

# Soluciones de ventilación de túneles para sistemas de transporte subterráneos

Suministro de aire de alto rendimiento cuando la fiabilidad y la seguridad son lo más importante



# Sistemas de ventilación integral desde el diseño hasta la instalación, con un rendimiento líder en el sector en el que puede confiar.

Howden, una empresa de Chart Industries, se ha situado a la vanguardia de los ventiladores industriales y el diseño de equipos de circulación del aire durante más de 160 años. Con sedes en 26 países repartidos por todos los continentes, ofrecemos un servicio verdaderamente global. Nuestros equipos de ventilación cumplen con las especificaciones más exigentes del mundo.

Los sistemas de ventilación son esenciales para proporcionar un entorno seguro para los pasajeros y los trabajadores del sector del transporte.

Para garantizarlo, la experiencia de Howden comienza en el concepto y continúa a lo largo de su vida útil operativa mediante una tecnología líder en el modelado, los ventiladores y a nivel digital para brindar una solución verdaderamente integral.

## ¿Por qué Howden?

Howden dispone de un amplio conocimiento de las aplicaciones adquirido a lo largo de casi 100 años de desarrollo y suministro de ventiladores para ventilación de túneles. Esta experiencia es aplicada a cada proyecto y selección de ventilador para garantizar el cumplimiento, o mejora, del rendimiento y expectativas de nuestros clientes.

Nuestra colaboración comienza en la fase de diseño y permite desarrollar y comprender los modelos de ventilación solicitados. Cuando avanza a la fase de selección de los ventiladores, Howden proporciona propuestas con un presupuesto completo, las cuales incluyen los costes operativos previstos, así como las inversiones de capital y las especificaciones técnicas completas.

Nuestro amplio espectro de soluciones, mediante el uso de ventiladores axiales y de impulso, permite una distribución óptima para túneles de todos los tamaños y condiciones.

La calidad y la fiabilidad resultante son fundamentales en las operaciones de túneles y constituyen una característica fundamental de Howden.

Nuestras instalaciones de producción mantienen los niveles más altos de excelencia con equipos modernos y

estrictos controles de calidad certificados según las normas internacionales. Los ensayos integrales realizados en toda nuestra gama garantiza la confianza en la calidad de rendimiento de cada unidad.

Con más de 50 plantas de producción y de servicio en todo el mundo, disponemos de la red más amplia de asistencia en ventas y mercado posventa, lo que significa que podemos responder rápidamente a las necesidades de nuestros clientes tanto en las fases del proyecto como a lo largo de la vida útil del equipo. Nuestra red de servicio ofrece una asistencia integral en todo el mundo para que su sistema funcione de forma continua y bajo demanda, de la manera prevista.



### Software de simulación

**Software Ventsim™** para diseñar unos sistemas óptimos para el caudal y el rendimiento. Ingeniería de ventiladores basada en un análisis experto de las tareas del proyecto.



### Hardware de ventilación

Ventiladores de alto rendimiento para una extracción fiable de aire y humo de emergencia.



### Optimización digital

Automatización del control de ventiladores mediante Ventsim para optimizar su funcionamiento. Optimización de los niveles de rendimiento con la tecnología digital Howden Uptime junto con el soporte técnico de un especialista posventa.





.....

Nuestros equipos de ventilación cumplen con las especificaciones más exigentes del mundo.

.....



**Diseño y fabricación conforme a los criterios más exigentes** que garantizan la seguridad y la fiabilidad a largo plazo.



**Gama de ventiladores flexible** para cumplir de forma óptima con las condiciones de cada túnel.



Ventiladores de alto rendimiento y **mínimo coste operativo.**



Alcance completo del sistema **utilizando modelos de diseño y simulación.**



**Solución integral** del sistema reduciendo complejidad y costes del proyecto.



**Óptimo funcionamiento** gracias a la tecnología de supervisión y control digital.

# Gama de soluciones

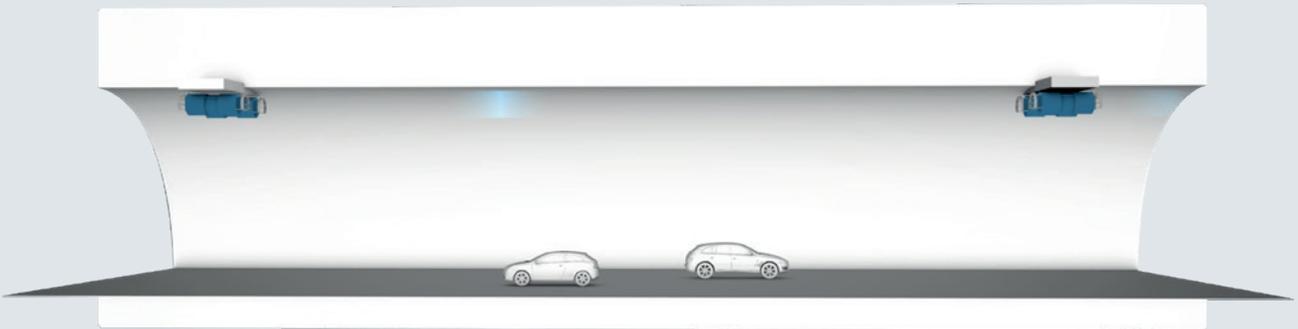
## Las soluciones de Howden se centran en las necesidades de ventilación de las infraestructuras de transporte subterráneas.

Cada vez más, estos modos de transporte se están desarrollando en entornos subterráneos que requieren túneles o estaciones con una ventilación adecuada para un funcionamiento seguro.

Dentro de estas operaciones, el sistema de ventilación puede basarse en dos configuraciones fundamentales: longitudinal y transversal.

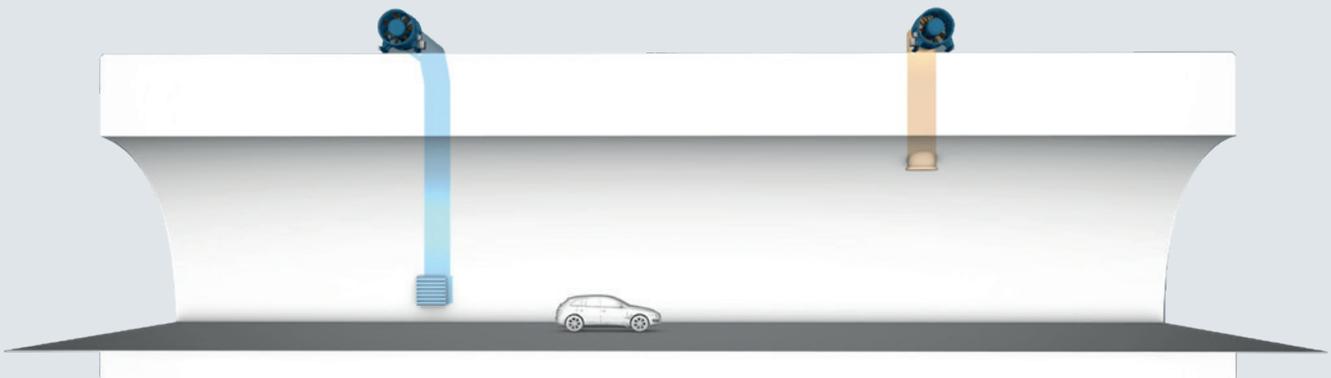
### Longitudinal

- El aire de ventilación entra por el final del túnel y se empuja a través de él mediante la transmisión de impulsos proporcionados por ventiladores de impulso.
- Normalmente, los sistemas longitudinales son el sistema más económico, ya que no hay necesidad de una ventilación exterior en edificios o infraestructuras, y los costes de funcionamiento son relativamente bajos.



### Transversal

- El aire de la ventilación se suministra al túnel de forma repartida a lo largo del mismo mediante unos ventiladores axiales de gran tamaño.
- Normalmente, los sistemas transversales son más caros de construir y de mantener debido a la mayor infraestructura necesaria, que incluye una o más estaciones de ventilación en la superficie o conductos para distribuir el aire.



# Ventiladores altamente eficientes optimizados para cada proyecto de túnel

Con una amplia gama de ventiladores con configuraciones longitudinales y transversales, Howden puede satisfacer los requisitos específicos de cada proyecto.

Los diferentes diseños de las palas ofrecen soluciones flexibles al tener en cuenta los volúmenes de tráfico y los requisitos de circulación del aire, lo que garantiza una selección óptima del ventilador para las condiciones previstas en cada túnel específico.

Tanto los ventiladores axiales como de impulso ofrecen un rendimiento altamente eficiente para minimizar los costes operativos.

Los ventiladores axiales de Howden pueden ofrecer hasta un 90 % de eficiencia en el caudal de avance y un 80 % en el caudal inverso. En el caso de nuestros ventiladores de impulso, la eficiencia se ve reforzada por el elevado empuje suministrado en relación con el consumo de energía.



**Alta eficiencia**



**Configuración flexible**



**Bajo coste a lo largo de su vida útil**



# Ventiladores que cumplen los requisitos más exigentes de seguridad y rendimiento

**Un funcionamiento continuo y de emergencia es esencial para los sistemas de ventilación.**

Cada ventilador se diseña y fabrica conforme a los estándares de calidad más exigentes para ofrecer un rendimiento a largo plazo y una respuesta inmediata cuando más se necesita durante las emergencias.

Con una garantía de funcionamiento seguro y fiable en caso de incendio, los ventiladores están probados según las normas de seguridad contra incendios más estrictas (EN 12101-3, NFPA 130/502 o ISO 27927).

Esto garantiza que los ventiladores cumplan con las regulaciones relativas a la duración necesaria del funcionamiento continuo desde 200 °C/1 h hasta 400 °C/2 h.

Los ensayos aerodinámicos de los ventiladores garantizan que su rendimiento cumpla o supere todos los estándares necesarios exigidos en las especificaciones del proyecto. También se cumplen los límites operativos de ruido conforme a las regulaciones mediante silenciadores adicionales, que se empaquetan con los ventiladores axiales y se integran con los ventiladores de impulso.



**Seguros y fiables**



**Rendimiento asegurado**



**Soluciones compatibles**



# Gama de ventiladores axiales y de impulso de Howden

Nuestra gama de ventiladores nos permite satisfacer todos los requisitos en cuanto al caudal con varias opciones, como palas y motores diseñados para ofrecer el ventilador adecuado en cada momento.



**Axial**



**Impulso**

	UMAF	UMAF/Variax	AP/AQ
<b>Palas</b>	Ajustable (en parada)	Ajustable (en operación)	Ajustable (en parada)
<b>Configuración</b>	Unidireccional o totalmente reversible	Unidireccional o totalmente reversible	Unidireccional o totalmente reversible
<b>Rango de caudal</b>	Caudal entre 20 m <sup>3</sup> /s y 400 m <sup>3</sup> /s	Caudal entre 20 m <sup>3</sup> /s y 400 m <sup>3</sup> /s	Caudal hasta 50 m <sup>3</sup> /s
<b>Control del caudal</b>	<p>El paso de las palas se determina durante la fabricación conforme a las necesidades de cada proyecto. Dicho paso puede ser ajustado en caso necesario mientras está parado.</p> <p>Se puede conseguir un control del caudal mediante una transmisión de velocidad variable.</p> <p>Sistema Ivanov anti-bombeo de interrupción de flujo opcional.</p>	<p>El paso variable se puede ajustar para optimizar el caudal volumétrico a un amplio rango de condiciones operativas.</p> <p>Esto permite aumentar al máximo la eficiencia del control y el funcionamiento.</p> <p>Sistema Ivanov anti-bombeo de interrupción de flujo opcional.</p>	<p>Se puede conseguir un control del caudal mediante una transmisión de velocidad variable.</p>
<b>Presión (axial)/ empuje (impulso)</b>	De 200 Pa a 4000 Pa	De 300 Pa a 30 000 Pa <i>Dos etapas en caso de presiones más elevadas</i>	De 255 N a 3360 N
<b>Potencia del motor</b>	De 110 kW a 710 kW	De 400 kW a 15 000 kW	De 2,2 kW a 90 kW
<b>Diámetro exterior</b>	De 1260 mm a 3160 mm	De 1260 mm a 6300 mm	De 400 mm a 1600 mm

# Ventilación integral desde el diseño hasta el funcionamiento

**Howden puede proporcionar una solución integral para la ventilación de túneles basándose en nuestros productos, nuestro software y nuestra capacidad de servicio.**

En la fase de diseño, Ventsim permite modelar el sistema de ventilación en 3D para comprender las posibles opciones.

El rendimiento puede ser simulado y analizado basándose en las condiciones operativas previstas y para permitir la selección de un diseño óptimo.

En cuanto a la selección de ventiladores, la experiencia de Howden especializada en la ingeniería de proyectos nos permite interpretar los requisitos del diseño, proporcionar opciones y ofrecer los mejores ventiladores para cada proyecto.

Los ventiladores se habilitan con Howden Uptime, que permite a los operadores la supervisión en tiempo real frente a las métricas del rendimiento ideal e inteligencia para controlar el funcionamiento del ventilador y minimizar los costes.

La entrega del proyecto se puede proporcionar en una base escalable con un suministro completo llave en mano con el objetivo de reducir la complejidad del proyecto, optimizando el coste y la gestión desde la fase de diseño hasta su instalación.



## Asistencia operativa

**La cobertura del servicio técnico completo durante toda la vida útil del producto se puede aplicar a los ventiladores y al sistema aprovechando la red global de posventa de Howden.**

Con una presencia permanente en todos los continentes e ingenieros especializados, nos preocupamos por garantizar un rendimiento fiable a largo plazo mediante un mantenimiento experto y unas soluciones rápidas ante cualquier problema inesperado.



Diseño optimizado del sistema



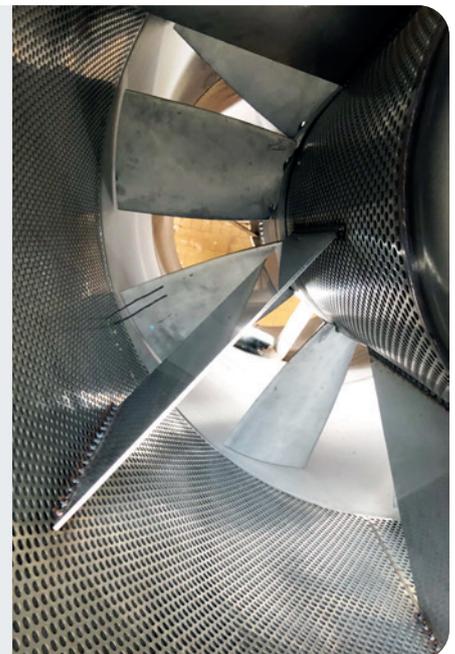
Entrega llave en mano



Apoyo especializado del proyecto



Funcionamiento fiable durante toda su vida útil



Ventsim es una herramienta dinámica y potente que puede ser utilizada en la fase de diseño y creación de los proyectos para túneles con la finalidad de comprender el impacto de las decisiones.

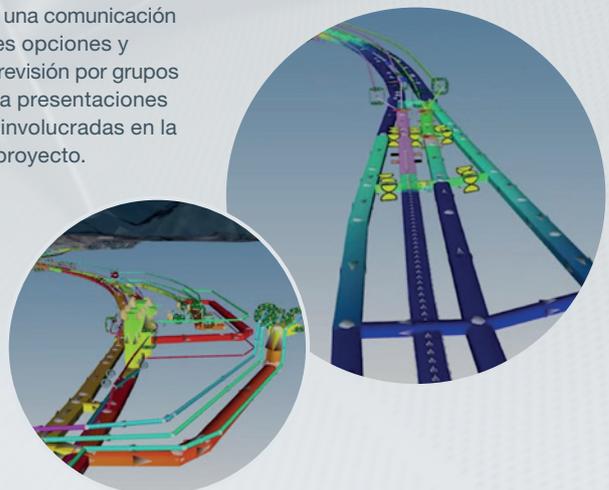
### Diseño de la ventilación con Ventsim

**Ventsim es un paquete de software de simulación de ventilación subterránea diseñado para modelar y simular la ventilación, la circulación del aire, las presiones, el calor, los gases, los incendios y muchos otros tipos de datos de ventilación a partir de un modelo de túneles.**

Al trabajar con los datos relativos a los flujos de tráfico previstos, la aerodinámica y el efecto de pistón, se pueden evaluar múltiples escenarios para proporcionar un diseño óptimo.

Esto permite a los diseñadores y a los posibles operadores garantizar que se cumplen todos los requisitos y contribuye al proceso de selección del sistema.

Esta herramienta permite una comunicación más fácil de las diferentes opciones y consideraciones para su revisión por grupos de trabajo, así como para presentaciones a las partes interesadas involucradas en la toma de decisiones del proyecto.

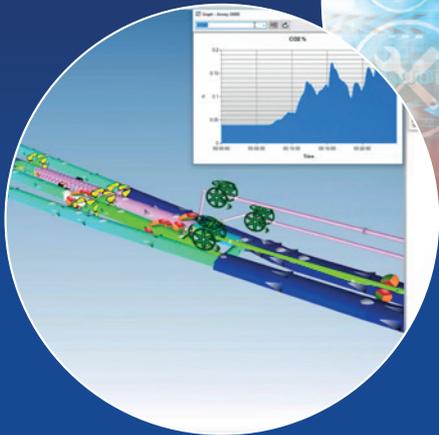


# Optimización de la ventilación

## Ventsim Control

Nuestro potente software de ventilación bajo demanda permite optimizar la ventilación según las condiciones actuales.

Mediante información como el estado del tráfico, el nivel de gases o la temperatura, se puede calcular el caudal de aire necesario y conseguirlo mediante el control de los ventiladores y las rejillas.



## Howden Uptime

Howden Uptime proporciona una plataforma única e innovadora para reunir, interpretar y analizar los datos de los ventiladores en tiempo real.



## Nuestro servicio de Howden Uptime incluye:

- Vibración (en el cojinete del motor)
- Presión (del aire) estática
- Caudal
- Ángulo de paso
- Temperatura (bobinado del motor, cojinete)
- Tensión
- Corriente (trifásica)
- Velocidad operativa

El registro constante de estos parámetros proporciona información sobre el estado general de los ventiladores y solicita ajustes operativos cuando sea necesario para maximizar el rendimiento.

## Asistencia en posventa

La unión con la tecnología digital optimiza el funcionamiento de los ventiladores mediante controles automatizados y maximiza el rendimiento.

Gracias al acceso a ingenieros especializados, podemos aportar resoluciones rápidas a problemas imprevistos minimizando el tiempo de inactividad y garantizando un rendimiento fiable a largo plazo mediante operaciones de expertos y servicios de mantenimiento.

La gama de servicios ofrece soporte técnico a nuestros equipos de ventilación, así como los ventiladores suministrados por otros fabricantes.

## Nuestra gama de servicios incluye:

- Inspecciones
- Reparaciones y renovaciones
- Adaptaciones y mejoras del rendimiento
- Equilibrado
- Ensayos y formación
- Gestión de recambios y del inventario

Los servicios se proporcionan *in situ* o en nuestros talleres según el tipo de servicio o los requisitos del cliente.



# Experiencia de Howden

Howden lleva diseñando y fabricando ventiladores de ventilación para túneles desde 1920.



Dichos ventiladores se han entregado bajo una gama de marcas de productos heredadas y actuales como Variax, Voith/Howden Ventilatoren Heidenheim, Axcient, Axico, Joy, Buffalo Forge, American Fan, Stork y UMAF.

Hasta la fecha se han instalado más de 6200 ventiladores en una amplia gama de proyectos de carreteras, ferroviarios y de metro en todo el mundo.

## Ejemplos de proyectos



### Túnel de base de Lötschberg, Suiza

Este túnel ferroviario recorre una distancia de 34,5 km bajo los Alpes berneses. El diseño del túnel incorpora galerías de acceso y servicio, así como una estación de parada de emergencia en el túnel.

La ventilación se suministra a través de tres estaciones mediante nueve ventiladores axiales unidireccionales de Howden. Las estaciones Mitholz y Ferden suministran aire fresco con un caudal de 150-200 m<sup>3</sup>/s. La estación Fystertellä expulsa los gases de escape con un caudal de 250 m<sup>3</sup>/s, además de garantizar una posible extracción de humos. Asimismo, hay 48 ventiladores de impulso situados cerca del túnel sur, con un diámetro de 1 m cada uno, que proporcionan un empuje de 1045 N.



### Túneles de Ekeberg y Svardtals E18, Oslo, Noruega

El túnel de Ekeberg mide 1580 m y el de Svardtals está formado por un túnel de 1460 m en dirección este y 1700 m en dirección oeste. El proyecto fue una renovación con la apertura original en 1995 y 2000 e incluía el requisito de 111 ventiladores de impulso.

Los ventiladores de impulso (de los tipos unidireccional y totalmente reversibles) se suministraron en cuatro tamaños diferentes con diámetros de 710 mm, 1060 mm, 1120 mm y 1250 mm. Gracias a estos modelos, se proporcionan entre 649 N y 1650 N de empuje que contribuyen a una ventilación continua dentro de los túneles, además de actuar como cobertura de emergencia.



### Metro de Moscú, estación de Sokolniki, Rusia

Inaugurada en 1935, la estación de Sokolniki dispone de seis ventiladores axiales de Howden para la ventilación.

Los ventiladores de 1800 mm (2) están dispuestos en sentido horizontal y producen un caudal de 50 m<sup>3</sup>/s (100 % bidireccional) con un aumento de presión de 500 Pa.

## Howden, una empresa de Chart Industries

---

### Europa/Oriente Medio/África

Industrivej 23  
Naestved, DK-4700  
Dinamarca

**Tel.:** +45 55 77 62 62

### Asia-Pacífico

Unit 23, 36-46 South Street  
Rydalmere  
Australia

**Tel.:** +61 28844 9100

### América

2933 Symmes Rd  
Fairfield  
EE. UU.

**Tel.:** +1-866-771-6266

### India

147 Poonamallee High Road  
Numbal, Chennai  
India

**Tel.:** +91 44 26793548

### Correo electrónico:

[tunnel-metro@howden.com](mailto:tunnel-metro@howden.com)

[www.howden.com](http://www.howden.com)

**Revolving Around You™**

©Howden Group Limited. All rights reserved. 2023.  
Howden and the flying H logo are registered trade marks belonging to Howden Group Limited.

  
**Howden**  
A Chart Industries Company