



ESCUELA DE TECNOLÒGICO

***“HIGIENE INDUSTRIAL EN TALLERES MECANICOS
Y SUSTRACCIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES OCUPANDO
EXTRACTORES Y CAMPANAS”***

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PARA OPTAR AL GRADO DE TÉCNICO EN INGENIERIA MECÁNICA

ASESOR : Tec. Julián Rivera

PRESENTADO PÓR:

HECTOR ANTONIO VIGIL NAVARRO

NOVIEMBRE DE 2002.

SOYAPANGO, EL SALVADOR. CENTRO AMÉRICA



ESCUELA DE TECNOLÒGICO

***“HIGIENE INDUSTRIAL EN TALLERES MECANICOS
Y SUSTRACCIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES OCUPANDO
EXTRACTORES Y CAMPANAS”***

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PARA OPTAR AL GRADO DE TÉCNICO EN INGENIERIA MECÁNICA

ASESOR : Tec. Julián Rivera

PRESENTADO PÓR:

HECTOR ANTONIO VIGIL NAVARRO

NOVIEMBRE DE 2002.

SOYAPANGO, EL SALVADOR. CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS

JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

HIGIENE INDUSTRIAL EN TALLERES MECÁNICOS Y SUSTRACCIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES OCUPANDO EXTRACTORES Y CAMPANAS.



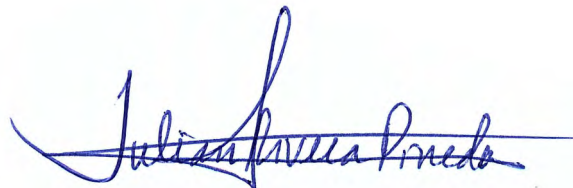
ING. HEBER PORTILLO

JURADO



ING. FEDERICO MENDEZ

JURADO



ING. JULIAN RIVERA PINEDA

ASESOR

UNIVERSIDAD DON BOSCO

RECTOR

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

SECRETARIO GENERAL

HNO. LIC. MARIO OLMOS, S.D.B.

DECANO DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS

ING. VICTOR CORNEJO.

ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACION

ING. JULIAN RIVERA PINEDA

JURADO EXAMINADOR.

ING. FEDERICO MENDEZ

ING. HEBER PORTILLO

Dedico este trabajo.

A Dios por haberme permitido realizar mis estudios satisfactoriamente.

A mis padres por apoyarme incondicionalmente en cada paso que doy.

A la institución y profesores por compartir con nosotros sus conocimientos.

A todos mis amigos por la confianza, paciencia que me han brindado.

A la mujer que más amo por estar ahí siempre.

Que dios los bendiga.

INDICE

CONTENIDO.

I-	INTRODUCCIÓN.....	1
II-	ANTECEDENTES.....	2
III-	DESCRIPCIÓN DEL PREFECTO.....	3
IV-	JUSTIFICACIÓN.....	4 -5
V-	OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
VI-	LIMITACIONES Y ALCANCES.....	7
VII-	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
VIII-	MARCO TEÓRICO.....	9
	1.0 Principios de la Ventilación Industrial... ..	9
	1.1 Principios de la Higiene Industrial... ..	9
	1.2 Métodos Generales de Control... ..	10
	1.2.1 Métodos de Control Sobre el Foco de Contaminación... ..	10 -11
	1.2.2 Métodos de control sobre el medio de difusión... ..	12
	1.2.3 Métodos de control sobre el receptor... ..	12 -13
	2.0 Objetivo de la ventilación Industrial... ..	13 - 17
	2.1 Ventilación Mecánica... ..	17 - 18
	2.2 Clasificación de los Métodos de Ventilación... ..	18
	2.3 Sistemas de Extracción... ..	19
	2.4 Principios de Diseño... ..	20 - 22
	2.4.1 Gases y vapores... ..	22 - 23
	3.0 Ventilación localizada... ..	23
	3.1 Conceptos Básicos de la Ventilación Localizada... ..	23 – 25
	3.2 Campanas... ..	25
	3.2.1 Clasificación de Tipos de Campanas... ..	26
	3.2.1.1 Encerradas... ..	26
	3.2.1.2 Exteriores... ..	26 - 28
	3.2.1.3 Receptoras... ..	29
	3.3 Captación del Contaminante... ..	29 - 31

3.3.1	<i>Velocidad de captura</i> ...	32
3.3.2	<i>Cálculos de Caudal Necesarios</i> ...	32 - 34
3.3.3	<i>Perdida de Carga</i> ...	35 - 36
4.0	<i>Campanas Sobrepuestas</i> ...	36 - 37
4.1	<i>Conductos</i> ...	38
4.2	<i>Definiciones Básicas</i> ...	38 - 39
4.2.1	<i>Ecuaciones Fundamentales</i> ...	40
4.2.1.1	<i>Ecuación de Continuidad</i> ...	40
4.3	<i>Ecuación de Bernoulli</i> ...	41
4.4	<i>Perdidas en Conductos</i> ...	42 - 43
4.4.1	<i>Curva Característica de una Conducción</i> ...	43 - 44
4.4.2	<i>Conductos Múltiples</i> ...	44 - 46
4.4.3	<i>Defectos Comunes en los Sistemas de Ductos</i> ...	47
4.5	<i>Separación de Contaminantes</i> ...	47 - 48
4.5.1	<i>Purificadores del Aire</i> ...	48
4.5.2	<i>Eficiencia de Purificadores de Aire</i> ...	48 - 49
4.5.3	<i>Colectores de Polvo</i> ...	50
5.0	<i>Purificadores de aire para Humos Metálicos y Carbonos</i> ...	50
5.1	<i>Purificadores de Aire para Gases y Vapores</i> ...	51 -52
5.1.1	<i>Ventiladores</i> ...	53
5.1.2	<i>Ventiladores Centrifugos</i> ...	54 -55
5.1.3	<i>Ventiladores de Corriente Axial</i> ...	55 -56
5.1.4	<i>Ruidos de los Ventiladores</i> ...	56
6.0	<i>Prevención de Incendios</i> ...	57
IX-	SITUACIÓN ACTUAL	58
X-	SOLUCIONES PROPUESTAS	58
XI-	RECOMENDACIONES	59
XII-	CONCLUSIONES	59
XIII-	GLOSARIO TÉCNICO	60 -64
XIV-	BIBLIOGRAFÍA	65
XV-	ANEXOS	66 - 80

I**INTRODUCCION.**

El desarrollo de este proyecto se enfocará en la importancia de mantener el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en los talleres mecánicos, y evitar el desmejoramiento de la salud causado por las condiciones de trabajo y protegerlos en sus ocupaciones de los riesgos resultantes de los agentes nocivos que causan las enfermedades. Y obtener un aire limpio, sin contaminantes dentro del área de trabajo. Los procesos que se llevan a cabo dentro de la industria moderna, requieren del uso de compuestos químicos y sustancias contaminantes, los cuales deben manejarse dentro de los límites normados para no causar ambientes de trabajo dañinos, ya sea en operarios o en las maquinarias

En el desarrollo de este trabajo se definen diferentes tipos de contaminantes, así como las maneras para su control, las cuales se analizarán, desde el punto de vista de la Higiene Industrial mecánica.

La Higiene Industrial. Es una ciencia y un arte que tiene por objeto el reconocimiento, evaluativo y control de aquellos factores ambientales o tensiones que se originan en el lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades, perjudiciales a la salud o al bienestar, o incomodidades e ineficiencia entre los trabajadores.

De ésta definición se podría deducirse los objetivos y principios de lo que suele denominarse Higiene Industrial, Higiene del Trabajo, Higiene y Seguridad Industrial, Medicina del Trabajo, Medicina Ocupacional, Salud Ocupacional, etc. Diversos nombres que con ligeras diferencias de matices, señalan a la disciplina encargada de proteger la salud de los trabajadores.

En este trabajo no se pudo obtener un enfoque de enfermedades profesionales ya que no se pudo encontrar información de estadísticas, hechas en nuestro país ya que en el país, desde 1993. No se pudo continuar con el procedimiento estadístico, ya que las empresas y talleres no proporcionan información de las enfermedades de sus trabajadores lo que si se pudo encontrar son las sustancias nocivas a la salud como son las que producen una enfermedad de corto a largo plazo. (anexos)Tabla de la Pag. 67 y 68.

II

ANTECEDENTES

Se han realizado investigaciones de carácter informativo como, tesis, revistas y documentación, encontradas en algunas universidades del país. Universidad Don Bosco, Universidad de El Salvador, Universidad José Simeón Caña(UCA)

Algunas de las informaciones encontradas son las siguientes:

- ✓ *Cursos de Higiene y Seguridad Industrial.* Haddad, Ricardo y Otros. (1970). Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador. 6 -18 Abril. San Salvador. El Salvador.
- ✓ *Curso sobre Ventilación Industrial.* Pérez Polo, Pedro(1992). Fundación industrial de Prevención de riesgos ocupacionales. FIPRO 17-21 Agosto. San Salvador. El Salvador.
- ✓ *Curso de Higiene del trabajo.* Universidad de El Salvador 6- 17 de abril de 1970. Consultor del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la Organización Panamericana de la Salud.
- ✓ *Manual de Instalaciones de Ventilación y Climatización.* EDICIONES CEAC, S. A 2º edición: Julio (1989). Barcelona, España.
- ✓ *Fundamentos de Calefacción, Ventilación y Acondicionamiento de Aire.* Raymonda. Havrella, Editorial MC GRAW – HILL, México S.A de CV.1983

III

DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto surge de la necesidad de eliminar ciertos factores contaminantes que dañan la salud del trabajador mientras realiza sus actividades cotidianas de trabajo en el Taller Mecánico. Esta necesidad se da por la utilización de un deficiente sistema de Higiene y seguridad industrial capaz de brindar un agradable y sano ambiente de trabajo.

Se dan a conocer algunos métodos específicos, como lo son los extractores de humo y ventiladores industriales.

En esta investigación de carácter exploratorio, se hace una recopilación de información con él fin de que sirva de apoyo en un futuro diseño de ventilación y extracción de humo en los talleres mecánicos de soldadura eléctrica y autógena.

La Higiene Industrial es la ciencia encargada de velar por la salud o comodidad del trabajador en su lugar de labores. Esto se consigue conociendo todos los factores de que depende el lugar de trabajo que cumpla con los requisitos de higiene y salud industrial, por lo cual es necesario evaluar las clases de contaminantes (en este caso el humo), métodos de control y otros que se darán en la elaboración del trabajo.

Uno de los métodos más utilizados para controlar los contaminantes fluidos (por ejemplo el humo) es la ventilación, la cual puede ser: de acuerdo a su movimiento; natural o mecánico (en este caso mecánico), y de acuerdo a su función, general o localizada (en este caso localizada).

Al decidirse a la construcción de un sistema de ventilación localizada es necesario apoyarse en teorías y conceptos necesarios, ya sean físicos o matemáticos, como por ejemplo flujo del contaminante, volumen del área de trabajo, cantidad y velocidad del contaminante, etc.

La ventilación localizada consta de varios elementos en su construcción como son las campanas, conductos, ventiladores, purificador de aire y tolva. Todos estos elementos son indispensables y es necesario tener ciertos criterios para seleccionar el más adecuado, ya que de cada uno existe una gran variedad y no simplemente se escoge aleatoriamente.

IV

JUSTIFICACION.

La investigación parte de la necesidad que se ha identificado entre los lugares de trabajo(Talleres Mecánicos).

Entre las más importantes podemos mencionar las siguientes.

Las enfermedades ocupacionales constituidas por consecuencia de las condiciones imperantes en el ambiente de trabajo o de las actitudes de los trabajadores, con prueban este aserto diversos estudios estadísticos que demuestran la existencia de una correlación estrecha entre el número y gravedad de los accidentes y enfermedades ocupacionales y las condiciones del equipo y las maquinas, las concentraciones de sustancias tóxicas en él aire de los lugares de trabajo y las actitudes de trabajadores y empresarios.

Como consecuencia de lo anterior resulta posible medir, determinar y evaluar la existencia, grado y magnitud de condiciones de trabajo desfavorables y predecir. En base de estas determinaciones, la magnitud del riesgo a que están expuestos los trabajadores y el número y gravedad probables de los accidentes y enfermedades ocupacionales que se pueden esperar dentro de un período dado.

Los accidentes y enfermedades ocupacionales no constituyen hechos imprevisibles ni son producto del azar. Tampoco deben considerarse como una fatalidad ineludible ni como inherentes a determinadas ocupaciones. Por el contrario, representan la consecuencia de una cadena causal de diversos hechos y circunstancias que, si son conocidos y analizados, permiten su prevención.

Existen niveles de tolerancia para las distintas sustancias tóxicas que pueden encontrarse en el ambiente de trabajo, capaces de producir una enfermedad ocupacional si ingresan al organismo en cantidad suficiente. Por debajo de estos límites permisibles pueden esperarse que, en condiciones normales, no se produzcan enfermedades o molestias a los trabajadores.

Las enfermedades ocupacionales son originadas por la combinación de:

- ✓ *A) Una concentración ambiental de contaminantes superior a los límites permisibles.*
- ✓ *B) Un tiempo de exposición de los trabajadores suficientemente largo.*

La cantidad de cualquier tóxico que ingresa al organismo estará determinada por la combinación de concentración ambiental y tiempo de exposición, y si el producto de ambos es suficientemente elevado se puede alcanzar una concentración orgánica superior a la que los procesos metabólicos pueden eliminar o a la que el cuerpo humano puede soportar sin alteración de sus funciones fisiológicas normales. Es posible, en consecuencia, prevenir las enfermedades ocupacionales actuando sobre la concentración de los contaminantes en el ambiente de trabajo o sobre el tiempo de exposición de los trabajadores.

*Enfermedades Ocupacionales. La diferencia fundamental entre el accidente del trabajo y la enfermedad ocupacional es que mientras el primero, como ya lo dijimos, se presenta de una manera repentina, interrumpiendo el proceso normal de trabajo, la enfermedad ocupacional se desarrolla en forma lenta, necesitando a veces varios años para poder ser diagnosticada, y constituye una consecuencia del proceso normal de producción, cuando no se emplean las precauciones necesarias para evitarles (*Tabla 1-0).*

Consecuencias para la Economía. No es fácil hacer un cálculo más o menos preciso del costo total para un país de los accidentes y enfermedades ocupacionales. En él debería considerarse el valor de los equipos y maquinarias destruidas o deterioradas y de las materias primas y productos elaborados dañados, el costo de la atención médica y de las compensaciones pagadas, lo que dejan de ganar los operarios afectados, etc. Esto es relativamente fácil para los accidentes denunciados y, especialmente, los que afectan a trabajadores asegurados. Las grandes industrias, por su parte, que saben bien que los accidentes del trabajo pueden alcanzar costos elevados, suelen mantener buenas estadísticas, especialmente cuando cuentan con departamentos de Seguridad encargados de la prevención.

**Tablas se encuentran en anexos*

V

OBJETIVO GENERAL

Elaboración de un estudio teórico que sirva para la implementación de un sistema de Higiene y Seguridad Industrial que beneficie a los trabajadores de talleres mecánicos de soldadura eléctrica y autógena, por medio de una formulación de sistema de Higiene y purificación del aire del área de trabajo. .

También obtener que los trabajadores se vean libres, a lo largo de toda su vida de trabajo, de cualquier daño a su salud ocasionado por las sustancias que manipulan o elaboran, los equipos, maquinarias y herramientas que se utilizan, o por las condiciones en que se desarrollan sus actividades. En igual forma intenta garantizarles un ambiente agradable y libre de incomodidades.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- *De terminar los elementos necesarios para la ventilación mecánica y describirlos.*
- *Proporcionar procedimientos de cálculos en los que se puedan apoyar en un futuro diseño.*
- *Poder obtener directamente un sistema adecuado de ventilación e Higiene en los talleres de mecánica para un mayor desempeño de las labores.*

VI

ALCANCES Y LIMITACIONES

- ✓ **Alcances.** *Promover y mantener el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores y Obtener mayor énfasis en la Higiene y Seguridad Industrial en los talleres, ya que no hay una ley que exija una seguridad en la industria mecánica. Y Controlar las condiciones ambientales que podrían afectar a la salud y el bienestar de los trabajadores al constituir un riesgo potencial de accidentes o enfermedades ocupacionales, y para obtener la recuperación de la salud de los trabajadores enfermos. Y poder Ejercer una mayor eficiencia y dinamismo en los lugares de trabajo por medio de la Seguridad e Higiene Industrial y se utiliza las técnicas de la ingeniería, la medicina y la química, como asimismo las de otras disciplinas afines, para medir, evaluar.*
- ✓ **Limitaciones.** *Las limitaciones son de tipo económico, ya que no es fácil de adquirir, por ser de un costo elevado y no todo taller o empresa tiene las facilidades de obtener un sistema de extracción de contaminantes, por eso este trabajo solo quedará a nivel de apoyo bibliográfico para beneficio de los estudiantes de la UDB.*

VII

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.

La metodología fue recaudar información de diferentes Universidades del país y buscar antecedentes del tema en las diferentes bibliotecas y en contrámos manuales como el de Curso de Higiene del trabajo. De la Universidad de El Salvador, Curso sobre Ventilación Industrial. De la Universidad de El Salvador Libros como Fundamentos de calefacción Ventilación y Acondicionamiento de Aire, Manual de Instalaciones de Ventilación y Climatización, Libros de Higiene y Seguridad industrial Cursos de Higiene y Seguridad Industrial. Universidad de El Salvador, de conductos y de fontanería para poder obtener Solución al problema de las enfermedades laborales. y asiendo un estudio de las estadísticas que nos comprometen con la mortandad a largo plazo de los trabajadores en el área Industriales.

VIII

MARCO TEORICO

1.0 PRINCIPIOS DE LA VENTILACIÓN INDUSTRIAL.

1.1 PRINCIPIOS DE LA HIGIENE INDUSTRIAL.

Se puede definir la higiene industrial como la ciencia de arte dedicada al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales, o tensiones emanadas o provocadas en el lugar de trabajo y que pueden ocasionar enfermedades, perjuicios de salud o al bienestar, o incomodidad o ineficiencia entre los trabajadores, o ciudadanos de la comunidad.

La metodología a seguir en la implementación de un sistema de higiene industrial, que consiste en:

- **Reconocimiento** o identificación de los contaminantes presentes en la atmósfera de trabajo, lo que implica la necesidad de conocer los materiales empleados, procesos de fabricación y productos intermedios y acabados que se realizan.
- **Evaluación o cuantificación**, que implica la medición de las concentraciones de dichos contaminantes. Este dato, al igual que el tiempo en el que el operario se encuentra en contacto con los contaminantes y, a veces, otros datos complementarios, configura lo que se entiende por exposición a contaminantes. La comparación de dicha exposición con los propuestos por el criterio o norma de valoración que se emplee, definirá el riesgo para la salud del trabajador.
- **Control**, es decir la eliminación o reducción de la contaminación del ambiente de trabajo hasta niveles considerados adecuados.

Se le ha dado gran importancia al estudio del reconocimiento y la evaluación, incluyendo el grado de toxicidad, estudio epidérmicos y pruebas del ambiente de trabajo, pero lo más importante es el control del problema, el cual curiosamente ha sido ignorado.

1.2 METODOS GENERALES DE CONTROL.

Para seleccionar los métodos aplicables a un determinado caso, habrá que considerar por separado los distintos elementos que integran un proceso desde el punto de vista de higiene industrial de la siguiente manera:

- ***Foco de emisión del contaminante.***
- ***Medio de programación del contaminante.***
- ***Receptor del contaminante.***

Las acciones de control se deben efectuar por este orden:

- (1.2.1) El foco de contaminación, a fin de impedir la emisión del contaminante.***
- (1.2.2) El medio de difusión, a fin de evitar su propagación.***
- (1.2.3) El receptor a fin de evitar los efectos patológicos.***

Los tipos de control pueden ser clasificados como de ingeniería o de administración. Lo más conveniente, es aprovechar la efectividad en la combinación de los dos tipos de controles.

1.2.1 METODOS DE CONTROL SOBRE EL FOCO DE CONTAMINACIÓN.

Las formas de actuación sobre el foco de contaminación, son las siguientes:

- a. ***Selección de equipo y diseños adecuados.*** *La prevención de riesgos profesionales debe de empezar en las fases de proyectos y diseños de la planta o instalaciones, ya que en este momento, las medidas de control pueden ser integradas mas fácilmente.*
- b. ***Sustitución de productos.*** *Otra forma de lograr una notable mejoría consiste en la sustitución de productos que posean las mismas características y con menos grado de agresividad en contaminación. Por ejemplo, el cambio de asbesto por fibra de vidrio, disolventes orgánicos para limpiezas por mezclas abonosas: n – hexano por hexanos u otros hidrocarburos similares como Heptanos u Óptanos, pinturas con base de solventes en hidrocarburos por*

pinturas de base de agua, materias primas no procesadas en vez de su estado en polvo etc.

- c. **Modificación del proceso.** Por otros menos contaminantes, como puede ser sustituir el desengrase manual por otro automático en fase de vapor.*
- d. **Encerramiento del proceso.** Operaciones peligrosas pueden ser aisladas mediante un encerramiento, con lo cual se minimiza la exposición. Por ejemplo en capsulamiento de una máquina ruidosa en cuyos alrededores existan puestos de trabajo fijos o también cuando se procesan materiales muy tóxicos y se emplean manipuladores teledirigidos para manejar el equipo desde un lugar alejado. El aislamiento o encerramiento total puede conseguirse mediante automatización. Generalmente, hay que tomar medidas de control, especialmente en los periodos dedicados para limpieza de equipos aislados.*
- e. **Aislamiento de proceso.** En operaciones donde se produce unos elevados índices de contaminación, y donde sea fácil la aplicación de algunos de los anteriores métodos. Por ejemplo en las operaciones de vaciado de arena que se realizan en locales situados lo mas lejos posible de las zonas habituales de trabajo.*
- f. **Métodos Húmedos.** La aplicación de aceites, agua u otros líquidos pueden reducir las concentraciones gaseosas del contaminante, si se dan sobre la fuerza generadora. Por ejemplo operaciones de desbaste de rocas, donde se usa el agua para disminuir los niveles de polvo, y también Humedeciendo los suelos con agua en ensambladores de baterías por el deposito de plomo.*
- g. **Extracción localizada.** Los sistemas de extracción localizada captan los contaminantes (ya sean líquidos, sólidos o gaseosos), en su lugar de origen antes de que pasen al ambiente del trabajo. Es recomendable usar ese procedimiento cuando no sea posible alguno de los anteriores.*
- h. **Mantenimiento.** Un buen funcionamiento de la instalación evita, en muchos casos, emisiones de contaminantes al medio de trabajo.*

1.2.2 METODOS DE CONTROL SOBRE EL MEDIO DE DIFUSIÓN.

Cuando el control no se puede efectuar sobre el foco de emisión, debe hacerse sobre el medio de difusión, así como:

- **Limpieza.** *En general, una adecuada limpieza conduce a una disminución de los niveles de contaminación. Por ejemplo, limpieza de polvo sobre las máquinas e instalaciones, derrames de líquidos volátiles, etc.*
- **Ventilación por dilución.** *Consiste en diluir el aire contaminado con aire puro, a fin de mantener las concentraciones de los contaminantes presentes por debajo de límites aceptables. (Presión positiva en el local).*
- **Aumento de la distancia entre emisor y receptor.** *El contaminante llegará ya diluido al operario, si la distancia hasta el foco de emisión es considerable.*
- **Sistema de Alarma.** *En zonas donde el contaminante pueda superar una concentración predeterminada.*

1.2.3 METODOS DE CONTROL SOBRE EL RECEPTOR.

Cuando los métodos de control sobre el foco y medio de difusión se vuelven insuficientes, se justifican el uso de las siguientes medidas, que se citaran por prioridad.

- ✓ **Orientaciones Higiénicas.** *Con lo que se logra que el trabajador no haga sus comidas en ambientes de trabajo, lavarse las manos, usar equipo de protección, etc.*
- ✓ **Formación e información.** *Este sistema de producción es un método complementario a los de Ingeniería y se basa en que los operarios o usuarios, al estar informados sobre los riesgos que existen y sobre las formas de controlarlos, puedan obrar con mayor eficacia.*
- ✓ **Rotación del personal.** *Como un sistema de protección, reduce el peligro al que esta expuesto el operario al material tóxico, no disminuyendo las concentraciones, pero sí la dosis, al reducir el tiempo de exposición.*

- ✓ **Encerramiento del trabajador.** Cuando es difícil, o no adecuado, encerrar los procesos, es conveniente colocar cabinas o cuartos de control, etc.
- ✓ **Protección personal.** Este recurso es el último a ser utilizado y sólo debe aplicarse donde no hallan controles técnicos o donde hallan exposiciones cortas o no frecuentes.

2.0 OBJETIVO DE LA VENTILACIÓN INDUSTRIAL.

La importancia que tiene en la industria mantener un ambiente limpio de contaminación en el área de trabajo es bien sabido. La industria moderna, con su complejidad de operaciones y procesos ha tenido un incremento en el uso de componentes químicos y sustancias con alto contenido tóxico, las cuales emiten gases, partículas y/o vapores que al tenerlos en concentraciones excesivas pueden ser nocivas para los trabajadores, crear condiciones de trabajo penosas o, incómodas que afecten el rendimiento laboral, como guantes de calor y vapor de agua. Para corregir estos problemas existen varias posibilidades, las cuales en conjunto se suelen denominar "Higiene Operativa", siendo la ventilación una de las técnicas, quizás la más importante y extendida, utilizable para el control de los contaminantes, y de las condiciones del aire interior de los locales industriales. Un buen diseño de ventilación puede controlar olores, humedad, acondicionamientos de productos y otras condiciones no deseables en el área de trabajo.

El potencial de peligro para la salud de una sustancia en el ambiente de trabajo es caracterizada por el valor límite de tolerancia (TLV). El TLV está definido como la concentración de una sustancia que viaja en el aire, la cual al entrar en contacto con el trabajador en exposiciones diarias sin protección, puede provocar efectos adversos en su salud. El promedio de tiempo – peso (TWA), está definido como un promedio de concentraciones en tiempo y peso para una jornada normal de ocho horas (40 horas a la semana), en el cual no se producen efectos adversos en la salud del operario; este es usualmente usado para determinar un nivel de exposición segura.

Los valores TLV son publicados por la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienist) con revisiones hechas anualmente con un desarrollo en la toxicidad de las sustancias.

Los valores TLV se dividen, de acuerdo a los efectos que producen.

- a. **Sustancias para las cuales el límite corresponden a un promedio ponderado.** Son las más numerosas, Se reconocen porque su nombre no lleva indicaciones adicionales. Incluyen las capaces de ejercer un efecto generalizado sobre el organismo y las irritantes. Para ellas debe entenderse que durante la jornada de trabajo pueden aceptarse desviaciones de los límites permisibles estipulados, siempre que cualquier incremento sea compensado por una disminución equivalente de tal manera que el promedio ponderado para las 8 horas sea inferior al límite propuesto. Como es de comprender, estas desviaciones no pueden ser excesivas. Puede ocurrir que si el organismo se ve expuesto a una concentración demasiado elevada de sustancias tóxicas e irritantes, aún durante un lapso corto, se produzca una molestia o daño serio. La ACGIH sugiere, por esto, la aplicación de un factor de desviación, que depende de la magnitud del límite permisible, de acuerdo a lo siguiente *Tabla 1 - 1.

No se da indicaciones para los valores superiores a 1000, por lo que se debe entender que tienen factores de desviación 1.

De acuerdo a lo anterior, los trabajadores expuestos a monóxido de carbono, con un límite permisible de 50 ppm o ppm, o $55\text{mg}/\text{m}^3$, podrían estar sometidos durante parte de su jornada de trabajo a concentraciones hasta de 75 ppm (Factor de desviación 1.5), siempre que hubiese suficientes períodos con concentraciones inferiores a 50 ppm para que el promedio ponderado para la jornada completa sea también inferior a 50 ppm. Si el contaminante, en cambio fuese plomo con límite permisibles $0.2\text{mg}/\text{m}^3$, podría aceptarse hasta un máximo de $0.6\text{mg}/\text{m}^3$ (factor de desviación 3) siempre que el promedio ponderado para las 8 horas fuese inferior a $0.2\text{mg}/\text{m}^3$.

Además de los dos ya nombrados se puede citar como ejemplos de integrantes de este grupo los de la *Tabla 1- 2.

- b. **Sustancias similares a las del grupo anterior, pero que pueden ser absorbidas a través de la piel intacta.** Para este grupo, que comprende 98 compuestos, debe entenderse que

los límites serán rebajados en una cierta proporción variable de acuerdo a las circunstancias, cuando se estima que los trabajadores no están suficientemente protegidos para impedir la absorción por vía cutánea. En la lista de ACGIH se agrega a continuación del nombre la palabra piel *Tabla 1 - 3.

c. Sustancias de acción o muy irritantes. Si se aplican los factores de corrección anotados anteriormente se pueden alcanzar suficientes para producir, aún con exposiciones breves, un daño permanente, una sensibilización del organismo, o un efecto altamente irritante. En estos casos se estima necesario considerar los correspondientes límites permisibles como un máximo que no debe ser sobrepasado en ningún momento. En la lista que está a continuación (*Tabla 1 - 4). Se señalan las 24 sustancias de este grupo anteponiendo a sus nombres la letra "c", inicial de la palabra "ceilling" (techo). Se incluye también en este grupo productos sobre los cuales no se tiene un conocimiento suficiente, por lo que se estima que el límite aceptado no encierra un factor de seguridad suficiente.

d. Sustancias similares a las del grupo anterior, pero que además son capaces de ser absorbidas a través de la piel intacta. Como en el caso (b) para este grupo, que incluye solo diez compuestos, el límite permisible, además de ser considerado como un máximo, debe rebajarse en un porcentaje en concordancia con la mayor o menor posibilidad de absorción cutánea. En la lista de ACGIH se indican procediendo sus nombres de la letra "C" y agregando después de ellos la palabra "skin" (piel). Los tóxicos que se encuentran en este grupo *Tabla 1 - 5.

e. Partículas minerales que contiene sílice libre cristalizada. El límite permisible para los polvos que contienen sílice libres cristalizada, sea como cuarzo o cristobalita, se estipula en millones de partículas por pie cúbico de aire (Mpppc), y se calcula de acuerdo a una fórmula que incluye el porcentaje de sílice en el polvo.

*Tablas se encuentran en anexos.

$$\text{Límite permisible} = \frac{250}{\% \text{ de SiO}_2 + 5} \quad (\text{Mpppc})$$

f. Partículas con menos del 1% de sílice libre cristalizada. Se incluye en este grupo los silicatos, otras sustancias minerales, y partículas consideradas inertes. Su límite permisible se estipula en número de partículas por volumen de aire. Comprende los siguientes(*Tabla 1 - 6).

g. Substancias altamente tóxicas o reconocidamente cancerígenas. Para las 9 sustancias en este grupo no se establecen límites permisibles, sino que se recomienda la prohibición total de su uso o, al menos, evitar los contactos por cualquier vía oral, respiratoria, o la piel.

Ellas son:

- Acetilamino Fluoreno.
- Amonidifelino Benzidina y sus sales diclorobenzidina.
- Dimetilaminoazobensol Beta – Naftilamina.
- Nitrodifenilo N-Nitrodimetilamina Beta–Propilactona.

Se incluye también a los productos de la composición del teflón marca registrada del politetrafluorodilino entre los que se ha identificado algunos muy tóxicos, para los cuales aun no se ha establecido un valor límite, pero cuyas concentraciones deberían de mantener siempre lo más bajo posible.

- i. **Gases o vapores inertes.** Aunque este grupo incluye sólo sustancias inertes, que carecen de efectos tóxicos, pueden actuar como asfixiantes por desplazamiento del aire, con la consiguiente rebaja del contenido de oxígeno. No se puede indicar en estos casos un límite permisible pero se estipula que la concentración de oxígeno en la mezcla no puede ser inferior a 85% sobre la fuente.

En el planteamiento del problema acerca de la Higiene Industrial se encuentran el tratamiento de los medios de contaminación en un taller o empresa, los cuales pueden

afectar en una gran manera a los trabajadores haciendo que éstos tiendan a ser más propensos a enfermedades, lo cual afecta a los talleres y empresas en términos de reducir la producción debido a que el empleado al estar mas tiempo enfermo tiende a disminuir su eficiencia laboral.

Por estas causas un taller o empresa se encuentra en él deber de proporcionar una área de trabajo limpio, dada al desempeño del empleo, y así eliminar fuentes de emisión de enfermedades.

La instalación de ventilación tiene como objetivo primordial el proceder a la renovación del aire de locales, talleres o empresas, manteniéndolo entre determinados límites la calidad, para lo cual hay que eliminar del mismo todas las impurezas, como lo son los gases, polvos y humedad excesivo que pueden ser dañinos para la salud.

En parte de la investigación hay que tomar en cuenta ciertos factores que son necesarios, como por ejemplo, las dimensiones del local, cantidad de gente que trabaja en el local y la ubicación del local.

Para poder efectuar este trabajo las instalaciones de ventilación precisan disponer de una energía que ponga el aire en movimiento. Esta energía puede conseguirse de manera natural o por medios mecánicos, en este caso ocuparemos medios mecánicos como lo son los extractores de humo.

2.1 VENTILACIÓN MECANICA.

Cuando no se puede efectuar la ventilación natural, como ocurre en muchos casos, es necesario recurrir a la ventilación por medios mecánicos, con lo cual se consigue la necesaria renovación del aire dentro de los locales.

Esta circulación de aire tiene mucha importancia ya que hay que conseguir el alcance a todos los puntos del taller y no pasando por el camino mas corto hacia la salida, por lo cual deben disponerse las bocas de entrada con álabes direcciones de la corriente en el sentido adecuado.

Lógicamente, para que exista una buena ventilación de tipo mecánico es necesario que exista una salida de aire equivalente a la entrada para poder efectuar la renovación del mismo.

La ventilación por sistema mecánico suele efectuarse por medio de ventiladores y extractores de aire que pueden instalarse de forma individual en el lugar elegido o bien utilizar una ventilación colectiva adecuada.

Una de las formas corrientes de ventilación individual es la que se efectúa en las cocinas por medio de las campanas extractoras de humo. Estas campanas precisan de un componente ventilador extractor que efectúa la aspiración principal y al mismo tiempo es necesario disponer de otra abertura en la parte superior en donde se complementa la aspiración del local.

2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS METODOS DE VENTILACIÓN.

Esencialmente la ventilación es un cambio de aire en local o recinto. Para ello se extrae el aire viciado (Sistema de Extracción) y/o se introduce aire fresco (Sistema de Suministro) para mantener un ambiente saludable en el área de trabajo.

Un programa completo de ventilación debe considerar ambos sistemas de suministro y extracción.

El movimiento del aire puede llevarse a cabo con ayuda de ventiladores (Ventilación Mecánica) o aprovechando la diferencia de peso específico entre el aire interior y exterior del local o por la acción del viento (Ventilación Natural). En cuanto a su función de ventilación puede ser general o localizada.

Si la cantidad de aire extraído de un lugar de trabajo es mayor que la cantidad de aire exterior inyectado, el espacio experimentará una presión menor que la presión atmosférica local. Esto puede ser deseable cuando se usa un sistema de ventilación por dilución para control o aislamiento del contaminante, en un área específica sobre la planta. Frecuentemente esta condición se da en las áreas de extracción localizadas donde no se requiere reemplazo de aire.

**Tablas se encuentran en anexos*

2.3 SISTEMAS DE EXTRACCIÓN.

Los sistemas de extracción están clasificados en dos grupos:

- 1. El sistema de extracción general, y*
- 2. El sistema de extracción localizada.*

El sistema de extracción general puede ser usado para controlar el calor y/o remoción de contaminantes generados en el espacio por el desprendimiento de materiales con grandes cantidades de aire. Cuando se usa para controlar el calor, el aire puede ser climatizado y reciclado. Cuando se usa para controlar contaminantes (Sistema de dilución), una cantidad suficiente de aire exterior debe ser mezclada con el contaminante, así el promedio de concentración es reduce a niveles seguros. Este contaminante es típicamente descargado a la atmósfera. Un sistema de inyección (Suministro) es usado usualmente en conjunto con un sistema de extracción general para reemplazar el aire extraído.

Los sistemas de ventilación por dilución son normalmente usados para el control del contaminante únicamente cuando una extracción localizada es imposible.

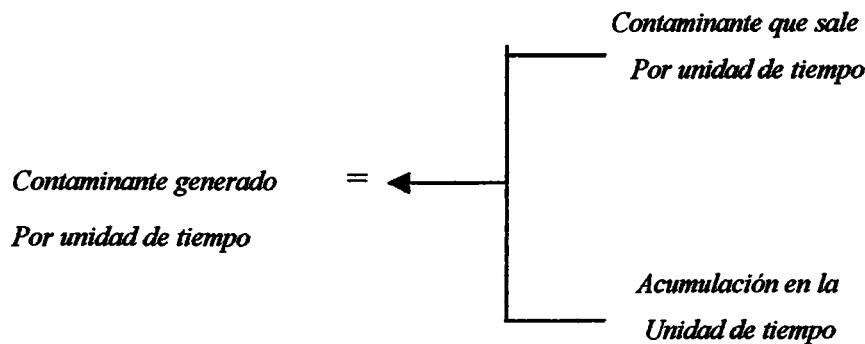
Los sistemas de extracción localizada buscan capturar el contaminante lo más cerca posible del foco de emisión. Este es el método preferido de control porque es más efectivo y los flujos de extracción son pequeños comparados a los requerimientos de flujo de una extracción general. Estos sistemas están compuestos de cuatro elementos básicos. La campana, el sistema de conducto, sección de filtraje y ventilador. El aire es descargado usualmente a la atmósfera, pero no debe ser reciclado.

**Tablas se encuentran en anexos*

2.4 PRINCIPIOS DE DISEÑO.

El fenómeno de mezcla de aire contaminado con aire limpio en el interior de un local es bastante complejo, pero es posible plantear un modelo teórico que permita una aproximación al estudio del problema, si se hace cierta hipótesis.

- Mezcla perfecta.** *Es decir, la concentración del contaminante en el aire del local es la misma en todos los puntos.*
- Generación de contaminantes uniforme.** *Es decir, la velocidad máxima de liberación del contaminante en el recinto es constante.*
- El aire de ventilación. Introducido en el local esta excepto de contaminante.** *Con esta hipótesis, es posible, formular un alcance de materia del contaminante contenido en el local.*



Que, en forma de ecuación diferencial, se expresa:

$$G = Q \cdot C + V \frac{dc}{dt}$$

Donde:

G: Velocidad de generación del contaminante(mg/min.).

Q: Caudal del aire de ventilación (p³/min.).

C: Concentración del contaminante en el aire del local (mg/m).

V. Volumen del local(p³).

Dc / dt : Variación de la concentración ambiental con el tiempo(mg/min).

La solución de la ecuación anterior, es:

$$C = C_{oe} e^{-Q/v t} + G/Q (1 - e^{-Q/v t})$$

Donde Co: Concentración en el instante inicial.

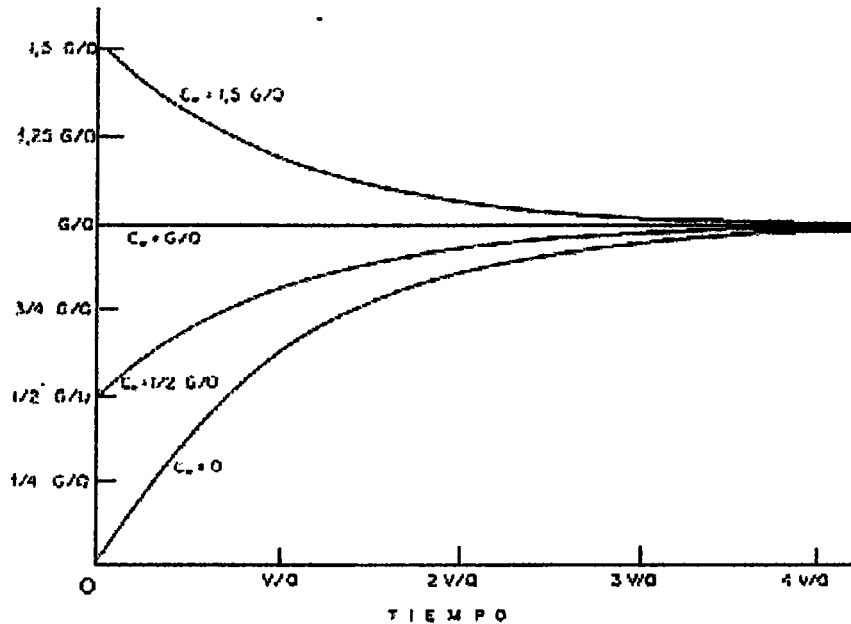
En la fig. 1-1 se presenta gráficamente esta función en coordenadas normalizadas, puede observarse como la concentración ambiental evoluciona asintóticamente hacia un valor dado por el cociente G/Q. La conclusión es que con un sistema de ventilación general la concentración final que se alcanzará en el local dependerá de la velocidad con que se genere el contaminante y el caudal de ventilación, sin que tenga influencia el volumen del local.

El coeficiente Q/V tiene dimensiones de inverso del tiempo y es el parámetro clásico utilizado para medir tasas de ventilación expresadas por "renovaciones por minuto". Como ya se ha indicado, este cociente tiene influencia sobre la concentración final que se alcanza en el local ventilado solo influye el tiempo que se tarda en alcanzar el valor limite. Cuando mayor es el número de renovaciones, menos tiempo se tarda en conseguir la concentración final.

Así pues, es generalmente incorrecto, especificar una ventilación general en términos de renovación por minuto, siendo el caudal la forma correcta de especificar. La confusión tiene su origen en la aplicación de la ventilación general a locales de uso social y no industrial (habitaciones, restaurantes, etc.), en los que los focos de generación son los individuos, así cuando mayor sea un local mayor será el número de personas, y mayor debe ser el caudal de ventilación con la que la relación caudal necesario por volumen (Q/V) se mantendrá mas o menos constantes y, en este caso, es útil y cómodo especificar la ventilación en minutos por cambio de aire.

No obstante, en el caso de la ventilación industrial no tiene sentido ya que no hay relación entre el volumen del local y la cantidad de contaminantes que pueda generarse.

Fig. 1-1, Evolución de la concentración en un local con ventilación general



2.4.1 GASES Y VAPORES.

La acción de la gravedad sobre un volumen de gas o vapor no se determina por el peso de las moléculas de gas, sino por el peso medio de todas las moléculas de cualquier naturaleza que se encuentra en la mezcla. Estas mezclas moleculares son permanentes y no puede haber separación espontánea de las moléculas pesadas frente a las más ligeras.

La relación de densidad será, densidad de la mezcla del aire y no densidad del vapor de la sustancia frente a la densidad del aire.

La máxima concentración posible que se puede alcanzar por un vapor determinado esta limitada por la presión de vapor del disolvente a la temperatura en cuestión.

$$C = \frac{P_v}{760} \times 100 (\%)$$

$$C = \frac{P_v}{760} \times 10^6 (\text{ppm})$$

El peso molecular medio de una mezcla es.

$$Pm_{\text{promedio}} = \frac{C(\text{PM}(\text{vapor}) + (100 - C) \times 29)}{100}$$

Este peso molecular promedio en relación con el aire 29 proporciona el peso específico de la mezcla.

Lo anteriormente expuesto no es válido cuando se trabaja con vapores de disolventes en ebullición.

En problemas de ventilación es normal encontrar concentraciones del 0.5 al 0.9% en volumen del vapor.

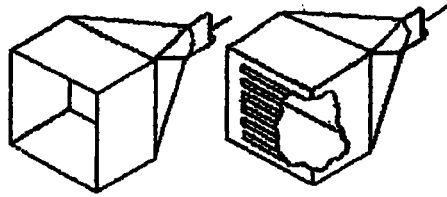
3.0 VENTILACIÓN LOCALIZADA.

3.1 CONCEPTOS BASICOS DE LA VENTILACIÓN LOCALIZADA.

Los sistemas de ventilación localizadas están diseñadas para capturar y mover las primeras emisiones de los procesos que se den en una Planta, de manera que controlan su presencia en el medio de trabajo. La campana de extracción localizada, es el punto de entrada en un sistema de extracción y se definirá para incluir toda abertura de succión restando importancia a su configuración física. La función primordial de la campana es crear un campo de flujo de aire, el cual captura eficientemente el contaminante y lo transportara dentro de la misma.

La fig. 1-2, provee las nomenclaturas asociadas con campanas de extracción localizada.

Fig. 1-2, Principios de las campanas de Extracción.



Velocidad de Captura:
Velocidad de aire en un punto cualquiera frente a la boca de la campana, que es necesaria para superar las corrientes de aire opuestas a la captación y capturar el contaminante en ese punto dirigiéndolo hacia la campana.

Velocidad en la boca:
Velocidad en la abertura de la campana.

Velocidad en la rejilla:
Velocidad de aire en el plano, para una buena distribución del flujo en las rejillas no deben ser superiores a la mitad de la velocidad en este.

Velocidad en el filtro:
Velocidad en las aberturas de la campana. Del tipo rejilla, es función primaria. Es la distribución de los aires en la boca de la campana.

Velocidad en el conducto:
Velocidad de aire en la sección del Conducto, cuando en la corriente del aire existen Partículas sólidas, la velocidad en el conducto Debe ser igual o superior a la velocidad Mínima adecuada para que el aire las arrastre.

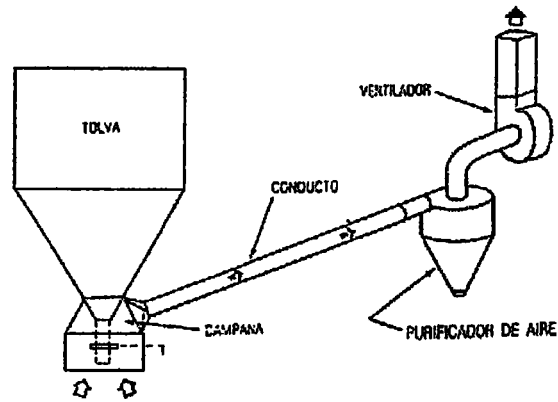
La fig. 1-3, representa la instalación típica de ventilación por extracción local compuesta de:

Campana, mediante la cual es capta el contaminante del aire.

Conductos, para llevar el contaminante a un punto central.

Dispositivo, para limpiar el aire como por ejemplo, un filtro para el polvo o un colector centrífugo, para purificarlo antes de expulsarlo al exterior.

Ventilador y su motor, para producir la corriente de aire requerida a través del sistema.



**Fig. 1-3 Instalación de ventilación localizada,
Compuesta por campana, conductos, purificador de aire y ventilador**

3. 2 CAMPANAS.

Los elementos de captación denominados campanas, son los puntos de un sistema de extracción localizada, a través de los cuales el aire contaminado penetra en los conductos comprendidos a todas las aberturas por las que se produce succión, sin considerar sus formas o tipos de montaje.

Su principal característica es su eficacia, que puede definirse como la capacidad para captar efectivamente el contaminante generado.

Ningún sistema de extracción local puede considerarse como efectivo a menos que el contaminante sea arrastrado a la campana. Evidentemente, el valor de la instalación será nulo si el polvo, humo, gas o cualquier que sea el contaminante, no es captado y arrastrado dentro de la campana, no importa cuan bien contruidos estén los conductos y los interceptores o cuan grande sea el ventilador.

3.2.1 CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE CAMPANAS.

W. Hemeon (1963) fue, quizás el primero en describir un simple esquema para categorizar el diseño de campanas. Él concluye que toda campana de extracción localizada cae dentro de tres categorías. Encerradas, Exteriores y Receptoras.

La clasificación de las campanas dentro de una de las tres categorías es de gran ayuda, desde el proceso de diseño, cual es diferente para cada una. El elemento clave de la clasificación de las campanas es la localización, de las mismas, relativo al punto de generación o escape de contaminante. La localización relativa de la campana con respecto al foco, ayuda a determinar la cantidad de flujo de aire necesario para efectuar la captura. El proceso de diseño para cada tipo de campana es discutido en las siguientes secciones.

3.2.1.1 ENCERRADAS.

Si una campana está diseñada para que los contaminantes escapen del proceso dentro de la misma, ésta es clasificada como encerrada (fig. 1-4). Este tipo de campanas es generalmente el más eficaz desde el punto de vista Ingenieril.

El control efectivo de emisión es más fácil en este caso que en el exterior, donde el flujo de extracción debe ser alcanzado y capturar el contaminante como es generado.

Dentro de estas clasificaciones se tienen:

- 1- Completamente encerradas (fig. 1-5), donde el proceso de trabajo es conducido enteramente dentro de la campana de extracción. Este tipo ofrece gran protección al usuario, así como poco consumo energético, ya que de los tres tipos, este es el que requiere menos cantidad de aire para asegurar un control adecuado. Para diseñar este tipo de campanas se requiere crear el ambiente con presión negativa, con el fin de asegurar que el contaminante no escape del encierro y tener un sistema eficiente del filtraje del aire a extraer.*

- 2- *Cabinas, ésta es la segunda sub - categoría de encerradas, las cuales son encerradas simplemente con un lado parcial o completamente abiertos para aprovechar acceso. Ejemplos, campana para: sierra de corte abrasivo (fig. 1-6) y pintado por atomizado. Las cabinas son clasificadas como encerradas porque el contaminante se escapa dentro de la misma campana, como en el caso anterior. Como el contaminante es generado dentro de la campana, la presencia de un lado abierto da la posibilidad que este se tienda a escapar. Para prevenir esto, una alta velocidad del aire es necesario para mantener a través de estas áreas abiertas (llamadas cara de la campana).*
- 3- *Túneles, son similares a las cabinas, excepto que estas tiene dos caras abiertas para el flujo del proceso para los cuales se determinan las velocidades necesarias para una captura eficiente.*

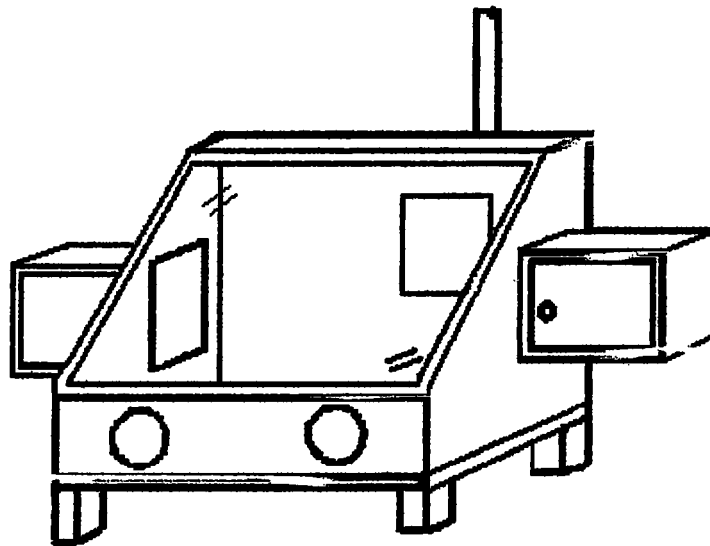


Fig.1-4 Campana encerrada.

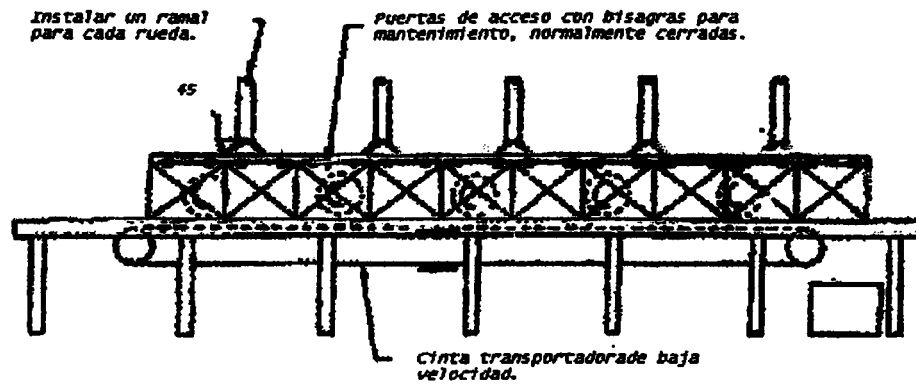


Fig.1-5. Encerramiento. Cuanto más encierre la campana a la fuente, menor es la capacidad de aire requerida para el control de esta línea de pulido.

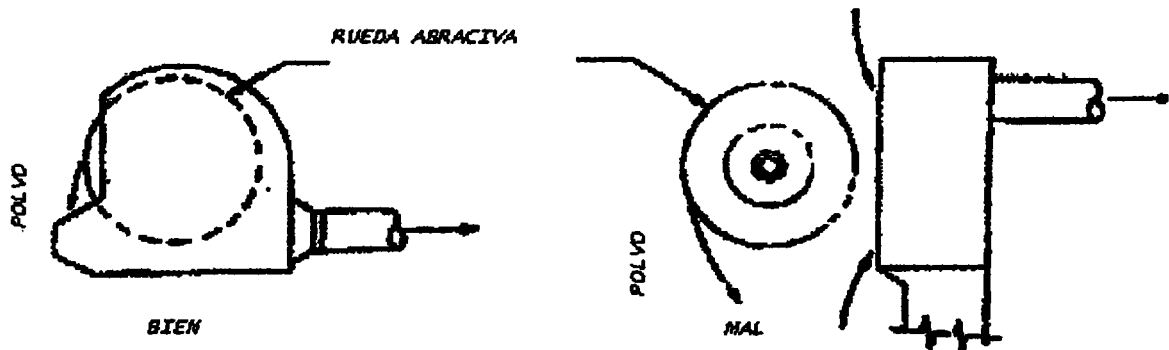


Fig. 1-6 La campana debe estar fabricada de manera que la Velocidad inicial del contaminante lo impulse hacia la abertura de la misma.

3.2.1.2 EXTERIORES.

La diferencia básica entre una campana encerrada y una exterior, es que en éstas el contaminante no es atrapado en el punto de escape. El contaminante se genera fuera de la campana de la misma forma que éste se difunde en la atmósfera de la planta. Una campana típica es la campana portátil para soldadura.

La captura del contaminante deberá ser provocado por el movimiento del aire, generado por un ventilador, a través de ductos conectados a la campana. Desafortunadamente, muchos efectos adversos pueden ocurrir entre la generación y la captura.

Un buen diseño de estas campanas debe asegurar al operario, no tener exposiciones peligrosas a su salud del contaminante.

3.2.1.3 RECEPTORAS,

Estas son campanas exteriores las cuales siguen el proceso de la generación del contaminante con el movimiento de la fuente.

Las dos propiedades de generación del contaminante que son comúnmente utilizadas en campanas receptoras son momentúm de partículas y la ascensión de gases calientes.

3.3 CAPTACIÓN DEL CONTAMINANTE.

Cuando se conecta un conducto a la entrada de un extractor, se produce succión o zona de baja presión en el otro extremo del conducto. El aire del recinto se dirigirá desde todas las direcciones hasta esa zona de baja presión. Así como se muestra en la (fig. 1-7), el aire se moverá, debido a la succión, hacia la abertura a un conducto libremente suspendido, llegando simultáneamente desde la parte anterior y posterior. Las líneas de puntos que se dirigen a la abertura del conducto (lineal de corriente) indican la dirección del flujo de aire en este punto y las que se dirigen a las campanas del conducto (líneas de corriente) indican la dirección del flujo de aire en este punto. Las líneas curvas enteras

representan las secciones de las superficies formadas por los puntos de igual velocidad. Lo que se necesita para controlar el polvo es una velocidad de aire V , en el punto en que ese polvo se forma y a una distancia X de la abertura del conducto, lo suficientemente grande como para arrastrar las partículas hacia las campanas (es decir hacia el conducto). Si la cantidad de aire que entra en el tubo es Q , la velocidad en la superficie curva que pasa por el punto que el contaminante se produce, esta dada por la ecuación $V=Q/A$, donde A es el área de la esfera. El área de una ecuación es 4 veces el cuadrado de su radio X y esta expresada por la ecuación:

$$A = 4x^2$$

Entonces:

$$V = \frac{Q}{4X^2}$$

Esta relación indica que la velocidad en un punto donde se produce polvo es:

- a) Proporcional al volumen de aire Q que pasa por el conducto ($p^3/\text{min.}$).
- b) Inversamente proporcional al cuadro de la distancia X a la abertura.

En la práctica, la ecuación básica ha sido modificada empírica mente y, cuando X es menor que 1.5 veces el diámetro de la campana, adopta la forma:

$$V = \frac{bQ}{X^2 + bA}$$

Donde es la velocidad de la línea central a una distancia X de la campana $V = (p^3/\text{min.})$.

Q : Flujo de aire en el conducto ($p^3/\text{min.}$).

X : Distancia sobre el eje de la campana(p)

A : área de la abertura de la campana(p^2).

B : Una constante que depende de forma de la abertura de la campana.

Para aberturas circulares o cuadradas, b es prácticamente 0.1 y la ecuación se convierte en:

$$V = \frac{0.1 Q}{X^2 + 0.1 A}$$

Cuando X es muy grande comparada con A , la ecuación se transforma en:

$$V = \frac{Q}{10X^2 + A}$$

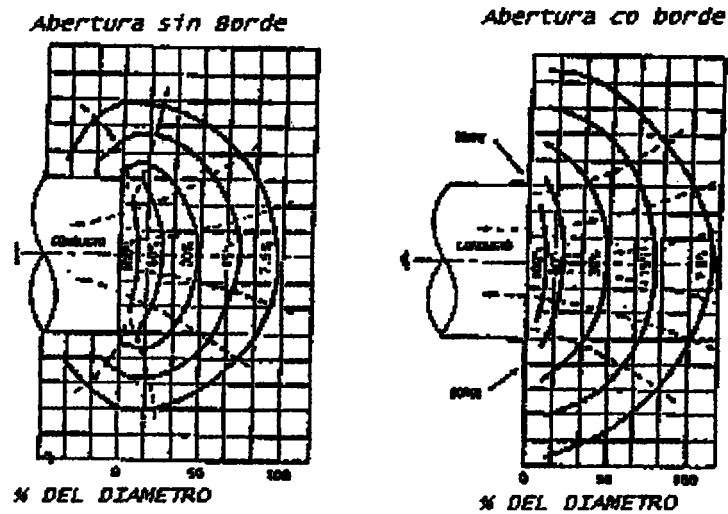


Fig. 1-7 *Perfiles de velocidad expresadas como porcentaje de la velocidad en la abertura (líneas curvas enteras) y líneas de flujo (líneas de puntos) en los casos de abertura a circulares y con borde.*

3.3.1 VELOCIDAD DE CAPTURA.

No es posible establecer una recomendación de carácter general a cerca de la velocidad de aire necesaria para capturar las partículas contaminantes en las zonas donde se genera, ya que hay operaciones que originan trayectorias multidireccionales y velocidades muy diversas, mientras que otras operaciones originan trayectorias bien definidas, por ejemplo la operación de pulido, en la que además su velocidad es siempre inferior a la tangencial de la muela.

*En la *tabla 1-7 Se indican los valores generalmente aceptados para la velocidad de captura, en función de la velocidad con que se genera el contaminante, en la boca de la campana para aquellas que se encierra en su interior el proceso, o en las cercanías del foco de generación para campanas exterior a él.*

3.3.2 CALCULOS DE CAUDAL NECESARIOS.

Cuando una campana determinada aspira un cierto caudal, provoca en cada punto del espacio una velocidad de aire que será característica de cada punto del espacio de la geometría de la campana. Es necesario conocer esta distribución de velocidades para poder calcular el caudal de aire necesario para la extracción.

Existe una gran diferencia entre la distribución del flujo producido por una abertura que aspira aire, (fig. 1-8). A medida que nos alejamos de la abertura de aspiración, la velocidad decrece mucho más rápido en una aspiración que en una impulsión, debido a que en la aspiración el fluido es arrastrado desde todas las direcciones.

Las campanas más simples se asimilan a los llamados sumideros, el cual se define en un punto hacia el cual fluye uniformemente el aire, y desde él es continuamente eliminado.

Los resultados teóricos obtenidos para los distintos tipos de sumideros, sólo constituyen una buena aproximación de la distribución de velocidades en una abertura real a distancias superior es a un diámetro, o anchura en caso de rendijas en las cercanías de las aberturas, las velocidades reales difieren considerablemente de la teórica, por lo

que es preciso acudir a resultados experimentales. Esto se ve claramente en la (fig. 1-8). En que se comparan las diferencias entre una aspiración real y los cálculos teóricos. Esta diferencia entre lo teórico y lo real, es debido a la obstrucción al flujo que representa el propio tubo, ya que en realidad no es un punto, sino una superficie plana.

En las cámaras circulares y cuadradas, la velocidad en el eje puede expresarse con buena aproximación mediante la fórmula de Dalla valle:

$$V = \frac{Q}{10X^2 + A}$$

Donde:

V : Velocidad de distancia X

X : Distancia punta a boca

Q : Caudal de aspiración

A : área en la boca.

Fórmula válida para valores de X inferiores a 1.5 D.

Para bocas rectangulares, la distribución de velocidades no es simétrica con respecto al eje de la campana. Por lo que debe recurrirse a la presentación tridimensional o con distribuciones de velocidad, según los dos planos de simetría de la campana.

*Con objeto de aumentar la eficacia de una campana, se recurre a un artificio consistente en la colocación de baffles o parlantes deflectores (*fig. 1-9) las cuales ejercen su influencia impidiendo que el aire fluya desde la parte posterior en la campana, aumentando así la velocidad en la parte anterior y reduciendo la pérdida por la entrada o turbulencia al evitar que se aspire el aire que está de tras del frente de la abertura. Para la misma cantidad total de aire extraído una mayor proporción provendrá de la zona frontal del conducto. Esto es beneficioso, puesto que el aire que viene desde atrás de la abertura no ayuda a controlar el contaminante de la zona frontal. Un borde puede aumentar en un 20 - 30% de la corriente útil de aire para un mismo volumen total movilizado. Generalmente, el ancho del borde es igual al diámetro de la campana.*

La anchura ideal de la pantalla, debe ser tal que intercepte la línea de igual velocidad del 10%, si bien en la práctica, suele estar una anchura igual al diámetro de la boca de aspiración con un valor máximo de 6" (15 cm). El uso de baffles permite reducir el caudal de aire aspirado para una efectividad dada en un 30% aproximadamente. En la *Tabla. 8, se indican fórmulas aproximadas para el cálculo del caudal de aire en eje, de los tipos más comunes de campanas simples.

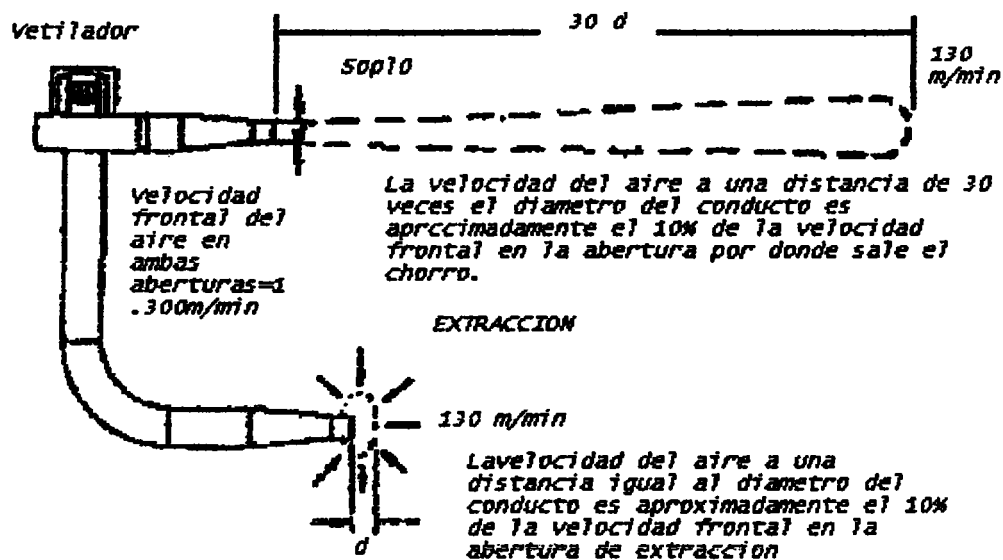


Fig.1-8 El "arrastre" de un ventilador es completamente distinto, según funciones, extrayendo o soplado.

*Fig. 1-9 se encuentra en anexo.

3.3.3 PERDIDA DE CARGA.

Al ejercer la succión, el aire entra en el conducto.

Aplicando el teorema de Bernoulli entre los puntos 1 y 2, se tiene:

$$p_1 = p_2 + \frac{V_2^2}{2g} + P_e$$

Donde : P_e = Perdida de presión debida a las turbulencias a la entrada del conducto.

P_e depende de la fórmula geométrica de la boca y en la velocidad del aire V_2 .

Otras veces se indica el coeficiente de entrada C_e .

$$C_e = \sqrt{\frac{V_2^2}{P_1 - P_2}}$$

Sí $p_e = 0$: $C_e = 1$; el valor de C_e se va haciendo más pequeño cuanto mayor es la perdida de carga.

**Tabla 1- 9. nos da factores de perdida para varios tipos de campanas.*

Cuando es necesario lograr una velocidad uniforme de aire en una superficie relativamente grande, se suele acudir al empleo de campanas de boca rectangular con una relación ancha y larga pequeña que se denomina rendija.

Para un correcto funcionamiento, es imposible lograr que la velocidad del aire en ella sea la misma en todos los puntos. Para conseguir esto, se coloca inmediatamente atrás de la ranura un ensanchamiento llamado pleno (fig. 1-10).

La uniformidad en el flujo a lo largo de la rendija depende de:

- *La relación entre las secciones de la rendija y el pleno. La distribución será tanto más uniforme cuanto mayor sea la sección del pleno respecto a la de la rendija. Por necesidad de espacio, la sección del pleno debe ser como mínima el doble de la rendija, por lo tanto, la velocidad del aire en el pleno, no debe ser superior al 50% en la rendija.*

- *El valor absoluto de la velocidad en la rendija: cuanto mayor sea dicha velocidad, más uniforme será la distribución del flujo, pero dado que la pérdida de carga es proporcional al cuadrado de la velocidad en la rendija, no es económico emplear velocidades muy elevadas, y en la práctica se adoptan velocidades entre 985 y 1,970 fpm (5 y 10 m/s).*

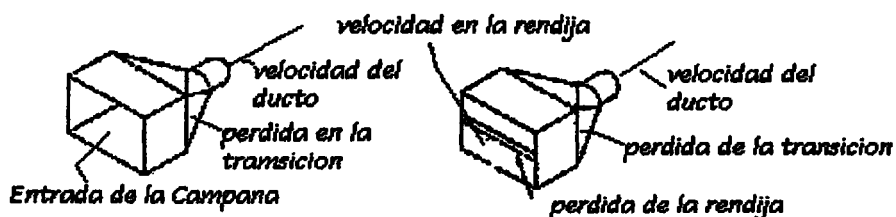


Fig. 1-10 a Campana Simple

Fig. 1-10 b Campana Compuesta

4.0 CAMPANAS SOBREPUESTAS.

Raras veces permite el control esperado. Hay varias razones para que así sea: la velocidad del aire disminuye muchísimo (en proporción al cuadrado de la distancia) entre la campana y la fuente donde se origina el contaminante, se requiere un mayor volumen de aire para lograr el control, el efecto puede dependerse debido a corrientes cruzadas en el ambiente y por último, frecuentemente este tipo de campanas obliga al operario a trabajar de bajo de ella, es decir, entre el punto de producción del contaminante y la boca de extracción.

Esta clase de campana da mejores resultados cuando las corrientes térmicas, causadas por el aire caliente al elevarse, orientan al contaminante al sistema de extracción. Cuando éste no es vigoroso, se puede conseguir a veces y dentro de ciertos límites, una distribución bastante uniforme del flujo del aire mediante la colocación de tabiques centrales para formar una cámara (plenum) en la parte superior de la campana. Pero esto no es la solución segura cuando el operario trabaja debajo de la boca de extracción.

*Tablas se encuentran en anexos.

La cantidad de aire requerida por una campana sobre puesta colocada encima de un tabique puede calcularse aproximadamente mediante la ecuación:

$$Q = 1,4 \times 2(L + W) HV$$

Donde :

Q= Caudal de aire (p³/min.)

L= Longitud del tanque(p)

W= Ancho del tanque (p)

H= Altura de la campana sobre el tanque (p)

V = Velocidad de control deseada(p/min.)

V; varia ENTRE 100 Y 500 P/ min. , Dependiendo de las corrientes cruzadas.

La campana sobre puesta puede ser mejorada mediante una separación o pared vertical colocada a uno o más lados y desde la fuente a la campana. Si el tanque puede ser cerrado de manera que sólo uno de los lados mayores quede abierto y la campana quede situada encima de la superficie, el aire que se requiere para lograr la misma velocidad de control resultará reducido en dos tercios. Tampoco aquí el operario deberá trabajar debajo de la campana.

Esta reducción en la cantidad de aire muestra claramente la conveniencia de procurar campanas que circunscriban parcial o completamente el proceso. Aún cuando tales campanas se construyan con puertas deslizables o rebatibles para poder tener acceso al tanque u otra clase de equipo, el aislamiento de la fuente de contaminante es esencial.

La campana colocada en la parte superior aprovecha los movimientos térmicos del aire y las nieblas de los tanques calientes (la mayoría de las nieblas de los tanques están calientes), pero no debe ser usada si el operador debe inclinarse sobre su superficie o si las sustancias desprendidas son tóxicas. Si puede emplearse una campana ubicada encima del proceso la solución mas lógica es una campana lateral que se superponga sobre el tanque tanto sea posible.

4.1 CONDUCTOS.

Una vez que el aire contaminado ha sido arrastrado dentro de la campana, los conductos se encargan de llevar a un purificador o al exterior. Cuando este aire pasa por cualquier conducto o cañería, debe vencerse la resistencia originada por la fricción y tiene que ser calculada antes que el sistema esté instalado, de manera que pueda adquirirse el motor y el extractor más conveniente.

Algunos comentarios generales sobre el dimensionamiento de los conductos, ayudarán al profesional de prevención de accidentes en la evaluación de los méritos de un sistema dado.

Un buen punto de partida para el diseño de un sistema de extracción local es la determinación del volumen de aire por minuto, que debe extraerse por cada campana para controlar el contaminante producido por el ambiente de trabajo.

Sobre la base de este dato, un cuidadoso diseño del conducto permitirá lograr los objetivos siguientes.

- *Consigue el mínimo consumo de fuerza motriz.*
- *Mantener la velocidad de transporte necesario para que el contaminante, si es un polvo o un humo, no se deposite y tape el conducto.*
- *Mantiene el sistema "Balanceado" en todo momento.*

4.2 DEFINICIONES BASICAS.

El movimiento de un fluido se llama flujo y se puede clasificar en flujo laminar y turbulento.

En el flujo laminar, las partículas de fluido se mueven a lo largo de trayectorias uniformes y definidas.

El flujo turbulento (fig. I-11) es el más común en Ingeniería y es el único que existe en los conductos de ventilación, las partículas se mueven siguiendo trayectorias muy irregulares, y se forman torbellinos que aparecen y se distribuyen en forma continua.

La velocidad de cada punto del fluido no es constante como ocurre en el flujo laminar, sino que varía aleatoriamente con el tiempo, oscilando a su alrededor de su valor medio.

El tipo de flujo existente se deduce del valor del número de Reynolds, el cual se define como:

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu}$$

Donde :

ρ = Densidad.

V = Velocidad fluido.

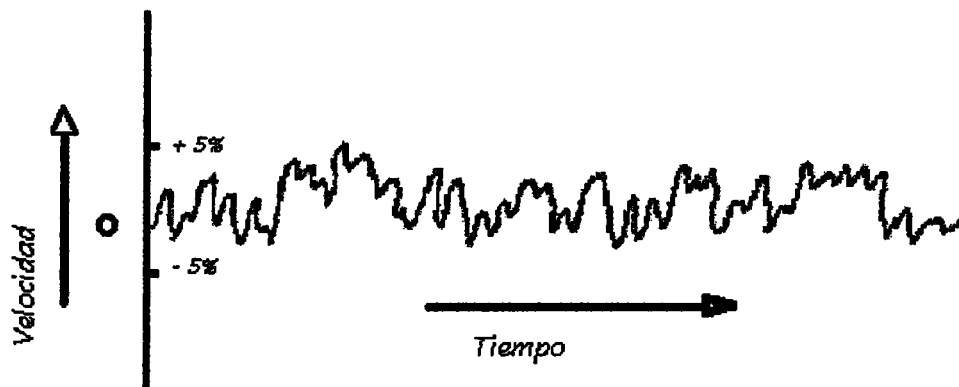
μ = Viscosidad.

D = Diámetro conducto.

Cuando

$Re < 2100$ el flujo es laminar.

$Re > 4000$ el flujo es turbulento.



***Fig. 1-11, Fluctuaciones de velocidad en el flujo turbulento.
El origen del eje de coordenadas al valor medio de la velocidad.***

4.2.1 ECUACIONES FUNDAMENTALES.

Las ecuaciones fundamentales se obtienen por aplicación de los principios básicos de la mecánica.

4.2.1.1 ECUACIÓN DE CONTINUIDAD.

Se basa en el principio de la conservación de la masa del fluido que circula por el fluido, esto se observa en la siguiente ecuación y (fig. 1-12):

$$\rho_1 V_1 S_1 = \rho_2 V_2 S_2$$

Donde:

ρ = Densidad.

V = Velocidad medidas.

S = Secciones de conductos.

En Condiciones normales $V_1 S_1 = V_2 S_2$, por lo que el caudal de aire a lo largo de una conducción puede considerarse constante.

Sí:

$$V_1 S_1 = V_2 S_2$$

$$Q_1 = Q_2$$

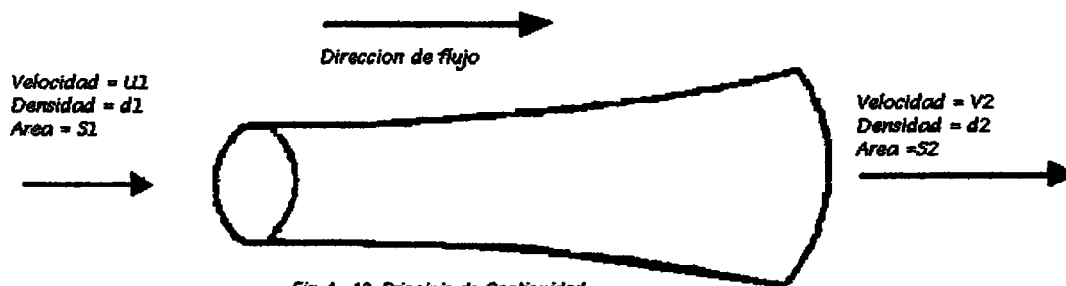


Fig. 1 - 12. Principio de Continuidad

Se considera invariable la densidad del aire, dado por las variaciones de presión que sufre el aire raramente superan 0.1 átomos, lo que representa una variación máxima del 10% y puesto que la de la densidad es proporcional a la densidad será menor al 10% que puede desproporcionarse sin grandes errores.

4.3 ECUACIÓN DE BERNOULLI.

Se obtiene por la aplicación, al movimiento del fluido a la segunda ley de Newton, con ciertas hipótesis, como se trata de fluidos incomprensibles y sin rozamiento interno, que imponiendo el régimen turbulento se obtiene la siguiente ecuación:

$$gH + P + \frac{v^2}{2g} = cte.$$

Donde:

G = gravedad.

H = altura.

P = presión manométrica.

Cada término de la expresión anterior, tiene dimensiones de energía por unidad de volumen, por lo que dicha expresión expresa el principio de la conservación de la energía del fluido, sin rozamiento interno, o bien, la energía del fluido, en ausencia de trabajo externo y de rozamiento, es constante a lo largo de la conducción. Entre gases G.H puede despreciarse.

$$Pe + \frac{V^2}{2g} = CTE.$$

Donde:

Pe = Expresión estática.

V²/G = Expresión dinámica.

La suma de ambas es la expresión total.

Los valores de las tres presiones se van tomando como referencia la presión atmosférica (fig. 1.13).

Dado que todos los fluidos reales poseen rozamiento interno, la ecuación de Bernoulli se aplica añadiéndole un término adicional, que tiene en cuenta la pérdida de la energía mecánica.

$$P_1 + \frac{V_1^2}{2g} = P_2 + \frac{V_2^2}{2g}$$

Estas pérdidas representan una disminución de la presión total que se va produciendo a lo largo de la conducción, esta disminución se denomina pérdida de carga, y es una medida de energía pérdida por rozamiento.

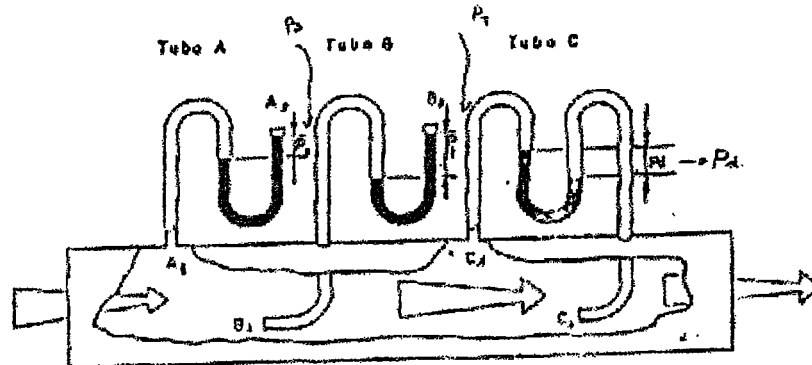


Fig. 1-13. Medidas de la presiones Estáticas, dinámica y total

4.4 PERDIDAS EN CONDUCTOS.

La pérdida de carga entre tuberías rectas con un régimen turbulento, se calcula mediante la ecuación de Darcy - Weis - Bach:

$$H_f = \frac{f L P V^2}{D 2g}$$

Donde:

H_f = Pérdida de carga por unidad de volumen en mm c.a.

L = Longitud de tubería.

D = Diámetro.

El coeficiente f es una magnitud sin direcciones, que dependen de la velocidad, del diámetro, densidad, viscosidad, y de ciertas características de la rugosidad de la pared.

*La experiencia y el análisis dimensional ha mostrado que f puede considerarse con una aproximación aceptable como función del número de Reynolds, y de la rugosidad relativa entre E/D. Esta función se ve en la (*Tabla .10).*

*En ventilación, se expresa la pérdida de carga en pulgadas de columna de agua. (*Tabla. 11 y Tabla. 12).*

*Para conductos de sección rectangular, los cálculos se efectúan con el diámetro equivalente como se mira en la (*Tabla. 13).*

4.4.1 CURVA CARACTERÍSTICA DE UNA CONDUCCIÓN.

Se llama curva característica de una conducción, o de un conjunto de ellas que se desembocan en un único conducto general, a la gráfica que representa la variación de las pérdidas de cargas que se producen al circular por ella el aire en función del caudal del mismo.

La (fig. 1-14). Representa la forma de una parábola que pasa por el origen. Puede aplicarse según el siguiente razonamiento. En la conducción, se produce una pérdida de carga proporcional a la presión dinámica.

$$P_c = n \cdot p_d = n \cdot V^2/2 = n \cdot (Q/A)^2 / 2 = n \cdot Q^2/2A^2 = K \cdot Q^2$$

Donde:

P_c = Diferencia de presión en la conducción.

P_d = Presión dinámica del fluido.

Q = Caudal de flujo.

A = área de la sección transversal.

n = densidad.

Por lo que la pérdida de carga es proporcional al cuadrado del caudal. Las curva característica de una conducción es muy importante en el estudio del comportamiento de un sistema de extracción y fundamentalmente su dinámica.

También es importante la sección del tipo de ventilador más conveniente.

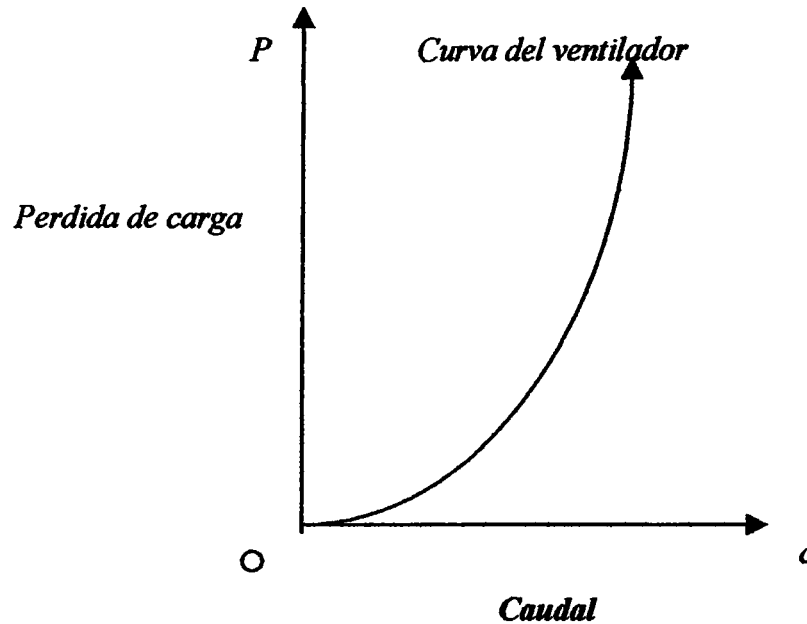


Fig. 1-14. Curva característica de un sistema.

4.4.2 CONDUCTOS MÚLTIPLES.

Los sistemas de extracción local con campanas múltiples presentan problemas (Fig. 1-15), después de calcular cual es el caudal necesario en cada campana para controlar el contaminante en cuestión, el objetivo de quien diseñe el sistema es determinar el tamaño de los caños y sus accesorios (codos, uniones y reductores de manera que el aire se distribuya en cada campana en la forma deseada). Cuando dos ramales que vienen de dos campanas (campana A y B, por ejemplo) se unen mediante una unión y para formar el conducto principal (o su principal o colector), la diferencia de presión estática entre el punto de unión y la abertura frontal o entrada de la campana A, debe necesariamente ser la misma que entre ese mismo punto y la entrada de la campana B. Si se quiere que exista el mismo caudal en ambas campanas, las pérdidas por fricción en cada ramal deben ser las mismas. Pero si el ramal de la campana A es más largo o tiene, los codos, su pérdida por fricción, para un mismo diámetro de conductos en ambos ramales, será mayor que la de B. La velocidad en el ramal de A será menor y entonces, por la campana A entrará menos aire que la campana B.

¿ Cómo puede fabricarse las campanas para que tengan el mismo caudal?

Hay dos soluciones, la primera es la más aconsejable

- 1. Suponiendo que cada campana ha sido fabricada para extraer la cantidad de aire calculada, el equilibrio puede lograrse eligiendo el conducto y sus accesorios que permitan igual cantidad de presión en ambos ramales, cuando el flujo de aire a través de la campana A y de la B tiene las velocidades deseadas. Si una de las campanas esta extrayendo mas de lo que debe se puede instalar resistencia al pasaje del aire, la velocidad de este sea menor y de esta manera también disminuirá el caudal que entra en esta campana.*
- 2. El equilibrio de los caudales también puede conseguirse mediante el empleo de reguladores de cada ramal. Estos reguladores son tabiques corredizos con amortiguadores que pueden disponerse de manera que bloqueen parcialmente el Pasaje de aire, traduciendo la cantidad que entra en la campana. Sin embargo, este no es el procedimiento preferido. Su etapa principal, no obstante, está en que con menos trabajo, se considere el resultado deseado.*

Las ventajas del primer método son:

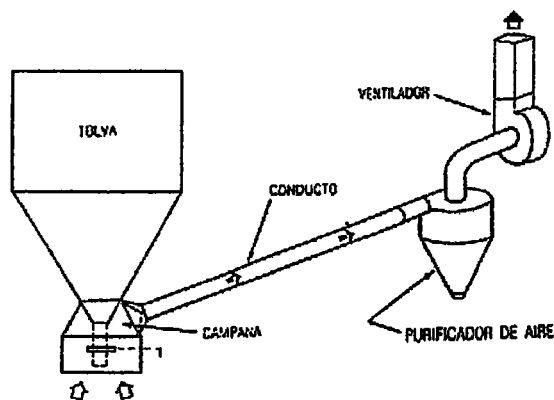
- Si desde un principio se han elegido correctamente las velocidades, el conducto no se tapará.*
- Los operarios no se podrán modificar el sistema y privar a otro del lugar de trabajo del aire necesario para el control.*
- La erosión será menor y no habrá acumulación de polvo con pelusas causadas por la obstrucción de los reguladores.*

El primer método es el preferido cuando se manejan materiales tóxicos cuando deben eliminarse polvos exclusivos, del magnesio o radioactivos.

El segundo método deja la posibilidad de corregir volúmenes de extracción mal calculados y también permite alguna flexibilidad para futuros cambios y adiciones. Sin embargo, una regla cardinal para el diseño de los sistemas de extracción de metales que como una vez que se ha instalado y balanceado un sistema de campanas no debería de agregarse ninguna otra. Tal adición podría cambiar el caudal del aire y hacer que algunas campanas resultasen ineficaces.

En lo que a características de diseño se refiere, no hay diferencias en un sistema que opere ya sea por baja presión positiva (soplando, o negativa aspirando). Usualmente, sin embargo, los sistemas de aspiración poseen una elevada velocidad de aire con el fin de mantener el polvo en suspensión dentro del conducto. Los sistemas de presión positiva son (aquellos que proporcionan aire para ventilar un ambiente determinado), operan con velocidades relativamente bajas en los conductos. Deben entenderse el significado de dos términos vinculados con la velocidad de los conductos.

- **Presión de velocidad:** *es la presión o la succión que debe de crear el ventilador para mover el aire a cierta velocidad.*
- **Perdidas por fricción en el conducto:** *para una misma velocidad del aire los conductos de diámetro pequeño determina una pérdida por fricción mayor que los diámetros más grandes. Por ejemplo para una misma velocidad en cada ramal un conducto de 25" (10 cm) de diámetro requiere de energías extremadamente alto. Los codos y las secciones con reducciones en lo que un ramal se conecta con un conducto principal agregan pérdidas por fricción. Cuanto más pronunciado sea el codo y más abrupta la variación del diámetro en las piezas de transición mayor será la pérdida por fricción.*



**Fig. 1-15 Instalación típica de un sistema de extracción local:
Campana, colector y ventilador.**

4.4.3 DEFECTOS COMUNES EN LOS SISTEMAS DE DUCTOS.

Una inspección rápida de un sistema de extracción puede dar una idea sobre lo apropiado de su diseño. Por ejemplo, los conductos de sección cuadrada o rectangular, tan comunes en la calefacción y ventilación raramente son empleados para la extracción local, en cambio los conductos de sección circular son usados casi universalmente debido a sus menores pérdidas por fricción. Las velocidades en los conductos de los sistemas de extracción local son mayores para evitar el depósito de partículas.

Los codos y las uniones en T, que acompañan con accesorios a los conductos para quemadores, deben de ser escrupulosamente evitados. Debido a sus ángulos pronunciados, requieren un derroche de energía y debe de calcularse un ventilador mayor del que normalmente haría falta, para evitar que el polvo se deposite en los conductos por efectos de las turbulencias por esos ángulos. Estos depósitos podrían tapar los conductos.

Otra evidencia de diseño defectuoso de los conductos es una cañería de poco diámetro (7.5 a 10 cm). Extendiéndose hasta una campana aislada situada de 6-12 m. Una cañería así difícilmente podría mantener el caudal requerido a causa de la alta pérdida por presión.

No hay que dejarse confundir por la vieja regla que dice la suma de las áreas de las secciones de todos los ramales debe de ser igual a la sección del conducto principal. Esto no será cierto en un sistema balanceado.

4.5 SEPARACIÓN DE CONTAMINANTES.

La separación de contaminantes puede ser necesaria, por tres causas:

- Que la separación del contaminante en el interior de la industria resultante más rentable que su vertido al exterior. Por ejemplo el interés en la recuperación del producto.*
- Que el vertido del contaminante al exterior origine un problema de contaminación atmosférica.*

► *Que por necesidades del proceso deba proceder a la limpieza del aire que se introduce en el local como compensación.*

4.5.1 PURIFICADORES DEL AIRE.

Estos se clasifican en dos grupos:

- *Hay purificadores industriales que generalmente se asocian a sistemas de extracción local pero que, a veces, forma parte de un sistema extracción general cuyo propósito es eliminar contaminantes del aire (polvo, niebla, humo, vapores, gases, olores) que, de otra manera, podría alterar el ambiente exterior, ya sea dentro de la misma planta o, más generalmente, la densidad de la misma. Deben ser limpiados del contaminante retenido, por ello circula una corriente de aire relativamente moderada a una presión estática comparativamente alta.*
- *Hay purificadores por los cuales pasa el aire a velocidades relativamente alta pero a baja presión estática y son empleados en casas y en edificios comerciales, de oficina, públicos y otros, en sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado.*

4.5.2 EFICIENCIA DE PURIFICADORES DE AIRE.

Se considera como separador todo aparato o sistema que retenga en mayor o menos proporción uno varios contaminantes arrastrados por un gas líquido.

La retención de un separador nunca es total y será tanto más eficaz cuanto mayor sea su poder de retención.

La eficiencia de estos dispositivos se establece mediante la relación entre la cantidad de polvo (u otro contaminante) recogido por el purificador y la cantidad que entra al mismo. Generalmente la medida se expresa en términos de peso de polvo.

El empleo de expresión "eficiencia en el peso", se explica si se tiene en cuenta que en la industria se emplean a menudo interceptores de polvo como parte del equipo de producción, que el peso del producto que se maneja, envasa o recupera, entra en la importante consideración de los costos.

La mayoría de los purificadores inerciales de aire (por Ejemplo, los ciclones) tiene una eficiencia de captación variable, que depende del tamaño de las partículas. Estos colectores pueden capturar prácticamente el 100% de las partículas grandes (digamos mayores de 40 micrómetros), pero su eficiencia disminuye rápidamente a medida que disminuye el tamaño de la misma. Pueden llegar a ser totalmente ineficientes en la recolección de partículas menores de 5 micrómetros, que son las que interesan por su efecto sobre la salud.

La manera más normal se expresa la eficiencia de un separador es el rendimiento n:

$$n = \frac{\text{Cantidad retenida}}{\text{Cantidad que entra}} = \frac{R}{E} \times 100$$

Si el contaminante es un gas o vapor, el rendimiento suele calcularse partiendo de concentraciones máximas. Para materiales particulada se puede referir a concentraciones máximas o el número de partículas, y también se expresa algunas veces como función del índice de oscurecimiento, como relación entre las cantidades de gas contaminado anterior y posterior al separador que produce idéntico oscurecimiento de un papel de filtro normalizado. Lógicamente, los diversos rendimientos no son comparables entre Sí.

En los procesos de separación de partículas, el rendimiento suele ser función del tamaño de la partícula. Partiendo del espectro de tamaño de las partículas a separar y de los rendimientos parciales, se puede estimar el rendimiento global del separador.

Para cuantificar la eficacia de separadores de gran rendimiento, se utilizan frecuentemente otros parámetros como: La penetración de (p), el factor de descontaminación (DF) y el índice de descontaminación (DI).

$$P = 100 - n; DF = 100/100 - n; DI = \text{Log DF}$$

*En la (*tabla 16). se comparan las características importantes de los filtros empleados en sistema de ventilación. En las (*Tablas. 14 y 15), se comparan los ámbitos de tamaños de las partículas que pueden ser captadas por diferentes clases de colectores y filtros. Como se muestra en las Tablas(gráficas):*

4.5.3 COLECTORES DE POLVO.

El polvo se forma en los procesos de desintegración tales como el pulido, la molienda, las valaduras y la perforación. El polvo ya formado puede ser dispersado mediante el manipuleo, transporte y descarga de los materiales a granel y también durante su peso, mezcla y envase. El tamaño de la partícula de polvo varía desde las dimensiones sub - microscópicas (de bajo de 0.5 micrómetros) pasando por las de las partículas que pueden probablemente causar lesiones en los pulmones (0.5 -5 micrómetros para sílice libre, por ejemplo) y llegar hasta los tamaños de las mallas de los tamices estándares (malla 325 = 40 micrómetros, aproximadamente).

5.0 PURIFICADORES DE AIRE PARA HUMOS METÁLICOS Y CARBONOS.

Los humos metálicos provienen de operaciones tales como las de combustión, sublimación, destilación y especialmente la condensación de los vapores desprendidos de un metal fundido. La composición de estos humos puede ser distinta a la del material que la origina. Los de plomo, cadmio, óxido de zinc y óxido de hierro (soldadura) son ejemplos típicos. Sus partículas están debajo de un micrómetro, por consiguiente poseen movimientos brownianos (es decir, demasiado pequeñas para sedimentar) y son notables uniformes en su tamaño.

El humo carbonoso es generalmente orgánico y se origina en la combustión incompleta del carbón, el petróleo, la madera y otras sustancias combustibles.

Con frecuencia son oscuros y negros e impiden el paso de la luz. Sus partículas se comparan en tamaños con la de los humos metalúrgicos.

**Tablas se encuentran en anexos*

5.1 PURIFICADORES DE AIRE PARA GASES Y VAPORES.

Los vapores pueden definirse como la forma gaseosa de una sustancia normalmente se presenta en estado líquido o sólido a temperatura ambiente. Los gases y vapores no tienen partículas, sino moléculas aisladas dispersadas entre las moléculas de aire. Como los gases y vapores difunden, no son aplicables los interceptores que dependerán de la existencia de filtros o de la fuerza centrífuga. Los métodos que generalmente se usan son los siguientes.

- **ABSORCIÓN:** *En una torre con relleno o burbujeo se emplea un líquido que resuelve o relaciona químicamente con el gas o vapor y lo elimina del aire en forma segura. La eliminación de este líquido puede presentar problemas de control de afluentes y contaminantes de las corrientes de agua.*
- **ADSORCIÓN:** *Muchas partículas sólidas poseen una acción absorbente frente a ciertos gases y vapores. El fenómeno se produce en la superficie del absorbente, que es donde el gas y el sólido se ponen en contacto. El material más ampliamente empleado para quitar olores es el carbón activado que, en forma de gránulos, se coloca en bandejas, frascos o recipientes perforados. Estos materiales pueden absorber ciertos gases y vapores hasta el 50% de su propio peso. Para volver a usar, se puede reactivar por calentamiento. Se lo emplea frecuentemente para retener vapores de solventes y este es un método particularmente indicado, pues la sustancia absorbida puede ser luego recuperada.*
- **COMBUSTIÓN:** *Si el gas o vapor puede ser oxidado transformándose en productos inofensivos o inodoros, entonces se puede aplicar la combustión. Todos los hidrocarburos pueden ser eliminados de esta manera, siendo los únicos productos finales agua y dióxido de carbono.*

El método más satisfactorio para consumir gases o vapores olorosos o molestos es el de la pos-combustión por medio de una llamada directa. Es necesario, sin embargo, tomar las precauciones apropiadas. Estas incluyen el de dispositivos contra el retroceso de la llamada y la operación fuera del ámbito inflamable de la mezcla de vapores. Se puede emplear un catalizador para acelerar la combustión. La combustión catalítica resuelve al problema de la eliminación de vapores y olores de pinturas,

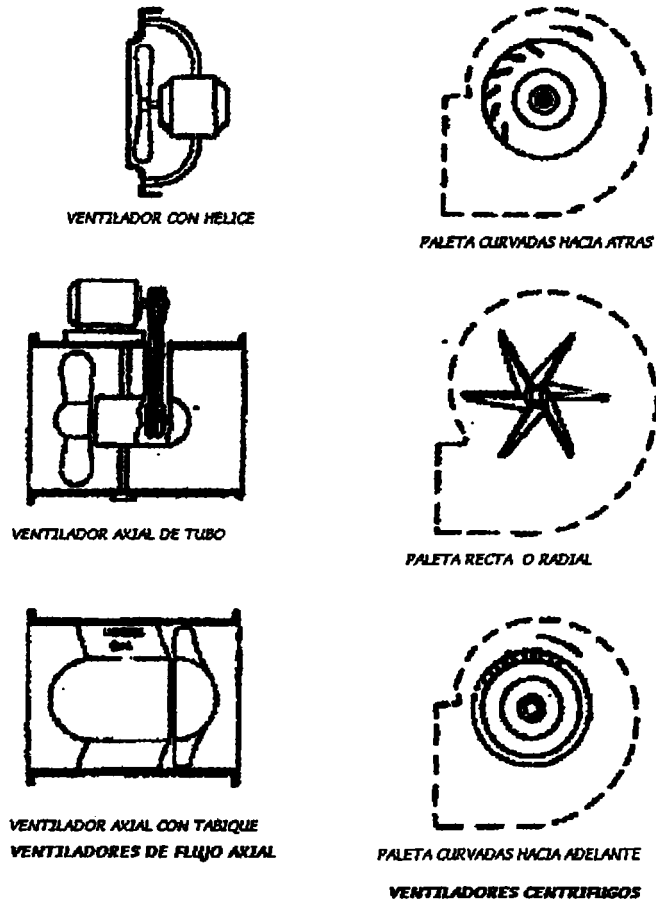
barnices, esmaltes, hornos de cocción, enrarecimiento de aceites de pescado y grasas animales, tostado de café, procesado de asfalto, manufactura de plástico y campanas extractoras de cocinas. Las unidades catalíticas deben procesar vapores esencialmente puros para poder lograr un control efectivo y prolongado. El catalizador se desactiva o envenena por acción de los vapores, tales como el mercurio, el zinc y el arsénico. Si el aire que llega contiene gran cantidad de polvo no combustible debe separárselo primero.

- **CONDENSACION:** *Bajando la temperatura del aire que ingresa, el vapor puede pasar al estado liquido y, en esta forma, ser separado. Para enfriar el vapor se emplean diferentes tipos de condensadores y unidades refrigeradoras.*

5.1.1 VENTILADORES.

Hasta ahora se han descrito campanas, conductos y dispositivos purificadores de aire destinados a sistemas en el conjunto ventilador - motor. Se usan dos tipos de ventiladores: centrífugos y de corriente axial (Fig. 1-16). Para mover el aire que contiene material particulado solo puede usarse el ventilador centrífugo de hoja radial.

Fig. 1-16. Tipos de ventiladores.



5.1.2 VENTILADORES CENTRIFUGOS.

Dependiendo de cómo estén orientadas las paletas, los ventiladores centrífugos son todos modificados de tipo básico de la rueda de paletas. Se emplea dónde la presión estática es mediana o alta; por ejemplo, a partir de 10 pulgadas. O más de un manómetro de agua (6 psi)

- *La rueda de paleta es el caballito de batalla de dos ventiladores en el campo de la ventilación industrial. Sus paletas radiales planas fabricadas en chapas de acero, no se tapan con el material que pasa y al mismo tiempo resiste considerablemente la abrasión. Este ventilador ha sido usado durante décadas en talleres de pulido o carpintería, dónde por entre las paletas pasan pelusas, astillas y virutas. Tiene una velocidad de operación moderada, factor de ruido y eficiencia mecánica mediana.*
- *En un ventilador centrífugo las paletas curvadas hacia atrás permiten una velocidad periférica más alta y por consiguiente una eficiencia mayor del ventilador. Como en las paletas se deposita material, será necesario disponer siempre antes del ventilador un purificador de aire. A pesar de que este tipo de paletas determina un mayor factor de ruido, su alta eficiencia hace que se lo prefiera para sistemas de extracción destinados a grandes volúmenes.*
- *Las paletas curvadas en dirección de rotación permiten lograr un ventilador que requiera poco espacio, tiene baja velocidad de trabajo y bajo factor de ruido. Debido a estas características es preferido para las instalaciones de calefacción y aire acondicionado y también porque en este diseño las presiones estáticas varían de bajas a moderadas. Como el material llevado por el aire quedará adherido a las paletas cortas y curvas, haciendo que el rotor se desequilibre, esta clase de ventilador debe también ser precedido por un purificador de aire.*
- *Los ventiladores con paletas derechas y curvadas hacia delante requieren más energía a medida que la corriente de aire aumenta, si la resistencia real del sistema de conductos es menor que la estimada para el Ventilador seleccionado, la corriente de aire real excederá el Estimado, se necesitará mas energía y el motor resultará sobrecargado.*

- *Por el contrario, los ventiladores con paletas derechas y curvadas hacia atrás tiene una demanda de energía que alcanza un máximo. Si el motor que impulsa el sistema esta capacitado para cumplir este máximo, no resultara sobrecargado en ninguna condición a una determinada velocidad. Por esta razón, a estos aparatos se los llama ventiladores no sobrecargables.*

Existe una variedad de diseños intermedios entre estos dos extremos que son los ventiladores con paletas curvas hacia delante y completamente curvas nada atrás, que presenta diversos grados de semejanza con el rendimiento de cada uno de los tipos.

5.1.3 VENTILADORES DE CORRIENTE AXIAL.

Los ventiladores de esto clase son modificaciones del Conocido ventilador familiar o ventilador de hélice. En ello, el aire sale en la misma dirección que entro, mientras que en los ventiladores centrífugos lo hacen en ángulo recto.

- *Los ventiladores de hélice mueven grandes volúmenes de aire venciendo pequeñas resistencias. Están generalmente instalados, ya sea pedestales para ventilación del operario y obtener circulación general o en paneles de las ventanas o en las paredes sin conexión o conducto alguno. A menudo se olvida que su limitación es la de no poder operar venciendo la fricción que se origina en el conducto.*
- *En los sistemas de extracción de los locales donde se hace pulverizaciones se suele instalar un ventilador de hélice de paleta angosta, En estos casos las conexiones de los conductos deben ser mantenidas en un mínimo. Estos ventiladores son sensibles a cualquier resistencia extra, y un pequeño aumento en ellas hará que el volumen de aire desplazado disminuya marcadamente.*
- *Los ventiladores auxiliares con aletas tienen, en la sección de conductos cortos tabiques que rectifican la corriente de aire. Operan contra presiones estáticas bajas, Por ejemplo 4 pulgadas de agua (1.145 Psi). Deben emplearse solamente con aire limpio.*

Para extracciones por el techo o las paredes, se dispone de ventiladores de descarga directa con paletas curvas hacia atrás, similares a los centrífugos.

5.1.4 RUIDOS DE LOS VENTILADORES.

Excepto los modelos de baja velocidad, los ventiladores son generalmente ruidosos. Estos pueden resultar de un factor de distracción. El ruido de los ventiladores constituye un problema tanto como dentro de la planta como para los vecinos en el exterior de la misma.

Los fabricantes de ventiladores, a través de organizaciones técnicas tales como la Air Moving and Association (AMCA) y la American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE), están desarrollando escalas de ruido en los ventiladores basadas en consideraciones como la velocidad en el extremo de las paletas, la potencia en el freno y la presión.

A menudo, y un ventilador de gran tamaño operando a baja velocidad y muchas veces aun con reducida potencia, resulta económicamente mejor a largo término y produce mucho menos ruido molesto. Una regla práctica para lograr un nivel de ruido razonable es mantener la velocidad periférica del ventilador en 5,900 p/min. o menos

Cuando el ruido de soplo propio de la unidad es molesto, la solución esta en rodear el ventilador con un cerramiento que lo atenúe. Dependiendo del tamaño, el cerramiento puede ser de mampostería, chapa metálica gruesa y una de madera terciada de 3/4 " si la unidad es pequeña. Este aditamento debería estar forrado completamente con material acústico - absorbente. El ventilador y el motor deben estar orientados de manera que el aire en su trayecto hacia el ventilador pese sobre el motor y lo enfríe.

6.0 PREVENCIÓN DE INCENDIOS.

Es importante referirse a normas existentes, talas como la NFPA Standard 91 Blower and Exhaust Systems for Duct, Stock and Vapor Removal or Conveying.

Cuando los ventiladores mueven materiales inflamables, sean sólidos o vapores, elemento rotativo tiene que ser de material no ferroso o resistente a las chispas y la envoltura estar construida o forrada con este material. Esté requerimiento también corresponde al elemento rotativo y a su envoltura cuando el material sólido pasa a través del ventilador es capaz de producir chispas.

Los motores de ventiladores situados en ambientes o áreas en las cuales se generan o mueven vapores o polvos inflamables deben de ser del tipo aprobado para esa condición o por el peligro partículas. Cuando los sistemas de extracción se usan para vapores, gases, polvos, material o residuos inflamables o combustibles, es necesario descargar la electricidad estática de las correas mediante peines colectores u otros medios efectivos.

IX

SITUACIÓN ACTUAL

Por el momento los problemas más comunes en el área mecánica son enfermedades pulmonares a largo plazo, por la inhalación de gases tóxicos cuando se está efectuando una soldadura eléctrica ó autógena.

No hay directamente en ningún taller mecánico una Higiene y Seguridad Industrial adecuada a su trabajo ejercido. Ningún trabajador esta protegido ya sea con mascarías ni un sistema adecuado de ventilación o de extracción de los humos tóxicos por eso se toman estas medidas de seguridad e higiene y dar a conocer algunos de los métodos para ejercer un sistema de ventilación y extracción de desechos de gases o humos del lugar de trabajo.

X

SOLUCIONES PROPUESTAS.

Características generales del proyecto:

El proyecto será:

- *Poder poseer un sistema adecuado de Higiene y seguridad industrial y un sistema de ventilación adecuada, ya sea en talleres pequeños como grandes. Ya que en nuestro país no hay una ley que exija una seguridad en la industria mecánica.*
- *Optener una mayor eficiencia y no un atraso en las producciones en los lugares de trabajo por medio de un sistema de Higiene y seguridad industrial.*
- *La aplicación de las técnicas de prevención de los accidentes y enfermedades ocupacionales no constituye un gasto ni una inversión no reproductiva. Por el contrario, resultan económicamente interesantes para los empresarios.*

XI

RECOMENDACIONES.

- *Dada la importancia de un sistema de Higiene Industrial, ventilación y extracción de humo, recomendamos que se trate en lo posible de implementar este sistema a los lugares que lo necesiten, ya que es un factor muy importante para la salud de las personas que laboran dentro de los talleres, fabricas, etc.*
- *Este trabajo es una base informativa y se recomienda que al momento de diseñar la construcción del sistema Higiene y Seguridad Industrial, ventilación y extracción de humo se le tenga bien en cuenta para conocer algunos elementos importantes, ya que para la construcción de un proyecto de ventilación y de Higiene y Seguridad Industrial se necesitan conocimientos más avanzados.*

XII

CONCLUSIONES.

Dada la investigación de este proyecto, concluimos que en el momento que se disponga la construcción de un sistema de Higiene y Seguridad industrial, se podrá evitar accidentes y enfermedades ocupacionales.

Con éste estudio se logro responder las preguntas de los distintos procesos y pasos, en el caso del método de ventilación mecánica, el de ventilación localizada es él más eficiente y apropiado (como se explico en el desarrollo del trabajo), y con respecto a los factores que se toman en cuenta especificamos cada uno de ellos como por ejemplo clase de contaminante, caudal, velocidad, etc.

XIII**GLOSARIO TECNICO.****A**

- **Acondicionamiento de aire.** Un sistema científico para controlar la temperatura, humedad, ventilación y purificación del aire en una estructura cerrada.
- **Acumulador de succión.** Recipiente líquido que retiene temporal mente el exceso de mezcla refrigerante aceite y la regresa en cantidades que el compresor puede manejar en forma segura.
- **Absorbente.** Un sólido o líquido que absorbe otras sustancias.
- **Aire libre.** Area total de las aberturas en una rejilla a través de las cuales puede pasar el aire.
- **Aire (calor específico).** Cantidad de calor absorbido por un peso unitario de aire por unidad de elevación de temperatura.
- **Aire acondicionado industrial.** Acondicionamiento de aire para otros usos que no sean confort.
- **Altura estática.** Presión de fluido expresada en términos de altura de la columna de un fluido como agua o mercurio.
- **Arrastre.** Agua acarreada que sale de una torre de enfriamiento debido al movimiento del aire.
- **Aspiración.** Movimiento producido en un flujo por una succión
- **Aspiración.** Introducción de aire dentro de la corriente primaria de aire.

B

- **Bulbo húmedo.** Se coloca un trozo de algodón en la punta del termómetro del bulbo seco. Para obtener una lectura de bulbo húmedo, el trozo de algodón debe mojarse y tener una cantidad suficiente de aire que pase por él.
- **Bulbo seco.** Se refiere a un termómetro normal.

C

- **Caída.** Distancia recorrida por el aire que ha caído o bajado de nivel de una salida.
- **Calor latente (calor oculto).** El cambio de estado de líquido a sólido o de sólido a líquido o de líquido a vapor que utiliza calor latente que no puede ser medido con un termómetro.
- **Calor latente de condensación.** Utilizado para cambiar el vapor a estado líquido.
- **Calor latente de evaporación.** Utilizado para cambiar de líquido a vapor.
- **Calor latente de fusión.** Utilizado para cambiar de sólido a líquido o de líquido a sólido.
- **Calor específico.** Cantidad de calor requerido para elevar la temperatura de una libra de una sustancia un grado Fahrenheit.
- **Condensado.** Humedad extraída del aire que pasa a través del serpentín evaporador, en forma de fluido.
- **Condensador.** Parte de un mecanismo de refrigeración que convierte vapor refrigerante en líquido.
- **Conductores.** Materiales que fácilmente pueden desprender electrones unidos débilmente.
- **Chimenea.** Conducto de humo.

D

- **Densidad.** Abigarramiento de textura o consistencia. Se obtiene dividiendo la masa de una sustancia entre su volumen.
- **Delta T (t).** Diferencia de temperatura entre el medio y la temperatura de condensación del refrigerante.
- **Ducto.** Conducto que lleva el aire desde la unidad de ventilación del evaporador hasta el espacio acondicionado.

E

- **Efecto de chimeneas.** La tendencia del aire o gas en un ducto u otro pasaje vertical, de elevarse cuando se calienta, a causa de su menor densidad en comparación con el aire o gas que lo rodea.

- **Exfiltración.** Flujo de aire hacia el exterior, a través de una pared, fuga, membrana, etc.

- **Extractor.** Dispositivo ajustable para dirigir una porción de aire desde el conducto de alimentación hasta una rama secundaria.

F

- **Filtro de carbón.** Filtro de aire que emplea carbón activado como agente de limpieza.

- **Filtro.** Dispositivo que se usa para eliminar partículas pequeñas de fluido.

- **Flujo de fluido.** Movimiento de un fluido originado por diferencia de presión. Esta diferencia es creada a su vez por medios mecánicos o por diferencia de densidad por haber agregado o quitado energía térmica.

H

- **Humo.** Suspensión en el aire (aerosol) de partículas en general pero no necesariamente, sólidas.

- **Humos.** Emisiones de partículas o vapores, en general olorosas, como por ejemplo las del ácido nítrico concentrado.

J

- **Jaula de ardilla.** Ventilador con aspas paralelas al eje y que impulsa el aire en ángulos rectos, o en dirección perpendicular a dicho eje.

L

- **Limpiador de aire.** Dispositivo que se emplea para la eliminación de impurezas arrastradas por el aire.

M

- **Manómetro.** Instrumento para medir la presión de gases y vapores. La presión de gas se compara contra una columna de líquido como mercurio en un tubo en forma de U.

- **Masa.** Cantidad de materia que se une entre sí y constituye un cuerpo que en general tiene forma indefinida.

P

- **Perdida total de presión.** Perdida por fricción en los ductos que debe vencer el ventilador para proporcionar el volumen de aire requerido para el espacio acondicionado.
- **Pies cúbicos por minuto. (pcm)** El área libre en pie² por la velocidad de avance.
- **Pies de carga.** Diferencial de presión entre la presión de succión de la bomba y la presión de descarga de la bomba. Hay 2.31 pies de carga por un psi (1 psi).
- **Pies por minuto.** Medida de velocidad de una corriente de aire.
- **Polvo.** Suspensión en el aire (aerosol) de pequeñas partículas de cualquier material sólido en el aire, cuyo tamaño de partícula en general es menor que 100 micras.
- **Plenum.** Cámara de aire que se mantiene a presión, conectada a uno o más ductos.
- **Presión estática.** Fuerza hacia fuera del aire dentro de un tubo, ducto o recipiente.
- **Presión saturada.** Presión de evaporación que corresponde a la temperatura ambiente.
- **Presión total.** Suma de la presión de velocidad y la presión estática, expresada en pulgadas de agua.
- **Prueba del humo.** Prueba que se efectúa para determinar el grado de terminación de la combustión.

T

- **Teflon.** Material Polimérico sintético que se emplea con frecuencia para fabricar anillos en O.
- **Técnico.** Persona que ha completado un período específico de capacitación y que puede desarrollar adecuadamente los trabajos requeridos por el equipo. Estos trabajos incluyen la instalación y el manipulamiento de equipos comerciales.
- **Temperatura ambiente.** La temperatura que rodea a un objeto por todos lados.
- **Temperatura de bulbo. seco** La temperatura del aire indicada por un termómetro ordinario.
- **Toxicidad.** Grado en que algo es venenoso y tóxico.

U

- **Unidad de absorción.** Un sistema que sustituye un absorbedor y un generador por un compresor.

- **Unidad manejadora de aire aspirado.** (pull-through unit) Unidad en la que los serpentines de expansión directa o hidrónicas se localizan adelante del ventilador de alimentación. Compare con la unidad manejadora de aire soplado.

V

- **Ventilador.** Dispositivo de flujo axial o radial que se usa para impulsar o producir corrientes artificiales de aire.

- **Ventilador axial de aspas.** Tiene rotor tipo disco, y un conjunto de aspas o aletas para conducir el aire ubicadas ya sea antes o después del rotor.

- **Ventilador de hélice.** Rotor en forma de hélice o de disco dentro de un anillo o placa de montaje.

- **Velocidad.** Rapidez o prontitud del movimiento.

- **Viscosidad.** Medida de la calidad con que se fluye. Un aceite de alta viscosidad es grueso y de vaciado lento.

XIV**BIBLIOGRAFIA**

- ✓ *Pérez Polo, Pedro(1992). Curso sobre Ventilación Industrial Fundación industrial de Prevención de riesgos ocupacionales. FIPRO17 –21 Agosto. San Salvador. El Salvador.*
- ✓ *Haddad, Ricardo y Otros. (1970). Curso de Higiene y Seguridad Industrial. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de El Salvador. 6 –18 Abril. San Salvador. El Salvador.*
- ✓ *EDICIONES CEAC, S. A (1989). Manual de instalaciones de Ventilación y Climatización. 2º edición: Julio (1989), Barcelona, España.*
- ✓ *Fundamentos de calefacción ventilación y Acondicionamiento de aire. Raymond A. Havrella, Editora MC.GRAW - HILL MEXICO S.A de CV (1983).*
- ✓ *Curso de Higiene del trabajo. Universidad de El Salvador 6- 17 de abril de 1970.Consultor del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) de la Organización panamericana de la Salud.*

XV ANEXO

Sustancias que Afectan y Causan las enfermedades a Corto y largo plaso.

<i>Sustancia</i>	<i>Sistemas y Organos Afectados</i>			
	<i>Piel</i>	<i>Pulmón</i>	<i>Ojos</i>	<i>Sistema Respiratorio</i>
Asbesto.		*		*
Benceno.	*		*	*
Cadmio Humo.		*		*
Cadmio Polvo.		*		*
Cloruro de cinc,Humo.	*	*	*	*
Cobalto metal,Humos y Polvo.	*	*		*
Cobre, Humo.	*		*	*
Cobre ,Polvs y niebla.	*	*	*	*
Cromo,Metal y Sales insolubles.		*		*
Dióxido de Carbono.	*	*		
Dióxido de Cloro.		*	*	*
Dióxido de Nitrógeno.		*		*
Dióxido de titanio.		*		
Estaño, compuesto inorganicos.	*		*	*
Estaño, compuesto organicos.	*		*	
Ferrovandio polvo de 35% a 85% de Vanadio con Hierro y Trazas de Silicona,Magnesio,Cromo,Niquel,etc.			*	*
Grafito Natural.		*		*
Mercurio.	*		*	*
Metil - acetileno - Propadieno, mescla Isomeros.	*		*	
Monoxido de Carbono.		*		
Niquel, Metal y Conpuestos Solubles.	*	*		
Pentóxido de Vanadio, Humos o Polvo.	*	*	*	*
Platametálica,Compuestos Solubles.	*		*	
Sulfuro de Carbono	*		*	

Tabla. 1-0

<i>Problema.</i>	<i>País.</i>	<i>Número de personas estudiadas.</i>	<i>Sanos %</i>	<i>Enfermos y Sospechosos %</i>
<i>Antracosis</i>	<i>Colombia</i>	926	74.8	25.2
	<i>Chile</i>	3758	88.7	11.3
	<i>Perú</i>	1300	88.8	11.2
<i>Arsénico</i>	<i>Brasil</i>	135	13.4	86.6
	<i>México</i>	<i>No se indico</i>	5	95
	<i>Perú</i>	222	11.3	88.7
<i>Asbestosis</i>	<i>Colombia</i>	292	81.6	18.4
	<i>Chile</i>	618	65.2	34.8
<i>Cromo</i>	<i>Chile</i>	129	88.0	12.0
	<i>México</i>	<i>No se indico</i>	50	50
<i>Dermatosis</i>	<i>Brasil</i>	2138	96.5	3.5
	<i>Chile</i>	802	93.9	6.1
<i>Manganeso</i>	<i>Chile</i>	189	88.1	11.9
<i>Mercurio</i>	<i>Colombia</i>	52	23	77
	<i>Chile</i>	65	40	60
<i>Plomo</i>	<i>Colombia</i>	238	86.3	13.7
	<i>México</i>	<i>No se indico, Fábricas de acumuladores.</i>	79.1	20.9
			88.6	11.4
<i>Silicosis</i>	<i>Bolivia</i>	<i>No se indico</i>	74.4	25.6
	<i>Colombia</i>	999	77.5	22.5
	<i>Chile</i>	15734	75.3	24.7
	<i>México</i>	<i>Estimación de todos los expuestos</i>	80	20
	<i>Perú</i>	20537	95.8	4.2
<i>Solventes</i>	<i>Chile</i>	<i>No se indico</i>	53.8	46.2
<i>Talcosis</i>	<i>Chile</i>	478	84.1	15.9

Tabla 1 - 1. Valor del limite permisible.

<i>Ppm Mayor que</i>	<i>Mg/m Hasta</i>	<i>Factor máximo de desviación</i>
<i>1</i>	<i>3</i>	
<i>1</i>	<i>10</i>	<i>2</i>
<i>10</i>	<i>100</i>	<i>1.5</i>
<i>100</i>	<i>1000</i>	<i>1.25</i>

Tabla 1 - 2. Limite promedio ponderado

<i>Sustancias</i>	<i>ppm</i>	<i>Mg/m³</i>
<i>Acetona</i>	<i>1000</i>	<i>2400</i>
<i>Acido sulfúrico</i>		<i>1</i>
<i>Alcohol Metílico</i>	<i>200</i>	<i>260</i>
<i>Carbonilo de níquel</i>	<i>0.001</i>	<i>0.007</i>
<i>Molibdeno(compuestos solubles)</i>		<i>5</i>
<i>Percloroetileno</i>	<i>100</i>	<i>670</i>
<i>Toluol</i>	<i>200</i>	<i>750</i>

Tabla 1 - 3. Límite promedio ponderado. Absorvias por la piel,

Sustancia	Ppm	Mg/m³
<i>Acido cianhídrico - piel</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
<i>DDT- piel</i>		<i>1</i>
<i>Dinitrotoluol – piel</i>		<i>1.5</i>
<i>Mercurio (compuesto orgánico) – piel</i>		<i>0.01</i>
<i>Plomo tetraetilo (como plomo) – piel</i>		<i>0.075</i>
<i>Sulfuro de carbono – piel</i>	<i>20</i>	<i>60</i>
<i>Tricloronaftalina - piel</i>		<i>5</i>

Tabla 1 - 4. Acción muy irritante

Sustancias	ppm	Mg/m³
<i>C – Acido clorhídrico</i>	<i>5</i>	<i>7</i>
<i>C – Cloroformo</i>	<i>50</i>	<i>240</i>
<i>C – Formal dehido</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>C – manganeso</i>	<i>-</i>	<i>5</i>
<i>C – Yodo</i>	<i>0.1</i>	<i>1</i>

Tabla 1 - 5. Acción muy irritante. Absorbidas por la piel.

Sustancia	ppm	Mg/m³
<i>C - Benzol - piel</i>	25	80
<i>C - Bromuro de metilo - piel</i>	20	80
<i>C - Butilamina - piel</i>	5	15
<i>C - Cromato de butilo terciario - piel</i>		0.1
<i>C - 1,2 Dibromo etano (dibromuro de etileno) - piel</i>	25	190
<i>C - Dicloroetil éter - piel</i>	15	90
<i>C - Dietilentriamina - piel</i>	10	
<i>C - Dinitrato de glicol etilénico y/o nitroglicerina - piel</i>	0.2	1
<i>C - Monometilhidrazina - piel</i>	0.2	0.35
<i>C - Nitroglicerina - piel</i>	0.2	2

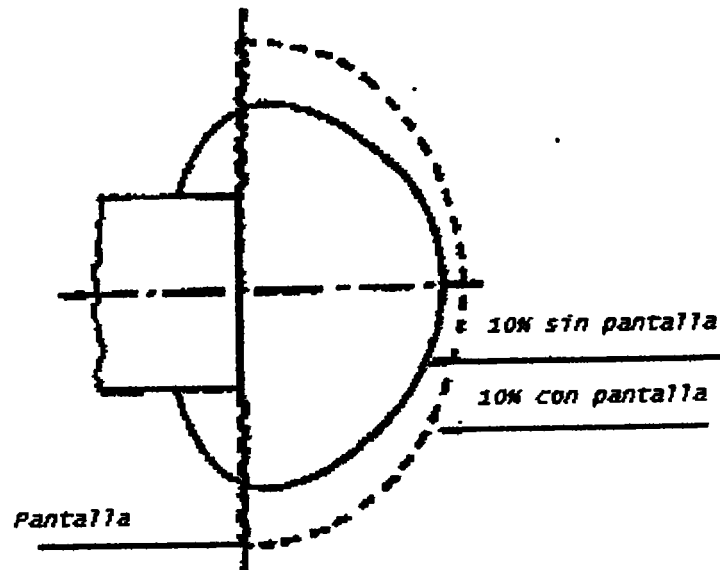
Tabla 1 - 6. Contenido menor del 1% de sílice cristalizada

Sustancias	Mpppc	ppl
<i>Asbestos</i>	5	180.000
<i>Cemento portland</i>	50	1,800.000
<i>Estalita</i>	20	700.000
<i>Grafito(natural)</i>	15	530.000
<i>Mica</i>	20	700.000
<i>Polvos inertes o molestos</i>	50	1,800.000
<i>Sílice amorfa</i>	20	700.000
<i>Talco</i>	20	700.000
<i>Tierra diatomácea natural</i>	20	700.000
<i>Tremolita</i>	5	180.000

Tabla 1-7. Velocidades mínimas en los conductos.

<i>NATURALEZA DEL CONTAMINANTE</i>	<i>EJEMPLOS</i>	<i>VELOCIDAD DE DISEÑO FPM</i>
<i>Vapores, gases, humo.</i>	<i>Todos los vapores, gases y humos</i>	<i>1000 - 2000</i>
<i>Humos metálicos y carbonosos.</i>	<i>Soldaduras</i>	<i>2000 - 2500</i>
<i>Polvos finos de peso liviano.</i>	<i>Polvo de madera, pelusas de algodón y polvos livianos</i>	<i>2500 - 3000</i>
<i>Polvos secos de densidad mediana.</i>	<i>Polvos de algodón, hilachas de lustrado, hilachas de yute, polvos de madera, granos de caucho y baquelita</i>	<i>3000 - 4000</i>
<i>Polvos Industriales corrientes.</i>	<i>Lana, madera, chorro de arena, esmerilado, polvo de cuero, virutas de madera, polvo de cuero, virutas de madera, polvos de fundición, polvos de ladrillo y asbesto.</i>	<i>3500 - 4000</i>
<i>Polvos pesados.</i>	<i>Aserrado (pesado y húmedo), vaciado de crisoles, astillas de madera, polvo de fundición de hierro.</i>	<i>4000 - 4500</i>
<i>Partículas grandes de materiales con mucha humedad.</i>	<i>Polvos de plomo y cemento húmedos</i>	<i>4500 y más</i>

Fig. 1-9
Efecto en las pantallas de deflectoras
(Baffles) en los perfiles de velocidad.



TIPO DE CAMPANA	DESCRIPCION	RELACION W/L	CAUDAL
	RENDIJA	0.2 D MENOS	$Q = 3.7 LVH$
	RENDIJA FLANGEADA	0.2 D MENOS	$Q = 2.6 LVH$
	ABERTURA PLANA	0.2 D MAS Y REDONDO	$Q = V(10 X^2 + A)$
	ABERTURA FLANGEADA	0.2 D MAS Y REDONDO	$Q = 0.75V(10 X^2 + A)$
	CASINA	PARA TRABAJO SUAVE	$Q = VA = VWH$
	CAMPANA EXTERIOR	PARA TRABAJO SUAVE	$Q = 1.4 PVB$ $P = PERIMETRO$ $B = ALTURA SOBRE EL TRABAJO$
	ABERTURA PLANA RENDIJAS DE 2 D MAS	1.2 D MAS Y REDONDO	$Q = V(10 X^2 + A)$
	ABERTURA FLANGEADA RENDIJAS DE 2 D MAS	0.2 D MAS Y REDONDO	$Q = 0.75V(10X+A)$

Tabla. 1-8 Tipos de campanas.

Tabla 1 - 9. Factores de pérdidas en la entrada



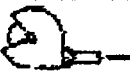
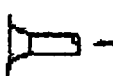
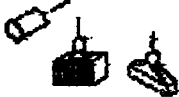

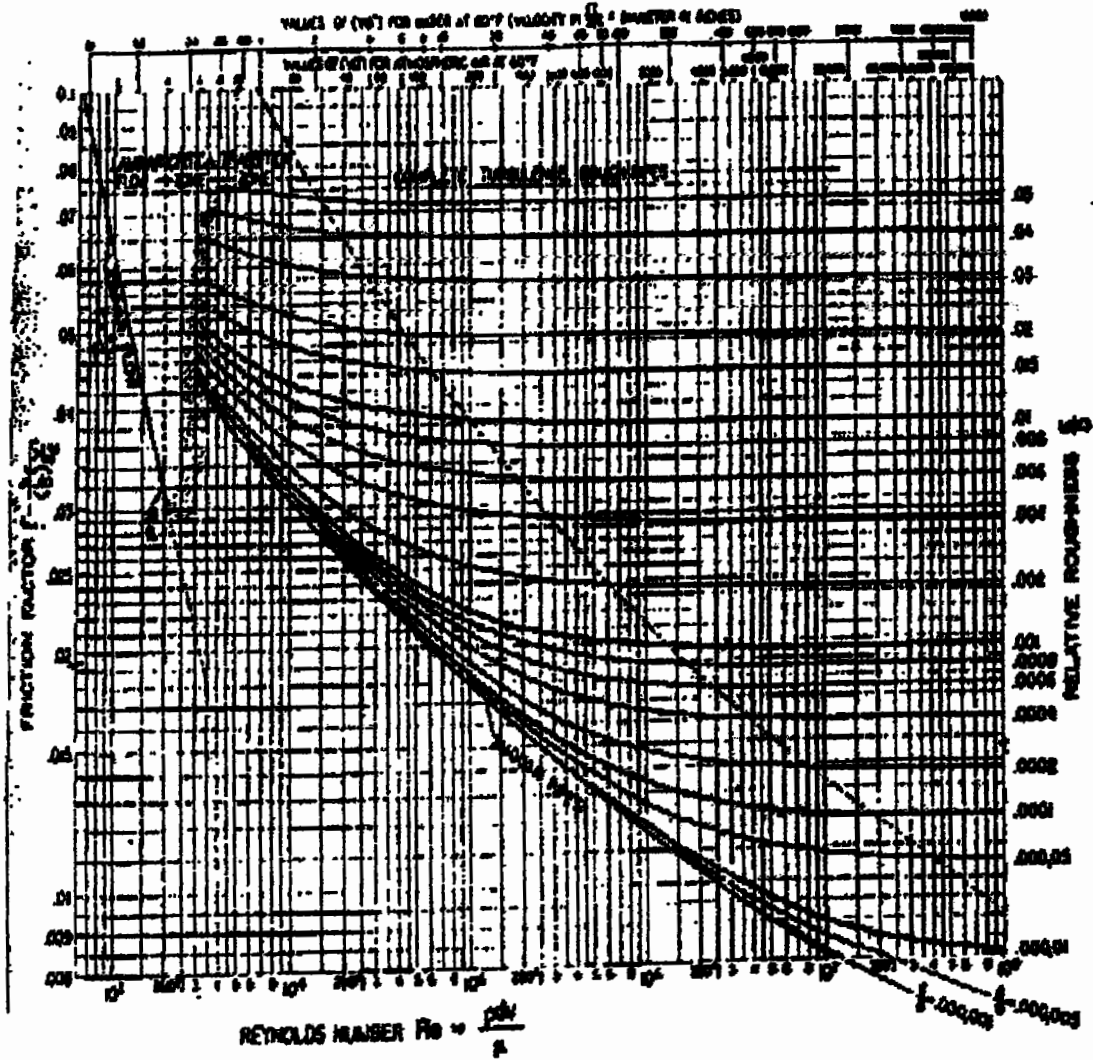
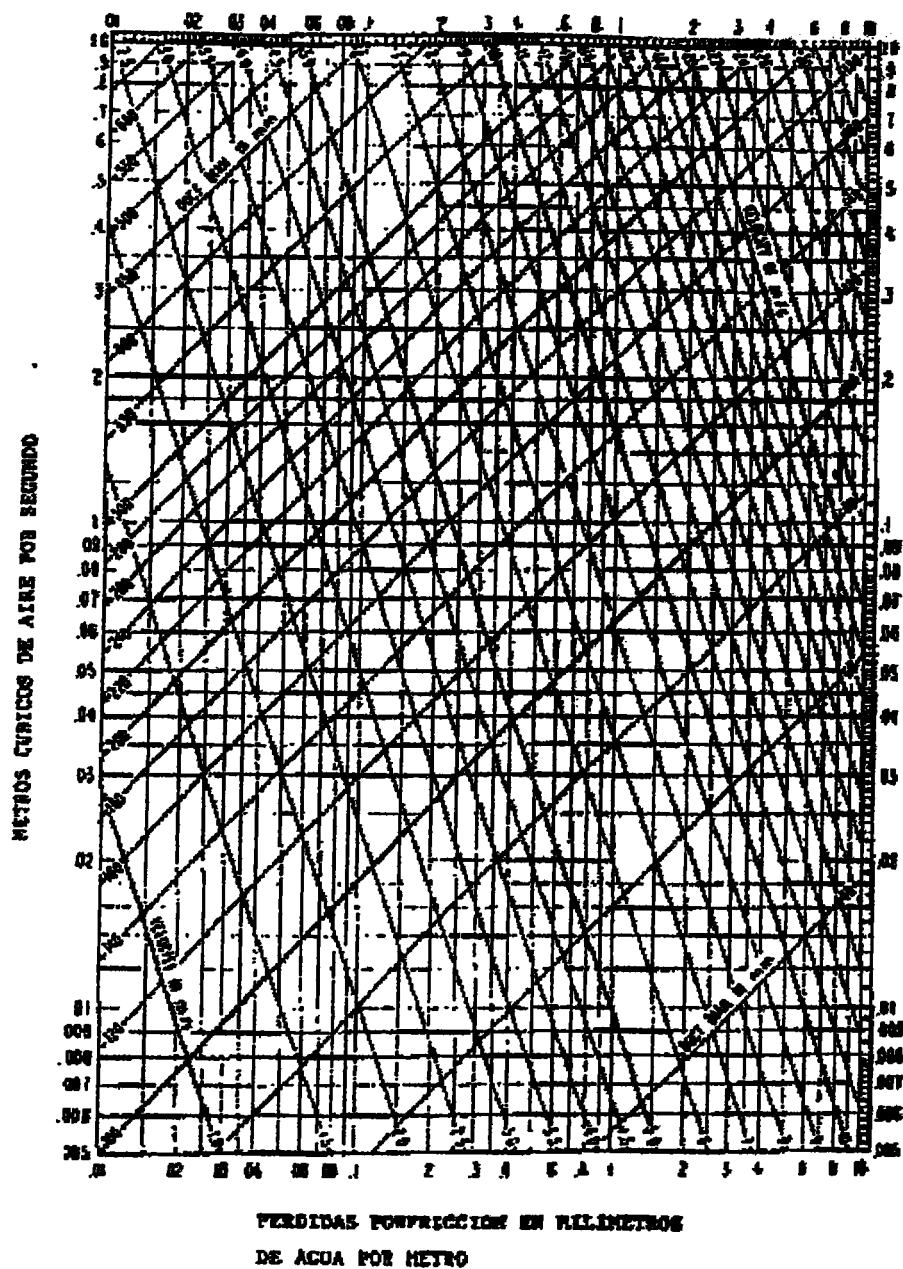
TIPO DE CAMP.	DESCRIPCION	COEFICIENTE	PERDIDA ENT. (FH)
	ABERTURA PLANA	0.72	0.93
	ABERTURA FLANGEADA	0.82	0.49
	CAMPANA DE MUELA DE PULIDO	0.78	EN LA CAMPANA 0.65
		0.85	EN EL DUCTO 0.40
	ENTRADA DE CAMPANA	0.98	0.04
	ORIFICIO	VER FIGURA 3-1	
	CAMPANA DE TAPADA O CONO	VER FIGURA 3-2	

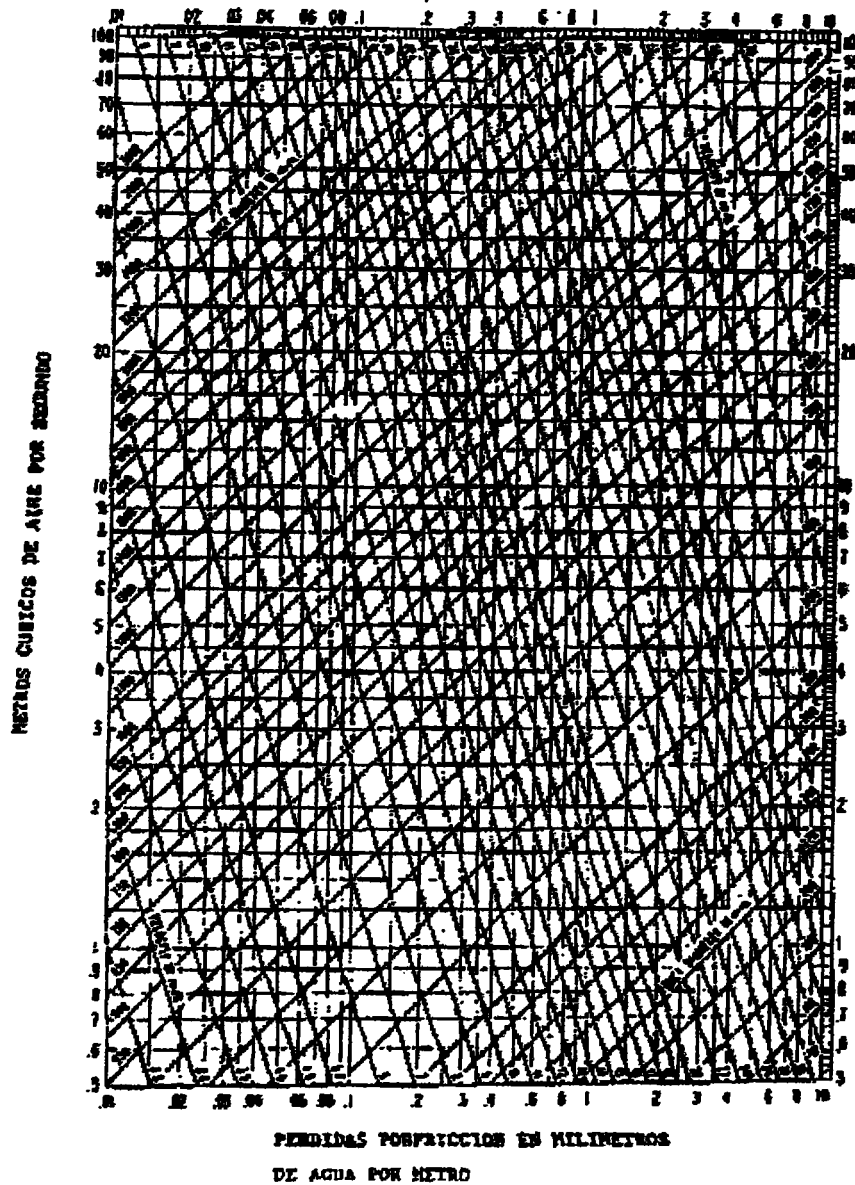
Diagrama de MOODY
 (Tabla. 1-10)



Perdida de carga en conductos rectos.
Caudales Bajos (Tabla. 1-11)



Perdida de Carga en Conductos Rectos
(Caudales Altos) (Tabla.1 - 12)



*Equivalencia Entre Conductos circulares
Y Rectangulares para igual fricción y Capacidad.*

(Tabla. 1- 13)

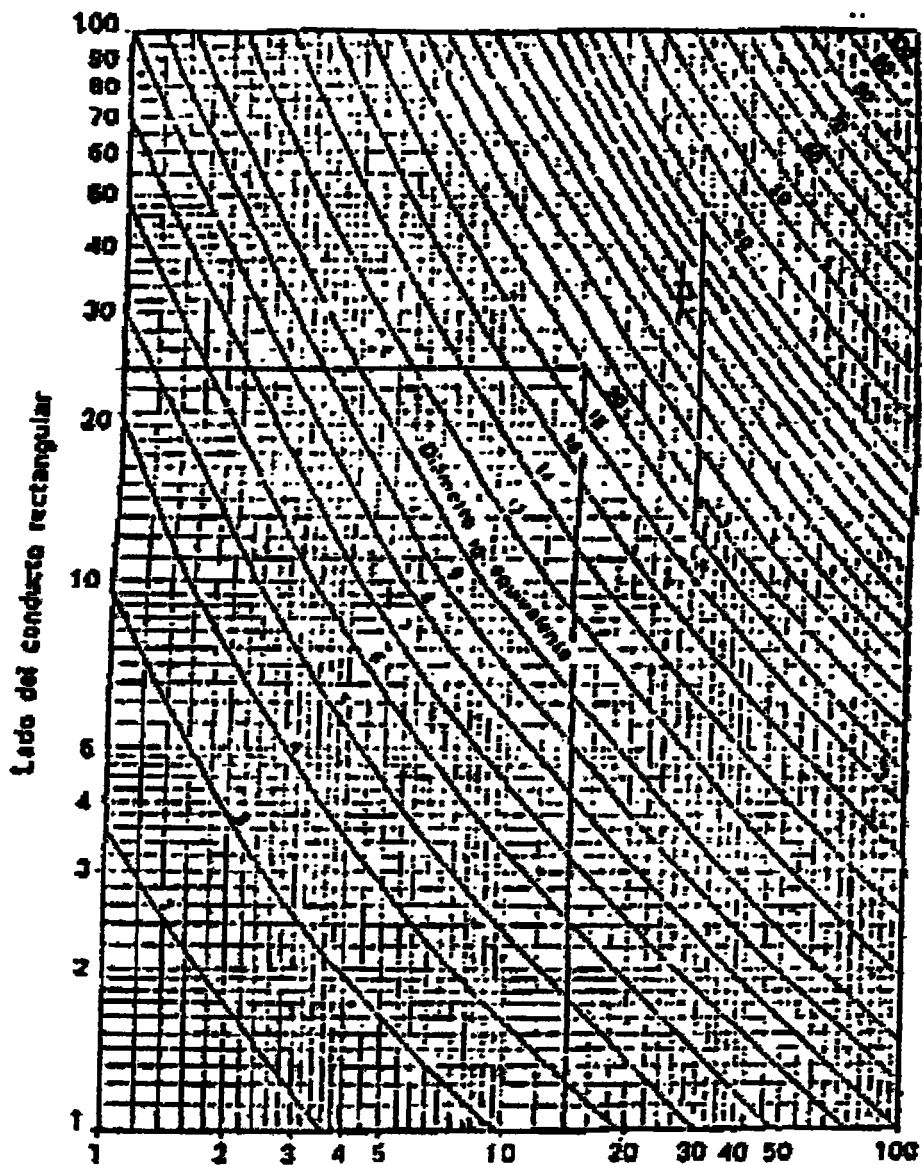
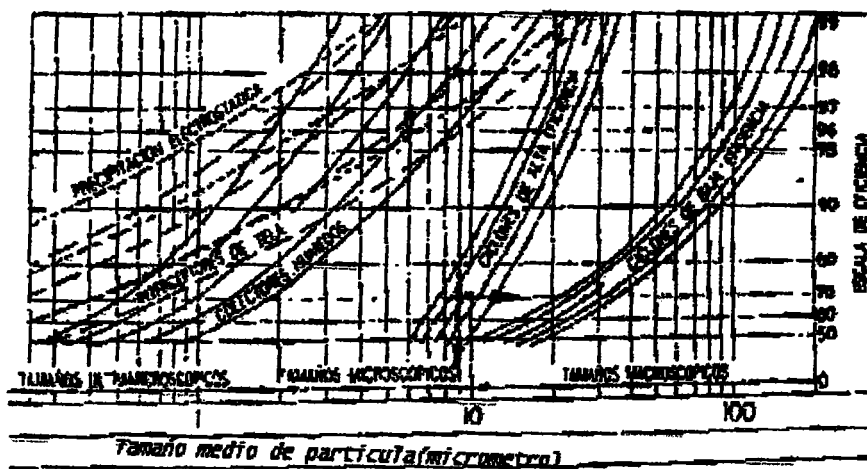
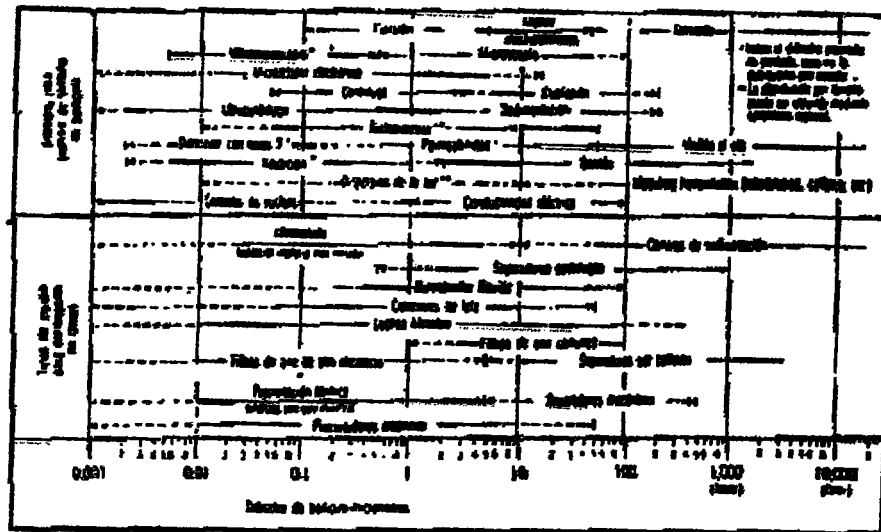


Tabla 1- 14. Ambitos de Tamaño de Partículas que Pueden ser Analizadas por varios Métodos y Diferentes tipos de purificadores de gases. Tabla 1-15. Comportamiento y eficacia relativa de diferentes tipos de colectores.



**Comparación de algunas características importantes de distintos filtros de
aire para sistemas de ventilación Tabla. 1 - 16.**

Los filtros de aire deben ser usados solamente en sistemas de provisión de aire
u otras aplicaciones en que la carga de polvo no exceda los 90 g/m³

TIPO	Caída de presión relativa mm. agua		Eficiencia promedio (%)		Velocidad líquida cm/s	Mantenimiento	
	Inicial	Final	AFI	NBS		Trabajo	Costo
Vidrio descartable, espesor 5 cm	0,25	1,25	77	(Nota 5)	90	Medio	Alto
Alta velocidad (unidades permanentes) espesor 5 cm	0,25	1,25	73	(Nota 5)	130	Alto	Bajo
Baja velocidad (unidades permanentes) espesor 5 cm	0,25	1,25	68	(Nota 5)	90	Alto	Bajo
Medio reemplazable (unidades permanentes)	0,32 a 32,5	1,25 a 2,50	85-93	(Nota 5)	76	Medio	Bajo
Automático (viscoso)	0,93 a 12,5	(Nota 2)	80	(Nota 5)	150	Bajo	Bajo
Automático (semi-viscoso)	35 a 45	(Nota 2)	80	(Nota 5)	150	Bajo	Medio
Eficiencia ultra alta (asbestos o fibra de vidrio)	2 a 2,5	5 a 7,5	(Nota 3)	(Nota 3)	76	Medio	Alto
Electrostático (medio reemplazable)	0,15 a 2,5	1,25	(Nota 4)	64	76	Medio	Bajo
Electrostático (pieza manual)	0,45 a 0,72	(Nota 2)	(Nota 4)	85-90	91-136	Alto	Alto
Electrostático (pieza automática)	0,23 a 0,8	(Nota 2)	(Nota 4)	85-90	120-150	Bajo	Bajo

Nota 1: Los valores corresponden a un límite o promedio según convenga.

Nota 2: La caída final de presión indica el punto en que el filtro o el medio filtrante son quitados y el medio es limpiado o reemplazado. Todos los datos son limpiados en el lugar donde se usa o manualmente o el medio es renovado automáticamente. En consecuencia, la caída de presión permanece relativamente constante.

Nota 3: 99,5% según el recuento de partículas. Los métodos AFI y del 1- son aplicables.

Nota 4: El AFI es la prueba del Air Filter Institute basada en la eficiencia en . La prueba no es aplicable cuando los resultados se aproximan al 100%, luego no es aplicable para comparación.

Nota 5: El NBS es la prueba del National Bureau of Standards, basada en la decoloración y empleando polvo atmosférico. La prueba no es aplicable cuando los resultados no son de confiar debido al bajo orden de eficiencia relativa del filtro.

Trabajo de American Conference of Governmental Industrial Hygienists