



# **GUÍA PARA LA EVALUACIÓN CUALITATIVA DE SISTEMAS DE VENTILACIÓN LOCALIZADOS**

NOVIEMBRE, 2012

VERSION 1.0



**EDITOR RESPONSABLE:**

Florín Moreno Zamorano, Jefe Sección Seguridad en el Trabajo

**COMITÉ DE EXPERTOS:**

Juan Carlos Lizama, Asociación Chilena de Seguridad

Rómulo Zúñiga, Asociación Chilena de Seguridad

Francisco Ponce, Mutual de Seguridad

**REVISOR:**

José Espinosa Robles, Jefe Subdepartamento de Seguridad y Tecnologías del Trabajo



## INDICE

1. ANTECEDENTES.....	- 4 -
2. OBJETIVO.....	- 5 -
3. ALCANCE .....	- 5 -
3.1 Teórico.....	- 5 -
3.2 Población Objetivo.....	- 5 -
3.3 Población Usuaría .....	- 5 -
4. MARCO LEGAL .....	- 5 -
5. DESARROLLO .....	- 5 -
5.1 Metodología de llenado de la herramienta.....	- 5 -
5.2 Conceptos Generales de Ventilación.....	- 8 -
6. DEFINICIONES .....	- 11 -
7. BIBLIOGRAFÍA.....	- 13 -
8. AGRADECIMIENTOS.....	- 13 -
ANEXO 1: "Ficha para la Evaluación Cualitativa de Sistemas de Ventilación Localizados" .....	- 14 -
ANEXO 2 .....	- 28 -
ANEXO 3 .....	- 30 -
ANEXO 4 .....	- 35 -



## 1. ANTECEDENTES

La exposición a contaminantes químicos de diverso tipo (Aerosoles - Gases y Vapores) en los lugares de trabajo puede generar enfermedades e intoxicaciones a nivel de los trabajadores.

Debido a lo anterior, se hace necesario que la labor del higienista no sólo se enfoque en la evaluación ambiental del agente químico, sino que también en proporcionar las medidas de control respectivas para su eliminación y/o disminución según corresponda, actuando preferentemente sobre el foco de contaminación del contaminante, luego sobre el medio de difusión y, finalmente, a nivel de receptor.

La implementación de sistemas de ventilación localizados en los lugares de trabajo, una medida de control que actúa sobre el foco de contaminación, ha representado históricamente una de las medidas de control más utilizadas en el país, la que sin embargo, necesita de un alto grado de tecnicismo, tanto para su diseño e implementación como también para su mantención, de forma de garantizar que las concentraciones del contaminante se encuentran controladas y sin riesgo de generar enfermedades para los trabajadores de un ambiente laboral en particular.

Por lo anteriormente expuesto y conscientes de la inexistencia a nivel nacional de herramientas estandarizadas para la evaluación de este tipo de sistemas, sumado al reducido número de especialistas a nivel país en la materia, es que el Instituto de Salud Pública de Chile, a través de su Departamento de Salud Ocupacional y específicamente de la Sección de Seguridad en el Trabajo, ha elaborado el presente instrumento de evaluación, el cual permitirá efectuar de manera cualitativa una evaluación primaria de un sistema de ventilación localizado, no sólo para el uso de un higienista o especialista en la materia, sino que también para uso de un prevencionista con conocimientos generales del tema.



## **2. OBJETIVO**

Proporcionar una herramienta cualitativa que permita evaluar el estado de funcionamiento de un sistema de ventilación localizado y sus componentes, ya sea del tipo simple o ramificado, por parte de profesionales del área de la prevención de riesgos.

## **3. ALCANCE**

### **3.1 Teórico**

Evaluaciones cualitativas de sistemas de ventilación localizados al interior de las empresas.

### **3.2 Población Objetivo**

Trabajadores que si bien se encuentran expuestos a agentes químicos en sus ambientes de trabajo, cuentan con un sistema de ventilación localizado como sistema de control de la exposición.

### **3.3 Población Usuaría**

Profesionales del área de prevención de riesgos.

## **4. MARCO LEGAL**

Decreto Supremo N° 594/99 del MINSAL

## **5. DESARROLLO**

### **5.1 Metodología de llenado de la herramienta.**

La herramienta presentada en este documento, cuenta con dos instancias de evaluación (I y II), basadas en la observación y recopilación de información del sistema a evaluar, junto con una última instancia (III) orientada a la cuantificación y obtención de la conclusión final, las cuales se describen a continuación:

La primera parte de la evolución (Anexo 1, Parte I: Antecedentes Generales) corresponde al llenado de un cuestionario orientado principalmente a recabar información general del sistema de ventilación y sus componentes (captación; ductos codos y uniones; retenedores; ventilador), junto con establecer un esquema orientativo respecto del sistema de ventilación evaluado por parte del evaluador.

Es importante destacar que para el llenado completo de esta parte, la cual considera información valiosa sobre las características del sistema a evaluar que permitirán aportar a la interpretación final de la evaluación cualitativa, el evaluador cuenta con el complemento teórico suficiente, el cual se presenta en el punto 5.2 de esta misma Sección.

La segunda parte de la evaluación (Anexo 1, Parte II: Lista de Chequeo) corresponde a una valoración del estado de los componentes del sistema de ventilación según rangos de criticidad y eficiencia de éstos, teniendo como referencia el comportamiento estándar. Esta segunda parte de la evaluación, constituida por 4 categorías de calificación denominadas A, B, C y D, se describe a continuación [1]:

<b>CATEGORÍA</b>	<b>EXPLICACIÓN</b>
<b>A</b> (Altamente Conforme)	Desempeño del componente del sistema, está acorde a los requerimientos óptimos.
<b>B</b> (Conforme)	El componente del sistema funciona y cumple requisitos mínimos de protección al trabajador
<b>C</b> (Medianamente conforme)	Se requiere revisar y mejorar el componente del sistema a la brevedad, para que cumpla todos los requisitos mínimos
<b>D</b> (No conforme)	Es recomendable actuar con urgencia para resolver las deficiencias al componente del sistema y así evitar contaminar a, o los trabajadores.

La estructura de esta segunda parte considera la existencia de hasta 7 captaciones por sistema evaluado, por lo que si el evaluador reconoce más de esta cantidad deberá utilizar otra ficha adicional con los puntos que sean necesarios.

Finalmente, es importante destacar que para el llenado completo de esta parte, el evaluador, además de contar con la información del punto 5.2 de esta misma Sección, deberá considerar la misma estructura del sistema de ventilación a evaluar declarada en el esquema orientativo de la primera parte.

Una vez evaluado cualitativamente el sistema de ventilación (partes I y II), el evaluador deberá proceder a completar la tercera parte de esta herramienta correspondiente a la cuantificación del sistema en su conjunto y por componentes de éste (Anexo 1, Parte III: Resumen Respuesta Obtenidas), a través del llenado de la siguiente tabla para cada caso, considerando las instrucciones indicadas a continuación de ésta:

	A		B		C		D	
<b>Nº respuestas (<math>\alpha</math>)</b>								
<b>Factor (<math>\beta</math>)</b>	100		66		33		0	<b>Total</b>
<b>Valor final (<math>\alpha \times \beta</math>)</b>		+		+		+		
<b>Porcentaje de funcionamiento componente</b>								

- Para cada componente del sistema, y para éste en su totalidad, se anota el número total de respuestas A, B, C y D obtenidas de la segunda parte (Anexo 1, Parte II: Lista de Chequeo), en "Nº respuestas ( $\alpha$ )" de la tabla (línea verde del ejemplo).
- Posteriormente se multiplica cada resultado obtenido " $\alpha$ " por el factor de corrección correspondiente "Factor ( $\beta$ )" (A = 100; B = 67; C = 33; D= 0), y se coloca el resultado de cada variable, aproximado al primer entero, en la línea "valor final ( $\alpha \times \beta$ )" según corresponda (línea roja del ejemplo).
- El valor total del componente y/o del sistema general, será igual a la suma de los resultados correspondientes a cada variable, el cual se debe explicitar en la casilla "total" (casilla color púrpura del ejemplo).
- Finalmente, el porcentaje de funcionamiento total del componente del sistema estudiado, y/o de éste en general, se obtiene dividiendo el valor total obtenido por el número total de respuestas A, B, C y D obtenidas de la segunda parte (Anexo 1, Parte II:

Lista de Chequeo) por componente del sistema evaluado y/o de éste en general, señalándose el porcentaje obtenido, aproximando al primer decimal, en "Porcentaje de funcionamiento componente" (casilla color azul del ejemplo).

Una vez obtenido el porcentaje de funcionamiento por componente del sistema de ventilación evaluado y de éste en general, el evaluador deberá proceder a clasificar su funcionamiento en 4 rangos especificados, producto del porcentaje obtenido por el sistema en su totalidad, concluyendo en consecuencia (Anexo 1, Parte III: Resumen Respuesta Obtenidas, punto III.3). No obstante lo anterior, el evaluador podrá concluir por cada uno de los componentes integrantes del sistema bajo evaluación.

La herramienta completa para su uso se encuentra disponible en el Anexo 1 del presente documento.

## 5.2 Conceptos Generales de Ventilación.

### 5.2.1 ¿Qué es un sistema de ventilación?

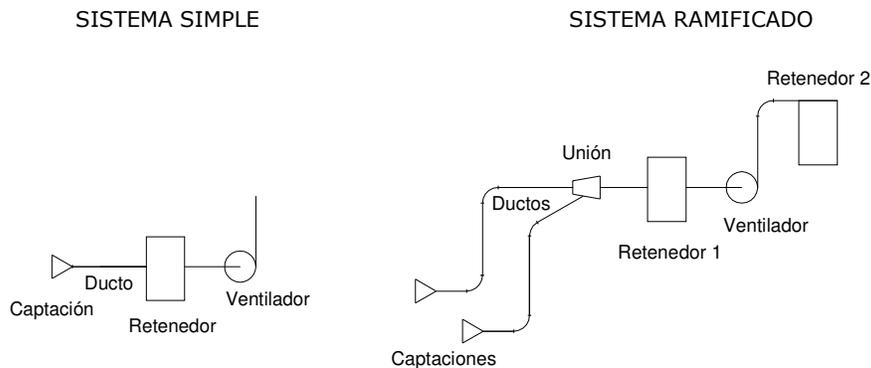
Un sistema de ventilación es un conjunto de elementos del sistema que permiten capturar contaminantes de los ambientes de trabajo a través de un manejo de aire, con la finalidad de impedir que afecten la salud de los trabajadores.

Un sistema de ventilación está constituido básicamente por 4 componentes:

- **Captación:** Que es por donde ingresa el contaminante.
- **Ductos:** Es por donde se transporta el contaminante.
- **Retenedor:** Son artificios que tienen por función retener el contaminante e impedir que este se difunda en el ambiente.
- **Ventilador:** tiene por función mover el aire a través del sistema.

## 5.2.2 Importancia de los componentes

### 5.2.2.1 Esquemas de sistemas de ventilación



### 5.2.2.2 Captación

La captación es el primer componente de un sistema de ventilación y se define como todo lugar por donde debe ingresar aire al sistema.

Un buen diseño de captación es fundamental para capturar el contaminante de una manera eficiente, es decir, lograr captar el máximo de contaminante con el mínimo de caudal. Si todo el aire movido por el ventilador no ingresa por ésta, la velocidad de captura puede llegar a niveles críticos.

En algunos casos, el uso de una captación individual no será suficiente, por lo que se requerirá el uso de captaciones múltiples para controlar el contaminante generado por una maquinaria o área en específico, sobretodo en rubros como la madera o minería entre otros (ej: máquinas fresadoras, lijadoras de banda, sierra huincha utilizadas o correas transportadoras entre otras).

Un ejemplo de diferentes tipos de captaciones se presenta en el Anexo 2 del presente documento.

### 5.2.2.3 Ductos

Son los tramos por donde circula el aire que transporta el contaminante proveniente de la fuente generadora. Estos pueden ser lisos o corrugados y de diferentes materiales.

Es importante que la conexión entre tramos sea lo más sellada posible para reducir así fugas de aire por depresión o sobrepresión.

Todo volumen de aire que ingresa por conexiones defectuosas, es decir cuando la conexión entre ductos y otros componentes del sistema no es óptima, estamos diciendo que parte del aire que aspira el ventilador no ingresa por la captación. Por tanto estamos desperdiciando energía y se recomienda entonces, que cualquier imperfección o perforación del ducto sea resuelta.

### 5.2.2.4 Retenedor

Su finalidad es evidente sin embargo, no siempre se cumplen los requisitos que permiten capturar los contaminantes. Para ello es vital la mantención de estos artificios y la verificación permanente de la resistencia instantánea del sistema, así como su hermeticidad y sistemas anexos tales como filtros, inyectores de fluidos, placas deflectoras y/o elementos que se incorporan al paso del aire.

Un ejemplo de diferentes tipos de retenedores se presenta en el Anexo 3 del presente documento.

### 5.2.2.5 Ventilador

Es el elemento que aporta energía al sistema de ventilación y el que permite generar esa diferencia de presión necesaria para mover el aire contaminado.

Su buen funcionamiento y su curva característica, debe responder a las necesidades de la curva del sistema. Es importante verificar el sentido de giro del ventilador. Si no es el correcto su rendimiento volumétrico baja a

porcentajes < a un 15%. También su equilibrio dinámico debe ser óptimo, de no ser así vibraciones detectadas pueden indicar deterioro de las aspas, más aún si se trabaja con sustancias corrosivas.

Un ejemplo de diferentes tipos de ventiladores se presenta en el Anexo 4 del presente documento.

## 6. DEFINICIONES

- **Cabina:** Volumen de trabajo encerrado que permite ingreso de aire por una puerta de acceso anterior y elimina el aire previamente filtrado por un ducto de salida. Las cabinas típicas son las usadas en riesgos químicos y biológicos.
- **Tipos de captaciones:** Existen captores que son de muy variada configuración y que se utilizan para capturar aire contaminado emitido desde procesos industriales.

Podemos decir que por las captaciones está definido que ingrese el aire movido por el ventilador. Esta captación puede ser simple o compuesta.

- **Captación simple y compuesta:** Definiremos captación simple a aquella cuando en su configuración exista una sola zona significativa de pérdida de carga. Si hay más de una esta captación se denominará compuesta.

Ejemplo de captación simple: un tubo, un cono, un captor de sección rectangular, un tubo con flange etc. en cambio una captación compuesta puede ser un tubo con ranuras, un rectángulo con slot antepuesto a un captor rectangular y angulado, una caja de filtros antepuesto a un captor, etc.

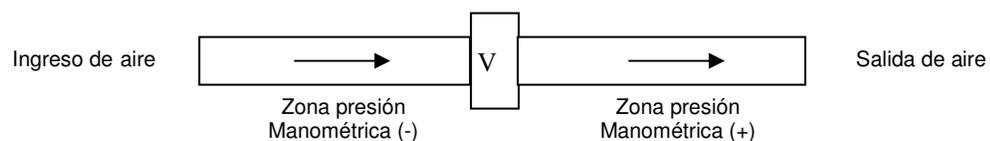
- **Captación original:** Es aquella incorporada desde el inicio de la puesta en marcha del sistema.
- **Plenum:** Zona de ordenamiento del flujo y de baja velocidad, con la finalidad de igualar la presión del aire, luego de ingresar en la campana.
- **Ductos:** Son tramos por donde circula el aire. Rigurosamente, podemos definir como ductos; a todos aquellos tramos que conducen el aire dentro de un S&V, a excepción de captación (es), retenedor(es) y ventilador(es). Estos se pueden clasificar como:

- Ductos rectos circulares o rectangulares de sección constante.
- Ductos convergentes circulares o rectangulares de estrechamiento gradual.
- Ductos divergentes circulares o rectangulares de estrechamiento gradual.
- Ductos circulares o rectangulares de estrechamiento brusco.
- Ductos curvos circulares o rectangulares, (Codos)

Estos pueden ser lisos o corrugados y de diferentes materiales. Generalmente se opta por que estos sean circulares. Excepcionalmente se emplean de sección rectangular. El grosor de los ducto tiene relación con el desgaste durante su desempeño.

**NOTA:** Para efectos de esta herramienta, consideraremos los ductos como los tramos rectos del circuito, los codos como los tramos curvos y las uniones, como los tramos divergentes o convergentes.

- **Codos:** Son ductos curvos que se utilizan cuando se quiere cambiar de dirección el aire. Si son circulares lo podemos caracterizar por su radio de curvatura y el número de casquetes, y si es rectangular por la relación existente entre sus lados y su radio de curvatura.
- **Uniones:** Son las singularidades adaptadas para que converjan los ductos cuando el sistema es ramificado. Es decir cuando con un solo ventilador captamos contaminantes desde dos o más captaciones.
- **Ajuste correcto de unión de ductos con captación:** Vamos a considerar una unión correcta a aquella que minimiza la aspiración de aire en la zona de unión. Generalmente es recomendable colocar bandas de goma o cintas en las uniones. Lo ideal son flanges con empaquetaduras y apernados.
- **Presiones antes y después del ventilador:** El ventilador para mover el aire aporta energía al sistema de ventilación, generando una depresión antes del ventilador y una sobrepresión después de éste. Las presiones que interactúan en un circuito de ventilación son denominadas relativas o manométricas.





- **Ecuación de continuidad:** Los flujos que ingresan a un sistema de ventilación deben ser iguales a los que salen de éste. Idealmente el aire debe ingresar por las captaciones y ser expulsado en su totalidad a la salida del ventilador o del último componente del sistema.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- 1) INSHT. "Nota técnica de prevención N° 639", España.
- 2) ACGIH. "Manual Industrial Ventilation", EUA, 20 Edición, 1988.
- 3) BURTON, J.D. "Industrial Ventilation Work Book", Editorial Library Congress Cataloging, EUA 1989.
- 4) HEMEON, W.C. L. "Plant and Process Ventilation", Second Edition, Industrial Press, EUA 1963.
- 5) HAZART W.G. "Ventilación Industrial", Capítulo XXI Manual de Fundamentos de Higiene Industrial, 1º edición, CIS, España, 1981.
- 6) OPS-UBA. "Curso sobre Ventilación Industrial", Escuela de Ingeniería Sanitaria, UBA, Argentina, 1966.
- 7) INRS. "Revue Travail et Sécurité", números: 501, 516, 521, 525, 533, 534, 542, 544, 562, 573, 576, 586, 621 y 622, Francia (1992 al 2002).

## 8. AGRADECIMIENTOS

La obtención de la presente herramienta no podría haber sido posible sin la colaboración de la empresa Tarapacá S.A., quién facilitó sus instalaciones para el proceso de validación de ésta, junto con los profesionales del Departamento de Salud Ocupacional del Instituto de Salud Pública de Chile que, gentil y abnegadamente, colaboraron como evaluadores en este proceso.

## **ANEXO 1: "Ficha para la Evaluación Cualitativa de Sistemas de Ventilación Localizados"**

### **PARTE I.- ANTECEDENTES GENERALES:**

<b>A.- NOMBRE DE LA EMPRESA Y RUBRO EN EL CUAL SE DESEMPEÑA:</b> ----- -----		
<b>B.- SEÑALAR ÁREA DE LA EMPRESA EN DONDE SE APLICA EL PRESENTE INSTRUMENTO:</b> -----		
<b>C.- ASPECTOS SOBRE CONTAMINACIÓN INTERNA DEL AREA DE TRABAJO</b>		
1.- Detalle el(los) tipo(s) de sustancia(s) presentes en el proceso: -----		
	<b>SI</b>	<b>NO</b>
2.- ¿Se detecta, sensorialmente, contaminantes en el ambiente de trabajo?		
3. En caso afirmativo, el contaminante detectado correspondería a un químico? <i>(Si la respuesta es "SI", señalar a continuación el tipo de contaminante (gas, polvo, humo, aserrín, etc.).</i> -----		
4.- ¿Se han realizado mediciones ambientales en los puestos de trabajo?		
5.- ¿En caso de existir mediciones, éstas se encuentran bajo el límite permisible?		
<b>D.- CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN</b>		
1.- ¿Se cuenta con planos del sistema de ventilación a evaluar?		
2.- ¿Se cuenta con registros que den cuenta de la mantención del sistema y sus componentes?		
3.- ¿El sistema de ventilación es simple (ver punto 5.2.2.1, del presente documento)? <i>(En caso afirmativo, indicar a continuación con una "x" si existen el(los) siguiente(s) componente(s) e ir a 5, sino pasar a la próxima):</i>  Captación_____ captación múltiple_____ codos_____ ductos_____ retenedor antes del ventilador_____ ventilador_____ retenedor después del ventilador _____		
4.- ¿El sistema de ventilación es ramificado (ver punto 5.2.2.1, del presente documento)? <i>(En caso afirmativo, indicar a continuación con una "x" si existen el(los) siguiente(s) componente(s):</i>  Captación_____ captación múltiple_____ ramales_____ uniones_____ codos_____ ductos_____ retenedor antes del ventilador_____ ventilador_____ retenedor después del ventilador _____		

5. Si el sistema de ventilación incluye captaciones, señale a continuación con cuantas de éstas cuenta el sistema de ventilación a evaluar (como guía ver punto 5.2.2.2 del presente documento).

-----

**OBS:** En caso de existir varias captaciones múltiples como parte de un sistema, para fines de la presente evaluación, éstas podrán ser consideradas como un solo sistema de captación, en concordancia con lo descrito en el punto 5.2.2.2 del presente documento.

6.- En relación a las captaciones identificadas, ¿éstas son aparentemente efectivas para la captura del(los) contaminante(s) existente(s) (ver punto 2 del Anexo 2 del presente documento)? (Si la respuesta es "NO", señalar a continuación cuáles son las captaciones que NO cumplen con lo señalado):

-----

-----

**OBS:** Para el caso de captaciones múltiples consideradas como un solo sistema de captación, bastará que sólo una de éstas se encuentre deficiente para considerarlo en su totalidad como deficiente.

**E.- TRAMO RETENEDOR(ES) ANTES Y DESPUES DEL VENTILADOR**

**SI**

**NO**

1.- ¿El sistema de retención es seco?

2.- ¿El Retenedor existente es del tipo "Decantador gravitacional" (ver Anexo 3, punto 2.1)? ( Si la respuesta es "NO", indicar el(los) tipo(s) de retenedor(es) existente(s,) según opciones del Anexo 3):

Filtro de mangas  Ciclón  Scrubber  Retenedor electrostático

Otros: -----

3.- ¿El o los retenedores se encuentran en buen estado? ( Si la respuesta es "NO", indicar a continuación el(los) tipo(s) de retenedor(es) en esta condición):

-----

-----

**F.- TRAMO VENTILADOR**

**SI**

**NO**

1. ¿El sistema de ventilación cuenta con un ventilador (ver Anexo 4)? (Si la respuesta es "SI", a continuación marcar el tipo de ventilador según criterios del mismo Anexo):

Axial  Tubo Axial  Centrífugo  Otros

### **G.- ESQUEMA SISTEMA DE VENTILACIÓN**

Detalle, a través de un esquema, las partes del sistema de ventilación a evaluar según lo completado en los puntos anteriores, en razón de lo especificado en el ítem "Desarrollo" del presente documento.



**A = Altamente conforme    B = Conforme**  
**C= Medianamente conforme    D = No conforme**

**PARTE II.- LISTA DE CHEQUEO<sup>1</sup>:**

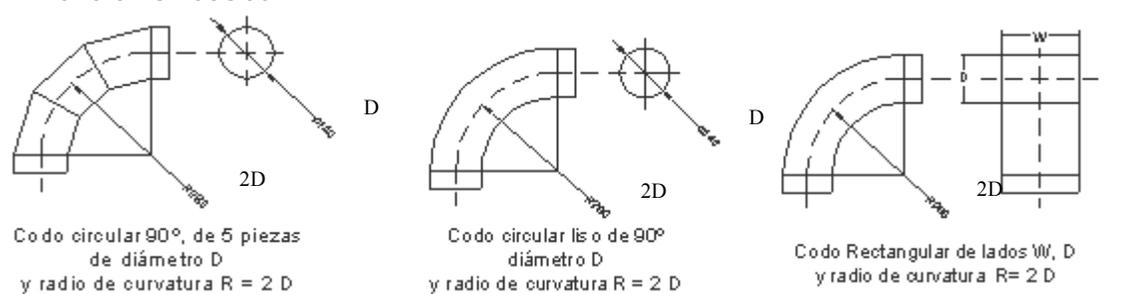
<b>A.- TRAMO CAPTACIÓN</b>				
<b>A.1.- VERIFICACIÓN DE CAPTACIÓN 1</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las zona de captación dispone de la(s) captación(es) original(es) según diseño?				
2.- ¿La(s) captación(es) existente(s), se encuentra(n) libre(s) de deformaciones?				
3.- ¿La(s) captación(es) existente(s) esta(n) constructivamente intacta(s)?				
4.- ¿ La(s) captación(es) existente(s) esta(n) libre(s) de obstrucciones?				
5.- ¿La unión de la(s) captación(es) con el(los) ducto(s) está(n) sellada(s) en todo su entorno? <i>NOTA: Continuar en A.2 sólo si el sistema es ramificado, sino pasar a B</i>				
<b>A.2.- VERIFICACIÓN DE CAPTACIÓN 2</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las zona de captación dispone de la(s) captación(es) original(es) según diseño?				
2.- ¿La(s) captación(es) existente(s), se encuentra(n) libre(s) de deformaciones?				
3.- ¿La(s) captación(es) existente(s) esta(n) constructivamente intacta(s)?				
4.- ¿ La(s) captación(es) existente(s) esta(n) libre(s) de obstrucciones?				
5.- ¿La unión de la(s) captación(es) con el(los) ducto(s) está(n) sellada(s) en todo su entorno? <i>NOTA: Si no existe captación 3, pasar a B</i>				
<b>A.3.- VERIFICACIÓN DE CAPTACIÓN 3</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las zona de captación dispone de la(s) captación(es) original(es) según diseño?				
2.- ¿La(s) captación(es) existente(s), se encuentra(n) libre(s) de deformaciones?				
3.- ¿La(s) captación(es) existente(s) esta(n) constructivamente intacta(s)?				
4.- ¿ La(s) captación(es) existente(s) esta(n) libre(s) de obstrucciones?				
5.- ¿La unión de la(s) captación(es) con el(los) ducto(s) está(n) sellada(s) en todo su entorno? <i>NOTA: Si no existe captación 4, pasar a B</i>				
<b>A.4.- VERIFICACIÓN DE CAPTACIÓN 4</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las zona de captación dispone de la(s) captación(es) original(es) según diseño?				
2.- ¿La(s) captación(es) existente(s), se encuentra(n) libre(s) de deformaciones?				
3.- ¿La(s) captación(es) existente(s) esta(n) constructivamente intacta(s)?				
4.- ¿ La(s) captación(es) existente(s) esta(n) libre(s) de obstrucciones?				
5.- ¿La unión de la(s) captación(es) con el(los) ducto(s) está(n) sellada(s) en todo su entorno? <i>NOTA: Si no existe captación 5, pasar a B</i>				
<b>A.5.- VERIFICACIÓN DE CAPTACIÓN 5</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las zona de captación dispone de la(s) captación(es) original(es) según diseño?				

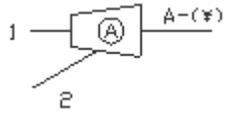
<sup>1</sup> El llenado de la Lista de Chequeo, que está a continuación, es válida tanto para sistemas de ventilación simples, como ramificados, y debe estar en concordancia con la nomenclatura explicitada en el esquema del sistema de ventilación de esta ficha (parte I, ítem G. de este Anexo).

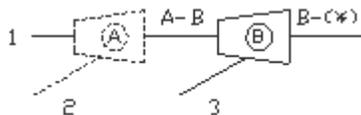
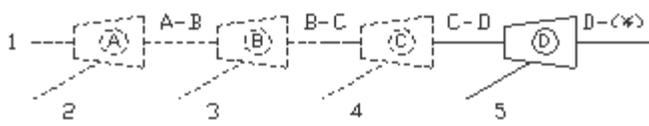


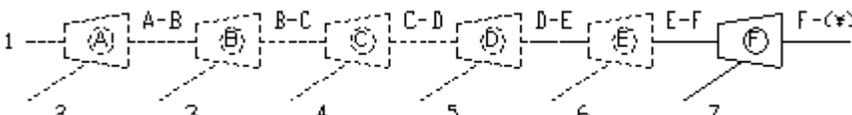
**A = Altamente conforme    B = Conforme**  
**C= Medianamente conforme    D = No conforme**

2.- ¿La(s) captación(es) existente(s), se encuentra(n) libre(s) de deformaciones?				
3.- ¿La(s) captación(es) existente(s) esta(n) constructivamente intacta(s)?				
4.- ¿ La(s) captación(es) existente(s) esta(n) libre(s) de obstrucciones?				
5.- ¿La unión de la(s) captación(es) con el(los) ducto(s) está(n) sellada(s) en todo su entorno? <i>NOTA: Si no existe captación 6, pasar a B</i>				
<b>A.6.- VERIFICACIÓN DE CAPTACIÓN 6</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las zona de captación dispone de la(s) captación(es) original(es) según diseño?				
2.- ¿La(s) captación(es) existente(s), se encuentra(n) libre(s) de deformaciones?				
3.- ¿La(s) captación(es) existente(s) esta(n) constructivamente intacta(s)?				
4.- ¿ La(s) captación(es) existente(s) esta(n) libre(s) de obstrucciones?				
5.- ¿La unión de la(s) captación(es) con el(los) ducto(s) está(n) sellada(s) en todo su entorno? <i>NOTA: Si no existe captación 7, pasar a B</i>				
<b>A.7.- VERIFICACIÓN DE CAPTACIÓN 7</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las zona de captación dispone de la(s) captación(es) original(es) según diseño?				
2.- ¿La(s) captación(es) existente(s), se encuentra(n) libre(s) de deformaciones?				
3.- ¿La(s) captación(es) existente(s) esta(n) constructivamente intacta(s)?				
4.- ¿ La(s) captación(es) existente(s) esta(n) libre(s) de obstrucciones?				
5.- ¿La unión de la(s) captación(es) con el(los) ducto(s) está(n) sellada(s) en todo su entorno?				
<b>B.- TRAMO DUCTOS RECTOS Y CODOS</b>				
<b>B.1.- VERIFICACIÓN DUCTOS</b>				
<b>B.1.1 Ductos de Ramal Captación 1</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿El ducto que conecta a la captación está libre de golpes, deformaciones, desajustes?				
2.- ¿Las uniones entre ductos están selladas en todo su entorno?				
3.- ¿Los ductos son cilíndricos?				
<i>Continuar en B.1.2, sólo si el sistema es ramificado, sino pasar a B.2</i>				
<b>B.1.2 Ductos de Ramal Captación 2</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿El ducto que conecta a la captación, está libre de golpes, deformaciones, desajustes?				
2.- ¿Las uniones entre ductos están selladas en todo su entorno?				
3.- ¿Los ductos son cilíndricos?				
<i>Si no hay Ramal 3, pasar a B.2</i>				
<b>B.1.3 Ductos de Ramal Captación 3</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿El ducto que conecta a la captación está libre de golpes, deformaciones, desajustes?				
2.- ¿Las uniones entre ductos están selladas en todo su entorno?				
3.- ¿Los ductos son cilíndricos?				
<i>Si no hay Ramal 4, pasar a B.2</i>				
<b>B.1.4 Ductos de Ramal Captación 4</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿El ducto que conecta a la captación está libre de golpes, deformaciones, desajustes?				
2.- ¿Las uniones entre ductos están selladas en todo su entorno?				

3.- ¿Los ductos son cilíndricos?				
<i>Si no hay Ramal 5, pasar a B.2</i>				
<b>B.1.5 Ductos de Ramal Captación 5</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿El ducto que conecta a la captación está libre de golpes, deformaciones, desajustes?				
2.- ¿Las uniones entre ductos están selladas en todo su entorno?				
3.- ¿Los ductos son cilíndricos?				
<i>Si no hay Ramal 6, pasar a B.2</i>				
<b>B.1.6 Ductos de Ramal Captación 6</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿El ducto que conecta a la captación está libre de golpes, deformaciones, desajustes?				
2.- ¿Las uniones entre ductos están selladas en todo su entorno?				
3.- ¿Los ductos son cilíndricos?				
<i>Si no hay Ramal 7, pasar a B.2</i>				
<b>B.1.6 Ductos de Ramal Captación 7</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿El ducto que conecta a la captación está libre de golpes, deformaciones, desajustes?				
2.- ¿Las uniones entre ductos están selladas en todo su entorno?				
3.- ¿Los ductos son cilíndricos?				
<i>Si no hay Ramal 8, pasar a B.2</i>				
<b>B.2.- VERIFICACIÓN DE CODOS</b>				
 <p>Codo circular 90°, de 5 piezas de diámetro D y radio de curvatura <math>R = 2 D</math></p> <p>Codo circular liso de 90° diámetro D y radio de curvatura <math>R = 2 D</math></p> <p>Codo Rectangular de lados W, D y radio de curvatura <math>R = 2 D</math></p>				
<b>B.2.1 Codos de Ramal Captación 1</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las conexiones entre ductos y codos están correctamente unidas?				
2.- ¿Se ha mantenido invariable el número de codos originales según diseño?				
3.- Los radios de curvatura de los codos son a lo menos de 1.5 del Diámetro?				
4.- Los codos están conformados a lo menos por 5 piezas o son lisos?				
<i>Continuar en B.2.2 sólo si el sistema es ramificado, sino pasar a C</i>				
<b>B.2.2 Codos de Ramal Captación 2</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las conexiones entre ductos y codos están correctamente unidas?				
2.- ¿Se ha mantenido invariable el número de codos originales según diseño?				
3.- Los radios de curvatura de los codos son a lo menos de 1.5 veces el diámetro del ducto?				
4.- Los codos están conformados a lo menos por 5 piezas o son lisos?				
<i>Si no hay Ramal 3, pasar a B.3</i>				

<b>B.2.3 Codos de Ramal Captación 3</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las conexiones entre ductos y codos están correctamente unidas?				
2.- ¿Se ha mantenido invariable el número de codos originales según diseño?				
3.- Los radios de curvatura de los codos son a lo menos de 1.5 veces el diámetro del ducto?				
4.- Los codos están conformados a lo menos por 5 piezas o son lisos?				
<i>Si no hay Ramal 4, pasar a B.3</i>				
<b>B.2.4 Codos de Ramal Captación 4</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las conexiones entre ductos y codos están correctamente unidas?				
2.- ¿Se ha mantenido invariable el número de codos originales según diseño?				
3.- Los radios de curvatura de los codos son a lo menos de 1.5 veces el diámetro del ducto?				
4.- Los codos están conformados a lo menos por 5 piezas o son lisos?				
<i>Si no hay Ramal 5, pasar a B.3</i>				
<b>B.2.4 Codos de Ramal Captación 5</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las conexiones entre ductos y codos están correctamente unidas?				
2.- ¿Se ha mantenido invariable el número de codos originales según diseño?				
3.- Los radios de curvatura de los codos son a lo menos de 1.5 veces el diámetro del ducto?				
4.- Los codos están conformados a lo menos por 5 piezas o son lisos?				
<i>Si no hay Ramal 6, pasar a B.3</i>				
<b>B.2.4 Codos de Ramal Captación 6</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las conexiones entre ductos y codos están correctamente unidas?				
2.- ¿Se ha mantenido invariable el número de codos originales según diseño?				
3.- Los radios de curvatura de los codos son a lo menos de 1.5 veces el diámetro del ducto?				
4.- Los codos están conformados a lo menos por 5 piezas o son lisos?				
<i>Si no hay Ramal 7, pasar a B.3</i>				
<b>B.2.4 Codos de Ramal Captación 7</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿Las conexiones entre ductos y codos están correctamente unidas?				
2.- ¿Se ha mantenido invariable el número de codos originales según diseño?				
3.- Los radios de curvatura de los codos son a lo menos de 1.5 veces el diámetro del ducto?				
4.- Los codos están conformados a lo menos por 5 piezas o son lisos?				
<i>Si no hay Ramal 8, pasar a B.3</i>				
<b>B.3.- VERIFICACIÓN DE UNIONES</b>				
<b>B.3.1.- Unión A</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
				
1.- El ducto principal aumenta de sección cuando se le incorpora un ramal adicional?				
2.- ¿Los ductos que convergen y salen de la unión son cilíndricos?				

3.- ¿Se ha mantenido invariable el número de ramales originales?				
4.- ¿Los ductos que se conectan en las uniones lo hacen en un ángulo de 30°?				
<i>Si no hay Ramal 3, pasar a C</i>				
<b>B.3.2.- Unión B</b> ( <i>Si no hay Unión B ir a C</i> )	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
				
1.- El ducto principal aumenta de sección cuando se le incorpora un ramal adicional?				
2.- ¿Los ductos que convergen y salen de la unión son cilíndricos?				
3.- ¿Se ha mantenido invariable el número de ramales originales?				
4.- ¿Los ductos que se conectan en las uniones lo hacen en un ángulo de 30°?				
<i>Si no hay Ramal 4, pasar a C</i>				
<b>B.3.3.- Unión C</b> ( <i>Si no hay Unión C, ir a C</i> )	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
				
1.- El ducto principal aumenta de sección cuando se le incorpora un ramal adicional?				
2.- ¿Los ductos que convergen y salen de la unión son cilíndricos?				
3.- ¿Se ha mantenido invariable el número de ramales originales?				
4.- ¿Los ductos que se conectan en las uniones lo hacen en un ángulo de 30°?				
<i>Si no hay Ramal 5, pasar a C</i>				
<b>B.3.4.- Unión D</b> ( <i>Si no hay Unión D, ir a C</i> )	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
				
1.- El ducto principal aumenta de sección cuando se le incorpora un ramal adicional?				
2.- ¿Los ductos que convergen y salen de la unión son cilíndricos?				
3.- ¿Se ha mantenido invariable el número de ramales originales?				
4.- ¿Los ductos que se conectan en las uniones lo hacen en un ángulo de 30°?				
<i>Si no hay Ramal 6, pasar a C</i>				

<b>B.3.4.- Unión E</b> <i>Si no hay Unión E, ir a C</i> 	A	B	C	D
1.- El ducto principal aumenta de sección cuando se le incorpora un ramal adicional?				
2.- ¿Los ductos que convergen y salen de la unión son cilíndricos?				
3.- ¿Se ha mantenido invariable el número de ramales originales?				
4.- ¿Los ductos que se conectan en las uniones lo hacen en un ángulo de 30°?				
<i>Si no hay Ramal 7, pasar a C</i>				
<b>B.3.5.- Unión F</b> <i>Si no hay Unión F, ir a C</i> 	A	B	C	D
1.- El ducto principal aumenta de sección cuando se le incorpora un ramal adicional?				
2.- ¿Los ductos que convergen y salen de la unión son cilíndricos?				
3.- ¿Se ha mantenido invariable el número de ramales originales?				
4.- ¿Los ductos que se conectan en las uniones lo hacen en un ángulo de 30°?				
<b>C.- TRAMO RETENEDOR (ES) ANTES Y DESPUES DEL VENTILADOR ( VER ANEXO 3 )</b> <i>(Si el sistema de ventilación no cuenta con retenedores, pasar a D)</i>				
<b>C.1.- SISTEMA FILTRO DE MANGAS</b> <i>(Si no existe este tipo de filtro, pasar a C.2)</i>	A	B	C	D
1.- ¿El sistema de filtrado se mantiene sellado en la descarga del polvo?				
2.- ¿Existe un programa periódico de mantención del filtro de mangas?				
3.- ¿Se cumple con el programa existente (verificable con registros)?				
4.- ¿Se cuenta con instrumento para medir diferencial de presión de los filtros?				
5.- En caso de existir, ¿su diferencial de presión está dentro del rango recomendado por el fabricante?				
7.- ¿Las conexiones de este sistema son confiables (sujeción de filtros, sellado de cámaras etc.)?				
<b>C.2.- SISTEMA CICLÓN</b> <i>(Si no existe este tipo de retenedor, pasar a C.3)</i>	A	B	C	D
1.- ¿Se detecta deformaciones en el ciclón, por golpes, tanto en la parte cilíndrica como en la				



**A = Altamente conforme    B = Conforme**  
**C= Medianamente conforme    D = No conforme**

cónica?				
2.- ¿El ciclón se encuentra sin fugas?				
3.- ¿Las conexiones a ductos antes y después del ciclón están debidamente selladas?				
4.- ¿Es seguro el sello del ciclón en la zona de descarga?				
5.- ¿La posición del ciclón es vertical?				
<b>C.3.- SISTEMA SCRUBBER</b> <i>(Si no existe este tipo de retenedor, pasar a C.4)</i>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿El Scrubber se encuentra sin fugas?				
2.- ¿El Scrubber tiene fugas de agua?				
3.- ¿Las conexiones a ductos antes y después del retenedor están debidamente selladas?				
<b>C.4.- SISTEMA RETENEDOR QUÍMICO</b> <i>(Si no existe este tipo de retenedor, pasar a C.5)</i>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿El sistema de filtro químico está bien ajustado en la carcasa?				
2.- ¿El retenedor químico se encuentra sin fugas?				
3.- ¿Las conexiones a ductos antes y después del retenedor químico están debidamente selladas?				
<b>C.5.- SISTEMA DECANTADOR GRAVITACIONAL</b> <i>(Si no existe este tipo de retenedor, pasar a C.6)</i>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿El retenedor funciona de modo que sólo escurre aire por áreas preestablecidas?				
2.- ¿Existe limpieza periódica del contaminante retenido?				
<b>C.6.- SISTEMA RETENEDOR INERCIAL</b> <i>(Si no existe este tipo de retenedor, pasar a C.7)</i>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿El retenedor funciona de modo que sólo escurre aire por áreas preestablecidas?				
2.- ¿Existe limpieza periódica del contaminante retenido?				
<b>C.7.- SISTEMA PRECIPITADOR ELECTROSTÁTICO</b> <i>(Si no existe este tipo de retenedor, pasar a D)</i>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿La limpieza de las placas es efectiva?				
2.- ¿Los componentes eléctricos son revisados permanentemente?				
<b>D.- TRAMO VENTILADOR (VER ANEXO 4)</b>				
<b>VERIFICACION DEL VENTILADOR</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1.- ¿El ventilador se encuentra operativo?				
2.- ¿El giro de rotación del ventilador es el correcto?				
3.- ¿La conexión entre el ducto y el ventilador es hermética?				
4.- ¿Los ductos que se conectan al ventilador tienen unión flexible?				
5.- ¿Las bases del ventilador se encuentran sobre amortiguadores en buen estado?				
6. En caso de no existir ningún retenedor después del ventilador, ¿existe un ducto a la salida de éste?				
<b>OBS:</b> En caso de contar con retenedores después del ventilador, no responder esta pregunta.				

7.- En caso de existir un ducto a la salida del ventilador, ¿éste es de tipo concéntrico (figura a)?  
(Señalar a continuación el tipo de ducto en caso de que el existente no sea concéntrico)

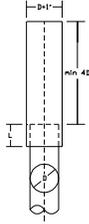


Figura ( a )

**OBS:** En caso de contar con retenedores después del ventilador, no responder esta pregunta.

**PARTE III.- RESUMEN RESPUESTAS OBTENIDAS:**

**III-1.- Funcionamiento por Componente del Sistema**

<b>A. TRAMO CAPTACIÓN</b>	A		B		C		D	
Nº respuestas ( $\alpha$ )								
Factor ( $\beta$ )	<b>100</b>		<b>66</b>		<b>33</b>		<b>0</b>	<b>Total</b>
Valor final ( $\alpha \times \beta$ )		+		+		+		
% funcionamiento componente (dividir por X* el total obtenido)								
<b>* = El "X" a utilizar dependerá del total de respuestas respondidas por este tramo.</b>								
<b>CONCLUSIÓN:</b>								

<b>B.- TRAMO DUCTOS, CODOS Y UNIONES</b>	A		B		C		D	
Nº respuestas ( $\alpha$ )								
Factor ( $\beta$ )	<b>100</b>		<b>66</b>		<b>33</b>		<b>0</b>	<b>Total</b>
Valor final ( $\alpha \times \beta$ )		+		+		+		
% funcionamiento componente (dividir por X* el total obtenido)								
<b>* = El "X" a utilizar dependerá del total de respuestas respondidas por este tramo.</b>								
<b>CONCLUSIÓN:</b>								

<b>C.- TRAMO RETENEDORES(ES), ANTES Y DESPUÉS DEL VENTILADOR</b>	A		B		C		D	
Nº respuestas ( $\alpha$ )								
Factor ( $\beta$ )	<b>100</b>		<b>66</b>		<b>33</b>		<b>0</b>	<b>Total</b>
Valor final ( $\alpha \times \beta$ )		+		+		+		
% funcionamiento componente (dividir por X* el total obtenido)								
<b>* = El "X" a utilizar dependerá del total de respuestas respondidas por este tramo.</b>								
<b>CONCLUSIÓN:</b>								

<b>D.- TRAMO VENTILADOR</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>		<b>D</b>	
Nº respuestas ( $\alpha$ )								
Factor ( $\beta$ )	<b>100</b>		<b>66</b>		<b>33</b>		<b>0</b>	<b>Total</b>
Valor final ( $\alpha \times \beta$ )		+		+		+		
% funcionamiento componente (dividir por X* el total obtenido)								
<b>* = El "X" a utilizar dependerá del total de respuestas respondidas por este tramo.</b>								
<b>CONCLUSIÓN:</b>								

### III-2.- Funcionamiento General del Sistema

<b>COMPONENTE DEL SISTEMA</b>	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>C</b>		<b>D</b>	
TRAMO CAMPANA								
TRAMO DUCTOS, CODOS Y UNIONES								
TRAMO RETENEDORES		+		+		+		
TRAMO VENTILADOR								<b>Total</b>
Nº respuestas ( $\alpha$ )								
Factor ( $\beta$ )	<b>100</b>		<b>66</b>		<b>33</b>		<b>0</b>	
Valor final ( $\alpha \times \beta$ )								
% funcionamiento del sistema Ramificado (dividir por Z* el total obtenido)								
<b>* = El "Z" a utilizar dependerá del total de respuestas respondidas.</b>								

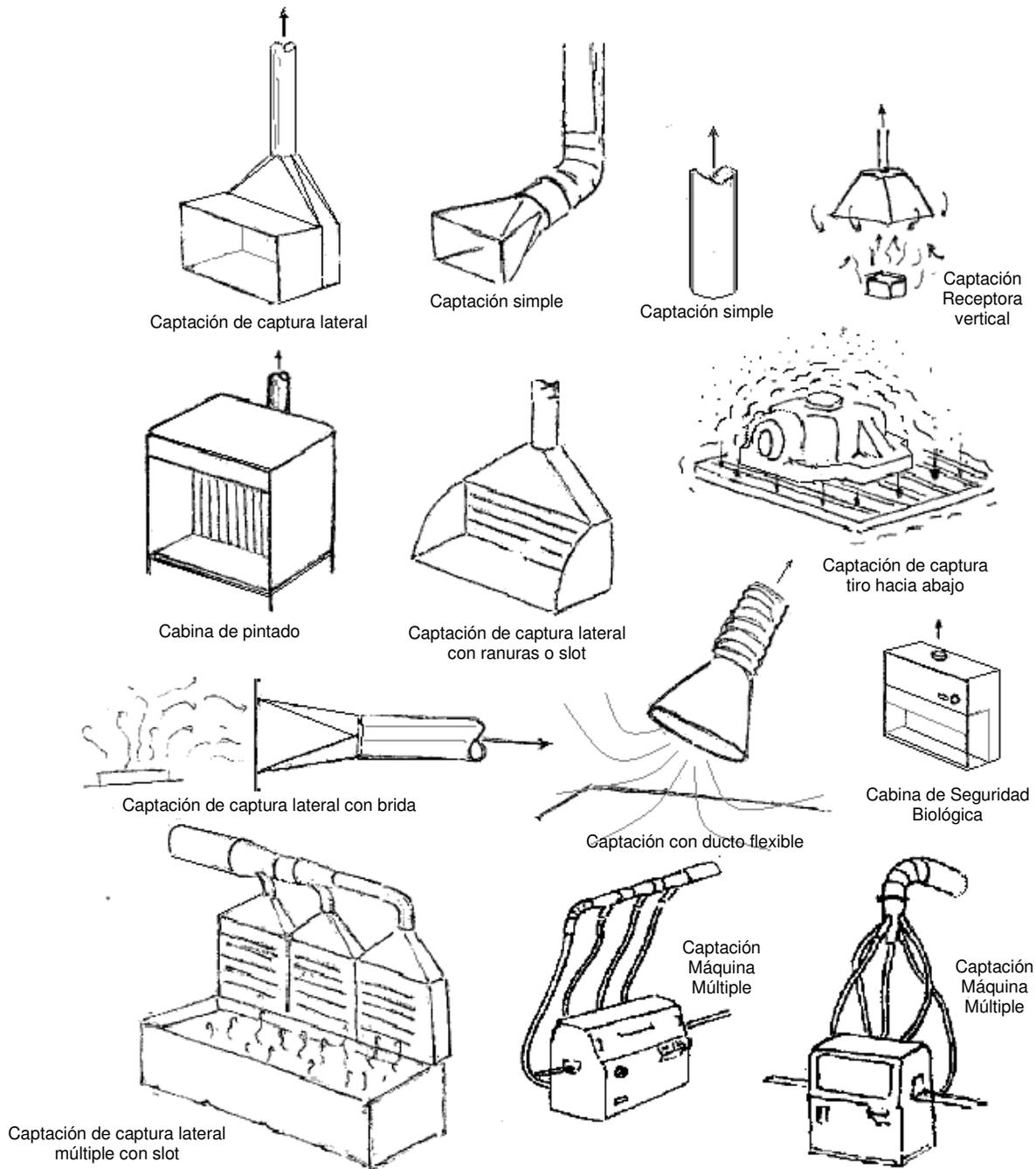
### III-3.- Valoración Final

Dependiendo del porcentaje de funcionamiento obtenido en el punto III.2 (P), el sistema de ventilación se clasificará según la siguiente tabla:

Rango de Porcentaje	Clasificación*	Recomendaciones
<b>90 ≤ P</b>	En buen estado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corregir falencias del sistema al mediano plazo**, en caso de existir.</li> <li>• Reevaluar cualitativamente el sistema una vez implementadas las medidas</li> </ul>
<b>75 ≤ P &lt; 90</b>	Regular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitar asesoría de un especialista en sistemas ventilación y corregir sistema al mediano plazo**.</li> <li>• Reevaluar cualitativamente el sistema una vez implementadas las medidas</li> </ul>
<b>60 ≤ P &lt; 75</b>	Deficiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitar asesoría de un especialista en sistemas ventilación y corregir sistema al corto plazo**.</li> <li>• Reevaluar cualitativamente el sistema una vez implementadas las medidas</li> </ul>
<b>P &lt; 60</b>	Malo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitar asesoría de un especialista en sistemas ventilación y corregir sistema en forma inmediata.</li> <li>• Reevaluar cualitativamente el sistema una vez implementadas las medidas</li> </ul>
<b>CONCLUSIÓN FINAL DEL SISTEMA:</b>		
<p>* = Independiente del porcentaje de funcionamiento obtenido para el sistema evaluado, si la valoración cualitativa de la captación (señalada en la parte I, punto D.6 de la presente ficha) no es efectiva (para una o más captaciones), automáticamente el sistema deberá ser valorado en su totalidad como DEFICIENTE.</p> <p>** = Los plazos señalados dependerán del tipo de contaminante existente.</p>		

## ANEXO 2

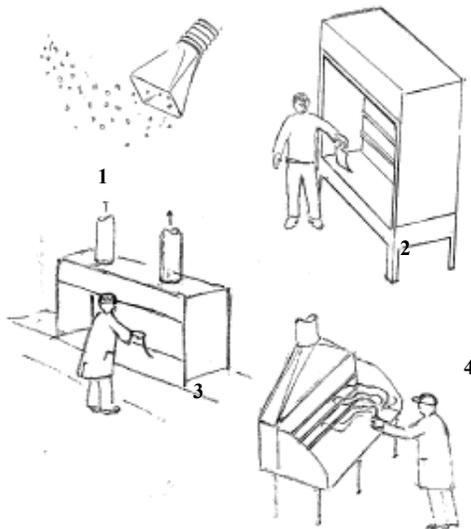
### 1. Tipos de Captaciones:



## 2. Criterios Cualitativos para Verificación de Captación de Aire en la Captación

El fin último de una captación, es aspirar el aire contaminado de una manera eficiente. Parte de esta eficiencia se manifiesta y se visualiza a través de líneas de aspiración que arrastran los contaminantes.

En la práctica se utilizan tubos que generan humos, sin embargo también se hace uso de papelillos picados o partículas livianas (plumavit), o hilos sujetos con los dedos donde la inclinación o desvío indicará la intensidad del flujo y su orientación.



(1) Papelillos y plumavit    (2) hoja de papel    (3) hilo    (4) tubos de humo

La finalidad de esta prueba es corroborar visualmente este fenómeno. De no existir esta velocidad de control o ser muy leve a la distancia de la captación, es un avance en un diagnóstico, reflejado en una baja eficiencia de aspiración.

## ANEXO 3

### 1. Generalidades:

Están diseñados para capturar contaminantes específicos. Una característica es su eficiencia de retención, definida como la relación entre cantidad de contaminante después del retenedor y antes del retenedor. Se recomienda que se mida en relación al tamaño de partículas para el caso de aerosoles sólidos y en función de la concentración, para el caso de aerosoles líquidos o gases.

### 2. Tipos de Retenedores:

**2.1 Retenedor gravitacional:** Es un gran receptáculo de cuyo contaminante particulado >200 micrones es decantado por gravedad.

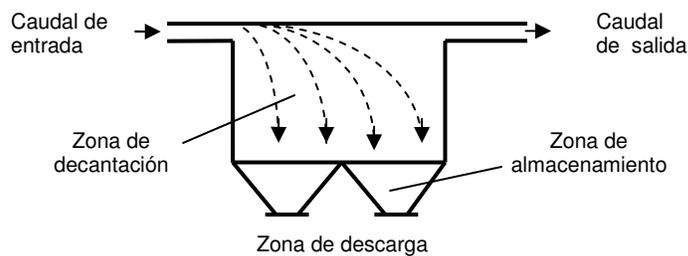


Figura 1

**2.2 Filtro de mangas:** Su retención se basa en hacer pasar el aire por una tela filtrante. Su característica es la velocidad de paso del aire a través del filtro. Hay telas resistentes a los ácidos y bases, cargas electrostáticas. Sirven para trabajar en procesos secos.



Figura 2

La captura del contaminante se puede producir por *depresión* o por *sobrepresión*, según el aire ingrese contaminado desde fuera del filtro y salga aire limpio por el interior de éste ó ingrese el aire contaminado por el interior del filtro y salga el aire libre de contaminante por el exterior de éste. Ver figura 3

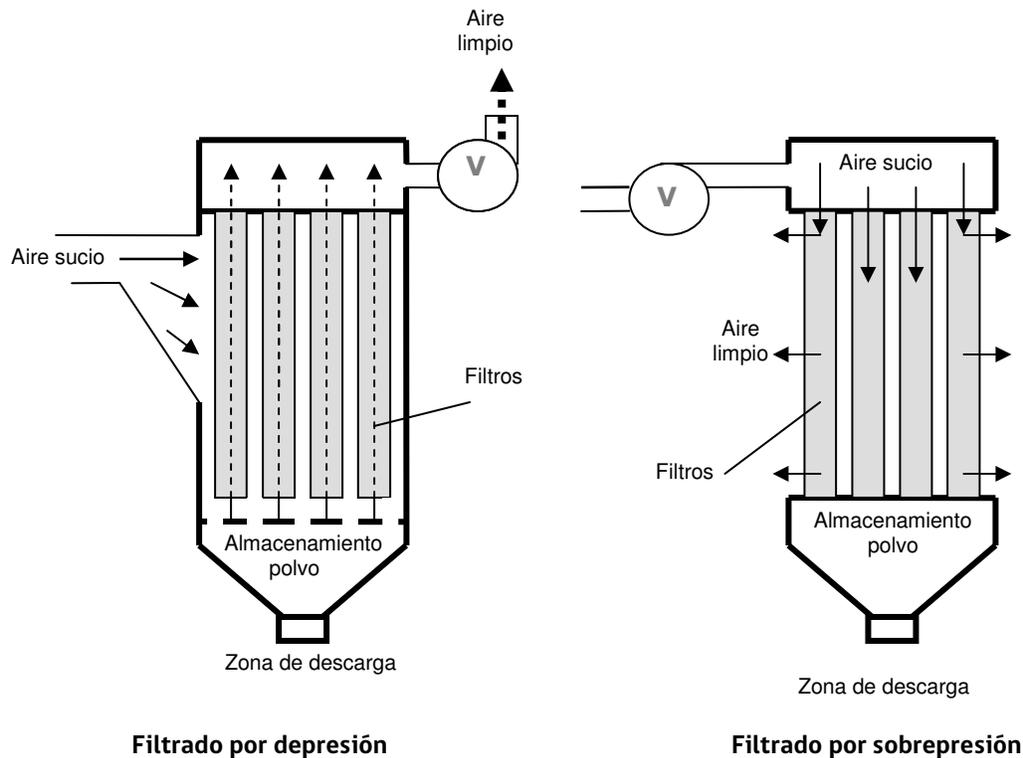


Figura 3

**2.3 Retenedores inerciales:** Básicamente consisten en receptáculos constituidos por placas en las cuales impactan las partículas motivado por cambios bruscos de dirección.

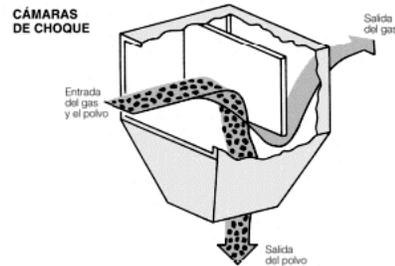


Figura 4

**2.4 Retenedores ciclónicos** Es un retenedor altamente eficiente para partículas mayores de 50 micrones. Es muy utilizado en la industria de la madera. Es un elemento sin partes móviles compuesto básicamente por una parte superior cilíndrica y una inferior cónica. Su principio de retención se basa en hacer girar las partículas manifestándose la fuerza centrífuga y de gravedad. Pueden ser secos o húmedos. Su mantención es mínima.

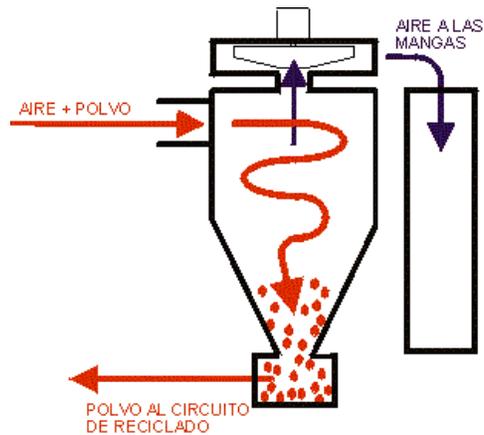


Figura 5

**2.5 Scrubber o retenedores húmedos para sustancias químicas:** Básicamente son de tipo ciclónico, donde el aire se hace escurrir por tortuosos recorridos con el fin de extraer el contaminante del flujo de aire. Su mantención es compleja.

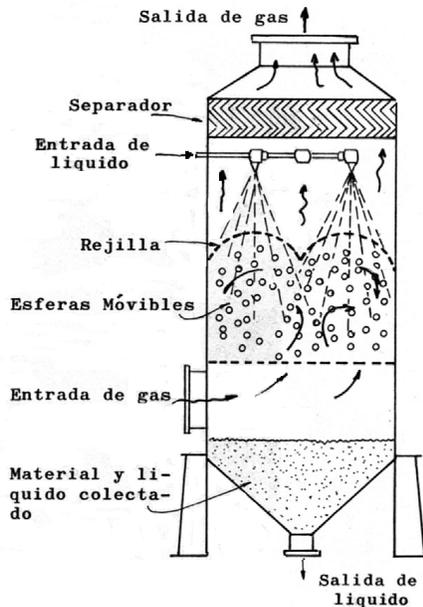


Figura 6

**2.6 Retenedor químico a base de carbón activo:** Se denominarán aquellos que tienen por función extraer del aire contaminado gases secos volátiles, los cuales son capturados por adsorción. Los hay de diferentes tamaños y espesores.



Figura 7

**2.7 Retenedores electrostáticos:** Son aquellos que capturan aerosoles mediante polaridades eléctricas opuestas entre partículas y placas del retenedor. Son de alta eficiencia de retención. Su resistencia al paso del aire es mínima. Son de alto costo.

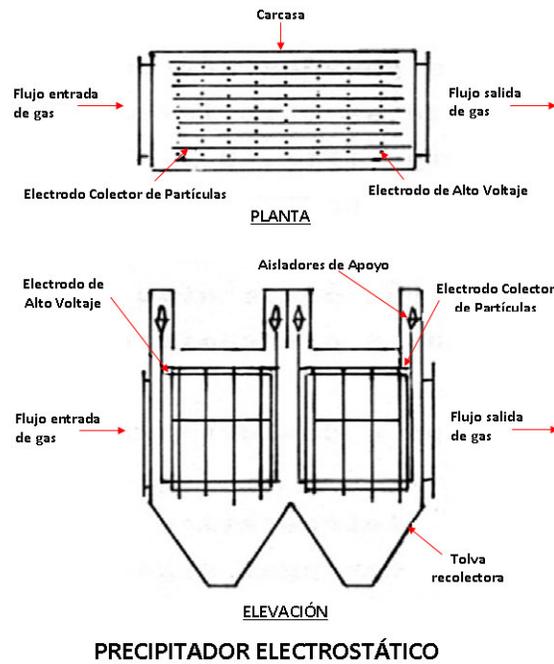


Figura 8

## ANEXO 4

Es el equipo de un sistema de ventilación que aporta la energía para mover el aire del sistema bajo la condiciones de diseño.

Estos equipos para mover aire se pueden clasificar en dos grandes grupos: los eyectores y los ventiladores.

Los eyectores son de bajo rendimiento y se utilizan cuando no es conveniente que materiales corrosivos, inflamables, explosivos, temperaturas extremas o altamente abrasivos entren en contacto con el ventilador.

**Axiales:** Se caracterizan básicamente porque el flujo de aire coincide con el eje de rotación del ventilador. Hay tres tipos básicos: Helicoidales, tubulares y tubulares con directrices. Son económicos y de simple instalación.

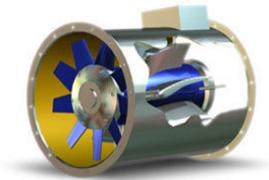


**Ventiladores helicoidales:** mueven grandes caudales de aire con poca pérdida de carga ( menos de 25 mm.c.a.) y se emplean en ventilación general.

**Ventiladores tubulares:** disponen aspas cortas, rodeada por una carcasa cilíndrica. Sirven para mover aire a presiones moderadas (menos de 50 mm.c.a.) y su característica principal es que el aire se impulsa en la dirección del eje de rotación.



**Ventiladores Tubulares con directrices:** En la parte posterior del cilindro se tiene aspas orientadoras del flujo generado por el ventilador. Son de rendimiento superior (hasta 200 mm.c.a.) trabajan sólo con aire limpio.



**Tubo-axiales:** Son hélices dentro de un cilindro. Trabajan con caudales medianos, pueden ser activados sin la inclusión del motor eléctrico dentro del flujo de aire.

**Ventiladores centrífugos:** Son los mas usados en la industria. Trabajan con grandes presiones y un gran rango de caudales. Su característica principal es la salida del aire, que es perpendicular a la dirección de ingreso



**Ventiladores Especiales:** Son una mezcla de centrífugos y axiales.

