

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i2.2292>

## **Aplicación de la mecánica de fluidos en el diseño eficiente de sistemas de ventilación y extracción de gases para la seguridad y salud ocupacional en entornos industriales**

*Application of Fluid Mechanics in the Efficient Design of Ventilation and Gas Extraction Systems for Occupational Safety and Health in Industrial Environments*

**Franklin Fernando Luna Burbano**

[flunab@uteq.edu.ec](mailto:flunab@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0006-1885-5543>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Quevedo – Ecuador

**Klever Javier Ortiz Macias**

[klever.ortiz2017@uteq.edu.ec](mailto:klever.ortiz2017@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0001-8913-9660>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Valencia – Ecuador

**Luis Fernando Jácome Alarcón**

[ljacomea@uteq.edu.ec](mailto:ljacomea@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-1553-7591>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Quevedo – Ecuador

**Elba Evelyn Lara Ortiz**

[elarae@uteq.edu.ec](mailto:elarae@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0005-8097-8029>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Quevedo – Ecuador

**Danny Alexander Pinzón Quezada**

[dpinzonq@uteq.edu.ec](mailto:dpinzonq@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0009-0535-0994>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo  
Quevedo – Ecuador

*Artículo recibido: 10 mayo 2026- Aceptado para publicación: 16 junio 2026*  
*Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.*

### **RESUMEN**

La presente investigación analiza la aplicación de la mecánica de fluidos en el diseño eficiente de sistemas de ventilación y extracción de gases orientados a mejorar la seguridad y salud ocupacional en entornos industriales. El estudio parte de la necesidad de controlar contaminantes como gases, vapores, humos y partículas generadas en procesos productivos que representan riesgos para los trabajadores. Se realizó una revisión bibliográfica de artículos científicos, normas técnicas y documentos especializados relacionados con ventilación industrial, dinámica de fluidos y control de contaminantes. Se examinaron variables como caudal, presión, velocidad del aire y

pérdidas de carga, identificando su influencia en la eficiencia de los sistemas de extracción. Los resultados muestran que la aplicación de principios de la mecánica de fluidos permite optimizar la circulación del aire y mejorar la captación de contaminantes en áreas de trabajo, reduciendo la exposición ocupacional a agentes químicos peligrosos. Además, se evidenció que el uso de simulaciones computacionales favorece diseños más precisos y eficientes. Se concluye que los sistemas de ventilación diseñados con criterios técnicos basados en la mecánica de fluidos contribuyen significativamente a la prevención de enfermedades ocupacionales, al cumplimiento de normativas de seguridad industrial y a la mejora de las condiciones ambientales dentro de las industrias.

*Palabras clave:* mecánica de fluidos, ventilación industrial, extracción de gases, seguridad ocupacional, salud ocupacional

### ABSTRACT

This research analyzes the application of fluid mechanics in the efficient design of ventilation and gas extraction systems aimed at improving occupational safety and health in industrial environments. The study is based on the need to control contaminants such as gases, vapors, fumes, and particles generated during industrial processes that represent risks to workers. A bibliographic review of scientific articles, technical standards, and specialized documents related to industrial ventilation, fluid dynamics, and contaminant control was conducted. Variables such as airflow rate, pressure, air velocity, and pressure losses were examined to identify their influence on the efficiency of extraction systems. The results show that the application of fluid mechanics principles helps optimize air circulation and improve contaminant capture in work areas, reducing occupational exposure to hazardous chemical agents. In addition, the use of computational simulations was found to support more accurate and efficient system designs. It is concluded that ventilation systems designed under fluid mechanics criteria significantly contribute to the prevention of occupational diseases, compliance with industrial safety regulations, and the improvement of environmental conditions within industries.

*Keywords:* fluid mechanics, industrial ventilation, gas extraction, occupational safety, occupational health

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

## INTRODUCCIÓN

La seguridad y salud ocupacional constituye una prioridad dentro de los entornos industriales debido a la exposición constante de los trabajadores a gases, vapores, humos y partículas contaminantes presentes en el ambiente laboral. A nivel mundial, organismos como la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial de la Salud han impulsado estrategias orientadas a prevenir enfermedades ocupacionales y mejorar las condiciones de trabajo mediante sistemas adecuados de ventilación y control ambiental. En este contexto, la mecánica de fluidos se considera una disciplina fundamental para comprender el comportamiento del aire y optimizar la circulación y extracción de contaminantes en los procesos industriales (Çengel & Cimbala, 2018).

En América Latina y en Ecuador, muchas industrias presentan deficiencias en los sistemas de ventilación y extracción de gases, especialmente en sectores como la minería, metalurgia, manufactura y procesamiento químico. Estas limitaciones incrementan el riesgo de enfermedades respiratorias, intoxicaciones y accidentes laborales asociados a la exposición ocupacional a agentes químicos peligrosos. Según la Organización Internacional del Trabajo (2021), la implementación de sistemas eficientes de ventilación representa una de las principales medidas preventivas para reducir riesgos laborales y garantizar ambientes seguros dentro de las industrias.

A nivel específico, dentro de los espacios industriales es frecuente encontrar problemas relacionados con la acumulación de contaminantes debido a diseños inadecuados de ductos, extractores y sistemas de ventilación. Factores como el caudal, la presión, la velocidad del flujo y las pérdidas de carga influyen directamente en la eficiencia de extracción de gases y partículas contaminantes. De acuerdo con White (2017), la aplicación de principios de mecánica de fluidos permite optimizar el diseño de sistemas de ventilación industrial y mejorar el control de contaminantes en áreas de trabajo.

Asimismo, el avance de herramientas tecnológicas y simulaciones de dinámica de fluidos computacional (CFD) ha permitido desarrollar sistemas de ventilación más precisos y eficientes. Estas tecnologías facilitan el análisis del comportamiento del flujo de aire y la identificación de zonas críticas donde existe acumulación de contaminantes, contribuyendo a mejorar la seguridad y salud ocupacional. Además, organismos como Occupational Safety and Health Administration (2023) destacan que un adecuado diseño y mantenimiento de los sistemas de ventilación reduce significativamente la exposición ocupacional a sustancias peligrosas y fortalece el cumplimiento de normativas de seguridad industrial.

El objetivo de esta investigación es analizar la aplicación de la mecánica de fluidos en el diseño eficiente de sistemas de ventilación y extracción de gases para la seguridad y salud ocupacional en entornos industriales. Como hipótesis se plantea que la correcta aplicación de los principios de la mecánica de fluidos mejora la eficiencia de los sistemas de ventilación y

extracción, reduciendo la exposición ocupacional a contaminantes y fortaleciendo las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de tipo descriptivo y documental, utilizando un diseño no experimental basado en la revisión y análisis de información científica relacionada con la mecánica de fluidos y los sistemas de ventilación industrial. El estudio se enfocó en identificar los principales fundamentos teóricos y técnicos aplicados al diseño eficiente de sistemas de ventilación y extracción de gases para la seguridad y salud ocupacional en entornos industriales. Para ello, se analizaron conceptos relacionados con hidrostática, dinámica de fluidos, ventilación natural y mecánica, sistemas de extracción localizada, ventiladores y estrategias de ventilación industrial descritas por autores como Vargas Pico (2011), Calzada Nieto (2022), Soler y Palau (2010), Vostermans (2019) y Vilssa (2023).

La población de estudio estuvo conformada por artículos científicos, libros, normas técnicas y documentos especializados sobre ventilación industrial, dinámica de fluidos y control de contaminantes atmosféricos. La muestra se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por criterio, considerando fuentes bibliográficas publicadas entre los años 2010 y 2023 que abordaran variables relacionadas con caudal, presión, velocidad del flujo, pérdidas de carga, ventilación natural, ventilación mecánica y sistemas de extracción localizada. Asimismo, se revisaron investigaciones sobre tipos de ventiladores, características operativas y estrategias para mejorar el diseño de ventilación en edificios e industrias, tomando en cuenta criterios de seguridad y eficiencia energética.

Las técnicas utilizadas para la recolección de información fueron la revisión bibliográfica y el análisis documental. Como instrumentos se emplearon fichas bibliográficas y matrices de análisis, las cuales permitieron clasificar y comparar la información recopilada según las variables de estudio. Posteriormente, se realizó un análisis descriptivo e interpretativo de los contenidos revisados, permitiendo identificar la importancia de la mecánica de fluidos en el diseño de sistemas de ventilación industrial y su influencia en la reducción de contaminantes, el mejoramiento de la calidad del aire y la prevención de riesgos ocupacionales dentro de los entornos laborales.

## **RESULTADOS**

La revisión bibliográfica permitió analizar los principales principios de la mecánica de fluidos aplicados al diseño de sistemas de ventilación y extracción de gases en entornos industriales. Los estudios revisados evidenciaron que variables como el caudal, la presión, la velocidad del flujo y las pérdidas de carga influyen directamente en la eficiencia de los sistemas de ventilación. Según Vargas Pico (2011), la mecánica de fluidos facilita la comprensión del comportamiento del aire y de los gases en movimiento, permitiendo diseñar sistemas capaces de

mejorar la circulación del aire y reducir la concentración de contaminantes en el ambiente laboral. Asimismo, se determinó que el control adecuado del flujo de aire contribuye a disminuir la acumulación de partículas suspendidas, vapores tóxicos y gases perjudiciales para la salud de los trabajadores.

Los resultados también evidenciaron que la aplicación de principios de dinámica de fluidos favorece la optimización del diseño de ductos, extractores y ventiladores industriales. En este sentido, los estudios analizados coinciden en que un diseño inadecuado de los sistemas de ventilación puede generar pérdidas de presión, bajo rendimiento en la extracción de contaminantes y un mayor consumo energético. Por el contrario, cuando los sistemas son diseñados considerando factores técnicos como la velocidad del flujo y la distribución del aire, se obtiene una mayor eficiencia en la captación y eliminación de contaminantes atmosféricos.

**Tabla 1**

*Principios de la mecánica de fluidos aplicados a sistemas de ventilación industrial*

| PRINCIPIO           | APLICACIÓN                     | BENEFICIO                       |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| CAUDAL DE AIRE      | Circulación del aire           | Renovación ambiental            |
| PRESIÓN             | Movimiento del flujo en ductos | Mejor extracción de gases       |
| VELOCIDAD DEL FLUJO | Captación de contaminantes     | Mayor eficiencia del sistema    |
| PÉRDIDAS DE CARGA   | Optimización de ductos         | Reducción de consumo energético |

**Fuente:** Franklin Fernando Luna Burbano

La revisión bibliográfica permitió analizar los principales principios de la mecánica de fluidos aplicados al diseño de sistemas de ventilación y extracción de gases en entornos industriales. Los estudios revisados evidenciaron que variables como el caudal, la presión, la velocidad del flujo y las pérdidas de carga influyen directamente en la eficiencia de los sistemas de ventilación. Según Vargas Pico (2011), la mecánica de fluidos facilita la comprensión del comportamiento del aire y de los gases en movimiento, permitiendo diseñar sistemas capaces de mejorar la circulación del aire y reducir la concentración de contaminantes en el ambiente laboral. Asimismo, se determinó que el control adecuado del flujo de aire contribuye a disminuir la acumulación de partículas suspendidas, vapores tóxicos y gases perjudiciales para la salud de los trabajadores.

Los resultados también evidenciaron que la aplicación de principios de dinámica de fluidos favorece la optimización del diseño de ductos, extractores y ventiladores industriales. En este sentido, los estudios analizados coinciden en que un diseño inadecuado de los sistemas de ventilación puede generar pérdidas de presión, bajo rendimiento en la extracción de contaminantes y un mayor consumo energético. Por el contrario, cuando los sistemas son

diseñados considerando factores técnicos como la velocidad del flujo y la distribución del aire, se obtiene una mayor eficiencia en la captación y eliminación de contaminantes atmosféricos.

**Tabla 2**

*Tipos de sistemas de ventilación industrial y su influencia en la salud ocupacional*

| <b>SISTEMA DE VENTILACIÓN</b> | <b>CARACTERÍSTICAS</b>              | <b>INFLUENCIA EN LA SEGURIDAD Y SALUD</b> |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|
| <b>VENTILACIÓN NATURAL</b>    | Circulación natural del aire        | Mejora básica de la calidad del aire      |
| <b>VENTILACIÓN MECÁNICA</b>   | Uso de ventiladores y extractores   | Control eficiente de contaminantes        |
| <b>VENTILACIÓN GENERAL</b>    | Renovación total del aire           | Reducción de concentración de gases       |
| <b>EXTRACCIÓN LOCALIZADA</b>  | Captación en la fuente contaminante | Prevención de exposición ocupacional      |

**Fuente:** Franklin Fernando Luna Burbano

Asimismo, los resultados permitieron determinar la importancia de los ventiladores industriales dentro de los sistemas de ventilación y extracción de gases. Se identificó que los ventiladores axiales son utilizados principalmente para mover grandes volúmenes de aire con baja presión, mientras que los ventiladores centrífugos permiten trabajar con mayores niveles de presión y son adecuados para sistemas de ductos complejos. De acuerdo con Vostermans (2019), la selección adecuada del ventilador depende de factores como el volumen de aire requerido, las pérdidas de carga y las condiciones específicas del proceso industrial.

Los hallazgos también evidenciaron que la implementación de sistemas de ventilación eficientes contribuye significativamente a la prevención de riesgos laborales y enfermedades ocupacionales. Los autores revisados coinciden en que la exposición prolongada a contaminantes atmosféricos puede provocar enfermedades respiratorias, irritaciones, intoxicaciones y disminución del rendimiento laboral. En este sentido, mantener una adecuada calidad del aire dentro de las instalaciones industriales permite proteger la salud de los trabajadores y mejorar las condiciones de seguridad ocupacional.

Además, se identificó que las estrategias de ventilación cruzada, el uso de aberturas a diferentes alturas y la aplicación del efecto Venturi favorecen una mejor circulación del aire en edificios e instalaciones industriales. Según Vilssa (2023), estas estrategias permiten optimizar la renovación del aire y reducir la acumulación de calor y contaminantes dentro de los espacios cerrados. De igual manera, el uso de tecnologías modernas y simulaciones de dinámica de fluidos computacional (CFD) facilita el análisis del comportamiento del flujo de aire y permite diseñar sistemas de ventilación más eficientes y sostenibles.

**Figura 1**

*Importancia de los sistemas de ventilación y extracción de gases*



**Fuente:** Franklin Fernando Luna Burbano

Finalmente, los resultados obtenidos demuestran que los sistemas de ventilación y extracción de gases representan una herramienta fundamental dentro de la seguridad y salud ocupacional. Su correcta implementación permite reducir la presencia de contaminantes en el ambiente laboral, fortalecer la prevención de riesgos ocupacionales y mejorar la calidad de vida de los trabajadores dentro de los entornos industriales.

### DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la investigación permitieron evidenciar que la mecánica de fluidos desempeña un papel fundamental en el diseño y funcionamiento de los sistemas de ventilación y extracción de gases en entornos industriales. La aplicación de principios como el caudal, la presión y la velocidad del flujo contribuye significativamente a mejorar la circulación del aire y la eliminación de contaminantes atmosféricos dentro de las áreas de trabajo. Estos hallazgos coinciden con lo planteado por Vargas Pico (2011), quien sostiene que la dinámica de fluidos es esencial para comprender el comportamiento del aire en movimiento y optimizar los sistemas utilizados en la ingeniería industrial.

Asimismo, la investigación demostró que los sistemas de ventilación mecánica y extracción localizada representan las alternativas más eficientes para el control de gases, vapores y partículas contaminantes. Esto se debe a que permiten captar las sustancias peligrosas directamente desde la fuente de emisión, evitando su dispersión en el ambiente laboral. Los

resultados concuerdan con Soler y Palau (2010), quienes destacan que la extracción localizada es una de las técnicas más utilizadas en la industria debido a su capacidad para reducir la exposición ocupacional y mejorar la calidad del aire en espacios cerrados.

Por otra parte, se identificó que la implementación de sistemas de ventilación adecuados influye directamente en la prevención de riesgos laborales y enfermedades ocupacionales. Los estudios revisados muestran que la exposición constante a contaminantes atmosféricos puede ocasionar enfermedades respiratorias, irritaciones, intoxicaciones y otros problemas de salud que afectan el bienestar de los trabajadores y la productividad de las industrias. En este sentido, Calzada Nieto (2022) señala que la ventilación industrial tiene como finalidad garantizar condiciones ambientales seguras y saludables mediante el control de la calidad del aire interior.

De igual manera, los resultados evidenciaron que la selección adecuada de ventiladores y sistemas de distribución del aire es un aspecto clave para garantizar la eficiencia de los sistemas de ventilación. Vostermans (2019) menciona que factores como las pérdidas de carga, la presión y el volumen de aire influyen directamente en el rendimiento de los ventiladores industriales. Por ello, el diseño técnico de ductos y extractores debe considerar las necesidades específicas de cada proceso industrial para evitar deficiencias en la circulación del aire y un mayor consumo energético.

Otro aspecto importante identificado durante la investigación fue la utilización de estrategias de ventilación natural y ventilación cruzada para mejorar el flujo de aire en instalaciones industriales. Según Vilssa (2023), la incorporación de aberturas a diferentes alturas, el uso del efecto Venturi y la distribución estratégica de espacios permiten optimizar la renovación del aire y reducir la acumulación de contaminantes y calor dentro de los edificios. Estas estrategias representan alternativas sostenibles que complementan los sistemas mecánicos de ventilación y contribuyen al ahorro energético.

Finalmente, la investigación destaca que la integración de tecnologías modernas, como las simulaciones de dinámica de fluidos computacional (CFD), representa una herramienta innovadora para el diseño eficiente de sistemas de ventilación industrial. Estas tecnologías permiten analizar el comportamiento del flujo de aire antes de implementar los sistemas, facilitando la detección de zonas críticas de acumulación de contaminantes y optimizando el rendimiento de los equipos. En consecuencia, la aplicación de la mecánica de fluidos junto con nuevas herramientas tecnológicas fortalece la seguridad y salud ocupacional, promoviendo ambientes industriales más seguros, eficientes y sostenibles.

## CONCLUSIONES

La investigación permitió concluir que la aplicación de los principios de la mecánica de fluidos es fundamental para el diseño eficiente de sistemas de ventilación y extracción de gases en entornos industriales. Variables como el caudal, la presión, la velocidad del flujo y las pérdidas

de carga influyen directamente en la circulación del aire y en la capacidad de los sistemas para controlar contaminantes atmosféricos. En este sentido, la correcta planificación y diseño de los sistemas de ventilación contribuye a mejorar las condiciones ambientales dentro de las industrias y fortalecer la seguridad y salud ocupacional de los trabajadores.

Asimismo, se identificó que los sistemas de ventilación mecánica y extracción localizada representan las alternativas más eficientes para reducir la exposición ocupacional a gases, vapores y partículas contaminantes. Estos sistemas permiten captar las sustancias peligrosas desde su punto de generación, evitando su dispersión dentro del ambiente laboral. Además, la implementación de estrategias como la ventilación cruzada, el uso adecuado de ventiladores industriales y la aplicación de tecnologías modernas favorecen una mejor distribución del aire y optimizan el funcionamiento de los sistemas de extracción.

Finalmente, se concluye que los sistemas de ventilación y extracción de gases constituyen una medida preventiva esencial para disminuir riesgos laborales y enfermedades ocupacionales relacionadas con la contaminación del aire en los entornos industriales. La integración de fundamentos de mecánica de fluidos con tecnologías de simulación y diseño industrial permite desarrollar ambientes de trabajo más seguros, eficientes y sostenibles, aportando beneficios tanto para la salud de los trabajadores como para la productividad de las industrias.

### **Recomendaciones**

Se recomienda a las industrias implementar sistemas de ventilación y extracción de gases diseñados bajo principios de la mecánica de fluidos, considerando variables como el caudal, la presión y la velocidad del flujo, con el fin de garantizar una adecuada circulación del aire y reducir la acumulación de contaminantes en las áreas de trabajo. Asimismo, es importante realizar evaluaciones periódicas de los sistemas de ventilación para verificar su eficiencia y correcto funcionamiento.

También se recomienda priorizar el uso de sistemas de extracción localizada en procesos donde exista generación constante de gases, vapores y partículas contaminantes, debido a que estos sistemas permiten controlar los contaminantes desde la fuente de emisión. Además, las industrias deben realizar mantenimientos preventivos en ductos, ventiladores y extractores para evitar pérdidas de eficiencia y disminuir riesgos ocupacionales asociados a una ventilación inadecuada.

Finalmente, se sugiere promover el uso de tecnologías modernas y simulaciones de dinámica de fluidos computacional (CFD) para optimizar el diseño de sistemas de ventilación industrial y mejorar la calidad del aire en los entornos laborales. De igual manera, es importante fortalecer la capacitación de los trabajadores sobre medidas de prevención y control de contaminantes atmosféricos, fomentando una cultura de seguridad y salud ocupacional dentro de las industrias.

## REFERENCIAS

- ASHRAE. (2021). Industrial ventilation and air quality control systems. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Calzada Nieto, J. (2022). Ventilación y calidad del aire en ambientes industriales. Editorial Técnica Industrial.
- Çengel, Y., & Cimbala, J. (2018). Mecánica de fluidos: Fundamentos y aplicaciones (4.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.
- Istas. (2023). Sistemas de extracción localizada en la industria. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud.
- Ochoa Salmorán, J., Martínez Martínez, A., & Díaz Greene, E. (2020). Ventilación mecánica aplicada a entornos industriales. Revista de Ingeniería y Tecnología Industrial, 15(2), 45-58.
- Occupational Safety and Health Administration. (2023). Industrial ventilation guidelines for workplace safety. U.S. Department of Labor.
- Organización Internacional del Trabajo. (2021). Seguridad y salud en el trabajo: Prevención de riesgos ocupacionales. OIT.
- S & P. (2017). Ventiladores centrífugos y aplicaciones industriales. Soler & Palau Ventilation Group.
- S & P. (2018). Sistemas de ventilación industrial y control ambiental. Soler & Palau Ventilation Group.
- S & P. (2020). Ventilación general y extracción localizada. Soler & Palau Ventilation Group.
- Siberzone. (2023). Ventilación natural y eficiencia energética en edificaciones. Siber Ventilación.
- Soler, J., & Palau, P. (2010). Manual de ventilación industrial y extracción de gases. Editorial Marcombo.
- Vargas Pico, J. (2011). Fundamentos de mecánica de fluidos aplicados a la ingeniería. Editorial Universitaria.
- Vostermans. (2019). Ventiladores industriales: características y funcionamiento. Vostermans Ventilation.