

15/9 → No es esta la presentación xd



FACULTAD DE INGENIERIA UBA HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

Ventilación industrial

2024

OBJETIVOS

- El objetivo primario de la ventilación industrial es el mantenimiento de la calidad y del movimiento del aire en los lugares de trabajo, en condiciones convenientes para la protección de la salud de los trabajadores. Complementariamente contribuye al bienestar físico y a la mejora del rendimiento en la actividad desarrollada.
- El aire en los lugares de trabajo deberá tener un contenido de oxígeno no inferior al 18 - 19 % en volumen establecidos en las diferentes normativas. La concentración máxima de contaminantes es la establecida en el Anexo II del Dto. 351/79.

VENTILACION GENERAL

- Consiste en el ingreso al local de un caudal de aire limpio exterior, calculado para diluir los contaminantes y reducir sus concentraciones a valores inferiores a los límites admisibles, o bien suficiente para una adecuada transferencia de calor al exterior.
- Este tipo de ventilación, denominada con propiedad ventilación por dilución, es aplicable cuando en un local existen numerosas fuentes de contaminación dispersas, o cuando las fuentes son móviles. Su aplicación está limitada por la toxicidad y por la cantidad de contaminantes generados que, cuando superan ciertos valores, determinan la necesidad de caudales de aire que no son técnica o económicamente factibles.
- El cálculo del caudal de la ventilación general, necesario para la dilución de los contaminantes, requiere el conocimiento del régimen de generación de éstos. La correspondiente estimación es, en general, dificultosa.
- La concentración admisible para el cálculo debe incluir un factor de seguridad que tome en cuenta la distribución desigual de los contaminante en el local. Es también aconsejable favorecer los movimientos convectivos localizados que tienden a unificar dicha distribución.

VENTILACION LOCALIZADA

- La ventilación localizada incluye tanto a la extracción como a la inyección de aire. La extracción localizada encuentra una aplicación importante en la evacuación de contaminantes en su propia fuente de origen.
- La inyección localizada de aire se aplica para la creación de zonas de alta velocidad con el fin de aliviar la carga térmica ambiental o para reducir la concentración de contaminantes mediante su dispersión.

ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE VENTILACION LOCAL

- Campanas
- Conductos
- Ventilador
- Equipo de tratamiento

TIPOS DE CAMPANAS

- Procesos confinados
- Cabinas
- Campanas exteriores
 - Campanas suspendidas o dosel
 - Campanas laterales
 - Ranuras laterales, etc.

PROCESOS CONFINADOS

- Se denominan *campanas de procesos confinados* a las campanas que encierran, de la forma más completa posible, a los procesos contaminantes que deben controlar. Los confinamientos no son herméticos pues existen aberturas para la entrada o salida de materiales, aberturas de observación, fisuras en los cerramientos, etc., por lo que es necesaria la extracción del aire para el control de la dispersión de los contaminantes (recordar que al generar una depresión dentro de los cerramientos, por la aspiración del aire, no se permite el escape de los contaminantes por sus otras aberturas).

PROCESOS CONFINADOS

- Se considera la velocidad con que el aire pasa a través de las aberturas que presenta el cerramiento, y se la denomina *velocidad sobre las aberturas* v_{ab} . El área total de aberturas, que se obtiene sumando todas las aberturas parciales que presenta el cerramiento, se denomina A_{Tab} . Resulta:

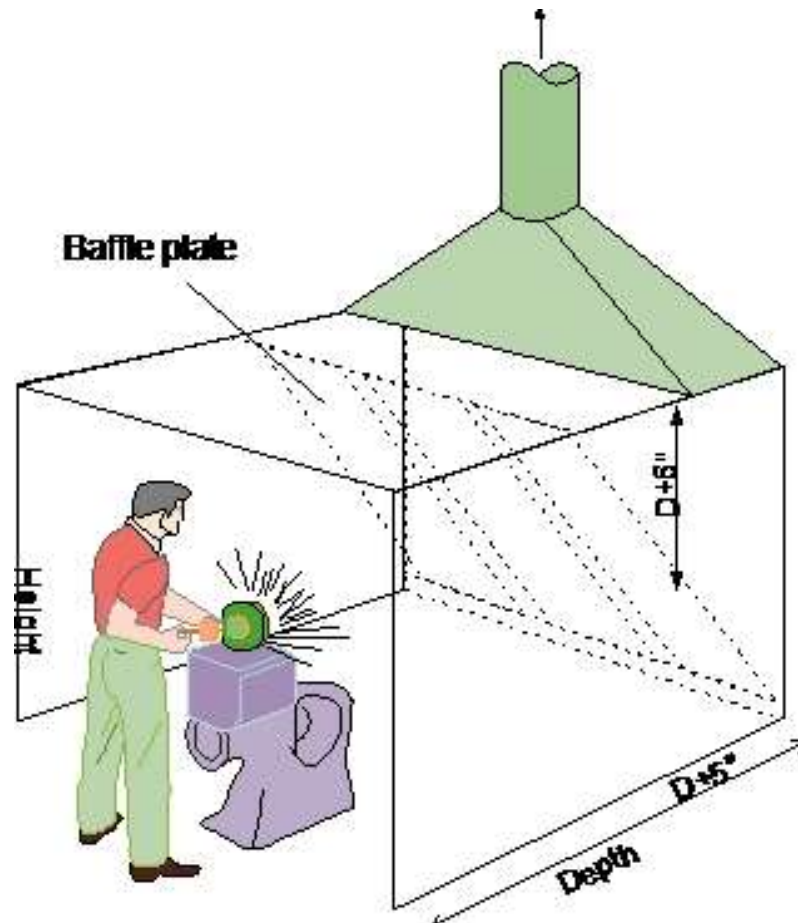
$$Q = v_{ab} \cdot A_{Tab} \quad (m^3 / s)$$

- Las velocidades sobre las aberturas deben tener magnitudes tales, que superen a las velocidades de escape inducidas por los procesos ubicados dentro de los cerramientos. La bibliografía informa de las velocidades sobre las aberturas, recomendadas en función de las características de los diferentes procesos.

CABINAS

- Las cabinas son recintos que presentan un frente total o parcialmente abierto para acceso. El proceso contaminante se realiza en su interior. Se extrae un caudal de aire suficiente para inducir en el frente de la cabina, una velocidad promedio denominada velocidad en el frente (v_f), del orden de 0,3 a 1,0 m/s, que en general basta para superar la tendencia al escape del aire contaminando, aunque existen casos en donde se requieren velocidades en los frentes de mayor. Ejemplos: cabinas de laboratorio y de pintura.
- La velocidad en el frente de la cabina es función de:
 1. El proceso a controlar, que determina las condiciones de dispersión de los contaminantes,
 2. La toxicidad de los contaminantes.
 3. La magnitud de las velocidades de las corrientes del local, denominadas velocidades erráticas (v_e):

CABINAS



CABINAS



CABINAS

- $Q = A \cdot V_c$
- A: área de la superficie total o parcialmente abierta.
- V_c : velocidad de control
- Si el proceso es caliente la parte de extracción conviene ponerla en la parte superior, el aire caliente tiende a subir.
- Si el proceso es frío la extracción puede realizarse a media altura sin inconveniente.

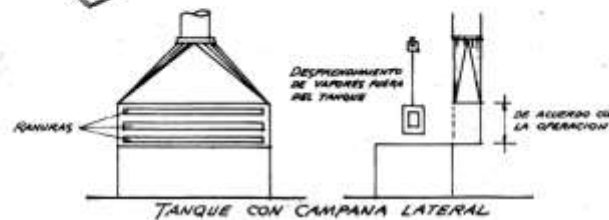
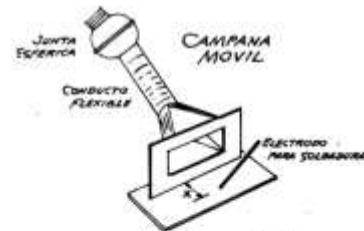
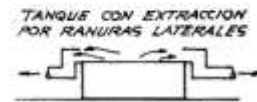
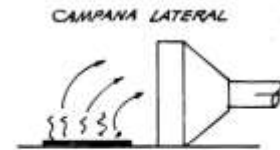
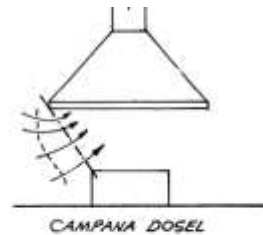
CAMPANAS EXTERIORES

- Se denomina *campana exterior* a la que controla la dispersión de los contaminantes de una fuente que está ubicada fuera de sus límites físicos. Se emplea cuando no es posible el uso de campanas de procesos confinados o de cabinas. Ejemplos:
 - a. Ranuras de aspiración en los bordes de tanques o mesas de trabajo.
 - b. Extremos de conductos próximos a pequeñas fuentes de contaminación.
 - c. Campanas de captación dispuestas lateralmente a procesos industriales, sean las fuentes frías o calientes.
 - d. Rejas en el suelo o en mesas de trabajo.
 - e. Campanas suspendidas (sobre procesos que no liberan calor).
 - f. Ventiladores helicoidales en paredes adyacentes a los procesos.
- Las campanas exteriores ejercen su acción creando corrientes direccionales de la zona adyacente a la abertura de succión. Estas corrientes inducen velocidades en los puntos más distantes, que arrastran al contaminante hacia el interior de la campana. El movimiento del aire debe controlar al contaminante hasta alcanzar la campana. Los movimientos del aire generados por otras causas pueden distorsionar el flujo inducido por la campana y requerir caudales de aire superiores a fin de superar dichas distorsiones.

CAMPANAS EXTERIORES

- La eliminación de las posibles causas de esos movimientos de aire es un factor importante para lograr un control efectivo del contaminante, sin tener que recurrir a caudales de aspiración excesivos e incurrir en elevados costos de funcionamiento asociados a ellos. Entre los motivos más importantes que originan movimientos de aire se encuentran:
 - - Los procesos a alta temperatura o las operaciones que generan calor, que dan lugar a corrientes de aire de origen térmico.
 - - Movimiento de la maquinaria, como piedras de amolado y pulido, cintas transportadoras, etc.
 - - Movimiento de materiales, como en la descarga de volquetes o el llenado de depósitos.
 - - Movimiento del operario.
 - - Corrientes erráticas de aire en el local (que se consideran habitualmente entre 0,12 y 0,25 m/s, pero pueden ser mucho mayores).
 - - Movimiento rápido del aire producido por equipos de enfriamiento o calentamiento localizado.

CAMPANAS EXTERIORES



CAMPANAS RECEPTORAS

- Es el elemento de ingreso del aire al sistema de conductos. Se proyectan de modo de lograr la máxima eficiencia aerodinámica en la captación del contaminante, o sea, se trata de lograr la velocidad necesaria en el área de contaminación con el menor caudal y el mínimo consumo de energía. Para ello es conveniente, en la medida de lo posible, confinar los procesos en forma parcial o total.

CAMPANAS RECEPTORAS

- Las campanas receptoras son campanas ubicadas especialmente para recibir una corriente de aire generada por un proceso. Por ejemplo, campana receptora sobre un proceso caliente. Es distinta a la campana exterior, aunque no hubiera proceso mecánico el aire subiría. Otro ejemplo es el disco de pulido que expide partículas tangencialmente, esas partículas irán hacia la campana por sí solas.

CAMPANAS RECEPTORAS

- La *campana suspendida o dosel* es una campana colocada a una determinada altura sobre una fuente. Se recomienda que la campana exceda al diámetro o a los lados de la fuente de emisión de contaminantes. La ecuación general para esta campana suspendida de cuatro laterales abiertos es:

$$Q = v \cdot K \cdot p \cdot h \quad (\text{m}^3 / \text{s}) \quad (2.20)$$

donde: **Q** : caudal de aire a aspirar por la campana suspendida en (m³/s),

v : velocidad de control en (m/s) (ver Tabla 2.1),

K : constante que varía con las relaciones entre las dimensiones de la campana y de la fuente contaminante,

p : perímetro de la fuente en (m) y

h : altura entre el plano superior de la fuente y el plano inferior de la boca de la campana en (m).

CAMPANAS RECEPTORAS

- Se denomina *velocidad de control o de captura a la velocidad mínima del aire*, inducida en las proximidades de la campana, que es necesaria para capturar y dirigir hacia ella el aire contaminado. La **velocidad de control** es función de la peligrosidad del contaminante, del proceso y de las corrientes erráticas del local.

CAMPANAS RECEPTORAS

- Se recomienda que el tamaño de la campana exceda al diámetro o a los lados de la fuente de emisión de contaminantes en el 40 % de la altura que existe entre el borde inferior de la campana y el borde o plano superior de dicha fuente.
- Cuando se satisface la condición anterior la ecuación de cálculo recomendada es:

$$Q = v \cdot 1,4 \cdot p \cdot h \quad (\text{m}^3 / \text{s})$$

- El valor exacto de K para otros casos no ha sido establecido.

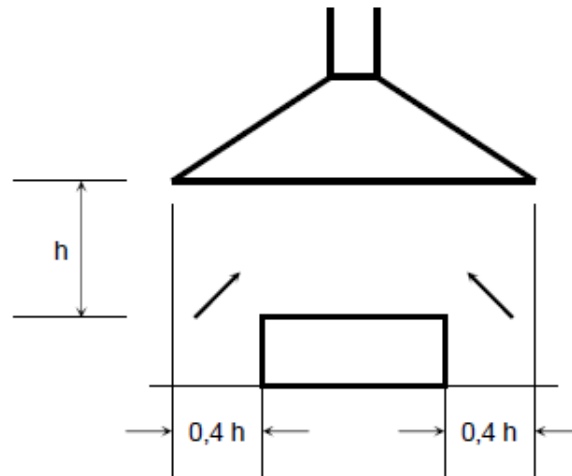
CAMPANAS RECEPTORAS

- Cuando la campana suspendida está apoyada sobre una pared se la conoce con el nombre de *campana suspendida de tres laterales abiertos*. La ecuación utilizada para el cálculo del caudal es:

$$Q = v \cdot (l + 2.a) \cdot h \quad (\text{m}^3 / \text{s}) \quad (2.22)$$

Donde ahora: l : dimensión de la campana paralela a la pared en (m) y

a : dimensión de la campana perpendicular a la pared en (m).



CAMPANAS RECEPTORAS

Cuando la campana suspendida está ubicada en una esquina del local, es decir sobre dos paredes, se la conoce con el nombre de *campana suspendida de dos laterales abiertos*. La ecuación de cálculo del caudal es:

$$Q = v \cdot (l + a) \cdot h \quad (\text{m}^3 / \text{s}) \quad (2.23),$$

donde ahora: l y a : dimensiones de los laterales abiertos de la campana en (m).

CAMPANAS RECEPTORAS



CAMPANAS RECEPTORAS



ALGUNAS VELOCIDADES DE CONTROL

TABLA 2.1 - Valores recomendados para las velocidades de control

Condiciones de dispersión del Contaminante	Ejemplos	Velocidad de control (m/s)
I – Liberado casi sin velocidad en aire tranquilo.	Evaporación desde depósitos; desengrase, etc.	0,25 – 0,5
II - Liberado a baja velocidad en aire moderadamente tranquilo.	Cabinas de pintura; llenado Intermitente de recipientes; transferencias entre cintas transportadoras a baja velocidad; soldadura; recubrimientos superficiales; pasivado.	0,5 – 1,0
III - Generación activa en una zona de rápido movimiento.	Cabinas de pintura poco profundas; llenado de barriles; carga de cintas transportadoras.	1,0 – 2,5
IV - Liberado con alta velocidad inicial en una zona de movimiento muy rápido del aire.	Desmolde en fundiciones, chorros de aire abrasivos.	2,5 - 10

VELOCIDADES DE CONTROL

En cada una de las condiciones citadas se indica un rango para los valores de la velocidad de control. La selección del valor adecuado depende de los siguientes factores:

Límite inferior	Límite superior
1. Corrientes de aire en el local mínimas o favorables a la captura del contaminante.	1. Corrientes de aire que distorsionan la captura del contaminante.
2. Contaminantes de baja toxicidad o molestos.	2. Contaminantes de alta toxicidad.
3. Producción de contaminantes baja o intermitente.	3. Gran producción, uso continuo.
4. Campana de gran tamaño o con una gran masa de aire en movimiento.	4. Campana pequeña, únicamente control local.

TABLAS PARA SELECCIONAR LA VELOCIDAD DE CONTROL

TABLA N° 2.2

DETERMINACIÓN DEL RIESGO POTENCIAL

Riesgo potencial	Concentración máxima permisible		Punto de inflamación (° C) (ver Apéndice 1)
	Gases o vapores (ppm) (ver Ley 19,587 y sus modificaciones)	Nieblas (mg / m³)	
A	0 - 10	0 - 0,1	-
B	11 - 100	0,11 - 1	< 40
C	101 - 500	1,1 - 10	40 - 90
D	> 500	> 10	> 90

TABLAS PARA SELECCIONAR LA VELOCIDAD DE CONTROL

TABLA N° 2.3

DETERMINACIÓN DEL GRADO DE GENERACIÓN

Grado de generación	Temperatura del líquido (° C)	Grados por debajo del punto de ebullición (° C)	Evaporación relativa * Tiempo para 100% de evaporación (horas)
1	> 90	0 - 10	Rápida (0 - 3)
2	65 - 90	11 - 26	Media (3 - 12)
3	35 - 65	26 - 50	Lenta (12 - 50)
4	< 35	> 50	Nula > 50

* **Tiempo de secado relativo** (ver Apéndice 1):

< 5 : Rápido; 5 -15 : Medio; 15 - 75 : Lento; > 75 : Nulo o despreciable.

TABLAS PARA SELECCIONAR LA VELOCIDAD DE CONTROL

TABLA N ° 2.4

Velocidad mínima de control (m/s) para locales sin corrientes de aire

Clase: riesgo y grado (ver Tablas 2.2 y 2.3)	Cabina		Extracción lateral (ver Figura 2,15) (Nota 1)	Campanas suspendidas (ver Figura 2,13)	
	Un lateral abierto	Dos laterales abiertos		Tres laterales abiertos	Cuatro laterales abiertos
A-1 y A-2 (Nota 2)	0,5	0,75	0,75	No emplear	
A-3 (Nota 2), B-1, B-2 y C-1	0,375	0,50	0,5	0,625	0,875
B-3, C-2 y D-1 (Nota 3)	0,325	0,45	0,375	0,5	0,75
A - 4 (Nota 2) C - 3 y D - 2 (Nota 3)	0,25	0,37	0,25	0,375	0,625
B-4, C-4 y D-3 (Nota 3) y D - 4 : Es suficiente con una adecuada ventilación general.					
Notas:1. Emplee la relación ancho / longitud para calcular el caudal; ver Tabla 2.6 para el cálculo. 2. No emplee campanas suspendidas cuando el grado de peligrosidad sea A.					

TABLAS PARA SELECCIONAR LA VELOCIDAD DE CONTROL

TABLA N° 2.5

Velocidad mínima de control (m/s) en procesos típicos, con poco movimiento de aire

Operación	Contaminante	Riesgo potencial	Grado de generación	Velocidad de control para extracción lateral (ver Figura 2.15)
Agua caliente hirviendo	Vapor de agua	D	1	0,38 *
Agua caliente no hirviendo	Vapor de agua	D	2	0,25 *
Anodizado de aluminio	Ácidos crómico y sulfúrico	A	1	0,75
Aluminio, abrillantado	Ácidos nítrico y sulfúrico	A	1	0,75
Aluminio, abrillantado	Ácidos nítrico y fosfórico	A	1	0,75
Arranque de cobre	Nieblas alcalinas y de cianuro	C	2	0,38
Arranque de níquel	Vapores nitrosos	A	1	0,75
Cobreado	Nieblas de cianuro	C	2	0,38
Cromado	Ácido crómico	A	1	0,75
Decapado de acero	Ácido clorhídrico	A	2	0,75
Decapado de acero	Ácido sulfúrico	B	1	0,50
Limpieza de metales	Nieblas alcalinas	C	1	0,50
Soluciones salinas(bonderizado)				
Hirviendo	Vapor de agua	D	1	0,38 *
No hirviendo	Vapor de agua	D	2	0,25 *

* Cuando se desee un control completo del agua caliente, trátase como de la clase inmediata superior.

CAUDAL A ASPIRAR

TABLA N° 2.6

CAUDAL A ASPIRAR (m^3 / s por m^2 de tanque)

<div> <div>b / l</div> <div>v_c</div> </div>		$\leq 0,10$	$> 0,10$ $\leq 0,25$	$> 0,25$ $\leq 0,50$	$> 0,50$ $\leq 1,00$	$> 1,00$ $\leq 2,00$
0,25	I	0,25	0,30	0,375	0,45	0,50
	II	0,375	0,45	0,50	0,55	0,625
0,375	I	0,375	0,45	0,55	0,65	0,75
	II	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
0,50	I	0,50	0,625	0,75	0,875	1,00
	II	0,75	0,875	1,00	1,15	1,25
0,75	I	0,75	0,95	1,15	1,32	1,52
	II	1,15	1,25	1,52	1,73	1,90

b (m) : ancho del tanque, si la captación es de un solo lado; mitad del ancho del tanque, si la captación se hace por ambos lados o siguiendo el eje del tanque.

l (m) : largo del tanque.

v_c (m/s) : velocidad de control.

Caso I : campana de aspiración apantallada o contra una pared.

Caso II : campana de aspiración sin pantalla en el centro del local.

TIEMPO DE SECADO DE DISOLVENTES

TIEMPO DE SECADO DE DISOLVENTES

Disolvente	Tiempo de secado relativo	Margen de ebullición		Peso por litro kg
		Grados °C	Grados F	
Éter etílico, C.P.	1,0	34-35	93-95	0,72
Petroleno	1,8	61-96	142-205	0,70
Tetracloruro de carbono	1,9	76	169	1,59
Acetona	2,0	55-58	133-136	0,76
Acetato de metilo	2,2	56-62	133-144	0,93
Acetato de etilo 85-88 %	2,5	74-77	165-171	0,88
Tricloroetileno	2,5	87	189	1,46
Benzol (industrial)	2,6	79-81	174-178	0,88
Metil-etil cetona	2,7	77-82	171-180	0,83
Acetato de isopropilo 8 %	2,7	84-93	183-199	0,87
Dicloroetileno	3,0	84	183	1,26
Solvol 19/27	3,7	86-123	187-254	0,79
Cloruro de etileno	4,0	81-87	178-189	1,26
Dicloruro de propileno	4,1	93-97	199-207	1,15
Toluol	4,1	90-122	194-252	0,74
Metanol	5,0	64-65	147-149	0,79
Tolueno (industrial)	5,0	109-111	229-232	0,86
Metil-propil cetona	5,2	101-107	214-225	0,81
Disolvente universal para barnices y pinturas	5,8	95-141	203-286	0,75
Percloroetileno	6,0	121	250	1,62
Acetato de n-propilo	6,1	97-101	207-214	0,90
Acetato de sec-butilo	6,5	106-135	223-275	0,85
Solox (anhidro)	6,5	71-78	160-172	0,81
Acetato de isobutilo (90 %)	7,0	106-117	223-243	0,87
Apocthinner	7,0	115-143	239-289	0,76
Alcohol etílico Den. N.º 1	7,7	78	172	0,80
Solox	8,0	76-78	169-172	0,81
Alcohol isopropílico 99 %	8,6	79-82	174-180	0,81
Alcohol n-propílico	9,1	96-98	205-208	0,81
Solvol 24/34	9,4	101-188	214-334	0,81
Acetato de n-butilo	9,6	110-132	230-270	0,87
Carbonato de dietilo	9,6	100-130	212-266	0,98
Metil butil cetona	9,7	114-137	237-279	0,82

TIEMPO DE SECADO DE DISOLVENTES

Xileno (industrial)	9,7	127-144	261-291	0,86
Clorobenceno	10,0	130-132	266-270	1,10
Alcohol ter-butílico	11,9	82-83	180-181	0,78
Alcohol iso-butílico	14,0	99-100	210-212	0,82
Acetato isoamílico	16,9	121-144	250-291	0,86
Acetato amílico	17,4	105-142	221-288	0,87
Alcohol isobutílico	17,7	107-111	225-232	0,80
Metil cellosolve	18,0	121-126	250-259	0,97
Propionato de butilo	18,0	124-171	255-340	0,88
Pentacetate	20,0	121-155	250-311	0,86
Turpentine	20,0	155-173	311-343	1,47
Alcohol butílico	21,0	116-119	241-246	0,81
Alcohol isoamílico	25,0	105-125	221-257	0,81
2-50 W Hi-Flash Naphta	27,5	148-187	298-369	0,86
Alcohol amílico (Fuel oil)	32,1	126-130	259-266	0,81
Diisopropil cetona	33,9	164-169	327-336	0,81
Etil cellosolve	36,2	133-137	271-279	0,93
Destilados de petróleo inodoros	38,6	150-201	302-394	0,78
Lactato de etilo	40,0	119-176	246-349	1,03
Alcohol isohexílico	41,7	157	315	0,84
Sovsol 30/40	43,2	142-199	288-390	0,85
Pentasol	45,0	112-140	234-284	0,81
Destilados de petróleo de alto poder disolvente	46,7	152-200	306-392	0,81
Destilado de petróleo N.º 380	47,0	151-196	304-385	0,79

TIEMPO DE SECADO DE DISOLVENTES

Disolvente	Tiempo de secado relativo	Margen de ebullición		Peso por litro kg
		Grados °C	Grados F	
Destilado de petróleo N.º 10	55,0	154-196	309-385	0,78
Agua destilada	60,0	100	212	1,00
Apco N.º 125	60,5	162-200	324-392	0,78
Acetato de cellosolve	65,0	145-166	293-331	0,98
Lactato de isobutilo	73,0	172	342	0,98
Acetato de isohexilo	76,5	129-158	264-316	0,86
Butil cellosolve	88,5	163-172	325-342	0,91
Dipenteno	89,2	149-215	300-419	0,85
N.º 140 Thinner	91,0	185-210	365-410	0,79
Acetato de octilo	152,5	195-203	383-397	0,86
Lactato de isobutilo	156,5	168-200	334-392	0,98
Hexalin	177,5	159-162	318-324	0,95
Solvol 40/50	270,5	191-248	376-478	0,89
Metil hexalin	276,5	170-190	338-374	0,92
Lactato de butilo	339,0	185-195	365-383	0,98
Excellene	384,0	162-260	324-500	0,78
Nafta pesada	403,0	202-242	396-468	0,81
Dispersol	425,0	193-242	379-468	0,79
Keroseno N.º 50	626,7	178-256	352-493	0,81
Trietilen glicol	>5200	276-310	529-590	1,11
Ftalato de dibutilo	>5200	195-200	383-392	1,05

Tiempo de secado relativo:

- < 5 Rápido.
- 5-15 Medio.
- 15-75 Lento.
- > 75 Despreciable.

EJERCICIO

$$Q_C = 2,01 \text{ m}^3/\text{seg} \approx 2 \text{ m}^3/\text{seg}$$

2. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL CONDUCTO :

a) CONCEPTO DE VELOCIDAD ÓPTIMA EN EL CONDUCTO: SEGÚN SE TRATE DE : PARTÍCULAS $V = 18 \text{ m/seg}$

GASES Y VAPORES 9 m/seg

EN ESTE CASO ELIJO $V = 9 \text{ m/seg}$.

$$b) \text{ CÁLCULO: } S_{\text{SECCIÓN}} = \frac{Q_C}{V} = \frac{2 \text{ m}^3/\text{seg}}{9 \text{ m/seg}} = 0,22 \text{ m}^2$$

$$\therefore D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = 0,53 \text{ m}$$

3. PERDIDA TOTAL.

$$a) \text{ PÉRDIDA DINÁMICA } h_c = \frac{V^2}{16} \Rightarrow h_c = \frac{9^2}{16} \text{ (mm COL. H}_2\text{O)}$$

$$h_c = 5,06 \text{ m}$$

b) PERDIDA TOTAL = H_T

$$H_T = h_c + K_e \cdot h_c + K_c \cdot h_c + K_s \cdot h_c + f \cdot \sum L_i$$

$$H_T = h_c (1 + K_e + K_c + K_s) + f (L_1 + L_2 + L_3) \quad \left(f = 2 \frac{\text{mm}}{\text{m}} \right)$$

$$H_T = 21 \text{ mm COL H}_2\text{O}$$

4. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL VENTILADOR

- RECORDAR QUE H_T ES PÉRDIDA DE CARGA, ES DECIR UN Δp (DIFERENCIA DE PRESIÓN = CONTRAPRESIÓN A SUPERAR POR EL VENTILADOR.)

$$W_{\text{VENTILADOR}} = \frac{Q \cdot H_T}{\eta} \quad (\text{EN UNIDADES COHERENTES})$$

- RECORDAR QUE $10 \text{ m COL. H}_2\text{O} = 1 \text{ Kg/cm}^2 = 101325 \text{ Pa} \left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)$

BIBLIOGRAFIA

- MANUAL DE VENTILACION INDUSTRIAL – CAPITULO 2