



**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICAS Y
NATURALES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
CÁTEDRA: HIGIENE Y SEGURIDAD**

INFORME: VENTILACIÓN

Grupo N° 5

Fecha:

Integrantes:

- GIOOPPO, Mateo
- JORBA, Octavio
- SASSATELLI, Francisco
- TERNENGO, Fermín



Contenido

INTRODUCCIÓN.....	4
1. DEFINICIONES.....	4
VENTILACION	4
AIRE.....	4
AIRE VICIADO	6
CONTAMINANTES	6
IMPORTANCIA Y OBJETIVOS.....	7
EFECTOS GENERADOS POR UNA MALA VENTILACIÓN	7
2. MARCO LEGAL.....	9
LEY DE HIGIENE Y SEGURIDAD 19.587	9
DECRETO 351/79	10
DECRETO 911/96	12
CODIGO DE EDIFICACION DE CÓRDOBA	13
3. TIPOS DE VENTILACIÓN	15
3.1 VENTILACIÓN GENERAL.....	15
3.1.1 VENTILACIÓN NATURAL O DIRECTA (*).	16
VENTILACIÓN POR CONDUCTOS:	19
3.1.2 VENTILACIÓN MECÁNICA (O FORZADA).	21
3.2 VENTILACIÓN LOCALIZADA:	23
4. EJEMPLO DE CÁLCULO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN LOCALIZADA.....	25
Resolución.....	26
Ejemplo de cálculo de un sistema de ventilación general:	36
Errores más comunes en sistemas de ventilación:	39
5. VENTILADORES	41
5.1 TIPOS DE VENTILADORES.....	41
A. Ventiladores axiales o helicoidales:	41
B. Ventiladores Radiales o Centrífugos:	41
C. Ventiladores Helicocentrífugos.....	44
5.2 ACOPLAMIENTO DE VENTILADORES.....	46
5.2.1 Acoplamiento en serie:	46
5.2.2 Acoplamiento en paralelo:	46
6. CASOS DE APLICACIÓN:	48
SOLDADURA:.....	48
PINTURA:	48



LIJADO:	49
ASERRADO:	49
CASOS ESPECIALES	50
TÚNELES:	50
CONSTRUCCIÓN:	50
ESTACIONAMIENTOS:	52
7. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	53
DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA FRENTE A COVID-19	56
8. CONCLUSIONES	57



INTRODUCCIÓN

La ventilación es un aspecto fundamental a tener en cuenta en el diseño y proyectos dentro de la ingeniería, y sobre todo en la ingeniería civil. Es vital en las diversas obras que nos enfrentamos como ingenieros garantizar una buena calidad y renovación de aire, ya que es crucial para el buen desarrollo de las actividades que se desarrollen en cada caso, como así también tiene un rol fundamental en el acondicionamiento térmico del edificio, y además en posibles incendios colaboran en la correcta disipación del humo y gases.

En este informe se desarrollarán los diversos tipos de ventilación que existen, la importancia que esta conlleva, los problemas que genera un mal uso o ubicación de las mismas, entre otros aspectos importantes.

1. DEFINICIONES

VENTILACION

Se denomina ventilación al proceso de suministrar y eliminar aire de un espacio por medio de medios naturales o mecánicos. Es la acción de intercambiar un volumen de aire existente en un ambiente por igual volumen de aire fresco y limpio a un ritmo determinado. Se extrae, renueva o extrae el aire del interior y se sustituye por aire nuevo.

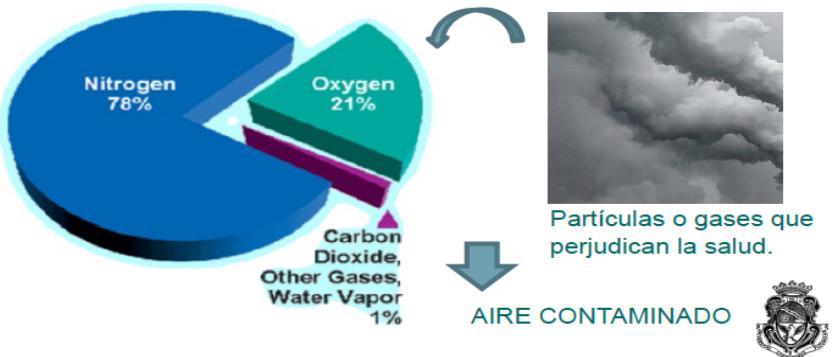
AIRE

El aire es un gas que envuelve la Tierra y que resulta absolutamente imprescindible para la respiración de todos los seres vivos. Está compuesto de una mezcla de varios gases, prácticamente siempre en la misma proporción. Entre ellos los que predominan son el Nitrógeno (78%), que es neutro para la vida animal, y el Oxígeno (21%) que es esencial para la vida en todas sus formas



Composición del Aire

- Componentes fundamentales: nitrógeno (78%) y el oxígeno (21%).
- Componentes secundarios: gases nobles y dióxido de carbono (1%).





AIRE VICIADO

Es el aire cargado de diferentes elementos contaminantes que se encuentra en un recinto cerrado o sin ventilación adecuada, donde se desarrolla actividad humana. El aire viciado disminuye la calidad de vida dentro de un ambiente, pudiendo producir problemas de salud, de concentración, cansancio, y otros síntomas. Al no existir suficiente renovación de aire, éste acumula diversas sustancias tales como polvo en suspensión o compuestos orgánicos volátiles que pueden ser gérmenes patógenos. Si existe un artefacto con algún proceso de combustión, el ambiente también se cargará con monóxido de carbono, vapor de agua y otros gases que debemos evacuar.

CONTAMINANTES

Un contaminante es una sustancia o energía introducida en el medio ambiente que tiene efectos no deseados o que afecta negativamente a la utilidad de un recurso. Su origen puede ser del interior, exterior o biológico. Del interior por ejemplo se encuentran gases de combustión, uso inadecuado de productos o aquellos que el propio ser humano produce. Por parte del exterior podrían ser contaminantes que deriven de vehículos cercanos, de industrias, productos de actividades realizadas en la calle. Por último, los químicos son aquellos tales como monóxido de carbono, dióxido de carbono, fibras y partículas (polvo), disolventes.

La Organización Mundial de la Salud ha elaborado una Guía para la Calidad del Aire Interior.

Estos son los Valores Máximos Recomendados.

$\mu\text{g}/\text{m}^3$

Sustancia	Conc. Máx.	Tiempo
Dióxido de Azufre	500	10 minutos
	125	24 horas
	50	1 año
Dióxido de Nitrógeno	200	1 hora
	40	1 año
	100.000	15 minutos
Monóxido de Carbono	60.000	30 minutos
	30.000	1 hora
	10.000	8 horas
	120	8 horas
Ozono	0,5	1 año
Plomo	100	30 minutos
Formaldehído	260	1 semana
Xileno	4.800	24 horas



IMPORTANCIA Y OBJETIVOS

La importancia de esta acción es sumamente alta, ya que entendemos al aire como un elemento vital para asegurar la calidad de los espacios. Es necesario tener en cuenta la ventilación como un aspecto fundamental en todas las etapas del proceso constructivo (diseño, construcción, vida útil, demolición), tiene aplicación en todo ámbito, ya sea habitable o laboral.

Todo ambiente necesita tener una buena ventilación para la conservación de la salud de las personas, para que su capacidad de actuar no se vea reducida debido a un ambiente viciado. Como también es necesaria para el buen desarrollo de las actividades que en ese ambiente se realicen.

Esta actividad tiene varios objetivos, entre ellos:

- Asegurar la calidad del aire interior.
- Reemplazar el aire contaminado (viciado) con aire limpio.
- Disminuir las concentraciones de gases o partículas a niveles adecuados para el funcionamiento de maquinaria o instalaciones.
- Colaborar en el acondicionamiento térmico del edificio. - Luchar contra los humos en caso de incendio.
- Asegurar la salubridad del aire, tanto el control de la humedad, concentraciones de gases o partículas en suspensión.
- Evitar la dispersión de los contaminantes hacia zonas no deseadas.
- Disminuir las concentraciones de gases o partículas a niveles adecuados para el funcionamiento de maquinaria o instalaciones.
- Proteger determinadas áreas de patógenos que puedan penetrar vía aire.

EFFECTOS GENERADOS POR UNA MALA VENTILACIÓN

Los efectos más comunes que genera una mala ventilación en las personas son algunos de los siguientes:

- Garganta: Dolor, inflamación, sequedad.
- Ojos: Irritación, lagrimeo.
- Nariz: Congestión, mucosidad.
- Cabeza: Mareos, dificultad para concentrarse, dolor.
- Pulmonar: Tos seca, sensación de ahogo.
- Cutáneos: Sequedad, erupciones.

En el ámbito laboral, puede causar estrés, malestar, ausentismo y pérdida de productividad. Según la OMS, el síndrome de la oficina enferma es un conjunto de «enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire en espacios cerrados», los cuales fueron nombrados previamente.

La “ muerte dulce ” es un problema recurrente en invierno, debido a la inhalación de monóxido de carbono (CO) producto de la combustión incompleta en hornallas o artefactos de calefacción, y que se debe evitar mediante la correcta ventilación. Se



denomina de tal modo porque al ser el CO un gas incoloro, inodoro e insípido, la persona que lo respira no sufre prácticamente: se adormece y tiene malestar general pero es incapaz de reaccionar, por lo que no puede pedir ayuda y finalmente muere. Por esto es necesario hacer el debido mantenimiento a los equipos de calefacción al comenzar los meses fríos y asegurar un adecuado sistema de ventilación.



2. MARCO LEGAL

Se describe a continuación el marco legal vigente en la República Argentina en cuanto a ventilación.

LEY DE HIGIENE Y SEGURIDAD 19.587

Art. 4. - La higiene y seguridad en el trabajo comprenderá las normas técnicas y medidas sanitarias, precautorias, de tutela o de cualquier otra índole que tengan por objeto:

- a) proteger la vida, preservar y mantener la integridad sicológica de los trabajadores;
- b) prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo;
- c) estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

Art. 5. - A los fines de la aplicación de esta ley considérense como básicos los siguientes principios y métodos de ejecución:

- i) Aplicación de técnicas de corrección de los ambientes de trabajo en los casos en que los niveles de los elementos agresores, nocivos para la salud, sean permanentes durante la jornada de labor;

Art. 6. - Las reglamentaciones de las condiciones de higiene de los ambientes de trabajo deberán considerar primordialmente:

- a) características de diseño de plantas industriales, establecimientos, locales, centros y puestos de trabajo, maquinarias, equipos y procedimientos seguidos en el trabajo;
- b) factores físicos: cubaje, ventilación, temperatura, carga térmica, presión, humedad, iluminación, ruidos, vibraciones y radiaciones ionizantes;
- c) contaminación ambiental: agentes físicos y/o químicos y biológicos;
- d) efluentes industriales.

Art. 9. - Sin perjuicio de lo que determinen especialmente los reglamentos, son también obligaciones del empleador;

- c) instalar los equipos necesarios para la renovación del aire y eliminación de gases, vapores y demás impurezas producidas en el curso del trabajo;



DECRETO 351/79

El Decreto Reglamentario N°351 del año 1979 de la Ley de Higiene y Seguridad 19.587 establece en el **Capítulo 11** artículos que ayudan a desarrollar no sólo una correcta ventilación, sino más bien un ambiente de trabajo adecuado, dentro de un establecimiento sano y seguro para los trabajadores.

Se presentan a continuación dichos artículos que hacen referencia al tema que nos incumbe, para darle énfasis a la obligación que tiene un proyectista de diseñar una correcta ventilación; no sólo por los perjuicios demostrados que se pueden provocar sobre la salud de las personas, sino también porque así lo indica la Ley y en caso de no cumplirla pueden presentarse consecuencias.

Art. 64. - En todos los establecimientos, la ventilación contribuirá a mantener condiciones ambientales que no perjudiquen la salud del trabajador “. Esto es con el objetivo de evitar los efectos negativos que se producen tanto sobre las personas como sobre la productividad, en ambientes con aire viciado.

Art. 65. - Los establecimientos en los que se realicen actividades laborales, deberán ventilarse preferentemente en forma natural. “ La condición general que se exige es que la sección de ventilación sea la mitad de la requerida para iluminación natural.

Art. 66. - La ventilación mínima de los locales, determinado en función del número de personas, será la establecida en la siguiente tabla: “

PARA ACTIVIDAD SEDENTARIA

Cantidad de personas	Cubaje del local en metros cúbicos por personas	Caudal de aire necesario en metros cúbicos por hora y por persona
1	3	43
1	6	29
1	9	21
1	12	15
1	15	12



PARA ACTIVIDAD MODERADA

Cantidad de personas	Cubaje del local en metros cúbicos por personas	Caudal de aire necesario en metros cúbicos por hora y por persona
1	3	65
1	6	43
1	9	31
1	12	23
1	15	18

Ejemplo de cálculo:

Para terminar de comprender el tema y como utilizar estas tablas que nos da la norma, se calcula la ventilación necesaria para una oficina de 10m x 5m de superficie y una altura de 4m en donde trabajan 5 personas, al estar en un escritorio trabajando se consideró esta como actividad sedentaria.

Pasos:

- 1) Se calcula el volumen de la oficina= $10 \times 5 \times 4 = 200 \text{m}^3$
- 2) Calcular el volumen (cubaje) disponible por persona= $200 \text{m}^3 / 5 \text{personas} = 40 \text{m}^3$
- 3) Entro a la tabla de actividad sedentaria, tomo el valor de un cubaje por persona de 15m^3 (Si en caso contrario el valor de cubaje por persona hubiese dado $10 \text{m}^3/\text{p}$ se tomaría $9 \text{m}^3/\text{p}$ por ser el valor mas exigente).
- 4) El resultado es que el caudal de aire necesario en metros cúbicos, por hora y por persona es de $12 \text{m}^3/\text{h}$.

Caudal de renovación de aire: $Q = N \times \text{Renovacion} = 5 \text{personas} \times 12 \text{m}^3/\text{h}$
persona = $60 \text{m}^3/\text{h}$.

Se necesita instalar un sistema de ventilación que tenga la capacidad de mover un caudal de aire de $60 \text{m}^3/\text{h}$, ya sea ventilación forzada o natural.

Art. 67.- Si existiera contaminación de cualquier naturaleza o condiciones ambientales que pudieran ser perjudiciales para la salud, tales como carga térmica, vapores, gases, nieblas, polvos u otras impurezas en el aire, la ventilación contribuirá a mantener permanentemente en todo el establecimiento las condiciones ambientales y en especial la concentración adecuada de oxígeno y la de contaminantes dentro de los valores admisibles y evitará la existencia de zonas de estancamiento.



Art. 68.- Cuando por razones debidamente fundadas ante la autoridad competente no sea posible cumplimentar lo expresado en el artículo precedente, ésta podrá autorizar el desempeño de las tareas con las correspondientes precauciones, de modo de asegurar la protección de la salud del trabajador.

Art. 69.- Cuando existan sistemas de extracción, los locales poseerán entradas de aire de capacidad y ubicación adecuadas, para reemplazar el aire extraído.

Art. 70.- Los equipos de tratamiento de contaminantes, captados por los extractores localizados, deberán estar instalados de modo que no produzcan contaminación ambiental durante las operaciones de descarga o limpieza. Si estuvieran instalados, en el interior del local de trabajo, éstas se realizarán únicamente en horas en que no se efectúan tareas en el mismo.

DECRETO 911/96

Este decreto surge debido al interés de los sectores sindical y empresarial en actualizar la reglamentación de la Ley de Seguridad e Higiene en el Trabajo N° 19.587, adecuando sus disposiciones a la Ley sobre Riesgos del Trabajo N° 24.557 a fin de aplicarla a las relaciones de trabajo regidas por la Ley N° 22.250, ya que, según se menciona, “en la industria de la construcción deben contemplarse situaciones especiales, como por ejemplo la coexistencia dentro de una misma obra, de personal dependiente del comitente, y de uno o más contratistas o subcontratistas, lo que genera situaciones especiales respecto a la determinación de la responsabilidad en el cumplimiento de las normas de seguridad e higiene en el trabajo. Otras razones por las cuales es necesario este decreto son que la industria de que se trata genera riesgos específicos cuya variedad y secuencia, exige un tratamiento diferenciado y que los trabajadores de la industria de la construcción poseen una elevada movilidad y rotación, entre otros.

Los artículos de interés en cuanto a ventilación se mencionan a continuación.

“ **Artículo 120 .** — En los locales o espacios confinados de las obras, la ventilación debe contribuir a mantener condiciones ambientales que no perjudiquen la salud de los trabajadores, entendiéndose por locales o espacios confinados aquellos lugares que no reciben ventilación natural. “

“ **Artículo 121 .** — La ventilación mínima en los lugares de trabajo, determinada en función del número máximo de personas por turno, debe ser la establecida en la tabla siguiente: “



TABLA N° 2

Ventilación mínima requerida en función del N° máximo de ocupantes por turno

Volumen del local (en metros cúbicos por persona)	Caudal de aire necesario (en metros cúbicos por hora por persona)
3	65
6	43
9	31
12	23
15	18

“ Artículo 122 . — Cuando existan sistemas de extracción, los locales poseerán entradas de aire con capacidad y ubicación adecuadas para reemplazar el aire extraído.”

“ Artículo 123 . — Los equipos de captación y tratamiento de contaminantes, deben estar instalados de modo que no produzcan contaminación ambiental durante las operaciones de descarga o limpieza. Si estuviesen instalados en el interior del local de trabajo, estas operaciones, en la medida que dañen la salud del trabajador, se realizarán únicamente en horas en que no se efectúen tareas ordinarias en el mismo.”

“ Artículo 124 . — En los casos en que se requiera el uso de electroventiladores, fijos o desplazables, éstos deben estar protegidos mecánica y eléctricamente. Los niveles de ruidos y vibraciones son los que se contemplan y permiten en el Capítulo correspondiente. “

“ Artículo 125 . — Para autorizar la realización de trabajos en áreas o espacios confinados, se debe verificar previamente:

- Concentración de oxígeno, como mínimo, DIECIOCHO CON CINCO DÉCIMOS POR CIENTO (18,5 %).
- Ausencia de contaminantes y mezclas inflamables explosivas.
- Que estén bloqueados todos los accesos de energía externos, las entradas de hombres y aquellos que puedan alterar las condiciones de seguridad establecidas. “

CODIGO DE EDIFICACION DE CÓRDOBA

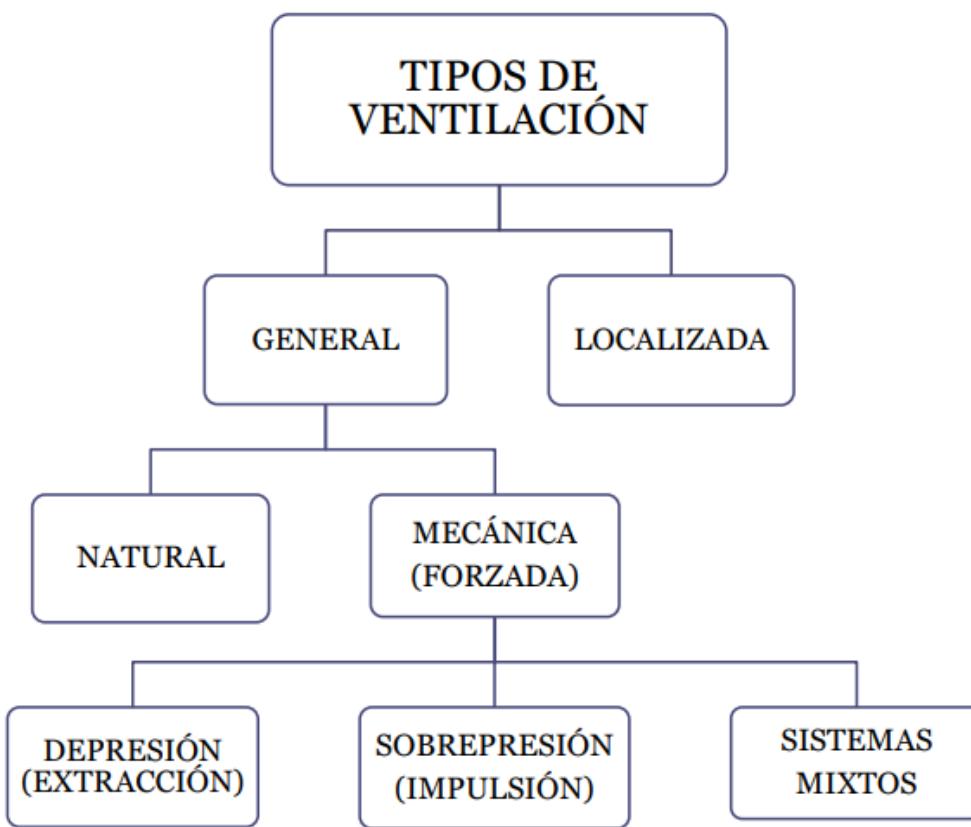
En la Ciudad de Córdoba rige el Código de Edificación según la Ordenanza N°9387/95 que establece requerimientos en cuanto al diseño de los edificios Establece los vanos mínimos que deben disponerse para la ventilación, como también los requerimientos para establecimientos especiales como salas de cine, teatros, entre otros. También



describe cuales son los sistemas disponibles de ventilación, y cual de ellos es el indicado para los distintos locales. Además indica las características necesarias de los patios de ventilación para edificios residenciales, entre otras especificaciones. Dichos requerimientos se ven desarrollados detalladamente en el capítulo 4 “tipos de ventilación”.



3. TIPOS DE VENTILACIÓN



3.1 VENTILACIÓN GENERAL

La ventilación general del edificio consiste en la renovación del volumen de aire por hora que hay que asegurar para la correcta realización de la actividad. Acorde a la actividad que se realice en el recinto, obtenemos el número de renovaciones de volumen por hora que debemos establecer. El parámetro fundamental es entonces: caudal de ventilación por unidad de tiempo.

La finalidad es obtener concentraciones más bajas de aire contaminado, por este motivo, también se identifica esta técnica con el nombre de ventilación por dilución.

SITUACIÓN DE LAS TOMAS DE AIRE Y DESCARGAS:

No basta con prever entradas y salidas de aire, sino que también deberemos considerar de dónde viene el aire que entra en el local y a donde va a parar el aire que extraemos.

Puede ocurrir que el aire proviniera de un local más contaminado o de una calle con un gran nivel de tráfico y aire muy contaminado; este aire nos sería muy poco útil para reducir la contaminación del local. También el aire extraído puede tener requerimientos de tratamiento o la imposibilidad de que vaya a parar, por ejemplo, a áreas residenciales. Además, es necesario asegurar que el aire contaminado que se



extrae no vuelve a introducirse en el local a través de las aberturas de admisión de aire fresco.

Los puntos de extracción y admisión de aire deben estar situados de tal forma que el aire pase a través de la zona contaminada. El trabajador ha de estar situado entre la entrada de aire y el foco contaminante.

Principios básicos de la ventilación general

1. Se puede ventilar mediante extracción, impulsión o una combinación de ambas.
2. La ventilación habitual es por dilución, aunque también se puede usar la ventilación por desplazamiento.
3. El aire debe circular del lugar menos contaminado al más contaminado.
4. Los lugares más contaminados deben permanecer en presión negativa (depresión) en relación a las áreas adyacentes.
5. El aire de entrada debe pasar primero por las zonas ocupadas y después por las zonas de emisión de contaminantes.
6. Debe conocerse el origen del aire de sustitución.
7. Debe conocerse el destino del aire saliente

Inconvenientes

1. Valores muy elevados para ambientes "industriales".
2. Puede requerir corrientes de aire elevadas.
3. Consumo de energía elevado.
4. Requerimientos de climatización
5. Se elimina el aire ya diluido y/o tratado
6. Sirve de poco para agentes químicos peligrosos.
7. Es inaplicable a aerosoles.

El Código de Edificación de la ciudad de Córdoba (Ordenanza N°9387/95) considera tres tipos de ventilaciones:

- Directa
- Por conducto
- Forzada

3.1.1 VENTILACIÓN NATURAL O DIRECTA (*)

Proceso de renovación del aire de un local obtenido sin accionamiento motor, se obtiene por vanos abiertos al exterior. La circulación del aire se produce por diferencias térmicas y de presión.

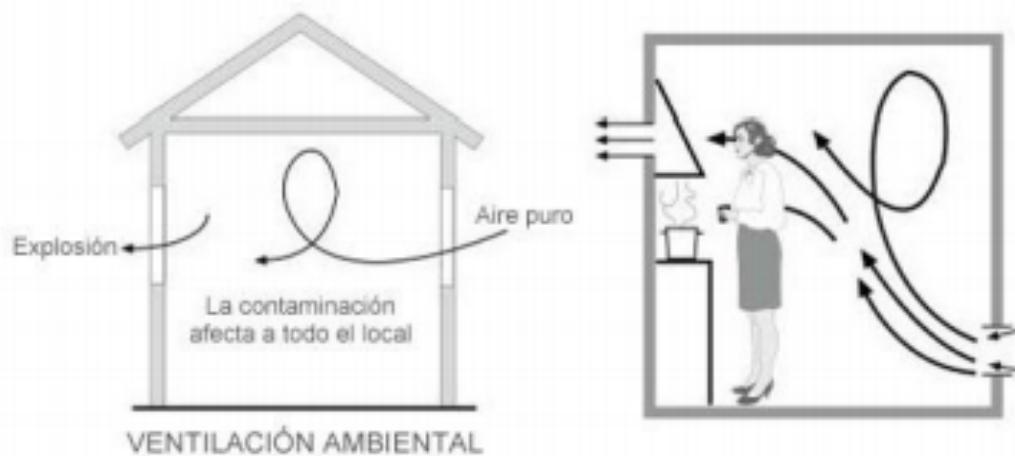
Para poder asegurar una correcta ventilación impulsada por el viento natural, debemos conocer una serie de factores climáticos y geográficos:

- Diferencia de altura.
- Diferencias de temperatura exterior e interior.



- Diferencias de presión.
- Acción del viento.
- Carga térmica.

Las velocidades de movimiento de aire por circulación y ventilación natural deberían ser de 6 a 12 m/min en invierno y de 12 a 18 m/min en verano. Las aberturas de ingreso de aire fresco deben estar lo más bajas posibles para provocar un buen arrastre de renovación de todo el local industrial, y las aberturas de ventilación para salida de aire viciado lo más altas posibles. El aire viciado en contacto con el hombre y los procesos industriales calientes se dilata y tiende a elevarse, razón por la cual la ventilación natural se produce en movimiento ascensional. Primero se deben agotar todas las posibilidades de lograr una ventilación adecuada en forma natural. Recién cuando no sea suficiente se debe recurrir a un sistema de ventilación forzada.



Cualquier local se podrá ventilar por diferencia o quiebres en el techo, siempre que se respeten las superficies mínimas de ventilación establecidas en la Ordenanza de la Ciudad de Córdoba, que serán:

$$V = I/2$$

Donde I es la resultante del cálculo de iluminación. A su vez la iluminación se calcula de la siguiente manera:

$$I = S / 10 \text{ (para vanos ubicados a una altura} < 2\text{m del piso)}$$

$$I = (1.2 \times S) / 10 \text{ (para vanos ubicados a una altura} > 2\text{m y} < 3\text{m del piso)}$$

$$I = (1.4 * S) / 10 \text{ (para vanos ubicados a una altura} > 3\text{m del piso)}$$

$$I = (S + S1) / 10 \text{ (si en el techo existe un área translúcida, dicha área debe restarse a} S1) \text{ Para iluminación a través de parte cubierta.}$$

Siendo:

- S = Superficie del piso del local.

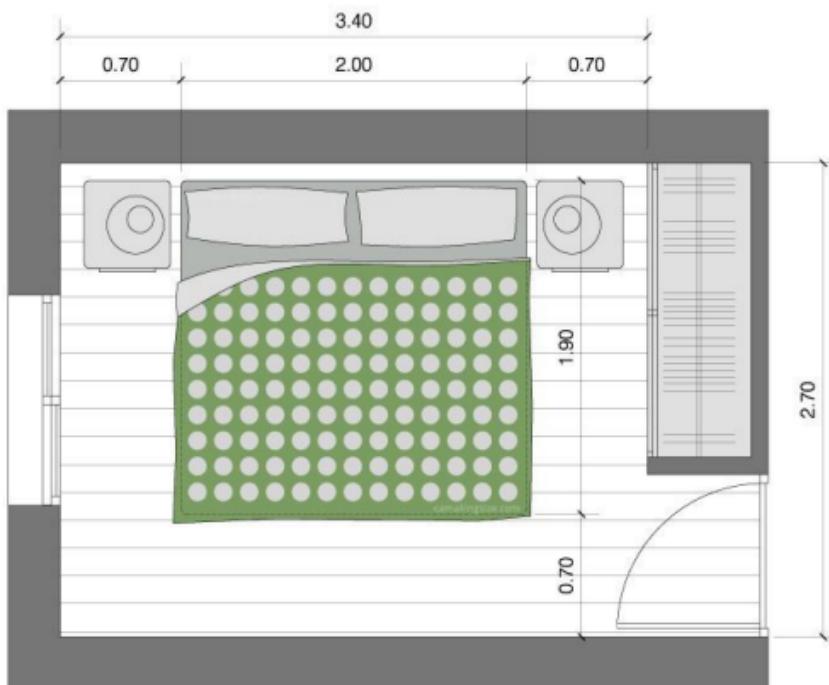
- $S1$ = Superficie de la parte cubierta a través de la cual ilumina un local.



- I = Superficie mínima del vano de iluminación.

Ejemplo de aplicación:

Se calculará la ventilación para una habitación simple de una vivienda. La misma será directa y desde un vano ubicado en una altura entre 2m y 3m.



Para ello primero debemos calcular la iluminación natural necesaria.

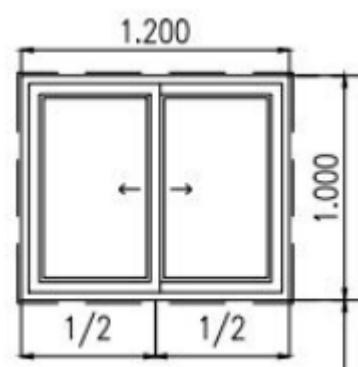
$$I = (1.2 \times S) / 10 = (1.2 \times 2.7 \text{ m} \times 3.4 \text{ m}) / 10 = 1.102 \text{ m}^2$$

Para ello proponemos una ventana de las siguientes dimensiones.

La ventilación necesaria será entonces:

$$V = I/2 = 1.102 / 2 = 0.55 \text{ m}^2.$$

Por lo tanto, el vano anterior podrá ser corredizo en su totalidad, o tener un paño fijo en la mitad del mismo, y la otra mitad se debe poder abrir

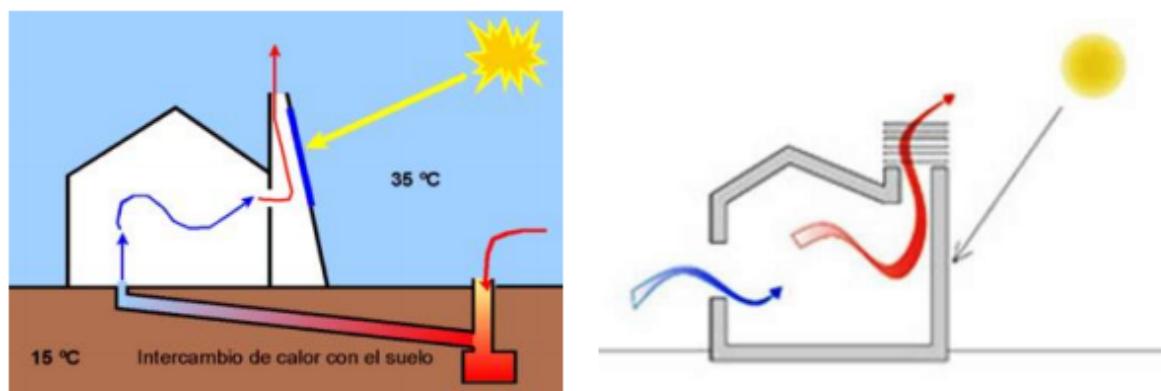




Chimenea pasiva o solar

Una chimenea solar - designada a menudo una chimenea termal - es una manera de mejorar la ventilación natural de edificios usando la convección del aire calentado por energía solar pasiva.

En su forma más simple, una chimenea solar consiste en una chimenea pintada de negro. Durante el día la energía solar calienta la chimenea y el aire dentro de ella, creando una corriente de aire ascendente en la chimenea. La succión creada en la base de la chimenea se puede utilizar para ventilar y para refrescar el edificio. En buena parte del mundo es más simple aprovechar los vientos predominantes del sitio, pero en días calmos y calientes este tipo de chimenea puede proporcionar la ventilación donde de otra manera no habría ninguna.

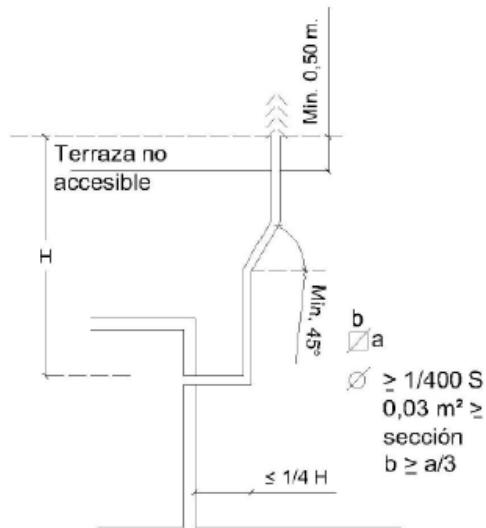


VENTILACIÓN POR CONDUCTOS:

Por conductos individuales por local:

Se deben cumplir una serie de condiciones:

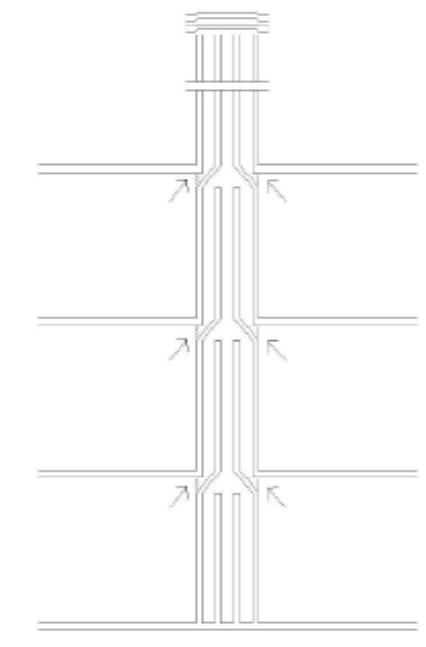
- La ubicación en planta debe asegurar una efectiva renovación
- Sección transversal min= $1/400 \times$ Sup del local y no menor a 300 cm²
- Relación de lados 1/3
- Conducto vertical de superficie interior lisa
- Remate mayor a 2m para lugares accesibles y de 0,5m para lugares no accesibles, debiendo ubicarse a 1.5m de la línea medianera y llevarán dispositivos de tiraje.



Ventilación por conducto común a varios locales:

El conducto servirá para unificar dos o más conductos del tipo "Conductos individuales". Para este caso el Código de Edificación también nos da una serie de pautas a cumplir:

- Superficie interior lisa, y en su interior no se cruzara ninguna cañería.
- Dimensiones mínimas dependen de la cantidad de locales por piso, para un local la dimensión mínima es de 0,40x0,25 mts, y en caso de tener dos locales por piso 0,55x0,25 mts
- Los conductos individuales se deberán introducir en el conducto colectivo una longitud mínima de 1m para poder evitar que el aire viciado pase de un local a otro.
- El conducto deberá ser perfectamente vertical y rematar a no menos de 2m del piso de la azotea y a una distancia de 2,4m de cualquier paramento o vano de local habitable.





3.1.2 VENTILACIÓN MECÁNICA (O FORZADA)

Cuando el viento natural no alcanza a satisfacer las necesidades de renovación de aire entonces debemos disponer una serie de extractores o ventiladores para asegurar una correcta circulación del aire.

Ventajas: Controlar el caudal y velocidad de circulación del aire, asegurar en todo momento el caudal necesario de renovación. Alta eficiencia para eliminar ciertos tóxicos o sustancias peligrosas

Desventajas: Alto costo de instalación de maquinaria y conductos. Requiere mantenimiento e inspección.

El sistema de ventilación mecánica cumplirá las siguientes normas:

- El equipo asegurará una entrada mínima de aire de 30,00 m³ (treinta metros cúbicos) por hora y por persona, o el equivalente de 10 (diez) renovaciones de aire por hora. No obstante, esta condición general podrá variar de acuerdo con el destino del local, su capacidad y número de ocupantes.
- En caso de ser el único sistema de ventilación, se dispondrá de dos equipos, actuando siempre uno de ellos como relevo automático y un generador de energía para emergencias.
- Los locales con ventilación mecánica cuyos equipos expulsen aire a la vía pública, a galerías comerciales a cielo abierto o pasajes a cielo abierto, no podrán ubicar dichos equipos a una altura inferior a los 2,00 (dos) metros, debiendo prever además sistemas de evacuación de líquidos que no afecten al público y a las condiciones técnicas de los materiales de edificación (pinturas, metales, maderas, etc.).
- En el caso de locales que den a galerías comerciales cubiertas, los equipos de ventilación mecánica no podrán expulsar el aire acondicionado sobre el espacio de dichas galerías.

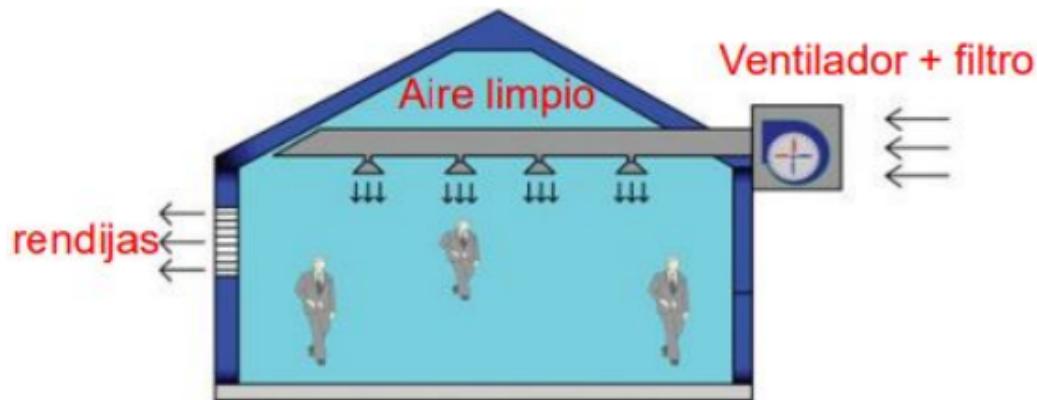
La ventilación forzada o mecánica se realiza mediante la creación artificial de depresiones o sobrepresiones en conductos de distribución de aire o áreas del edificio. Éstas pueden crearse mediante extractores, ventiladores, unidades manejadoras de aire (UMAs) u otros elementos accionados mecánicamente. Los sistemas de ventilación mecánica se pueden dividir en tres tipos:

A. SOBREPRESIÓN:

Se impulsa aire del exterior del local, lo que ocurre es que el aire del interior saldrá por rejillas o puertas, también llamado por inyección.

Si aseguramos que el caudal ingresante en el ambiente sea mayor que el extraído, entonces el aire estará confinado y la presión interior va a ser mayor que la presión atmosférica.

Se trabaja a sobrepresión cuando en la industria se utilizan productos químicos tóxicos, grandes emanaciones de vapor, procesos exotérmicos, etc.



B. SUBPRESION O DEPRESION:

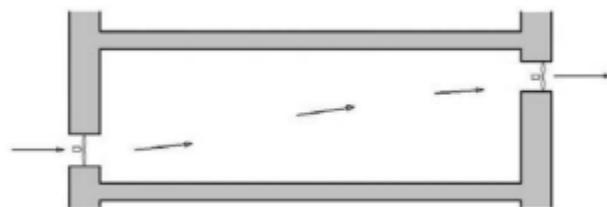
Es el caso si se instala un extractor, el local se encontrara en depresión.

Si aseguramos que el caudal que sale es mayor al caudal de aire ingresante, entonces la presión interior va a ser menor a la atmosférica. Nos interesa en quirófanos y hospitales, en donde los virus y enfermedades no deben salir del recinto y expandirse por zonas habitables.



C. SISTEMAS MIXTOS

tanto la entrada de aire como la extracción se realizan por medios mecánicos.

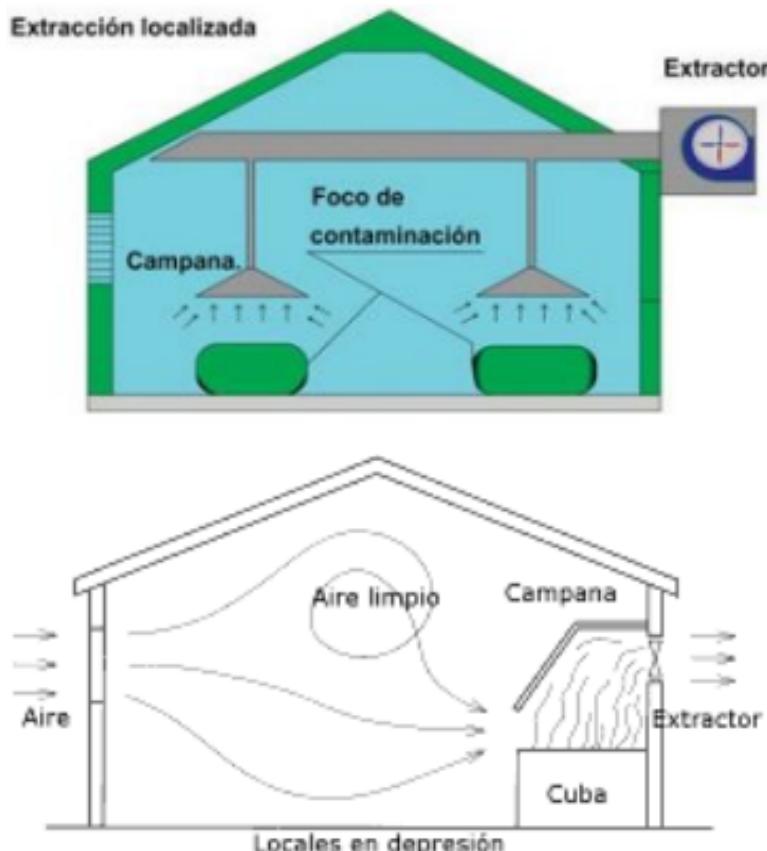




3.2 VENTILACIÓN LOCALIZADA:

Consiste en captar el aire contaminado cerca de la fuente de emisión del agresor, conducirlo por conductos especialmente diseñados, y previa separación del tóxico aspirado del aire con el que está mezclado, la evacuación de la corriente de aire al ambiente exterior.

El aire contaminado es captado en el mismo lugar que se produce evitando su difusión por todo el local

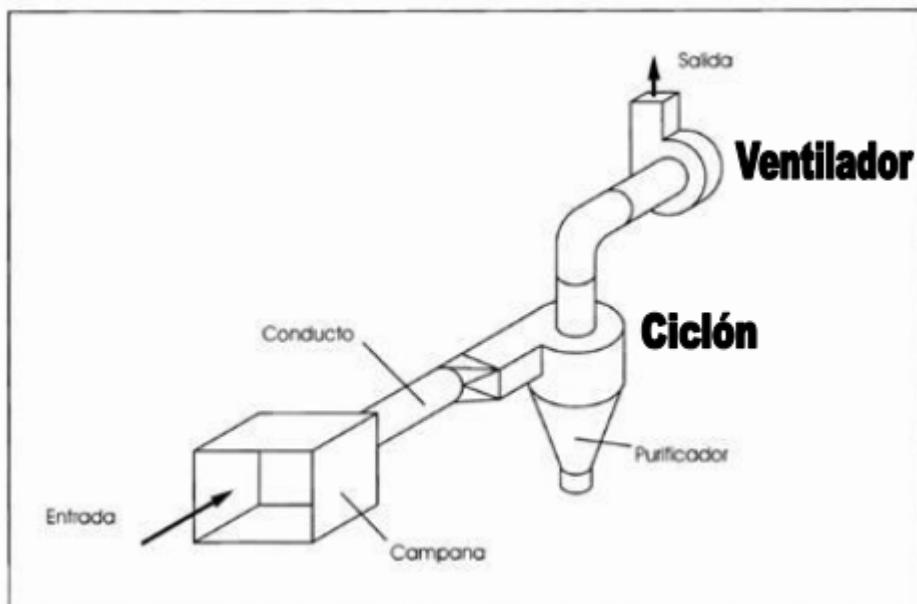


Los sistemas de extracción localizada constan de cuatro elementos principales:

- Campana: es la parte del sistema por medio de la cual son efectivamente captados los contaminantes. Aunque su forma puede ser muy diversa, a todas se les da el nombre genérico de "campanas".
- Conductos: el aire extraído cargado de contaminante circula a través de una serie de conductos hasta llegar al depurador.
- Depurador: aunque no siempre se instala, la protección del medio ambiente exige que todo sistema de extracción localizada disponga de un depurador que separe el contaminante del aire y expulse únicamente al exterior aire limpio.



d) Ventilador: para que el aire circule por la campana, los conductos y el depurador, es necesario que en el sistema exista un ventilador (extractor) que proporcione la energía necesaria para ello.

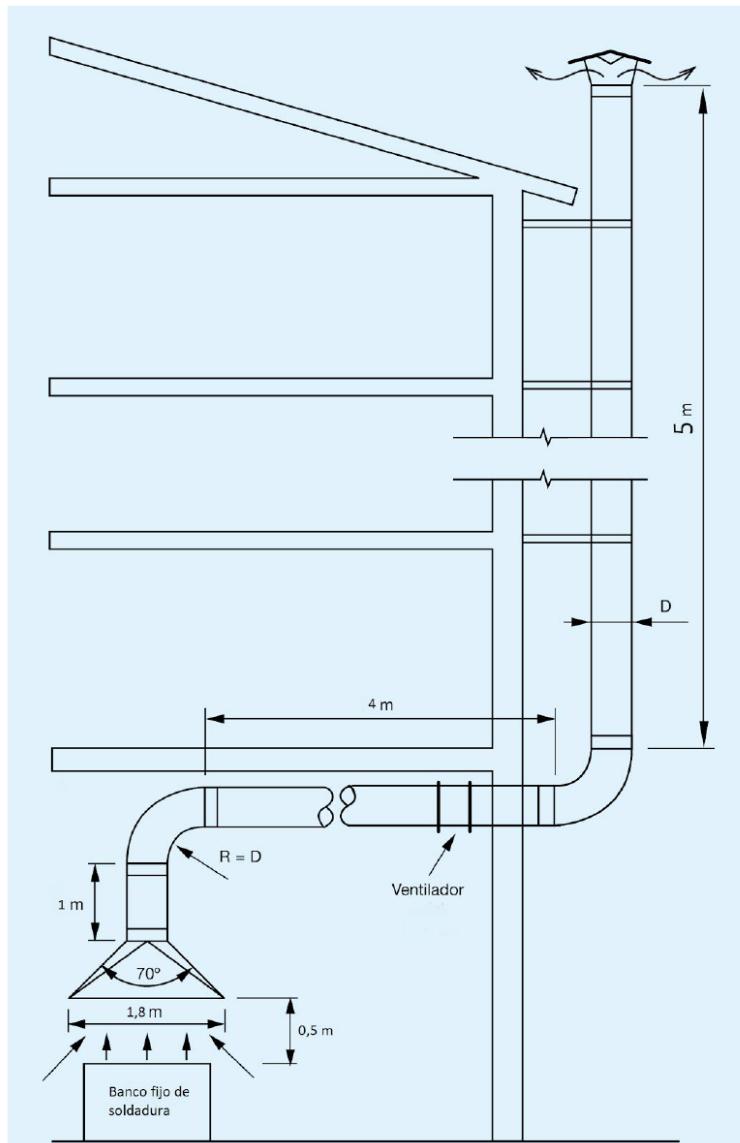




4. EJEMPLO DE CÁLCULO DE UN SISTEMA DE VENTILACIÓN LOCALIZADA

En este ejemplo se analizará el caso de la ventilación localizada para una actividad de soldadura, se debe proteger a los operarios de los vapores generados.

Datos:



Ancho de banco máximo = 0,6 m

Partículas menores a 0.1 micrómetros

Campana rectangular

Largo= 1,8 m

Ancho= 0,6 m

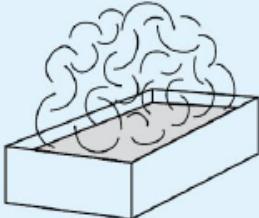


Ángulo $\alpha = 70^\circ$

Codo de radio interior igual al diámetro.

Resolución

1) Para que el dispositivo de captación sea efectivo, se adopta una velocidad de captación en función de las características de la fuente de contaminación:

Únicamente gases y vapores	Características de la fuente de contaminación	Ejemplos	Velocidad de captación m/s
	Desprendimiento con velocidades casi nulas y aire quieto.	Cocinas. Evaporación en tanques. Desengrasado.	0,25 - 0,5
	Desprendimientos a baja velocidad en aire tranquilo.	Soldadura. Decapado. Talleres galvanotecnia.	0,5 - 1
	Generación activa en zonas de movimiento rápido del aire.	Cabinas de pintura.	1 - 2,5
Con partículas sólidas en suspensión	Generación activa en zonas de movimiento rápido del aire.	Trituradoras.	1 - 2,5
	Desprendimiento a alta velocidad en zonas de muy rápido movimiento del aire.	Esmerilado. Rectificado.	2,5 - 10

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

Inferior

1. Pocas corrientes de aire en el local.
2. Contaminantes de baja toxicidad.
3. Intermitencia de las operaciones.
4. Campanas grandes y caudales elevados.

Superior

1. Corrientes turbulentas en el local.
2. Contaminantes de alta toxicidad.
3. Operaciones continuas.
4. Campanas de pequeño tamaño.

Tabla 2.10: Velocidades de captación.



$$v_{capt} = 0,7 \text{ m/s}$$

Esta es la velocidad con la que el aire arrastra los vapores de la soldadura.

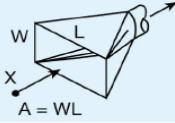
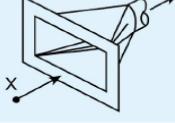
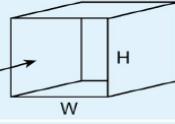
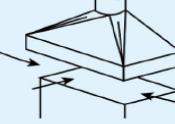
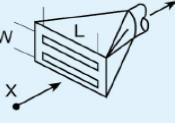
Tipo de campana	Descripción	Caudal
	Campana simple	$Q = V(10x2+A)$
	Campana simple con pestaña	$Q = 0,75V(10x2+A)$
	Cabina	$Q = VA = VWH$
	Campana elevada	$Q = 1,4 PVH$ P = perímetro H = altura sobre la operación
	Rendija múltiple. 2 ó más rendijas.	$Q = V(10x2+A)$

Fig. 2.8: Tipos de campanas

2) Se calcula el caudal de captación según el tipo de campana.

En este caso se trata de una campana elevada, cuyo caudal se expresa como:

$$Q = 1,4 * P * v_{capt} * H$$

donde:

P: perímetro

H: altura sobre la operación

Se diseña una campana rectangular de dimensiones:

Largo= 1,8 m

Ancho= 0,6 m

$$P = 1,8m * 0,6m = 1,08m$$

H = 0,5 m

Luego:

$$Q = 1,4 * 1,08m * 0,7m/s * 0,5m$$

$$Q = 0,53 \text{ m}^3/\text{s} * 3600 \text{ s/h}$$

$$Q = 1905 \text{ m}^3/\text{h}$$



3) Se adopta la velocidad en el conducto que transporta el aire contaminado. Ésta debe impedir la sedimentación de las partículas sólidas en suspensión, y se determina según el tipo de materiales en suspensión en el aire:

TABLA N° 3.1
VELOCIDADES RECOMENDADAS PARA DISEÑO DE CONDUCTOS

Naturaleza del contaminante	Ejemplos	Velocidad de diseño (m/s)
Vapores, gases, humos de combustión	Todos los vapores, gases y humos	Indiferente (la velocidad óptima económicamente suele encontrarse entre 5 y 10 m/s)
Humos de soldadura	Soldadura	10-12,5
Polvo muy fino y ligero	Hilos de algodón, harina de madera, polvo de talco	12,5-15
Polvos secos	Polvo fino de caucho, baquelita en polvo para moldeo, hilos de yute, polvo de algodón, virutas (ligeras), polvo de detergente, raspaduras de cuero	15-20
Polvo ordinario	Polvo de desbarbado, hilos de muela de pulir (secos), polvo de lana de yute (residuos de sacudidor), polvo de granos de café, polvo de cuero, polvo de granito, harina de silice, manejo de materiales pulverulentos en general, corte de ladrillos, polvo de arcilla, fundiciones (en general), polvo de caliza, polvo en el embalado y pesado de amianto en industrias textiles	17,5-20
Polvos pesados	Polvo de aserrado (pesado y húmedo), viruta metálica, polvo de desmoldeo en fundiciones, polvo en el chorreado con arena, pedazos de madera, polvo de barro, virutas de latón, polvo en el taladrado de fundición, polvo de plomo	20-22,5
Polvo pesado húmedo	Polvo de plomo con pequeños pedazos, polvo de cemento húmedo, polvo del corte de tubos de amianto-cemento, hilos de muela de pulir (pegajosos)	> 22,5

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

(*)Generalmente se adoptan velocidades de 10 m/s

Para el caso de soldadura, se trata de polvos muy finos y ligeros menores a 0,1 micrómetros, luego:

$$v_{transporte} = 12 \text{ m/s}$$

4) Diámetro del conducto

$$A_c = Q/Trans = 0,53/12 = 0,044 \text{ m}^2$$

$$A_c = \pi * D^2/4$$



$$D \text{ cálculo} = \sqrt{\frac{4x0,044}{\pi}} = 0,24\text{m} = 240\text{mm}$$

Tabla I
Dimensiones normalizadas para conductos circulares

Diámetro nominal mm		Superficie área transversal m ²	Superficie lateral m ² /m
Normal	Intermedio		
80	90	5,03 10 ⁻³	251 10 ⁻³
	112	6,36 10 ⁻³	283 10 ⁻³
100	112	7,85 10 ⁻³	314 10 ⁻³
	140	9,85 10 ⁻³	352 10 ⁻³
125	140	12,3 10 ⁻³	393 10 ⁻³
	180	15,4 10 ⁻³	440 10 ⁻³
160	180	20,1 10 ⁻³	503 10 ⁻³
	224	25,4 10 ⁻³	565 10 ⁻³
200	224	31,4 10 ⁻³	628 10 ⁻³
	280	39,4 10 ⁻³	704 10 ⁻³
250	280	49,1 10 ⁻³	785 10 ⁻³
	335	61,6 10 ⁻³	880 10 ⁻³
315	335	77,9 10 ⁻³	990 10 ⁻³
	450	99,0 10 ⁻³	1,12
400	450	126 10 ⁻³	1,26
		159 10 ⁻³	1,41

Adoptamos un diámetro de 250mm.

Pérdidas de carga

Pérdidas de carga lineal

Para vencer la fricción en el conducto se necesita una presión de aire necesaria

llamada "pérdida de carga Pd", que es la que determina el gasto de energía del ventilador. Depende del diámetro del conducto, la velocidad y densidad del aire, el coeficiente de fricción, la rugosidad de las paredes, la dimensión y disposición, y la longitud de la conducción. En la práctica Pd se obtiene de nomogramas para distintos tipos de sección y coeficientes de fricción.

En nuestro caso tenemos un conducto circular de chapa galvanizada, por lo que utilizaremos la figura 3.1 para secciones circulares y coeficiente de fricción para una plancha de hierro galvanizada.

Entrando con:

$$Q = 1905 \text{ m}^3/\text{h} \approx 2000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = 250\text{mm}$$

$$v_{\text{transporte}} = 12 \text{ m/s}$$



CONDUCTOS CIRCULARES RECTILÍNEOS PÉRDIDA DE CARGA POR ROZAMIENTO DEL AIRE

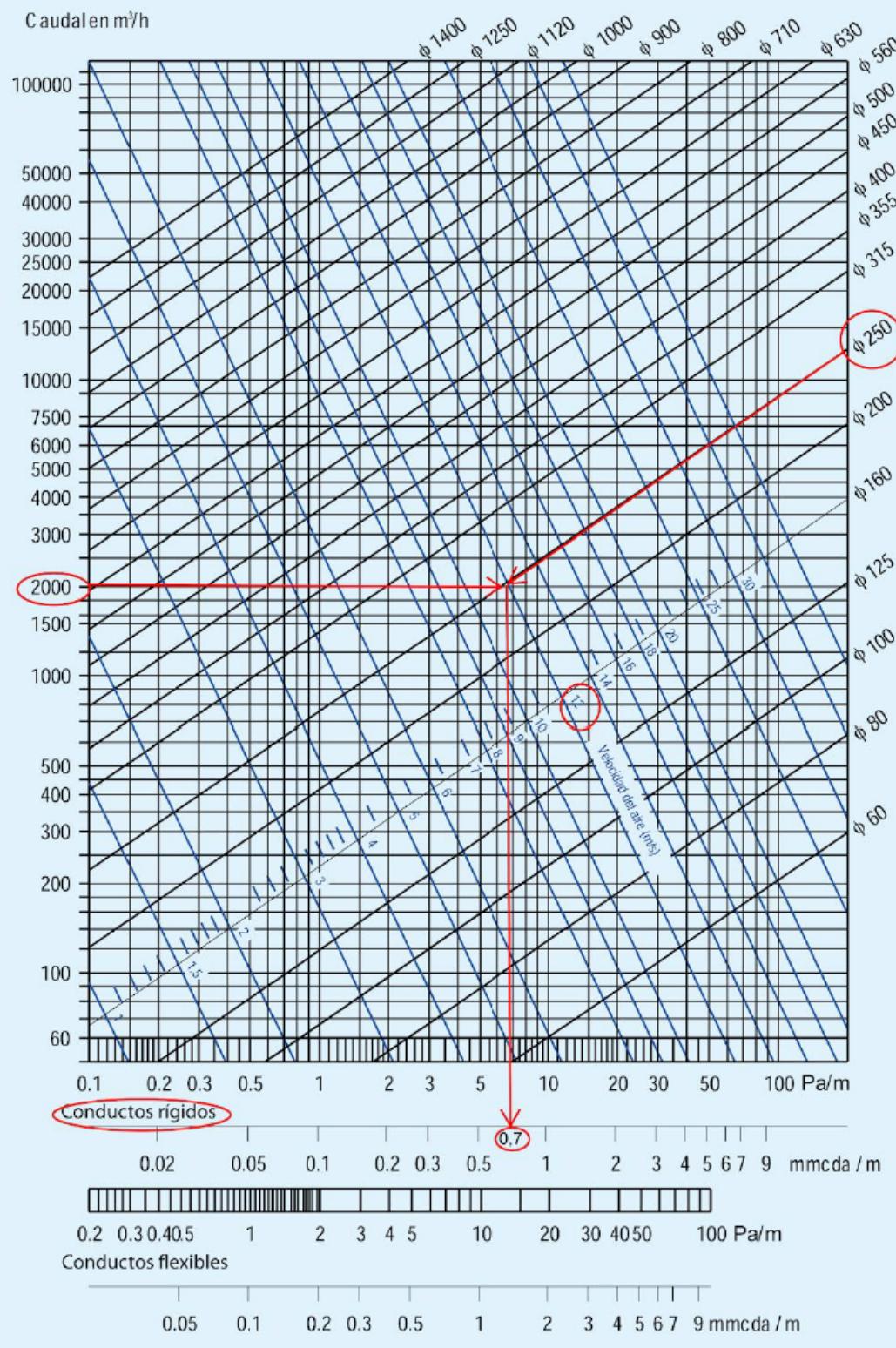


Fig. 3.1

Se obtiene una pérdida de carga por metro lineal de :

Perdida de carga P lineal = 0, 7 mmcd/m



Como la longitud del conducto es:

$$L = 1m + 4m + 7m = 12m$$

La pérdida de carga en los tramos rectos será

$$H_{recto} = \text{Pérdida de carga lineal} * L = 0,7 \text{ mmca/m} * 12m$$

$$H_{recto} = 8,4 \text{ mmca}$$

- Pérdida de carga en accesorios y cambios de dirección

Estas pérdidas se calculan según el método del coeficiente "n", que consiste en calcular la pérdida de carga de cada elemento del conducto como el producto de la presión dinámica P_d del aire que circula y del coeficiente "n" determinado experimentalmente para cada elemento según su forma y dimensión y obtenido de gráficos.

$$H_{local} = n * P_d [\text{mmca}]$$

P_d se calcula a partir del caudal de aire que circula Q (m^3/h) y el diámetro del conducto d (m):

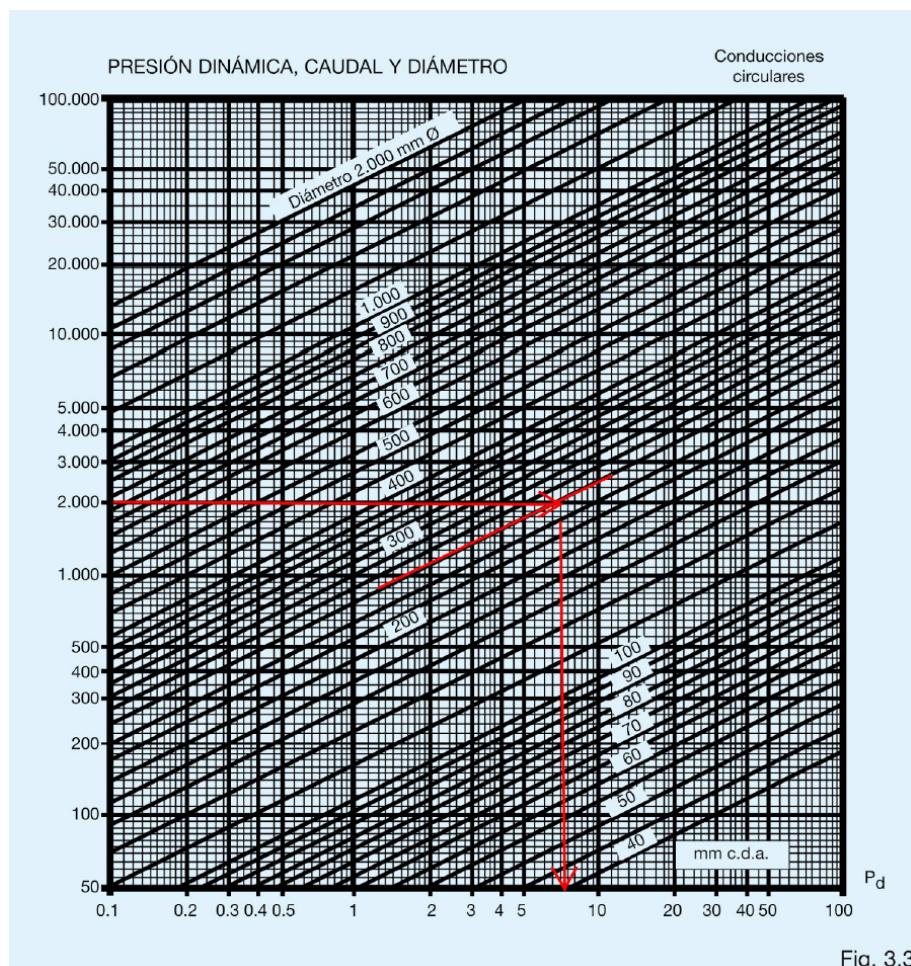


Fig. 3.3



$$Q=2000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D=250 \text{ mm}$$

Se obtiene $P_d=8 \text{ mmca}$

Los coeficientes n se calculan a continuación.

La campana tiene un ángulo $\alpha = 70^\circ$ y es rectangular, luego $n_{\text{campana}} = 0,2$

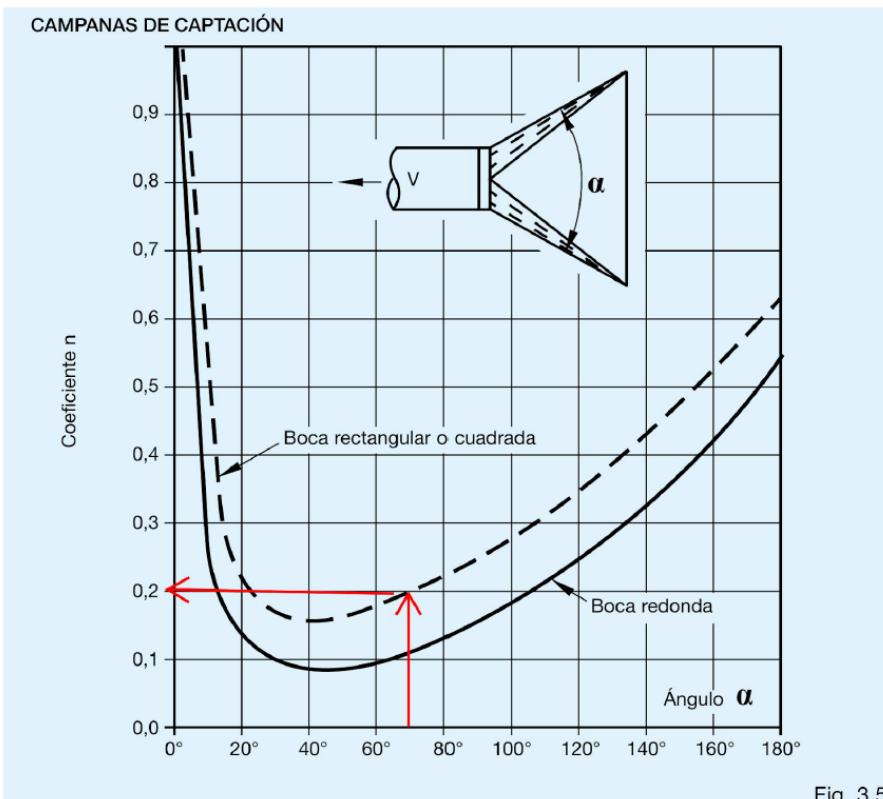


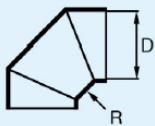
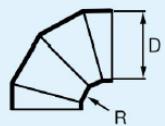
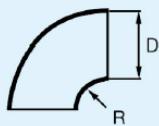
Fig. 3.5

$$H_{\text{campana}} = n_{\text{campana}} * P_d = 0,2 * 8 \text{ mmca} = 1,6 \text{ mmca}$$

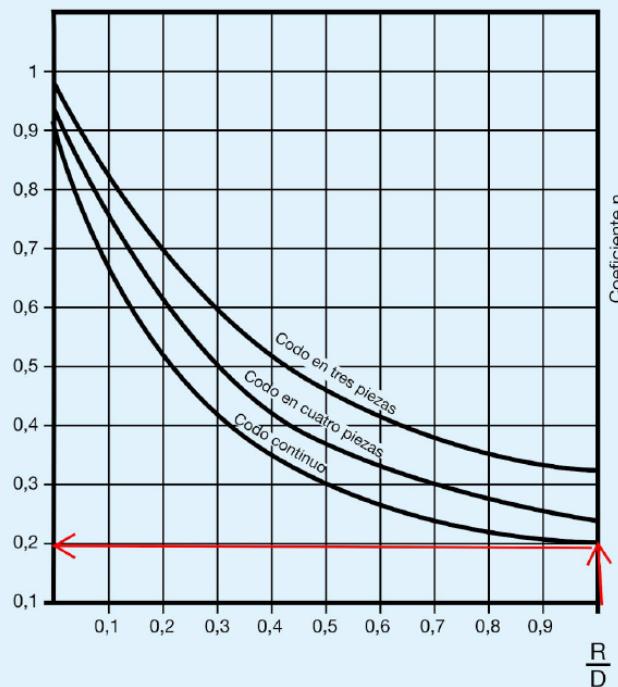
Como el radio interior es igual al diámetro, $R/D=1$. Para codo continuo se tiene $n_{\text{codo}} = 0,2$.



COEFICIENTES <n> DE PÉRDIDAS DE CARGA CODOS



Sección circular



$$H_{\text{codo}} = n_{\text{codo}} \cdot P_d = 0,2 \cdot 8 \text{ mmca} = 1,6 \text{ mmca}$$

Como la altura del sombrerete H es igual al diámetro del conducto D , se tiene $n_{\text{sombrerete}} = 1,08$

$$\text{Luego, } H_{\text{codo}} = n_{\text{sombrerete}} \cdot P_d = 1,08 \cdot 8 \text{ mmca} = 8,6 \text{ mmca}$$



SALIDA POR EL TEJADO

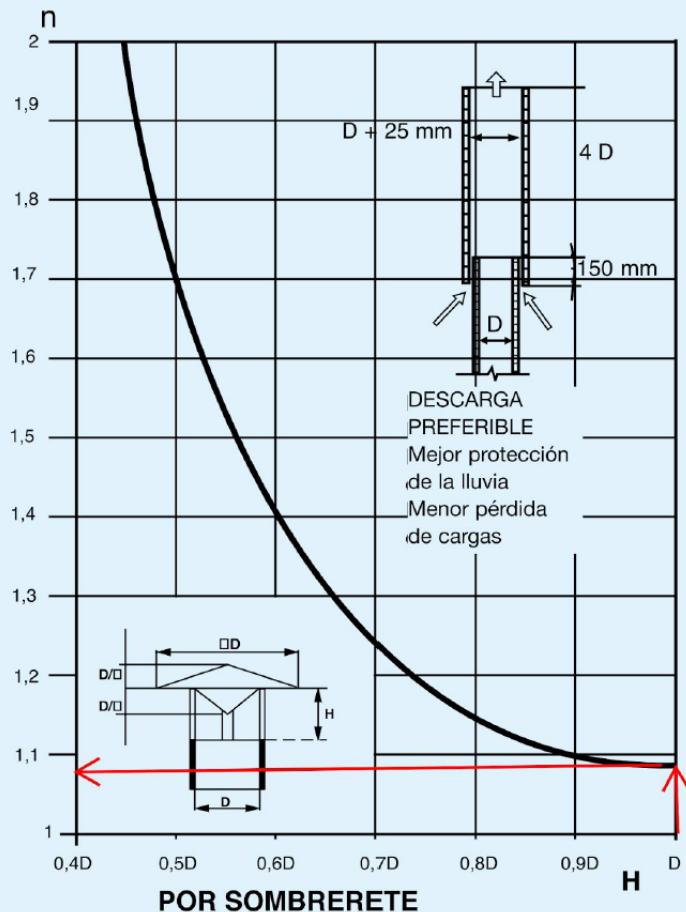


Fig. 3.7

Pérdida de carga total del sistema

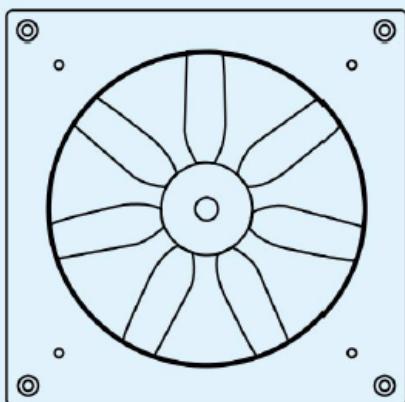
Se obtiene sumando las pérdidas de carga locales y la de los tramos rectos.

$$H = H_{rectos} + H_{campana} + H_{codo} + H_{sombrerete} = 8,4 \text{ mmca} + 1,6 \text{ mmca} + 1,6 \text{ mmca} + 8,6 \text{ mmca}$$

$$H = 20,2 \text{ mmca}$$

Elección del ventilador

El extractor de aire a elegir debe poder llevar un caudal de 1905 m³/h a través de un sistema que tiene pérdidas de 20,2 mmca. El más idóneo sería un ventilador axial, en el cual el aire entra y sale de la hélice con trayectorias a lo largo de superficies cilíndricas coaxiales al ventilador.

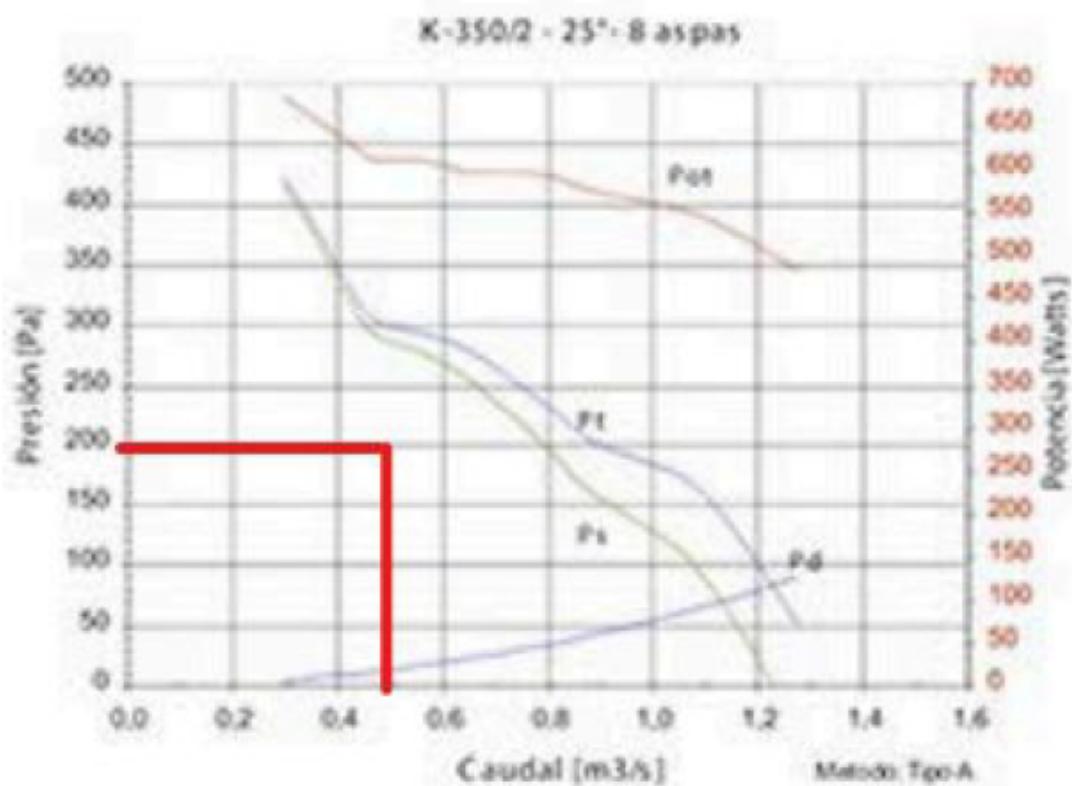


Axial Mural



Fig. 4.5

Se selecciona un ventilador axial de un catálogo comercial (Gatti Ventilación). Para ello se utilizaron las curvas de prestaciones brindadas por el fabricante, se ingresa a las mismas con el caudal en [m³/s] (0,53 [m³/s]) y la pérdida de de carga en [Pa] (20,2mmca=198,09 Pa). Se seleccionó el ventilador K-350/2 -25° - 8 aspas, cuya curva de prestaciones incluyera los valores de caudales y pérdidas de carga de nuestro sistema de ventilación, con el criterio de minimizar la potencia necesaria, o sea buscando que el máximo de potencia se encuentre cerca de nuestro punto de trabajo.





Ejemplo de cálculo de un sistema de ventilación general:

Se desea calcular el caudal volumétrico requerido para la ventilación de un taller de planchado de una tintorería, que posee las siguientes dimensiones: 15 metros de longitud, 6 metros de ancho y 4 metros de alto. El volumen del local es: $V = 15 \cdot 6 \cdot 4 = 360\text{m}^3$, y eligiendo el número de renovaciones igual a 25 (obtenido de tabla “renovaciones por hora”, resulta que el caudal de aire:

$$Q = 25 \cdot 360 = 9000 \text{ m}^3 / \text{h.}$$

$$Q = 9000 \text{ m}^3 / \text{h.}$$

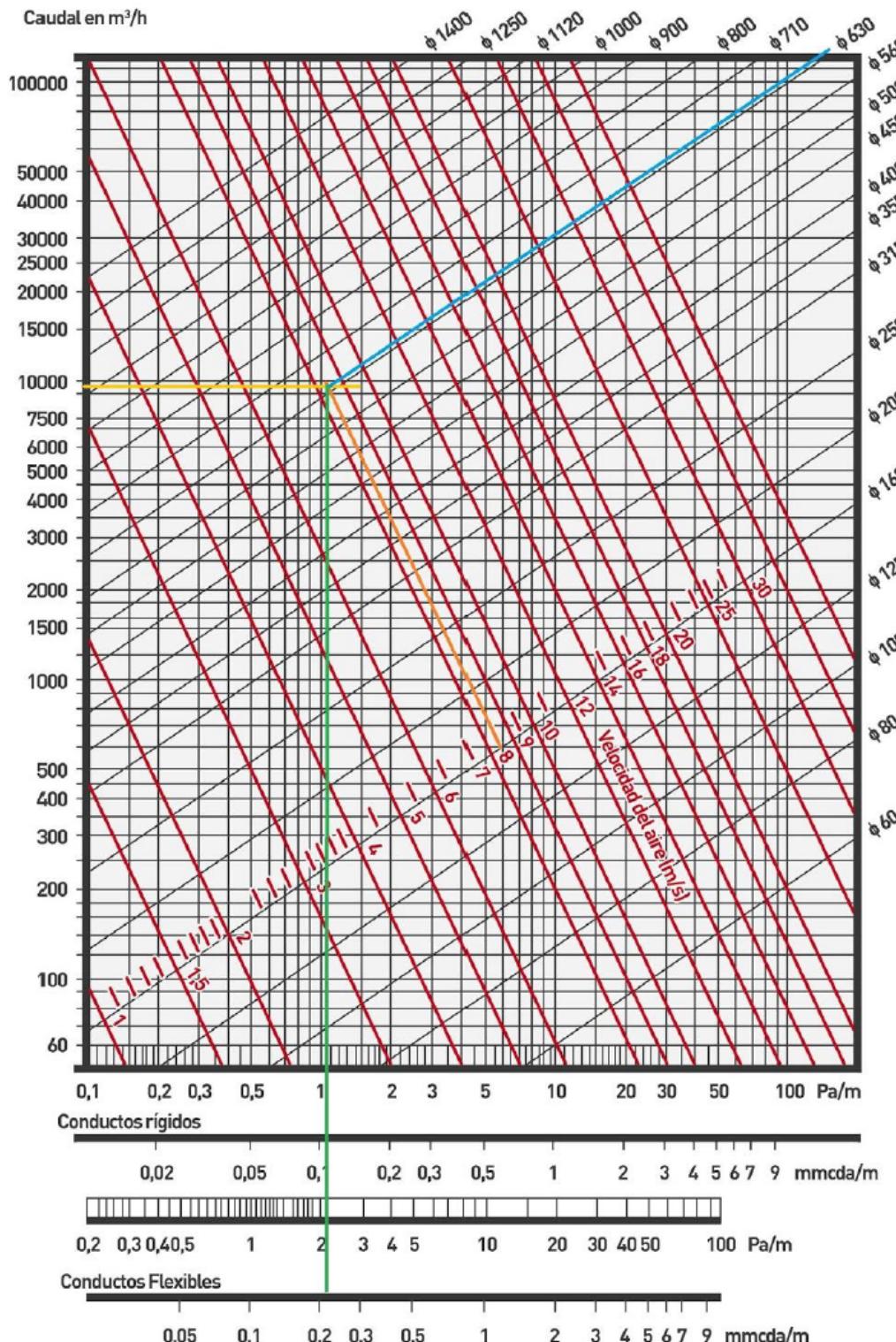
Requerimiento de RENOVACIONES POR HORA

ACTIVIDAD	Nº de renovaciones por hora
Almacenes	2 a 6
Bares y cantinas	8 a 12
Cines	10 a 15
Cocinas comerciales	15 a 20
Cría de animales	3 a 9
Embotelladoras (zona de lavadoras)	10 a 15
Embotelladoras (zona de pasteurizado)	12 a 16
Fábricas de papel	8 a 20
Fábricas de vidrio (hornos)	30 a 50
Fábricas de vidrio (máquinas)	20 a 40
Forja en caliente	18 a 30
Forja en frío	6 a 8
Fundiciones livianas	12 a 15
Fundiciones pesadas	18 a 25
Garajes	4 a 8
Iglesias	1 a 2
Manufactura general	6 a 8
Mataderos	10 a 15
Naves de calderas	20 a 30
Pabellones polideportivos	2 a 4
Salas de baile	12 a 16
Talleres de pintura	30 a 60
Talleres mecánicos	4 a 8
Tintorerías (zona de limpieza)	10 a 20
Tintorerías (zona de planchado)	20 a 30
Tratamientos químicos	15 a 25
Tratamientos térmicos	20 a 40
Trenes de laminación	15 a 20

Se definió una velocidad de diseño de 8 [m/s] y no mayor debido a que junto con el incremento de la velocidad de aire en el conducto se incrementa el ruido y la pérdidas de presión.



CONDUCTOS CIRCULARES RECTILÍNEOS PÉRDIDA DE CARGA POR ROZAMIENTO DEL AIRE



Los valores obtenido de la tabla fueron:

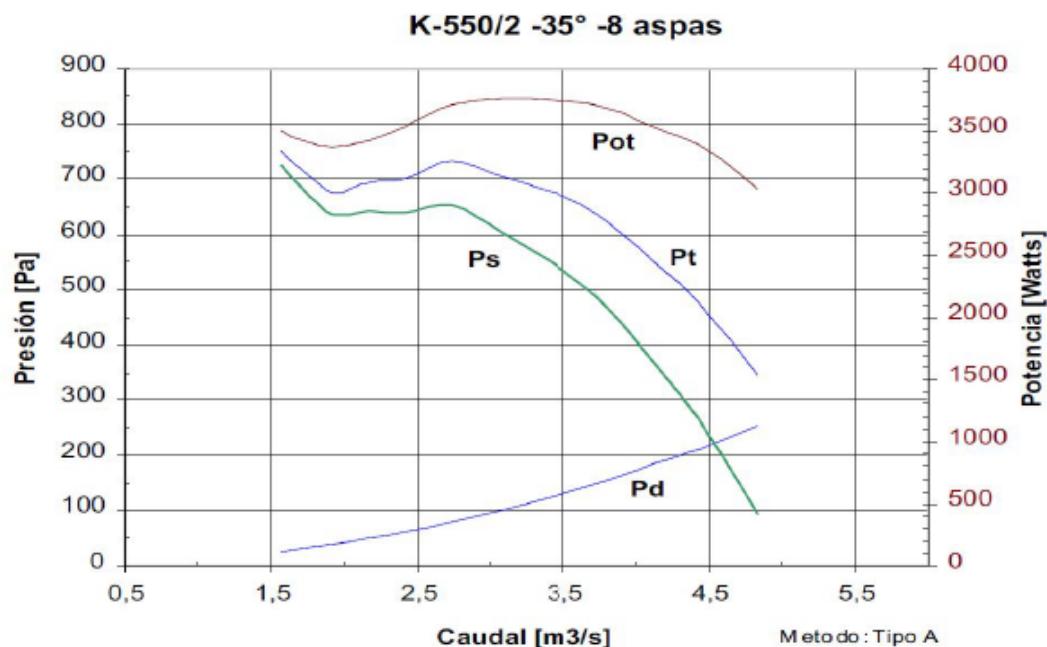
-Presión dinámica en tramo recto(P_d/m): 0,11 [mmca/m].



- Diámetro del conducto(\varnothing) : 630 [mm].

Al saber la pérdida de carga, y suponiendo una longitud de 10 m. La pérdida total la amplificamos un 20% teniendo en cuenta las pérdidas locales. Entonces la pérdida de carga seria: $10 \text{ m} * 0.11 * 1.2 = 1.32 \text{ mmca}$.

Por último se seleccionaron los ventiladores axiales de un catálogo comercial (Gatti Ventilación). Para ello se utilizaron las curvas de prestaciones brindadas por el fabricante, se ingresa a las mismas con el caudal en [m^3/s] (2,66 [m^3/s]) y la pérdida de carga en [Pa] (ΔP). Se seleccionó el ventilador cuya curva de prestaciones incluyera los valores de caudales y pérdidas de carga de nuestro sistema de ventilación, con el criterio de minimizar la potencia necesaria.

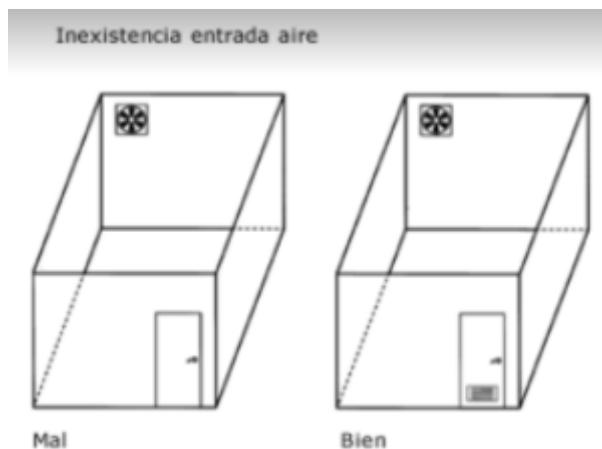




Errores más comunes en sistemas de ventilación:

1) Inexistencia de entrada de aire o entrada de aire insuficiente.

Es frecuente ver instalaciones de ventilación en las cuales no se prevé un aporte de aire para sustituir el aire que tenemos previsto evacuar. Consecuentemente, la ventilación es nula o deficiente y el ventilador, al trabajar en vacío, incrementa su nivel de ruido.



2) Incorrecta ubicación de las entradas respecto a las salidas (creación de "zonas muertas")

Al diseñar un sistema de ventilación, debemos prever que el recorrido del aire efectúe un barrido lo más amplio posible por la estancia a ventilar.



3) Ubicación de las entradas y salidas muy próximas ("cortocircuitos")

Este error se suele cometer con mucha frecuencia en bares y establecimientos comerciales en los cuales se instala un extractor al lado de la puerta de entrada o de una ventana abierta. La consecuencia es que el aire entra por la puerta o ventana y se expulsa directamente por el extractor sin pasar a través del local.



4) Incorrecta ubicación de las entradas de aire (Introducción de aire contaminado):

Hay que tener presente que renovar el aire de un local consiste en sustituir el aire viciado por aire limpio. Por lo tanto, hay que tener cuidado con la calidad de aire que introducimos en el local.



5) Colocación de obstáculos por delante de los extractores o las entradas:

La colocación de obstáculos no solo impide el paso del aire, si no que acorta la vida de los ventiladores ya que les obligan a trabajar en condiciones muy forzadas.





5. VENTILADORES

Los ventiladores son máquinas rotativas capaces de desplazar de forma continua una cantidad de aire “Q”, con una fuerza determinada. Estos, transforman su energía de rotación en incremento de presión.

Para seleccionar un ventilador, debemos, conocer dos cosas. Por un lado, el caudal que debe mover y, por otro, la resistencia que debe vencer, que se conoce como la pérdida de carga de la conducción.

Dependiendo de cómo se los coloque, pueden funcionar como ventiladores para ingreso de aire, o, como extractores.

5.1 TIPOS DE VENTILADORES

Existen dos tipos de ventiladores:

A. Ventiladores axiales o helicoidales:

Estos ventiladores, desplazan grandes volúmenes de aire a baja presión. Mueven el aire en la misma dirección que el eje de giro del rotor, pero, permiten invertir la dirección de su giro. Se caracterizan por ser más ruidosos y menos costosos.



Los tipos de ventiladores axiales son:

- Pala libre
- Murales: para empotrar en la pared
- Tubulares: para intercalar en el conducto

B. Ventiladores Radiales o Centrífugos:

En este caso, el aire circula radialmente, es decir, que la entrada de aire se da a 90°. Se caracterizan por impulsar menores caudales de aire a grandes presiones, lo que



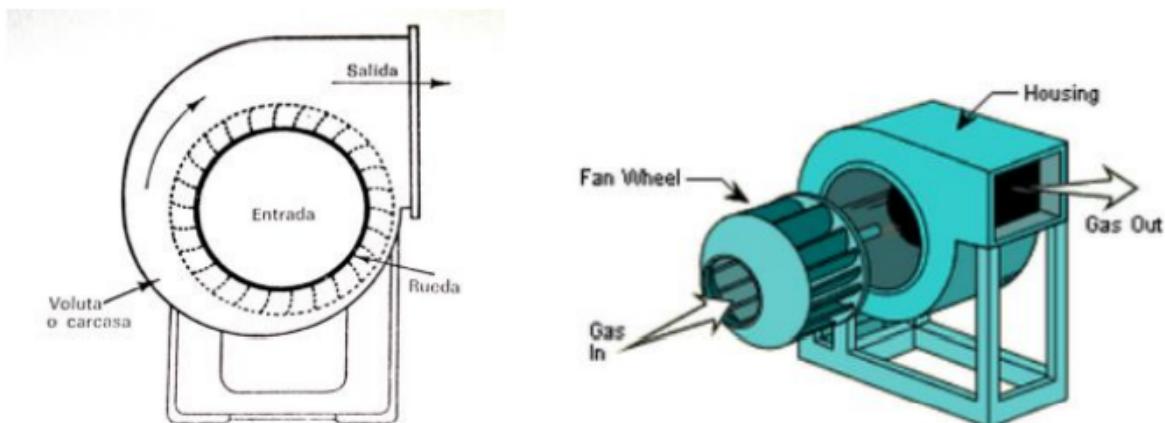
permite desplazar el aire por mayores distancias dentro de conductos. Son más costosos y más silenciosos.



Los hay con distintos tipos de álabes; la elección de cada uno depende del tipo de aire a desplazar, de su contenido de polvo, etc.

Sus componentes son:

- Rueda o rodete
- Serie de álabes o paletas radiales, es decir una turbina
- Voluta con boca de entrada y salida



Además, estos ventiladores se pueden clasificar según su turbina:

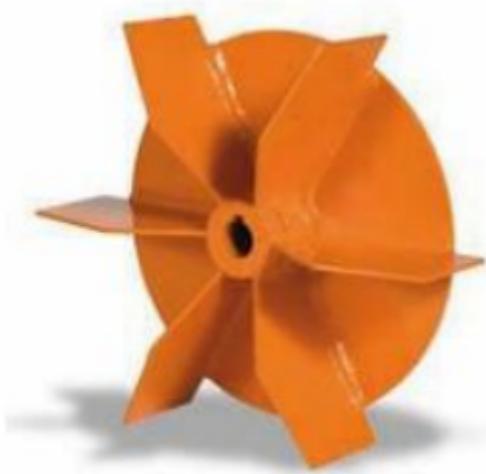
-Turbina tipo reacción: Tienen los álabes inclinados hacia atrás e impulsan el aire por su parte convexa. Los álabes son más largos y más anchos que las turbinas de acción. Su rendimiento es mayor, pero habitualmente trabajan a un régimen de revoluciones mayor por lo que deben ser más robustas.



-Turbina tipo acción: Tiene los álabes inclinados hacia adelante e impulsan el aire por su parte cóncava. Estas turbinas están formadas por gran cantidad de álabes pequeños y estrechos. Su rendimiento es medio, y la potencia absorbida crece rápidamente con el caudal suministrado. No debe utilizarse este tipo de turbina cuando el aire contenga polvo o material sólido.



-Turbina tipo pala recta: Tienen los álabes planos y distribuidos de forma radial. Su rendimiento es bajo pero permiten transportar aire con grandes cantidades de polvo o materiales sólidos



C. Ventiladores Helicocentrífugos

Son combinación de los sistemas anteriores.

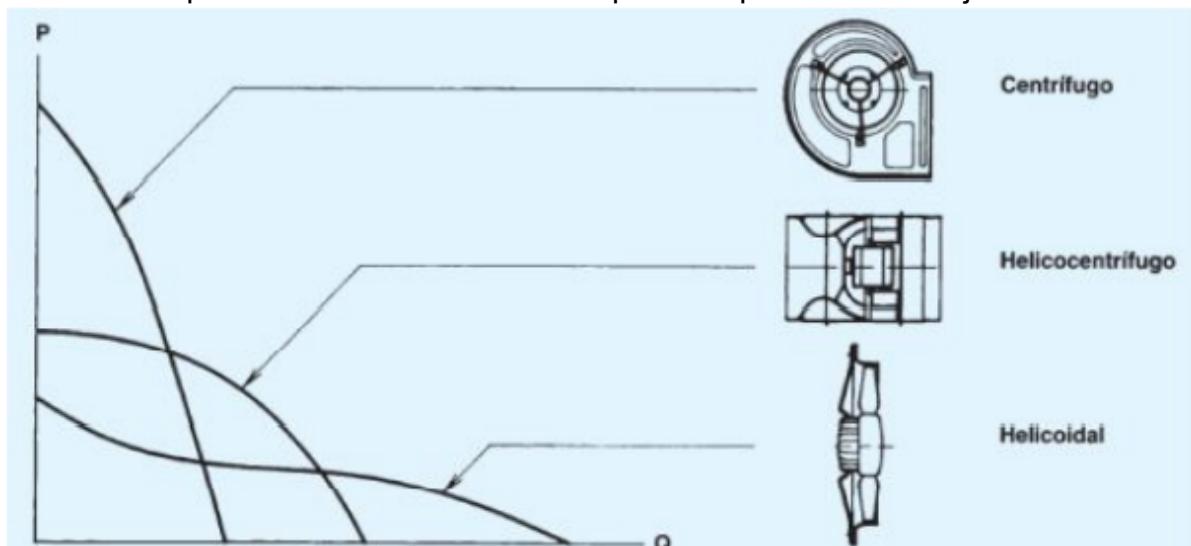
Para elegir el sistema más eficiente para un ambiente deben analizarse las curvas características de los ventiladores (presión vs caudal). Estas curvas poseen las siguientes características:

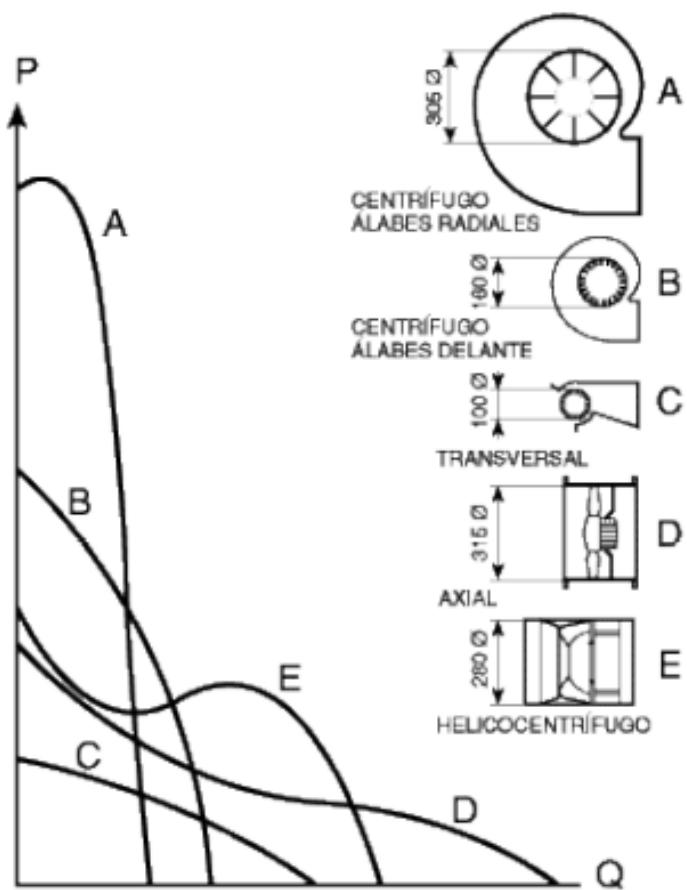
Deben obtenerse en laboratorios y bajo condiciones normalizadas.

Se debe disponer de distintos caudales que puede manejar un ventilador según sea la pérdida de carga del sistema contra el cual está trabajando.

Se grafican todos los pares Q-P obtenidos.

Esta curva representará la totalidad de los posibles puntos de trabajo del ventilador.





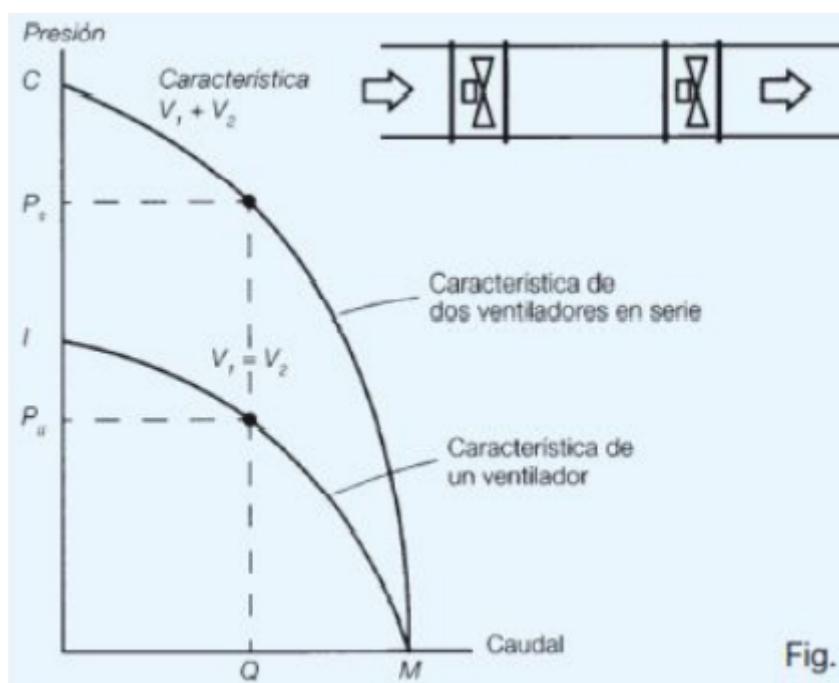


5.2 ACOPLAMIENTO DE VENTILADORES

En la práctica, muchas veces nos encontramos con situaciones que requieren importantes instalaciones de ventilación, en donde es necesario manejar grandes caudales y presiones con grandes variaciones. Frente a este escenario, puede resultar conveniente resolver mediante aparatos acoplados que proporcionen la prestación exigida en cada momento. Los acoplamientos pueden ser en serie y en paralelo.

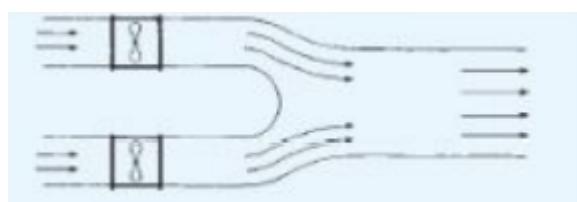
5.2.1 Acoplamiento en serie:

Este tipo de acoplamiento consiste en conectar un ventilador a continuación de otro, la curva característica resultante del acoplamiento es el doble que para un solo ventilador. Cuando hablamos de acoplamiento en serie, el caudal será el mismo para los dos ventiladores ($Q(\text{acoplado}) = Q_1 = Q_2$) y la presión será igual a la suma de los dos ($P(\text{acoplado}) = P_1 + P_2$)



5.2.2 Acoplamiento en paralelo:

Este tipo de acoplamiento consiste en aspirar aire de un mismo lugar y descargarlo hacia un mismo sentido en la canalización, uniendo luego sus caudales. Las presiones son las mismas en todo momento.

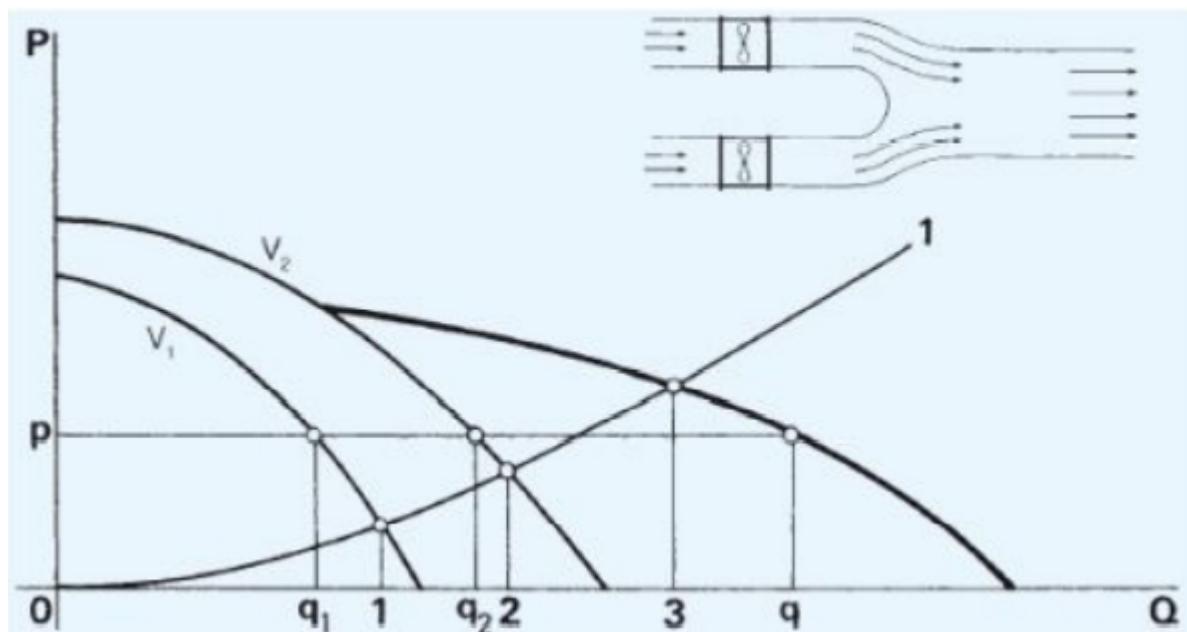


$$Q(\text{acoplado}) = Q_1 + Q_2$$



$$P(\text{acoplado}) = P_1 = P_2$$

La curva característica resultante de las de los aparatos acoplados se halla sumando los caudales correspondientes a cada presión. Esto implica, para cada ordenada (presión) la abscisa del caudal resultante que se obtiene de la suma de las abscisas de los caudales de los ventiladores acolados $q_1 + q_2$





6. CASOS DE APLICACIÓN:

A continuación se mostrará una serie de tareas relativas a la ingeniería en las cuales la ventilación es de vital importancia:

SOLDADURA:

El humo de la soldadura contiene contaminantes tan pequeños que al ser aspirados que pueden dañar las vías respiratorias, los pulmones y el sistema nervioso e incluso provocar cáncer, es decir puede causar daños graves que pueden tardar meses o años en manifestarse., la solución a este problema se da por una correcta ventilación y se utiliza un sistema de ventilación localizada.



PINTURA:

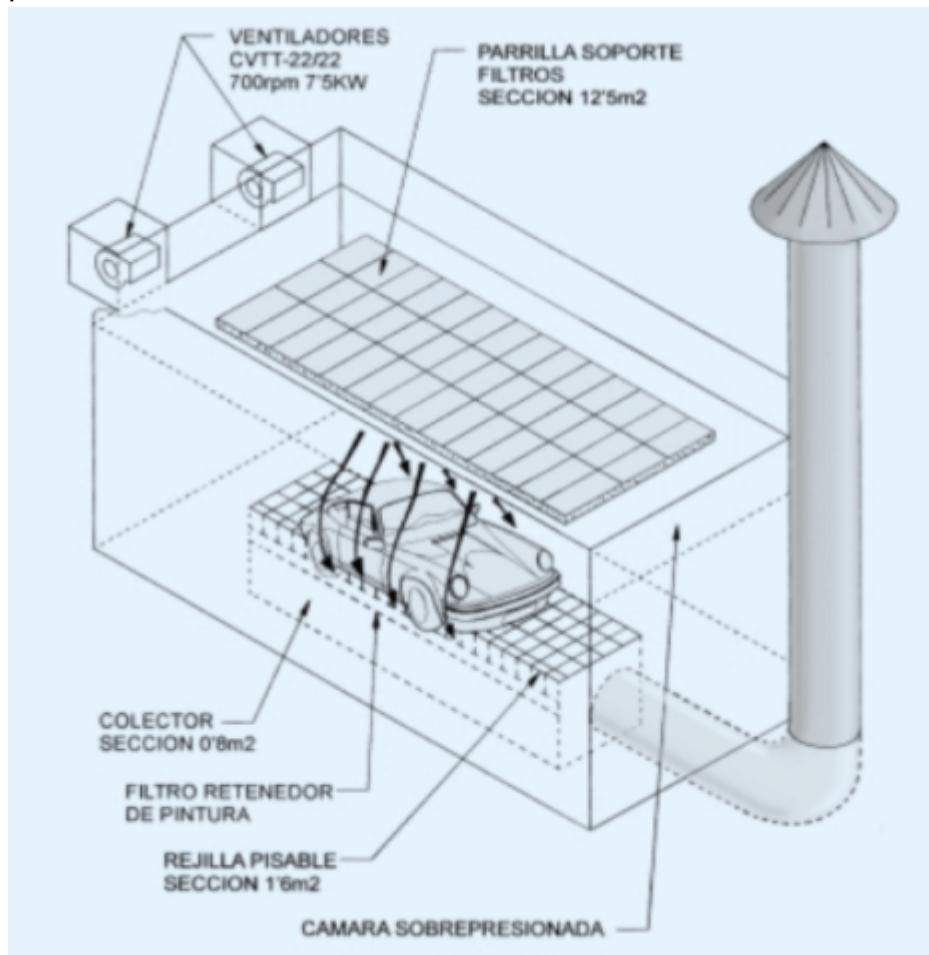
Las pinturas modernas contienen una o más sustancias que pueden ser nocivas para la salud tales como los solventes, resinas, pigmentos y otros.

Los solventes orgánicos pueden afectar la piel a través de un contacto directo, el sistema nervioso central si se inhalan vapores y neblinas, y también pueden provocar mareos. Frente a esto también es de suma importancia una correcta ventilación, como también el uso de otros elementos de protección como las mascarillas.

En el caso de la pintura toma mayor importancia un sistema de ventilación cuando el proceso de pintado se lleve a cabo en cabinas de pintura, en la siguiente imagen



podemos observar un ejemplo de cómo se resolvió una cabina de pintura utilizada para automóviles:



LIJADO:

El lijado es una tarea en la cual se producen polvos que se transportan por el aire, estos polvos perjudiciales para el trabajador deben ser eliminados por medio de una correcta ventilación y así eliminar potenciales daños en operarios.

ASERRADO:

El polvo del aserrín contiene micropartículas de madera, aunque también contiene sustancias químicas para la preservación de la madera (cromo, arsénico, cobre, ceresota). El polvo de aserrín es considerado como una sustancia química peligrosa de aquí la importancia de ventilar los ambientes que se encuentren con su presencia.



CASOS ESPECIALES

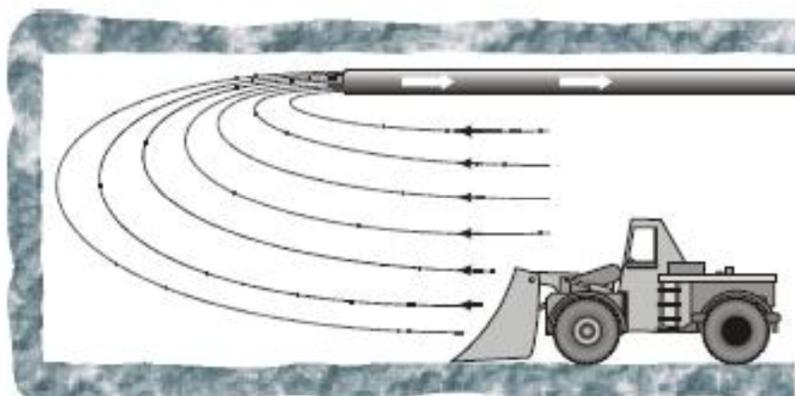
TÚNELES:

En este tipo de construcciones existen dos etapas diversas en donde debe realizarse un correcto uso de la ventilación, el primer momento es la fase de construcción del mismo, ya que al realizar voladuras y excavaciones el nivel de polvo en el aire es muy elevado y puede ser nocivo para los obreros, además de ventilación es muy posible que los mismos requieran el uso de máscaras a la hora de trabajar, agregando que en el momento de construcción el túnel posee una sola entrada de aire. La segunda y última fase de estos, es la fase de funcionamiento, donde lo que se busca mayormente es remover el aire dentro del mismo por posibles incendios u aumento de polvo en el interior.

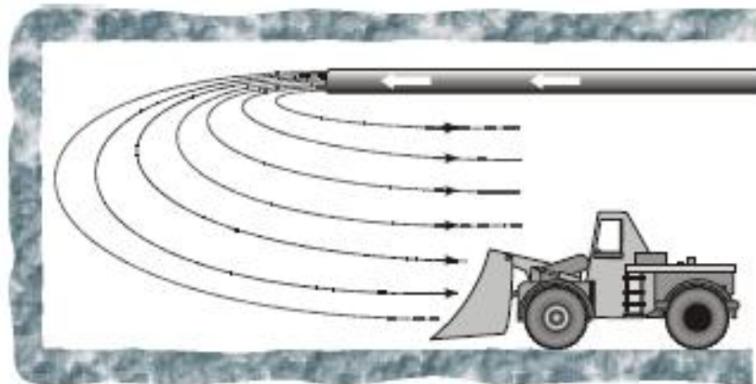
CONSTRUCCIÓN:

En esta etapa nos podemos encontrar con tres distintos tipos de ventilación:

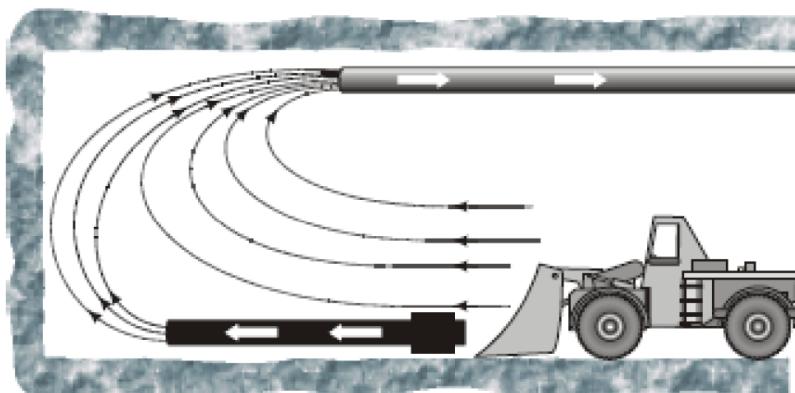
- Aspirante: Como su nombre nos indica, este tipo de ventilación lo que busca es extraer el aire y los polvos a través de una tubería rígida. Puede constar también de ventiladores que ayudan a expulsar el aire de manera más rápida.



- Soplante: Una tubería de impulsión ingresa aire no viciado al recinto y el aire viciado es impulsado al exterior a través de la galería que se está perforando. Tiene la desventaja de que si el túnel está lleno de operarios puede ser nocivo para su salud.

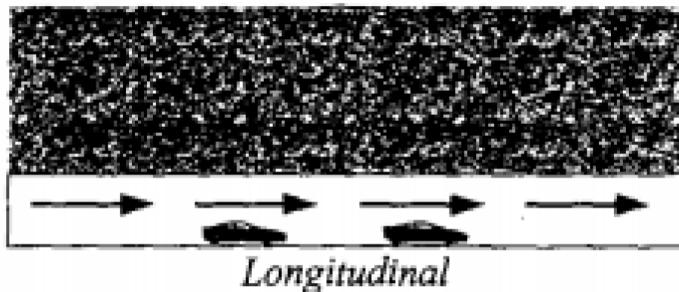


- Mixta: Generalmente se utiliza cuando se producen voladuras, es una combinación de los dos métodos explicados previamente. Se realizan intervalos de impulsión y de aspiración, primero se aspira el aire viciado del recinto y luego se impulsa aire limpio hacia el interior.

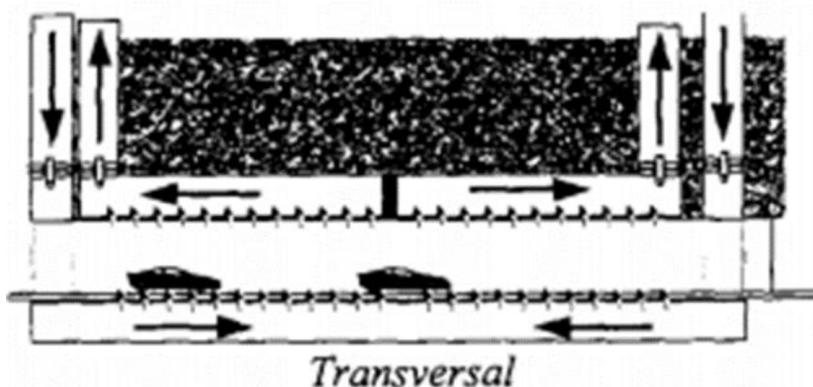


Funcionamiento: Para esta fase existe también tres tipos de ventilación pero distintos a los anteriores:

- Natural: Ventilación no forzada, es decir que el flujo de aire se realiza debido a vientos naturales y/o a fuerzas térmicas dentro o en los extremos del túnel que provocan el movimiento de partículas.
- Longitudinal: Ventilación sin ductos, consta de ventiladores axiales que se encuentran en la parte superior del túnel que tienden a impulsar el aire en una dirección.



- Transversal: Formado por ductos que proveen el suministro de aire fresco al interior del túnel, y también un sistema encargado de extraer el aire viciado. Utiliza un sistema de rejillas tipo persiana que capta el aire contaminado para su evacuación.



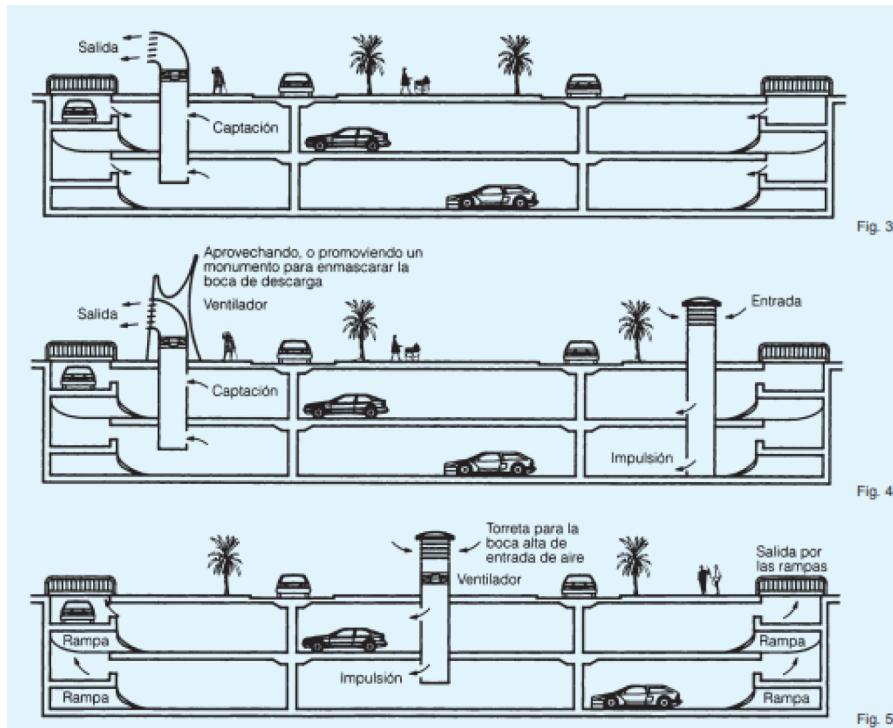
ESTACIONAMIENTOS:

En estos casos los principales objetivos de la ventilación se encuentran focalizados en el funcionamiento del mismo. Se busca evitar la concentración de monóxido de carbono u otros gases emitidos por los automóviles a niveles mínimos, ayudando a expulsar los gases y humos en caso de incendio.

Existen diversos tipos de estacionamientos, aquellos que son completamente cubiertos o subterráneos y aquellos que no están cubiertos.

Debido a lo mencionado previamente existen diferentes tipos de ventilación teniendo en cuenta los diferentes casos:

- Natural: Como ya se mencionó en otra ocasión del informe, este tipo de ventilación no requiere de ningún tipo de herramienta, sino que funciona de manera natural.
- Mecánica: Dentro de este tipo podemos encontrar tres tipos que también ya fueron mencionados previamente, impulsión, extracción o mixta.



7. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Los riesgos para la salud se pueden presentar por contaminantes o por la falta de oxígeno.

La forma más común de deficiencia de oxígeno en ambientes de trabajo es la reducción del porcentaje de oxígeno a consecuencia del desplazamiento de este elemento por otro gas en un espacio limitado.

La utilización de los equipos de protección individual nunca sustituirá a las medidas técnicas de prevención que puedan eliminar, diluir, asentar o evacuar el polvo y contaminantes como por ejemplo el uso de una extracción localizada eficaz.

Estos equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo; en este sentido, los equipos de protección individual son adecuados para proteger en situaciones esporádicas, de corta duración o bien en casos de emergencia.

Los equipos de protección respiratoria son equipos de protección individual en los que la protección contra los contaminantes aerotransportados se obtiene reduciendo la



concentración de estos en la zona de inhalación por debajo de los niveles de exposición recomendados.

Esencialmente se tienen los siguientes tipos de protectores:

-Dependientes del medio ambiente (equipos filtrantes):

En estos casos, el aire inhalado pasa a través de un filtro donde se eliminan los contaminantes. Purifican el aire contaminado, dejándolo en condiciones adecuadas para ser inhalado por el trabajador. Según el proceso de purificación o filtrado se clasifican en:

- Filtro mecánico: mediante un filtro de algodón o fibra atrapan las partículas en suspensión hasta cierto tamaño (determinado en micras). Se utilizan en lugares con concentraciones medias de material particulado (polvos o fibras). Resulta conveniente unificar el tipo de protector respiratorio para todas las plantas ya que las partículas en suspensión que se encuentran en toda la fábrica son similares (nylon, polipropileno, mezclas), y que el personal rota por diferentes estaciones de trabajo y por las diferentes plantas. Resulta más eficiente utilizar filtros mecánicos con adaptador facial y fieltro cambiante, la mascarilla desechable a la larga puede resultar de mayor costo y la adaptación facial es deficiente en la mayoría de los casos; si no hay un buen sellado entre la mascarilla y la cara el protector sirve muy poco porque el aire circula por donde tiene menor resistencia al paso.
- Cartucho químico: efectúan transformación física o química en contaminantes de los grupos: gases ácidos, vapores orgánicos, amoniaco, cloro, monóxido de carbono. Existen filtros de cartucho químico específicos para cada clase de contaminante. También los hay de retención mixta: mecánica y química.
- Independientes del medio ambiente (equipos aislantes)
- Proporcionan protección tanto para atmósferas contaminadas como para la deficiencia de oxígeno. Pueden ser:
 - Semiautónomos: estos equipos se utilizan principalmente en medios con deficiencias de oxígeno o con altos niveles de contaminación y suministran aire a través de líneas alimentadas por un compresor o soplador, el cual toma el aire de lugares libres de contaminación, llamándose así semiautónomos por limitar la autonomía de movimientos del trabajador.
 - Autónomos: son equipos que no restringen los desplazamientos del trabajador, puesto que se proveen de aire a través de tanques de aire comprimido que pueden proveer a demanda o a presión positiva, según las condiciones de trabajo. En ambas clases de equipo se deben mantener una presión positiva, para que en caso de que el ajuste de la máscara y el rostro no sea satisfactorio salga parte del aire suministrado pero no ingrese el contaminado. Por tratarse de equipos especiales su mantenimiento debe basarse en las recomendaciones dadas por el fabricante.



Aparato con mascarilla antipolvo

Aparato con cartucho semifacial



Máscara antigás con tanque de oxígeno





DISPOSICIONES A TENER EN CUENTA FRENTE A COVID-19

Como ya todos o la mayoría conocemos que el virus causante de la enfermedad covid-19 se transmite en su gran mayoría por vía aérea a través de gotas muy pequeñas, imperceptibles para el ojo humano.

Es por esto que la ventilación hoy en día juega un rol fundamental en la prevención de la enfermedad, ya que una adecuada ventilación con buenas renovaciones de aire por hora puede evitar contagios de gran manera.

A continuación se enumeran algunas de las recomendaciones establecidas por la organización mundial de la salud respecto a dicho tema:

- Los ventiladores (de aspas, de pie, de sobremesa, etc) no son recomendables ya que pueden ser una fuente de dispersión de gotículas, dado el flujo de aire que generan a su alrededor. Si es necesario su uso, hay que usarlo a la menor velocidad posible y complementarlo con una ventilación natural cruzada, de forma que el flujo de aire generado no se dirija hacia las personas, vigilando además que la posición del ventilador no facilite la transmisión entre grupos.
- La recirculación del aire producida por las Unidades de Tratamiento del Aire (UTAs) puede ayudar a mantener los aerosoles en el ambiente, evitando que precipiten por gravedad y recirculandolos, por lo que se recomienda cerrar las compuertas de recirculación y trabajar exclusivamente con aire exterior .
- Mantener la máxima aportación posible de aire exterior en los locales, mediante Ventilación natural y/o en los sistemas de ventilación y climatización. Si sólo se dispone de ventilación natural, maximizar el caudal de renovación del aire abriendo ventanas y puertas.
- Iniciar la ventilación dos horas antes de la apertura del local y mantenerla en funcionamiento una hora después de cerrarlo, si es posible manteniendo la Ventilación en funcionamiento todo el día.
- Las descargas de las extracciones de aire deben estar alejadas de las tomas de aire exterior y en el caso de que estén próximas, hay que interponer una barrera para impedir la recirculación del aire.



8. CONCLUSIONES

De acuerdo a lo presentado en este informe, podemos concluir que una buena ventilación en los lugares de trabajo tiene mucha importancia para la salud, la productividad, y el correcto funcionamiento de los lugares y de las personas que los habitan.

Cuando renovamos el aire estamos evacuando todos los agentes perjudiciales para la salud (calor, olores, vapores, humo, polvo, virus, etc.) que pueden estar afectando a las personas, animales, maquinas o productos en almacenamiento dentro del lugar. Por ejemplo, a pesar de los avances en los protocolos y las tecnologías de ventilación, aún siguen siendo noticia los acontecimientos de fallecimientos a causa del monóxido de carbono generado por la combustión (muerte dulce).

Sin embargo, es menester poner en evidencia el contexto en el que estamos viviendo. La aparición de COVID-19 ha supuesto un gran impacto sanitario, social y económico en todo el mundo, por lo que han surgido numerosos estudios sobre el comportamiento del coronavirus SARS CoV-2 en lo referente a su propagación y contagio. En este corto plazo de tiempo, se han conocido algunas características del virus, surgiendo nueva información casi a diario. Los centros de trabajo pueden ser focos importantes de contagio del virus debido a la gran cantidad de personas presentes en un espacio reducido y cerrado.

Es por esto que, las ventilaciones han tomado un rol fundamental en todos los contextos donde se pueden generar contagios. Los lugares con mala ventilación han quedado obsoletos y, aquellos que son habilitados deben cumplir con intensos protocolos que hacen énfasis en la ventilación, y también, en otros aspectos como, el distanciamiento social, capacidades máximas de personas por metro cuadrado, utilización de elementos de protección, como el barbijo o mascaras.

Finalmente, queremos hacer especial énfasis en la importancia del tema expuesto en este trabajo. Hoy en día, la ventilación es de vital importancia para que gradualmente se pueda ir volviendo a la normalidad.