativo y diseño experimental de campo, fuentes primarias y secundarias de información aplicadas al taller de soldadura de la carrera de Electromecánica, la guía de ventilación y aire acondicionado, la carta psicométrica a presión barométrica a nivel del mar, el diagrama de ASHRAE y el manual técnico de ventilación de Soler Palau. Como resultados se obtuvo una velocidad de captura de acuerdo a la aplicación en sistemas de extracción – ventilación industrial de 75 Ft/min, un rango de velocidad de transporte de gases y humos en sistemas de extracción – ventilación industrial de 1800 Ft/min, condiciones de diseño mecánico del sistema de extracción de gases estableciendo criterios y parámetros como la potencia efectiva del ventilador en 0,3 HP y las especificaciones técnicas del sistema de extracción que evidencian un consumo energético de 0,29 Kw-h trabajando a una temperatura exterior promedio de 32.5 °C. Se pudo concluir que el diseño del sistema de extracción de humos para la industria metalmeccánica es de bajo consumo energético, amigable con el entorno medio ambiental y con su ciclo de vida contribuyendo a un buen ambiente laboral.

PALABRAS CLAVES: gases, humos, energía, extracción, industria metalmecánica.

1 | INTRODUCCIÓN

Las operaciones específicas de soldadura están ampliamente extendidas dentro del ámbito industrial (Castejón & Renóm, 1982). Como consecuencia de estas operaciones, el soldador está frecuentemente expuesto a gases de soldadura que en su composición se manifiestan como óxidos de hierro, cobre, cromo, níquel, manganeso, cobalto, aluminio, molibdeno, titanio, tungsteno y el vanadio, entre otros, pues el origen de estos contaminantes se encuentra en el material soldado (material base o su posible recubrimiento), el material aportado (metal de aporte, escorificantes, fundentes, desoxidantes, gas de protección), y en el aire que constituye el entorno de la zona de soldadura (origen en parte de los gases nitrosos, ozono y monóxido de carbono).

Así mismo el potencial como riesgo para la salud del trabajador está asociado a las sustancias presentes en el aire como el VLA, lo que determina valores de concentración de una sustancia a la que los trabajadores pueden exponerse varias veces a lo largo del tiempo (Sandoval, 2013), de allí que, la importancia del sistema de extracción de gases en la industria, con base en la soldadura, radica en el mejoramiento de las condiciones del entorno laboral del trabajador, pues al implementar un sistema se mejoraría las condiciones ambientales del aire en el área de trabajo permitiendo desarrollar con normalidad las actividades diarias de la producción y garantizando la salud del hombre y mejorando la productividad de la empresa (Social, 1986).

Por otra parte, el estudio sobre diseños de estos sistemas de control implica el contar con parámetros técnicos necesarios para absorber la mayor cantidad de caudales de gases con la eficiencia esperada considerando la velocidad de captura y la velocidad de transporte cuyas variables permiten retirar o remover y transportar gases con el consumo de energía mínima requerida y por consiguiente menor cantidad de CO₂ a la atmósfera, apegándose a la eco eficiencia y cuidado del medio ambiente. La aplicación de estos sistemas de ventilación-extracción localizada se hace necesario en espacios como las cocinas, talleres de electromecánica o metalmecánica, entre otros, siendo la extracción en origen la forma más efectiva de capturar y reducir la mayor cantidad del humo o gases del recinto laboral (Mendez, 2015).

A nivel mundial las ciudades son uno de los factores que contribuyen al cambio climático, el consumo de energía esta alrededor del 78%, produciendo más del 60 % de emisiones de gases de efecto invernadero de acuerdo a un informe del Panel intergubernamental del cambio climático, por sus siglas en inglés (IPCC, 2019) citando el

incremento del 1,5°C (Unidas, 2018), así mismo el sector de la Industria ha ido evolucionando en función a las necesidades de las ciudades y con ello el incremento de maquinarias por aumentar la producción y que a su vez se debe llevar por obligación el cumplimiento de legislaciones y normativas vigentes con respecto al cuidado de la salud ocupacional del personal de las empresas que generan alteraciones en el medio como el incremento de temperatura, humedad, velocidad e intercambio de aire de los diversos procesos sean estos por procedimientos de soldaduras, gases calientes por cocción, casetas de pintura (Malaganes, 2011), así como otras gases nocivas para el ser humano y para el ambiente (Cooper & Alley, 2013) como el óxido de hierro, manganeso, cromo, níquel, cobre, zinc, monóxido y dióxido de carbono, entre otros (Vasco, 2009).

Ante lo expuesto, el objetivo de la investigación consiste en el diseño de un sistema de extracción localizada de gases de soldadura derivados de los procesos de producción en la industria metalmeccánica, como una contribución al mejoramiento de la calidad de aire del galpón industrial, que debido al encierro y la baja renovación ocasiona que se contamine el recinto laboral y dificulte realizar las actividades de producción.

2 | MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicó el método experimental, de campo, cualitativo y cuantitativo del sistema, (Roberto Hernández Sampieri, 2014), basados en las variables de tipos de gases a extraer por parte de la industria y sus efectos contaminantes a la salud.

La fuente primaria de información ha sido adquirida por colaboradores del taller de Soldadura de la carrera de Electromecánica del Instituto Superior Tecnológico Paulo Emilio Macías; y para la fuente secundaria se utilizó la guía de ventilación y aire acondicionado (Engineer, Refrigerating and Air Conditioning, 1959), carta Psicométrica a presión barométrica a nivel del mar y el diagrama de ASHRAE (American Society of heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Ashrae, 2004) y el manual técnico de ventilación de Soler Palau (Palau, 2021).

2.1 Diseño del sistema de extracción de gases de soldadura

Para el diseño del sistema de extracción de gases de soldadura en procesos productivos de metalmeccánica se procede a evaluar los criterios de ingeniería como el tipo de ventilación, tipo de campana, aplicación en la Industrial, necesidad por reducción de calor y gases nocivos para la salud, velocidad de captura de gases, velocidad de transporte, manejo de caudal Total, tipos de gases a extraer y selección de motor de alta eficiencia

(Sandoval, 2013). Para lograr este objetivo de diseño, se seleccionó un primer material (www.acerocomercial.com, 2020) detallado en la tabla 1.

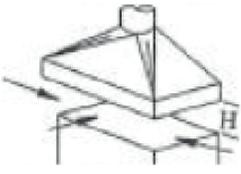
Tipo de campana	Descripción	Factor de forma W/L	Caudal
	Campana elevada	Adaptada a la operación	Q= 1,4 PVH

Tabla 1. Tipo de campana de extracción a diseñar

Fuente: Muñoz, Macías, Hernández, Chinga y Mejía (2021)

En la tabla 2 se puede observar los demás materiales (Siemens, AG, 2003), (Siemens, 2011) empleados.

Descripción	Cantidad
Plancha galv.1220x2440x0.90mm	3
Plancha galvanizada 1.220x2.440x0.7	2
Ventilador Inducido ½ Hp 220 V	1
Ventoleras 1/8 X L	32
Auxiliares de contactores	2
Contactores de 9 amp de 220v	2
Interruptor termomagnetico 9 amp de 220v	2
Relé térmico de regulación de intensidad rango 6-12 Amp.	2
Pulsadores de marcha y paro	3
Sensor de temperatura y humedad interior	1
Sensor de temperatura y humedad exterior	1
Logo versión 8	1
Módulo de entrada para sensores de temperatura	2
Selector	1
Luces piloto encendido/apagado	3
Display 6" HDMI	1
Caja para Gabinete de control y Fuerza	1
Cable #12 para gabinete contactores, relé térmico	10mts
Cable #14 para gabinete, pulsadores, luces piloto, auxiliares	5 mtrs

Cable de datos	10 mtrs
Silicona	2
Lana de vidrio	5

Tabla 2. Materiales y equipos para la elaboración del prototipo del sistema de extracción de gases

Fuente: Elaboración propia.

a. Diseño mecánico del sistema de extracción de gases

En función a los criterios de diseño de ingeniería se diseña por medio de software Autocad 2020 el prototipo mecánico del sistema de extracción con sus respectivas medidas de cada sección que conforma el equipo de control. El sistema de extracción consta de un ducto central medular que conecta la parte superior donde se encuentra el ducto de salida de gases y el motor eléctrico, en la parte inferior se deriva en dos ramales por medio de 2 reductores de sección y en los extremos de los ramales se encuentra las campanas de extracción, así mismo el sistema fue aislado térmicamente para evitar la transferencia de calor de los gases calientes de soldadura (Cobos, 2018).

Para la asignación de datos de diseño del sistema, se consideró el caudal total manejado más el 10% por factor de seguridad del sistema en función a la velocidad de captura y de transporte bajo la generación del contaminante y la aplicación dados en (Ft/min), posterior a esto, se desarrolló el diámetro hidráulico (D_h), considerando la siguiente ecuación:

$$D_h = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}} \quad (1)$$

Así mismo se determinó la velocidad de presión, respecto a la nueva velocidad con la ecuación (2), a continuación:

$$VP = \left(\left(\frac{V}{4005} \right)^2 \right) \quad (2)$$

Como el fluido tratante es el aire, el peso de la columna de aire es significativa, el cabezal Z respecto a la altura es despreciado, quedando la ecuación con los cabezales dinámicos y estáticos representados por la ecuación (3) siguiente:

$$\frac{P_1}{\rho g} + V_1^2/2g = \frac{P_2}{\rho g} + V_2^2/2g \quad (3)$$

Con el nuevo CFM y el diámetro hidráulico, se obtuvo la pérdida por fricción en pulgadas de agua por 100 Ft. (h_e), a partir de este método de cálculo se determinaron todas las pérdidas tanto por accesorios, ramales, y campana dando una sumatoria $\sum h_e$.

Por otra parte, la presión estática está en función a la velocidad de presión y a la sumatoria de h_e . Para la selección del motor del sistema de extracción de gases de soldadura se precisó realizar un balance de energía en base a la siguiente ecuación (4):

$$\rho_w h_w = \rho_a h_a \quad (4)$$

Para hallar los caballos fuerza del motor HP, se utilizó la ecuación (5):

$$W_v = \rho \cdot g \cdot V \quad (5)$$

El prototipo en vista frontal en 2D, se muestra en la figura 1, a continuación:

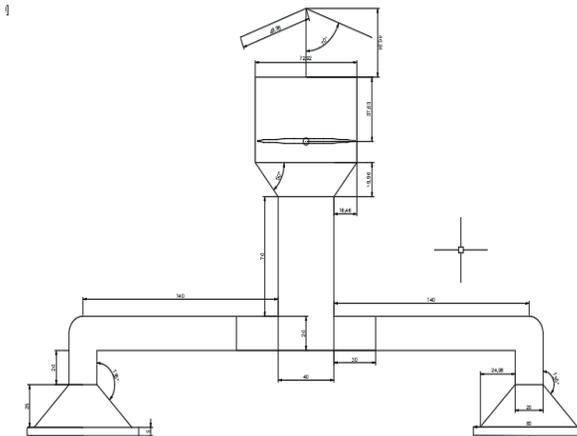


Figura 1. Vista frontal del sistema de extracción de gases

Fuente: Elaboración propia.

Consecuentemente, se puede observar al prototipo en vista superior en la figura 2 siguiente:

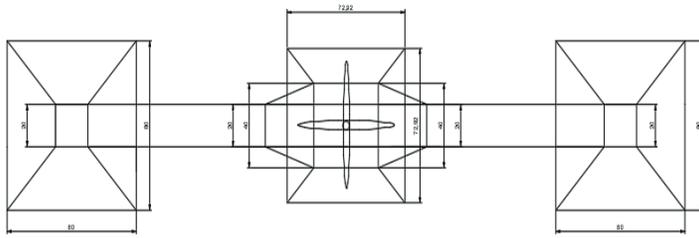


Figura 2. Vista superior del sistema de extracción de gases

Fuente: Elaboración propia.

3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el marco del diseño bajo criterios de ingeniería en ventilación y aire acondicionado industrial se detallan los siguientes datos a continuación:

Los resultados obtenidos muestran la velocidad de captura de acuerdo a la aplicación en sistemas de extracción – ventilación industrial, el rango de velocidad de transporte de gases y humos en sistemas de extracción – ventilación industrial, las condiciones de diseño mecánico del sistema de extracción de gases y las especificaciones técnicas del sistema de extracción. En la tabla 3 se detalla la velocidad de captura.

Generación de contaminantes	Aplicación	Velocidad de captura
Alta velocidad	Limpiado abrasivo, gases de soldadura, desgaste de tambores rotativos, etc.	75 Ft/min

Tabla 3. Velocidad de captura de acuerdo a la aplicación en sistemas de extracción – ventilación industrial

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 4 permite observar otro aspecto de la velocidad en sistemas de extracción de gases y humos.

Generación de contaminantes	Aplicación	Velocidad de captura
Vapores y humos	Limpiado abrasivo, gases de soldadura, desgaste de tambores rotativos, etc.	1800 Ft/min

Tabla 4. Rango de velocidad de transporte de gases y humos en sistemas de extracción – ventilación industrial

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5 se puede visualizar los criterios y parámetros considerados en el diseño.

Criterio de Diseño	Parámetros
Tipo de extracción	Localizada tipo campana elevada
Aplicación	Talleres de metalmecánica Industrial
Tipo de difusión	Por mezcla - difusores lineales
Tipo de ventilador seleccionado	centrífugo
Coeficiente por pérdida de carga	0,20 VP
Caudal manejado por el sistema	827 ft ³ /min.
Relación ducto W/D	1:1
Velocidad de captura de gases	75 FPM
Velocidad de transporte	1800 FPM
Diámetro hidráulico ducto principal	16" pulg
Diámetro hidráulico ducto por ramal	9 " pulg.
Velocidad Q/A	1,400 ft/min.
Presión de velocidad (VP)	0,20" col. H ₂ O
Presión estática (SP)	0,61" col. H ₂ O
Pérdida de presión total (He)	0,81" col. H ₂ O
Cabezal de aire (H _a)	44,36 Ft
Potencia efectiva del ventilador (HP)	0,3 HP

Tabla 5. Condiciones de diseño mecánico del sistema de extracción de gases

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 6 siguiente muestra los componentes técnicos del diseño.

Descripción	Parámetros
Altitud de diseño	100 msnm
Temperatura exterior promedio	32.5 °C
Consumo energético	0,29 Kw-h
Voltaje	220 V
Nivel de presión acústica	85 dBA
Tipos de gases a extraer	Gases a extraer: Óxido de Hierro, Manganeseo, cromo, níquel, cobre, Zinc, monóxido y dióxido de carbono

Tabla 6. Especificaciones técnicas del sistema de extracción

Fuente: Elaboración propia.

En función a la importancia de desarrollar sistemas de extracción para el correcto manejo de contaminantes (Arroyo, 2018) que se pueden dar en diversos procedimientos productivos por parte de la industria particularmente se ha citado en otros estudios características de funcionamiento así como criterios técnicos presentados por trabajos de la Universidad Central en la facultad de la ingeniería mecánica de Caracas - Venezuela (Astele, Dante, Pérez, & Miguel, 2003), considerando el diseño de campana para fuentes calientes, velocidad de captura del contaminante así como el de transporte, caudal manejado por el sistema pérdidas de carga en el sistema, condiciones del área laboral, entre otros, cuyos parámetros de selección se refleja en el estudio presente en talleres de metalmecánica en Portoviejo – Ecuador como el caso de la velocidad de captación de gases de soldadura en rango de 50 a 100 ft/min, y la velocidad de transporte por contaminantes o equivalente en el rango de 1400 a 2000 ft/min.; además, en cuanto a la selección del ventilador, ambos estudios consideran los valores de caudales y la pérdida de presión total que se genera en el interior del sistema de extracción localizada.

Por otra parte, constatan con otros estudios en generar estudios de ventilación en los procesos industriales para el mejoramiento de calidad de aire a través de la entrega de aire limpio, humidificado y bajo temperatura controlada de manera directa en el área de producción por parte de los trabajadores según lo expuesto por (Zhou & Kim, 2012).

4 | CONCLUSIONES

Se pudo obtener datos de mayor precisión ajustados a las condiciones ambientales y laborales para el diseño y eficiencia, en respuesta al mejoramiento laboral y atendiendo a la normativa del decreto 2393 expedido por el comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). El diseño ingenieril establecido en el estudio, es un sistema que consume lo requerido estrictamente en consumo de energía, lo cual significa que es un sistema amigable en su fase de producción y utilización a lo largo de su ciclo de vida.

Es un sistema amigable con el medio ambiente, de bajo consumo energético, que coadyuva a mejorar la calidad de aire del recinto reduciendo las concentraciones y temperatura. Su nivel de presión acústica está alrededor de los 85 dBA acorde con la legislación ecuatoriana permisible durante 8 horas continuas. El sistema mejora las condiciones laborales, pudiendo incrementar la productividad, y contribuye a la garantía de las condiciones laborales hacia el trabajador en el cuidado de la salud.

REFERENCIAS

Arroyo, F. V. (2018). *Salud y Seguridad Laboral en ambientes*. Madrid España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.

Ashrae, S. (2004). *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. Atlanta - USA: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc.

Astele, V., Dante, R., Pérez, V., & Miguel, A. (2003). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE HUMOS DE LOS*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.

Castejón, E., & Renóm, J. (1982). *NTP 7: Soldadura. Prevención de Riesgos Higiénicos*. https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_007.pdf/4adef842-6037-4634-898c-5e91a5aa128a

Cobos, N. J. (2018). *Diseño de un sistema de extracción de polvo y viruta de madera para la carpintería de la fundación Salesiana*. Cuenca- Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana .

Cooper, C., & Alley, F. (2013). *Air pollution control- fourth edition*. New York - Estados Unidos.

Ecodesign pilot corporation. (2020). *Seitenan fang diseño y derechos reservado de Vienna TU Instituto para Diseño Ingenieril - ECODISEÑO*. <http://pilot.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ESPANOL/INDEX.HTM>

Engineer, Refrigerating and Air Conditioning. (1959). *Guía de Ventilación Industrial y Aire Acondicionado*. Estados Unidos.

Malaganes, M. D. (2011). Medio Ambiente y Contaminación. ISBN: 978-84-615-1145-7, 119.

Mendez, J. (2015). *Extractores de Soldadura de Humo en Espacios Confinados*. <http://sentryairsystemsmexico.blogspot.com/2015/08/extractores-de-soldadura-de-humo-en.html>

Palau, S. (2021). *Manual práctico de ventilación*. Mexico D.F.

Roberto Hernández Sampieri, C. F. (2014). *Metodología de la investigación 6 ta. Edición*. México DF: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A DE C.V.

Sandoval, J. A. (2013). *Sistema de ventilación por extracción localizada*.

Siemens. (2011). *Control Industrial*. USA: División Digital Factory.

Siemens, AG. (Junio de 2003). *Logo*. www.siemens.com/logo/

Social, I. E. (1986). *Seguro General de Riesgo en el Trabajo*. Quito Ecuador.

Unidas, O. d. (2018). *Calentamiento Global* . USA-CHINA-GRAN BRETAÑA: Grupo Intergubernamental de eertos sobre el Cambio Climático.

Vasco, O. I.-O. (2009). *El Soldador y los Humos de Soldadura*. VASCO-BRASIL: Helvética Publicidad S.L.

www.acerocomercial.com. (2020). <http://acerocomercial.com/productos/genéricos/tubería-y-accesorios>

Zhou, J., & Kim, C. (2012). Efecto de la ventilación personalizada en la calidad del aire interior para un ocupante interior con emisión de COV de la alfombra. *Revista de ciencia y tecnología mecánica*, 12.