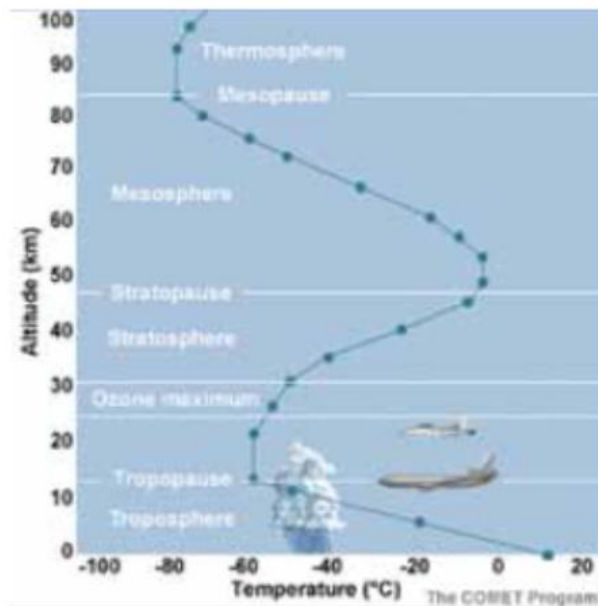


# EFLUENTES GASEOSOS

Lic. Norberto Pablo Vidal

Dirección Nacional de Control Ambiental  
Subsecretaría de Control y Fiscalización Ambiental  
y Prevención de la Contaminación

SECRETARIA de AMBIENTE y DESARROLLO SUSTENTABLE de la NACION



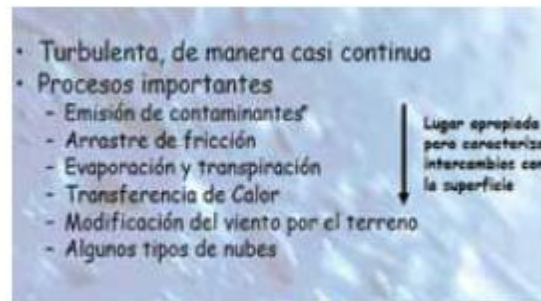
### Capas de la atmósfera

Exósfera  
Magnetósfera  
Ionósfera  
Termósfera  
Mesósfera  
Estratósfera  
Tropósfera

- **Exósfera:** aquí la atmósfera se mezcla con el espacio en la extremadamente poco densa. Límite superior de nuestra atmósfera. Formada por *ionósfera* y *magnetósfera*.

# Baja capa limite

La parte inferior de la Tropósfera, que presenta una importante dependencia de las irregularidades de la superficie, recibe el nombre de **Baja Capa Límite**. Es la zona de interés ambiental, es donde se *dispersan y diluyen los contaminantes del aire*.



Características principales de la baja capa limite

## AEROSOLES

Mezcla heterogénea de partículas sólidas o líquidas suspendidas en el aire de la atmósfera.

- Composición variable.
- Proviene básicamente de procesos fisicoquímicos naturales.
- Centros de condensación en formación de nubes.

Composición del aire (seco y limpio) al nivel del mar. Gases.

FÓRMULA	% EN VOLÚMEN	PPM
N2	78.09	780 900
O2	20.94	209 400
Ar	0.93	9 300
CO2	0.0318	318
Ne	0.0018	18
He	0.00052	5.2
CH4	0.00015	1.5
Kr	0.0001	1
H2	0.00005	0.5
N2O	0.000025	0.25
CO	0.00001	0.1
Xe	0.000008	0.08
O3	0.000002	0.02
NH3	0.000001	0.01
NO2	0.0000001	0.001
SO2	0.00000002	0.0002

Algunas partículas son lo suficientemente grandes y oscuras para verse en forma de hollín o humo. Otras son tan pequeñas que solo pueden detectarse con un microscopio electrónico. Cuando se respira el polvo, ésta puede irritar y dañar los pulmones con lo cual se producen problemas respiratorios. Las partículas finas (menores a 10 µm) se inhalan profundamente dentro de los pulmones donde pueden permanecer arraigadas por periodos prolongados de tiempo liberando su contenido al torrente sanguíneo (metales y HAPs).



### Clasificación de los Contaminantes

BIOLÓGICOS	FÍSICOS	QUÍMICOS
Bacterias	Ruidos y vibraciones	Primarios se vierten directamente a la atmósfera.
Virus	Radiaciones ionizantes	
Hongos	Radiaciones electromagnéticas	Secundarios originados por reacciones químicas y fotoquímicas de contaminantes primarios.

Los contaminantes químicos primarios están compuestos mayoritariamente (más del 90%) por NO<sub>x</sub>, CO, COVs y material particulado en suspensión (MP).

- Gases inorgánicos (SO<sub>2</sub>, SH<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>)
- Metales pesados (Pb, Cr, Cu, Mn, V, Ni, As, Cd, Hg)
- Compuestos halogenados (HCl, Cl<sub>2</sub>, HF)
- Sustancias minerales (asbestos, amiantos)
- Compuestos orgánicos: volátiles (COVs), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)
- Compuestos orgánicos azufrados (mercaptanos)
- Compuestos orgánicos halogenados (PCBs, dioxinas, furanos)
- Sustancias radioactivas
- Aerosoles (partículas sólidas y líquidas)

## Los contaminantes secundarios se forman en la atmósfera

- Ozono
- Oxidantes fotoquímicos
- Sulfatos / ácido sulfúrico
- Nitratos / ácido nítrico
- Nitro-HAPs

### Contaminantes Prioritarios o Criterio (US EPA, Agencia Ambiental de EEUU)

- Monóxido de carbono (CO)
- Óxidos de nitrógeno (NOx)
- Material particulado (MP)
- Ozono (O3)
- Dióxido de azufre (SO2)



### Compuestos no Cancerígenos

Admiten la existencia de algún nivel de emisiones y contaminación permisibles o aceptado lo suficientemente bajos de manera tal que no causen efectos significativos en la salud de la población o el ambiente (niveles guía).

Estos niveles de concentración admitidos se encuentran regulados por la normativa vigente y son conocidos como parámetros de calidad del aire.

### Compuestos Cancerígenos

El nivel de efectos por ellos generado se calcula en función de varios factores, entre ellos su concentración, como incremento de probabilidad de desarrollo de cáncer. No se hace referencia a niveles guía, sino de unidad de riesgo.

**Unidad de riesgo:** riesgo adicional de contraer cáncer durante una vida en una población hipotética cuyos individuos estén expuestos continuamente desde que nacen a una concentración de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  del contaminante del aire que respiran.

A este grupo pertenecen el benceno, el percloroetileno, el formaldehído, (benzo(a)pireno, benzo(a)antraceno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno y 3-metilcolantreno, entre los más usuales en aire urbano.

## ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD Guía para benceno en aire

- No ha sido establecida una guía de calidad del aire para benceno. Es carcinogénico para el ser humano, y **no se puede recomendar ningún nivel seguro de exposición**. Para guía general, las concentraciones de benceno asociado a un exceso de riesgo de por vida por leucemia de 1/10.000, 1/100.000 y 1/1.000.000 son de 17, 1.7 y 0.17  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente

Nivel de Riesgo	Concentración
1 en 10.000	17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 en 100.000	1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 en 1.000.000	0.17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### Nivel de riesgo de acuerdo a la OMS

Nivel de Riesgo	Concentración
1 en 10.000	13.0 - 45.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 en 100.000	1.3 - 4.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 en 1.000.000	0.13 - 0.45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

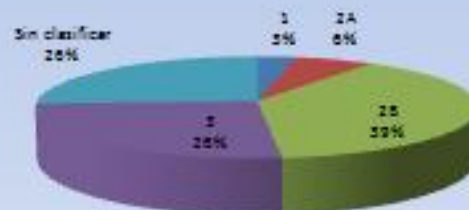
### Nivel de riesgo de acuerdo a la EPA

CLASIFICACIÓN DE LA IARC

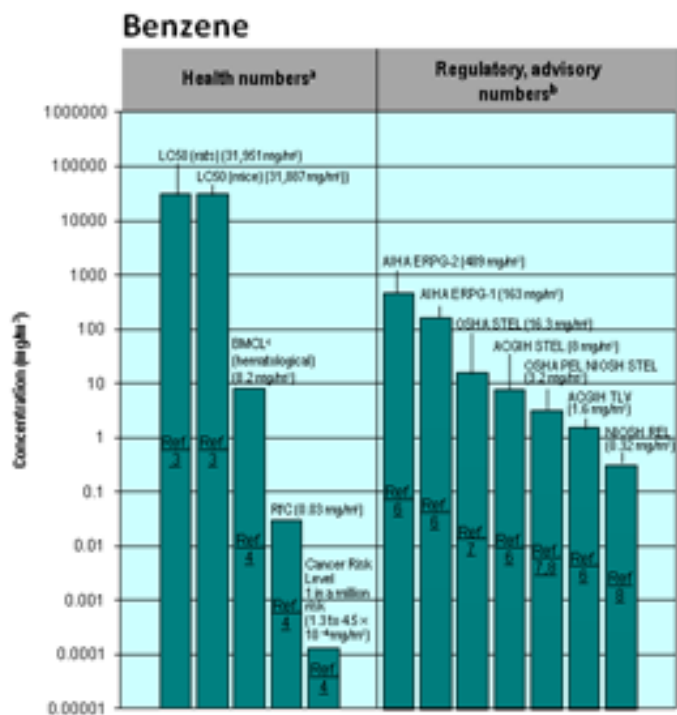
Grupo 1	Grupo 2A	Grupo 2B	Grupo 3	Grupo 4
"El agente (o mezcla) es carcinógeno para el ser humano. Las condiciones de la exposición conllevan exposiciones carcinógenas para el ser humano."	"El agente (o mezcla) es probablemente carcinógeno para el ser humano. Las condiciones de la exposición conllevan exposiciones probablemente carcinógenas para el ser humano."	"El agente (o mezcla) es posiblemente carcinógeno para el ser humano."	"El agente (mezcla o condición de exposición) no puede ser clasificado respecto a su carcinogenicidad para el ser humano."	"El agente (o mezcla) es probablemente no carcinógeno para el ser humano."
Pruebas contundentes en humanos	Pruebas limitadas en humanos y pruebas suficientes en animales	Pruebas limitadas en humanos y pruebas insuficientes en animales	Pruebas inadecuadas en humanos y pruebas limitadas en animales	Pruebas que sugieren la ausencia de carcinogenicidad en humanos y animales

	Numero FM	Clasificación IARC
<b>Sumera</b>	10-00-0	10
Mendoza-Guerra	117-10-1	10
Palacios-Guerra	18-01-0	10
Elizalde	100-11-1	10
Alvarez	100-11-1	10
Sumera	10-01-0	10
S.1. Salazar-Guerra	100-10-7	10
S.2. Salazar-Guerra	100-10-7	10
Palacios-Guerra	11-00-1	10
S.1. Salazar-Guerra	107-00-1	10
S.2. Salazar-Guerra	111-12-0	10
S.3. Salazar-Guerra	111-12-0	10
Castro	07-00-0	10
Mendoza-Guerra	10-11-1	10
S.1. Salazar-Guerra	107-00-1	10
S.2. Salazar-Guerra	111-10-1	1
Castro-Guerra	17-01-0	1
S.1.1. Salazar-Guerra	10-01-0	1
S.1.2. Salazar-Guerra	11-01-0	1
S.1.3. Salazar-Guerra	10-00-1	1
Palacios	100-10-1	1
Alvarez	1	1
Castro	1	1
S.1.4. Salazar-Guerra	100-01-0	1
S.2.1. Salazar-Guerra	10-01-0	1
Elizalde	101-11-0	1
Palacios-Guerra	100-00-7	1
Castro-Guerra	10-01-0	1
S.1.4. Salazar-Guerra	110-11-1	1
S.1.1. Salazar-Guerra	11-01-0	1
S.1.2. Salazar-Guerra	111-10-0	1

% Compuestos Monitoreados según clasificación IARC







February 11, 2009 6:28 PM

[Print](#)

Text

#### **FDA: Too Much Benzene In Some Drinks**

A [government analysis](#) of more than 100 soft drinks and other beverages turned up five with levels of cancer-causing benzene that exceed federal drinking-water standards, the Food and Drug Administration said Friday.

The companies that make the drinks have been alerted and either have reformulated their products or plan to do so, the FDA said. Government health officials maintain there is no safety concern, an opinion not shared by at least one environmental group.

The five drinks listed by the government were Safeway Select Diet Orange, Crush Pineapple, AquaCal Strawberry Flavored Water Beverage, Crystal Light Sunrise Classic Orange and Giant Light Cranberry Juice Cocktail. The high levels of benzene were found in specific production lots of the drinks, the FDA said.

**Benzene, a chemical linked to leukemia, can form in soft drinks containing two ingredients: Vitamin C, also called ascorbic acid, and either of the two preservatives: sodium benzoate and potassium benzoate.**

The presence of those ingredients doesn't mean benzene is present. Scientists say factors such as heat or light exposure can trigger a reaction that forms benzene in the beverages

	ALMIRANTE BROWN	DÓCK SUR	LANÚS	LA MATANZA
CONCENTRACIÓN PROMEDIO	8,82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	6,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17,39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NIVEL DE RIESGO (OMS)	Entre 1 en 10.000 y 1 en 100.000	1 en 10.000	Entre 1 en 10.000 y 1 en 100.000	1 en 10.000

(La concentración de benceno en áreas metropolitanas de USA es de 1,88  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , según la ATSDR)

Parametro	Minimo	Maximo	Promedio	Niv Guia	Unid.
Benceno	0,0023	0,0061	0,003862	0,000095	mg/m3
Tolueno	0,0014	0,0146	0,00804	1,4	mg/m3
m-p-Xileno	0,0013	0,01	0,00522	5,2	mg/m3
o-Xileno	0,0007	0,0022	0,0013	5,2	mg/m3

Muestras de 8 horas durante 5 días, en el año 2005, en Puente Saavedra,  
Dr. Lucio de Oto



## AFECTACIÓN HEPÁTICA EN TRABAJADORES DE UNA INDUSTRIA PETROQUÍMICA Md. JOSE DANIEL BOSIA

Tabla 7. Concentración media hallada de contaminantes y valores de la concentración máxima permisible según la Ley 19587

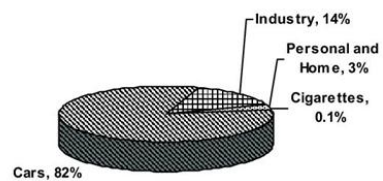
<i>Contaminante</i>	<i>Concentración medida (ppm) (x)</i>	<i>Concentración Máxima Permisible (ppm) según Ley 19587</i>
<b>Benceno</b>	<b>1.5</b>	<b>5</b>
<b>Tolueno</b>	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>Xileno</b>	<b>18.5</b>	<b>100</b>

## Resolucion N° 295/2003, Higiene y Seguridad en el Trabajo

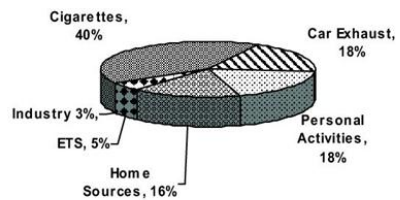
**CMP (Concentración máxima permisible ponderada en el tiempo):**  
Concentración media ponderada en el tiempo para una jornada normal de trabajo de 8 horas/día y una semana laboral de 40 horas, a la que se cree pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin efectos adversos.

Benceno: 0,5 ppm = 1.595,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### Benzene Emissions



### Benzene Exposures



**Tabla 5: Proporción de hogares de la CRM en situación de riesgo ambiental seg cada uno de los factores ambientales**

Factores ambientales de riesgo	Hogares en situación de riesgo
Características de la cuadra	42,2% (410.688)
Abastecimiento de agua	52,6% (511.901)
Evacuación de excretas	22,1% (215.076)
Disposición de residuos	52,7% (512.874)
Aire interior	43,0% (418.474)
Aire exterior	53,1% (516.767)
Fuentes fijas	41,4% (402.903)
<b>Total de hogares de la CRM</b>	<b>973.196</b>

Aire interior: uso de biomasa como combustible,

Aire exterior: cercanía de los hogares a basurales, autopistas, tránsito intenso, etc,

Fuentes fijas: cercanía de los hogares a industrias,

Fuente: EFARS 2008, ACUMAR



## Regulación para Reducir los Contaminantes del Aire Peligrosos Emitidos por las Fuentes Móviles de la EPA (USA)

- Motivo de la regulación: son o se supone que pueden ser causa de cáncer o de otros problemas serios de salud o efectos ambientales. El benceno es de particular preocupación, porque es conocida su carcinogenicidad, y el mayor porcentaje de emisión de benceno proviene de las fuentes móviles.
- Establece tres programas:
  1. Programa de combustible: para reducir la concentración de benceno en hasta 0,62 % vol,
  2. Programa de vehículos: reducir la emisión de benceno
  3. Programa de recipientes de combustibles: reducir la evaporación o permeación de benceno de los recipientes de combustibles.

COMBUSTIBLE	Desde la entrada en vigencia de la presente resolución			DESDE EL 01/06/2008	DESDE EL 01/06/2009	DESDE EL 01/06/2011	DESDE EL 01/06/2014
	Asociados Totales	AZUFRE	BENCENO	BENCENO	AZUFRE	AZUFRE	AZUFRE
<b>NAFTA</b>		MAXIMO	MAXIMO	MAXIMO	MAXIMO	MAXIMO	MAXIMO
ULTRA 4 GRADO 3	40 %	300	1,50%	1,00%		50 ppm	10 ppm
SUPER 4 GRADO 2 ALTA DENSIDAD	40 %	300	1,50%	1,00%		50 ppm	30 ppm
SUPER 4 GRADO 2 BAJA DENSIDAD	40 %	300	1,50%	1,00%		300 ppm	50 ppm
COMUN 4 GRADO 1	40 %	300	1,50%	1,00%	OPCIONAL		
<b>GAS OIL</b>		AZUFRE	Indice de CETANO	AZUFRE	Indice de CETANO	AZUFRE	AZUFRE
		MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	MAXIMO
ULTRA 4 GRADO 3	OPCIONAL	50 ppm	46		48	50 ppm	30 ppm
COMUN 4 GRADO 2 ZONAS ALTA DENSIDAD		1.500 ppm	45		46	500 ppm	30 ppm
COMUN 4 GRADO 2 ZONAS BAJA DENSIDAD		2.500 ppm	42	2.000 ppm	46	1.500 ppm	50 ppm
AGRODIFSEL 4 GRADO 1		3.000 ppm	44	2.500 ppm		2.000 ppm	1.000 ppm
<b>FUEL OIL</b>				AZUFRE			
				MAXIMO			
				7.000 ppm			

Programa Nacional de Verificación de los Combustibles

- La Secretaría de Energía y Minería estableció las *especificaciones de los combustibles* a través de la [Resolución N° 54/96](#), estos son valores mínimos que deben poseer los productos a los fines de proteger al consumidor, cuidar el ambiente, y establecer las cargas impositivas.
- Para controlar su cumplimiento acordó un convenio de asistencia técnica con el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, mediante el cual se realizan todos los meses 500 [controles en todo el país](#), el cual se dividió en 6 áreas operativas.
- En cada inspección se verifica el cumplimiento de las normas de seguridad, se realiza el control volumétrico de los surtidores, se verifican los precios de venta y se toman tres muestras de combustibles : nafta común, nafta super y gasoil, las cuales se llevan al laboratorio para su análisis, donde se comprueba el *cumplimiento de la Resolución N° 54/96*.
- Cuando en la inspección se observa una infracción, resulta la [aplicación de sanciones](#) de acuerdo a la [Resolución N° 79/99](#). Como consecuencia del programa se está verificando una paulatina mejora en la calidad de los combustibles que se puede observar en los gráficos de la [tendencia del mercado de combustibles](#)
- [Inspecciones realizadas por el INTI](#)
- [Precios tomados de las inspecciones del INTI](#)
- [Cuadro Resumen](#)



P.N.V.C

Programa Nacional de Verificación de los Combustibles

Cuadro Resumen

CUADRO RESUMEN NOVEDADES DETECTADAS EN EL P.N.V.C. TOTAL DE LAS INSPECCIONADAS 1870

BANDERA	CANT. DE S. CONFIRMAC.	CANT. DE S. INSPECC.	% DEL TOTAL BANDERA	% DEL TOTAL DE LAS INSPECC.	INFRACCIÓN EN NAF TA SUPER							INFRACCIÓN EN NAF TA COM		
					RON-01	ARON-01	BENC-04	OTPC	P.FINAL	TRAZ	RON-02	ARON-01	OTPC	
BLANCA	89	307	23.87	41.26	422	0	0	78	23	204	34	114	0	
REFINOR	17	307	23.87	0.77	70	0	2	2	4	0	0	0	0	
REFINOR	0	0	0	0.00	4	1	1	0	2	0	0	1	0	
PUMAS	4	4	0.30	0.18	2	0	0	0	1	0	0	1	0	
DAPSA	50	50	3.76	0.40	2	0	0	0	4	0	0	2	0	
EGS	109	2049	15.57	0.98	17	1	24	3	40	0	0	23	0	
ESBO	203	2400	18.00	1.27	60	1	10	2	88	0	0	21	0	
POP	10	40	3.03	0.21	0	0	2	1	0	0	0	4	0	
RHSA	121	478	36.47	2.50	40	2	0	3	14	0	0	31	0	
SHSL	200	2700	20.11	1.47	04	1	23	2	23	0	10	30	0	
SOL	100	100	7.50	0.67	37	0	0	0	32	0	0	12	0	
HYF	241	1017	75.67	5.44	00	4	10	3	04	0	0	30	0	
TOTAL	2263	10703	79.17	580.00	810	20	114	30	617	71	300	400	0	

PERIODO CONTABILIZADO: AGOSTO 1999 - JOA. QUINCENA SEPTIEMBRE 2001



## Programa de Emisiones Fugitivas o Difusas

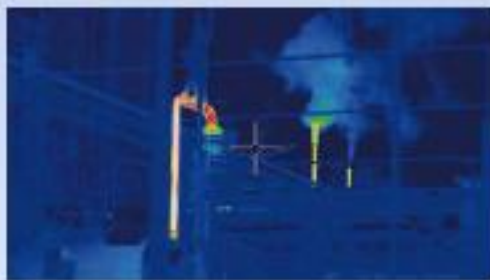
- Programa de Detección y Reparación de Fugas, proviene de las siglas en inglés LDAR (Leak Detection and Repair),
- La EPA-USA establece en el Método 21 las pautas para las metodologías e instrumental aceptable para encarar el programa.
- Los límites cuantificados a las emisiones fugitivas se establecen en otras normativas como ser el 40 CFR Part 60 *New Source Performance Standards (NSPS)* o en el 40 CFR Parts 61 and 63, *National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants (NESHAP)*.
- En ellos se establecen valores cuantificables a lo que se considera fugas evaluando la concentración del contaminante en la cercanía de los dispositivos. Estos valores pueden ir desde 500 ppm, 1.000 ppm, o 10.000 ppm, según el tipo de dispositivo,
- Se utilizan equipos portátiles que permiten detectar y cuantificar emisiones fugitivas de COV's u otros compuestos químicos.
- Se controlan las fugas de bridas, tapones de líneas, instrumentos, bombas, venteos de tanques y líneas, etc.

## Cámaras Infrarrojas FLIR

- 1-Pentene - 5.6g/hr
- **Benceno - 3.3g/hr**
- Butano - 0.4g/hr
- Etano - 0.6g/hr
- Etanol - 0.7g/hr
- Ethylbenzene - 1.5g/hr
- Ethylene - 4.4g/hr
- Heptano - 1.8g/hr
- Hexano - 1.7g/hr
- Isoprene - 8.1g/hr
- MEK - 3.5g/hr
- Metano - 0.8g/hr
- Metanol - 3.8g/hr
- MIBK - 2.1g/hr
- Octano - 1.2g/hr
- Pentano - 3.0g/hr
- Propano - 0.4g/hr
- Propylene - 2.9g/hr
- SF6 (Sulfur Hexafluoride) - 0.026g/hr
- **Tolueno - 3.8g/hr**
- **Xileno - 1.9g/hr**



- GF-Series:
- Acetic Acido (C2H4O2)
- Anhydrous Ammonia (NH3)
- Carbón Monóxido (CO)
- Chlorine Dioxide (ClO2)
- Dichlorodifluoromethane "FREON-12" (CCl2F2)
- Ethyl Cyanoacrylate "Superglue" (C6H7NO2)
- Ethylene (C2H4)







DESARROLLO  
DE CAPACIDADES  
Proyecto PNUD 08/014



Secretaría de Ambiente  
y Desarrollo Sustentable  
de la Nación



Jefatura de  
Gabinete de Ministros  
Presidencia de la Nación

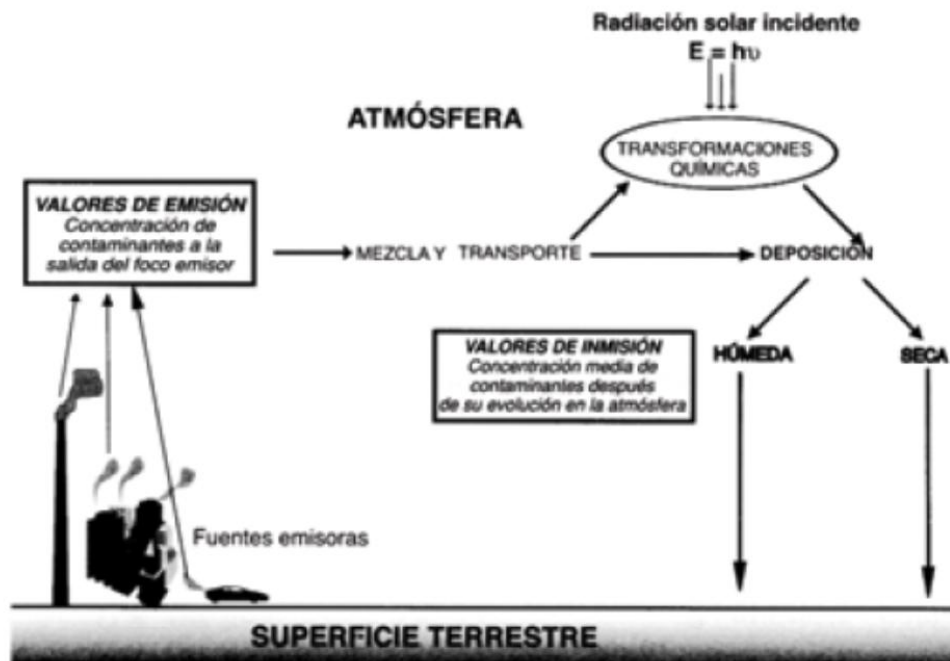


# Fuentes de contaminantes

**Emisión** > Concentración de contaminantes que vierte un foco determinado.  
> Se mide a la salida del foco emisor.

**Inmisión** > Concentración de contaminantes presente en el seno de una atmósfera determinada.  
> Valores a los que están expuestos los seres vivos y los materiales.

**Contaminación Intramuros** > Fuentes múltiples y de composición muy variable.  
> Los contaminantes extramuros pueden penetrar en las ambientes intramuros.  
> Los seres humanos pasan la mayor parte del tiempo en ambientes intramuros.  
> Suele ser de gran importancia en cuanto a efectos sobre la salud que la extramuros.



## Categorías de fuentes contaminantes

> Fuentes puntuales

> Fuentes móviles

> Fuentes de área

> Fuentes naturales

# Fuentes de área y móviles

- **Fuentes de área:** Las fuentes de área se refiere a una serie de fuentes pequeñas, numerosas y dispersas, que no pueden ser incluidas de manera eficiente en un inventario de fuentes puntuales, pero que en conjunto pueden afectar la calidad del aire en una región, por ejemplo: el uso de madera para cocinar o calentar la casa, las imprentas, las estaciones de servicio, y las tintorerías, etc.

Desde la perspectiva del monitoreo, en estas fuentes se *determinan parámetros de inmisión*, y como tal son analizados en estudios de la contaminación zonal o regional, incluyendo las fuentes estacionarias y las móviles (inventario de fuentes).

- **Fuentes móviles:** Las fuentes móviles incluyen a las diversas formas de transporte tales como automóviles, camiones y aviones, etc. Son fuente de CO, NO<sub>x</sub>, COVs y MP. La principal fuente móvil de contaminación del aire es el transporte terrestre por la cantidad siempre creciente de vehículos, y de ellos los motores gasoil por su mayor emisión de material particulado.

Los programas para el control de emisiones de automóviles, como el programa de verificación vehicular y el uso de convertidores catalíticos, han contribuido con la reducción de la cantidad de contaminantes del aire. Un aporte también significativo se ha por aplicación de normas que especifican la calidad del combustible de los automóviles y límites de emisiones de vehículos nuevos y en circulación, también han contribuido a una mayor eficiencia y menores emisiones.



- **Fuentes Naturales:** Además de las actividades humanas, los fenómenos naturales y la vida animal y vegetal pueden aportar cantidades relevantes de contaminantes al aire. Se reconocen dos fuentes naturales significativas, que son comúnmente consideradas en los inventarios de emisiones atmosféricas:

**Emisiones Biogénicas.** Conjunto de emisiones de origen vegetal, que varía en su composición según las especies consideradas, consistentes en distintos tipos de COVs, tales como terpenos, alcoholes, aldehídos y cetonas.

**Emisiones de Suelos.** El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) es producido naturalmente en los suelos como parte de los procesos de desnitrificación (eliminación microbiológica del nitrógeno del suelo). Dicha emisión se incrementa en zonas agrícolas debido al uso de fertilizantes nitrogenados. Las emisiones de NO<sub>x</sub> provenientes de los suelos constituyen un 16% de la cantidad global de NO<sub>x</sub> en la tropósfera.

**Erosión eólica.** Otro fenómeno natural que genera emisiones de material particulado. De todos modos, debido a que dichas emisiones típicamente están asociadas con suelos perturbados, frecuentemente son tratadas como fuentes de área.

Ejemplos de fuentes naturales de menor peso cuantitativo son los relámpagos (NO<sub>x</sub>), la actividad volcánica y geotérmica (SO<sub>2</sub> y MP), los incendios forestales (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, MP) y distintas fuentes generadoras de CH<sub>4</sub>, tales como las colonias de termitas, el ganado y los pantanos (degradación anaeróbica). En este grupo también contribuyen de manera significativa al contenido en MP los aerosoles marinos, el polen y las esporas fúngicas, cuyo peso relativo varía en los distintos ambientes.

# Compuestos particulares

## Fuentes de monóxido de carbono

- Naturales (90%)**
  - > Oxidación atmosférica del metano originado en suelo biológicamente.
  - > Incendios forestales.
- Antropogénicas**
  - > Transporte (mayor productor).
  - > Chimeneas asociadas a procesos de combustión.
  - > Tratamiento de residuos.

## Fuentes de NOx

- Naturales**
  - > Procesos biológicos en suelos.
  - > Tormentas eléctricas.
- Antropogénicas**
  - > Procesos de combustión a altas temperaturas.
  - > Procesos industriales (fabricación de ácido nítrico, nitración compuestos).

## Fuentes Óxidos de azufre

- > Se forman como consecuencia del proceso de combustión del azufre contenido en el carbón y el petróleo, la descomposición y la combustión de materia orgánica y el aerosol masivo procedente de los océanos y los volcanes.
- > El SO<sub>2</sub> se puede oxidar en la atmósfera a SO<sub>3</sub>, el cual a su vez combinado con gotas de agua produce ácido sulfúrico contribuyendo a la lluvia ácida.

# Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs o VOCs)

## Definición

Comprende diferentes tipos de compuestos orgánicos volátiles, básicamente los hidrocarburos y sus derivados, incluyendo diversas familias de compuestos alifáticos (saturados e insaturados) y aromáticos. Podemos encontrar n-alcenos, cicloalcanos, terpenos, hidrocarburos aromáticos y compuestos halogenados.

En función de su relevancia como precursores del 'smog' fotoquímico, COVs queda definido por exclusión como aquellos compuestos del carbono que no son el monóxido de carbono, el dióxido de carbono, el ácido carbónico, los carburos metálicos o los carbonatos, que participan en reacciones fotoquímicas atmosféricas; anexando un listado exhaustivo del conjunto de compuestos con reactividad fotoquímica (CFR, 2004).

## Características

Son contaminantes primarios del aire. Muchos evolucionan transformándose en contaminantes secundarios (oxidantes fotoquímicos). Representan hasta un 16% del total de los contaminantes atmosféricos más frecuentes.



### Fuentes de Metano

**Naturales** > Descomposición anaerobia de materia orgánica

**Antropogénicas** > Actividades agrícolas-ganadera  
> Tratamiento y eliminación de residuos  
> Tratamiento y distribución de combustibles fósiles

### Fuentes de NMOCs

**Naturales** > Plantas (terpenos, aldehidos y cetonas).

<b>Antropogénicas</b>	> Emisiones industriales	- Petroquímicas - Refinerías de petróleo
	> Emisiones vehiculares	- Combustión - Pérdidas por evaporación
	> Emisiones domésticas	- Procesos de combustión (calefacción, cocción de alimentos) - Humo de cigarrillo - Muebles - Alfombras, papel para pared - Pinturas sintéticas, barnices, solventes y adhesivos - Productos de limpieza - Tintas, libros, diarios y revistas, insecticidas - Repelentes y cosmético

El metano es uno de los presentes en mayor cantidad, por tal motivo suelen ser divididos en dos grupos: metano y compuestos orgánicos volátiles no metánicos (NMOCs).



# Material Particulado en Suspensión en Aire (MP)

- > SEDIMENTABLE: partículas mayores a 100  $\mu\text{m}$ .
- > EN SUSPENSIÓN: partículas menores a 100  $\mu\text{m}$ .

El límite inferior de visibilidad del ojo es ligeramente inferior a los 100  $\mu\text{m}$ .

- TSP: partículas menores a 100  $\mu\text{m}$ .
- PM10 (fracción inhalable): partículas menores a 10  $\mu\text{m}$ .
- PM 2,5 (fracción respirable): partículas menores a 2,5  $\mu\text{m}$ .
- Aerosol: conjunto de partículas, sólidas o líquidas dispersas en el aire.
- Polvo y hollín para referirse a sólidos.
- Nieblina y niebla para designar una elevada concentración de gotas de agua.

**Polvo:** suspensión de partículas sólidas de forma irregular que proceden de diferentes procesos de disgregación de materiales.

**Niebla:** suspensión de pequeñas gotas líquidas originadas por la condensación de vapor de agua sobre partículas higroscópicas suspendidas en el aire (núcleos de condensación).

**Humo industrial:** suspensión de partículas sólidas o líquidas debidas a la condensación de vapores producidos en procesos industriales.

**Humo de combustión:** conjunto formado por partículas sólidas o líquidas residuales procedentes de procesos de combustión (cenizas).

**Bruma:** suspensión de pequeñas gotas líquidas, originadas por condensación de vapores o evaporación de aceites esenciales de vegetación (visibles a simple vista).

# Fuentes de material particulado

Más del 80% tienen un origen natural:

- Aerosoles marinos
- Arrastre de polvo por el viento
- Incendios forestales
- Erupciones volcánicas
- Pólenes
- Microorganismos

# Partículas gruesas

**Partículas gruesas:** Compuestas por sustancias de origen mineral, la composición química de las mismas incluye silicatos y elementos como aluminio, potasio, hierro, calcio, otros del grupo alcalino-térreos y otros de transición. También se han encontrado en esta fracción cantidades importantes de compuestos orgánicos y algunos carbonatos.

*Ejemplos:*

- > *Polvo ambiental*
- > *Polen*
- > *Cenizas volantes*
- > *Carbón*
- > *Operaciones de agricultura*

# Partículas finas

- Las partículas finas tienen tiempos de vida media (días o semanas) mayores que las partículas gruesas (minutos a horas).
- Tienen a dispersarse de manera más uniforme a lo largo de un área determinada o región geográfica.
- Las partículas finas pueden dispersarse entre 100 y 1.000 km, las partículas gruesas sólo pueden viajar una distancia menor a 10 km.
- Contiene considerables cantidades de sulfatos, amonio, nitrato, carbón elemental, y compuestos orgánicos condensados.
- Una gran variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos se encuentran adsorbidos en la superficie de las partículas, especialmente en las más finas, debido a su mayor área superficial (compuestos carcinogénicos como algunos hidrocarburos aromáticos policíclicos, y metales pesados tales como el arsénico, selenio, cadmio, y zinc).

## *Ejemplos:*

- > *Procesos de combustión (escapes de los vehículos, chimeneas, calefacción doméstica).*
- > *Humos y polvo metalúrgico.*
- > *Humo de cigarrillo.*



# Herramientas de gestión de la contaminación

- **Calibración:** comprueba la exactitud de una medición al establecer la relación entre el resultado de un proceso de medición y un insumo conocido.
- **Auditoría:** programas de ensayos ínter laboratorios de garantía de la calidad para asegurar la validez de los datos.
- **Redes de Monitoreo de Calidad de Aire:** grupo de estaciones de monitoreo de calidad de aire (fijas o móviles).
- **Inventario de fuentes:** bases de datos con listados detallados de contaminantes emitidos por las fuentes existentes dentro de una determinada zona.
- **Modelos de dispersión de contaminantes:** es la representación matemática de los procesos de transporte, transformación y remoción de los contaminantes del aire que nos permite conocer el impacto de determinadas fuentes de emisión sobre la calidad del aire.

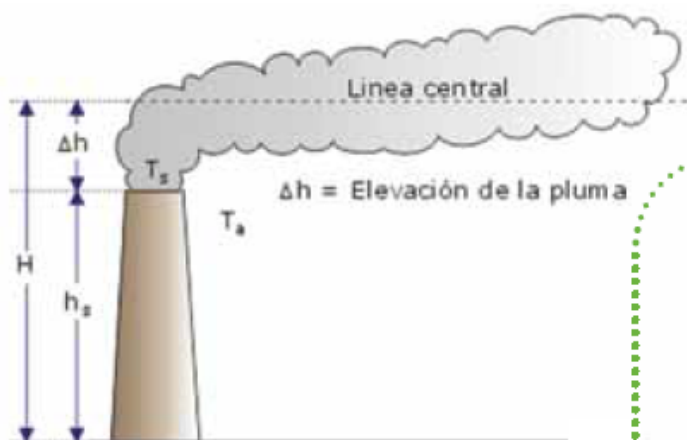
# Niveles Guía y Límites Permitidos

**Normas de calidad de aire (límite permitido):** son límites legales correspondientes a niveles de contaminantes en el aire durante un período de tiempo dado.

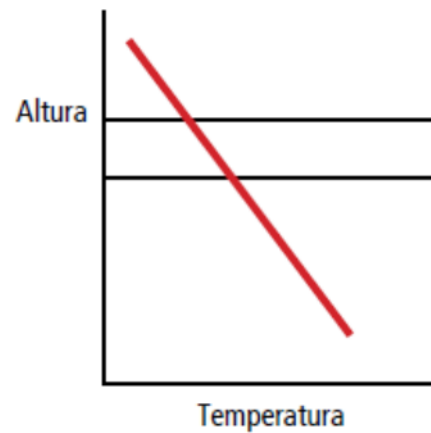
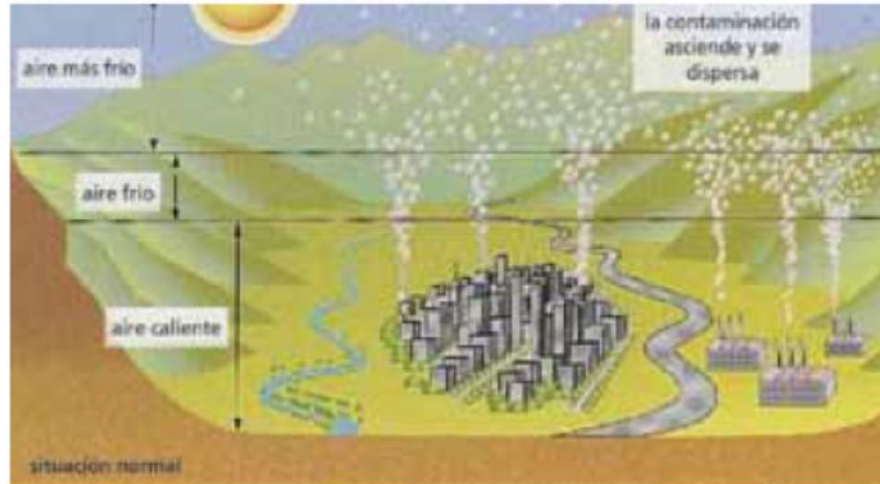
**Normas de emisión:** son límites a la cantidad por unidad de tiempo y/o concentración de contaminantes emitidos por la fuente.

**Nivel guía de calidad de aire:** concentración de contaminantes debajo de cuyos valores se estima, para el grado de conocimiento del que se dispone que no existirán efectos adversos en los seres vivos.

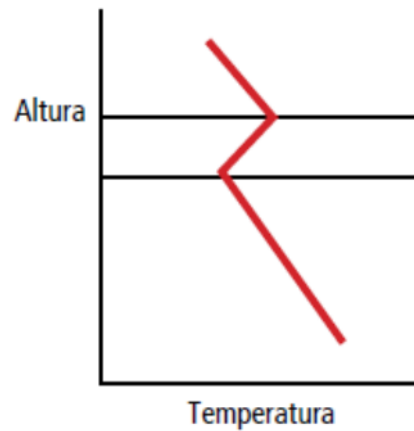
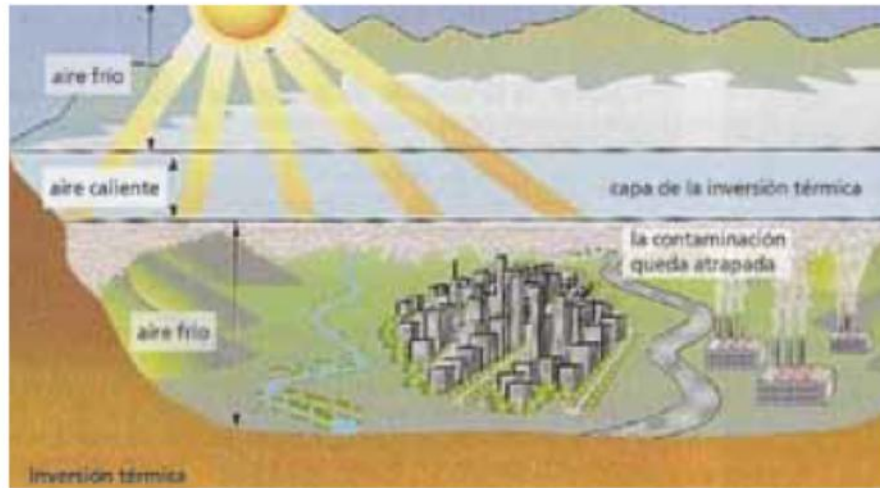
# Emisión y Dispersión de Contaminantes Atmosféricos



La altura final de la pluma, conocida como altura efectiva de chimenea ( $H$ ), es la suma de la altura física de la chimenea ( $h$ ) y la elevación de la pluma ( $\Delta h$ ) que se estima a partir de la distancia existente hasta la línea central imaginaria de la pluma.







# Toma de Muestras y Análisis de Contaminantes

Las muestras del aire se recogen con el fin de determinar los contaminantes ambientales (cualitativo) y los niveles de los contaminantes identificados (cuantitativo).

Estas muestras no nos dicen necesariamente el origen de los contaminantes. Los resultados de la toma de muestras del aire pueden utilizarse con fines regulatorios, de eficiencia del proceso o bien para determinar si los niveles de contaminación en el aire que respiran las personas podrían ser perjudiciales para la salud.

Pueden recogerse muestras del aire en muchos lugares en torno o cerca de un sitio. Las metas de un programa para la toma de muestras determinan dónde recoger muestras del aire.

Un programa de investigación sobre **niveles “de base”** de contaminación del aire generalmente recogerá muestras en lugares tan distantes de la fuente de contaminación del aire como fuera posible.

La dirección y la intensidad de vientos dominantes pueden ser factores determinantes del lugar donde se tomará la muestra.

**Efectos:** evaluar resultados de la toma de muestras de zonas en las que residen las personas. De esta manera podemos saber con precisión lo que se encuentra en el aire que respiran las personas.

Respirar aire contaminado no significa que las personas se van a enfermar. En realidad, niveles típicos de muchos contaminantes del aire no tienen absolutamente ningún efecto conocido para la salud.

Las enfermedades pueden originarse según el nivel de la contaminación, la duración de la exposición o condiciones de salud existentes con anterioridad, como alergias, asma o enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

# Tipo de Unidades

- Fracción volumétrica, como ppm (partes por millón) o ppb (partes por mil millones), utilizada generalmente en EE.UU., aunque también se emplea en Europa, especialmente para la concentración de partículas sólidas en el aire.
- Densidad o concentración másica, como mg/m<sup>3</sup>N(emisión) o g/m<sup>3</sup>N (inmisión), donde N denota la normalización de la concentración a condiciones normales de presión y temperatura (25 °C y 1 atm).
- La conversión entre ambos tipos de unidades es relativamente simple, aunque depende de la composición media del contaminante, más exactamente, de su peso molecular medio (PM):

$$1 \text{ ppm (vol)} = \frac{1 \text{ L de contaminante}}{10^6 \text{ L de aire}} = \frac{(1 \text{ L} / 22.4) \times \text{PM} \times 10^6 \mu\text{g/m}^3}{10^6 \text{ L} \times 298 \text{ K} / 273 \text{ K} \times 10^3 \text{ m}^3/\text{L}}$$



Contaminantes / Valores "CAPC" "CAPL"

Partículas en suspensión 0,500 mg/m<sup>3</sup> 0,150 mg/m<sup>3</sup>

Monóxido de Carbono (CO) 15 mg/m<sup>3</sup> 3 mg/m<sup>3</sup>

Oxidos de Nitrógeno (NOx) expresados como NO 0,4 mg/m<sup>3</sup> 0,1 mg/m<sup>3</sup>

Anhídrido sulfuroso (SO<sub>2</sub>) 0,5 mg/m<sup>3</sup> 0,07 mg/m<sup>3</sup>

Oxidantes expresados como Ozono O<sub>3</sub> 0,1 mg/m<sup>3</sup> 0,03 mg/m<sup>3</sup>

Plomo (Pb) 0,01 mg/m<sup>3</sup> 0,001 mg/m<sup>3</sup>

Polvo sedimentable partículas. Promedio mensual 1,0 mg/m<sup>3</sup> x 30 días

\* Promedio mensual.

Concentración admisible para periodos cortos  
Concentración admisible para periodos largos

# MEDIDO

Dato de emisión con base en medidas realizadas utilizando métodos normalizados o aceptados; aunque sea necesario realizar cálculos para transformar los resultados de las medidas en datos de emisiones anuales. Un dato es medido cuando:

- ❑ Se deduce a partir de los resultados de los controles directos de procesos específicos en el Complejo, con base en medidas reales de concentración de contaminante para una vía de emisión determinada.
- ❑ Es el resultado de métodos de medida normalizados o aceptados.
- ❑ Se calcula con base en los resultados de un período corto y de medidas puntuales.

$$\text{Emisiones (kg/año)} = (\text{Concentración (mg/Nm}^3) \times \text{Caudal (Nm}^3/\text{h)} \times \text{Horas de funcionamiento anuales de la instalación})/10^6$$

$$\text{Emisiones (kg/año)} = (\text{concentración [ppm]} \times \frac{\text{peso molecular contaminante } \left[ \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right]}{22,4 \left[ \frac{\text{l}}{\text{mol}} \right]} \times \text{Caudal [Nm}^3/\text{h]} \times \text{Horas de funcionamiento anuales de la instalación})/10^6$$

De	a	Multiplicar por
ppm NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	2,05
ppm SO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	2,86
ppm CO	mg/Nm <sup>3</sup>	1,25
ppm N <sub>2</sub> O	mg/Nm <sup>3</sup>	1,96
ppm CH <sub>4</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	0,71

# CALCULADO

Dato de emisión con base en cálculos realizados utilizando métodos de estimación aceptados nacional o internacionalmente y factores de emisión, representativos del sector industrial. Un dato es calculado cuando:

- ❑ Cálculos utilizando datos de actividad (como consumo de fuel, tasas de producción, etc.) y factores de emisión.
- ❑ Métodos de cálculo más complicados utilizando variables como la temperatura, radiación global, etc.
- ❑ Cálculos basados en balances de masas.
- ❑ Métodos de cálculo de emisiones descritos en referencias publicadas.

OPERACIÓN	FE (factor de emisión)
Cualesquiera proceso	Kg contaminante/t. Producto
	Kg contaminante/t. materia prima introducida
Combustión industrial	Kg contaminante/kWh GN
	Kg contaminante/Nm <sup>3</sup> GN
	Kg contaminante/termia GN
	Kg contaminante/t de combustible (fuel-oil, propano, gasóleo, carbón, coque,...)

# ESTIMADO

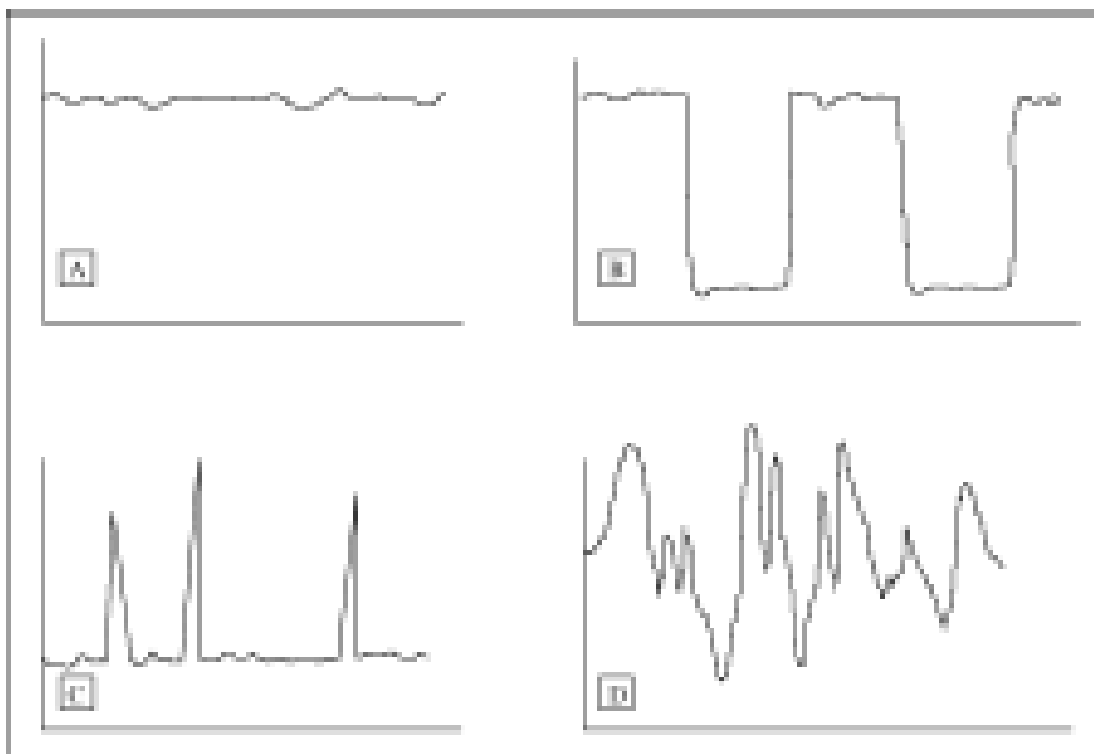
Dato de emisión basado en estimaciones no normalizadas, deducido de las mejores hipótesis o de opiniones autorizadas. Un dato es estimado cuando:

- ❑ Opiniones autorizadas, no basadas en referencias disponibles publicadas.
- ❑ Suposiciones, en caso de ausencia de metodologías reconocidas de estimación de emisiones o de guías de buenas prácticas.



**Tabla 2.3.1: Aspectos que tienen una influencia en la probabilidad de exceder el valor límite de emisión y las consecuencias de exceder el valor límite de emisión**

Aspectos a considerar y niveles correspondientes de riesgo	NIVEL BAJO 1	NIVEL MEDIO 2 - 3	NIVEL ALTO 4
<b>Aspectos que tienen una influencia en la probabilidad de exceder los valores límites de emisión</b>			
(a) número de fuentes individuales que contribuyen a la emisión	Única	Varias (1 - 5)	Muchas (> 5)
(b) estabilidad de las condiciones operativas del proceso	Estable	Estable	Inestable
(c) capacidad tampón del tratamiento del efluente	Suficiente para hacer frente a las perturbaciones	limitada	ninguna
(d) capacidad de tratamiento de la fuente para el exceso de emisiones	Copaz de hacer frente a los picos (por dilución, reacción estequiométrica, sobredimensionamiento, tratamiento de reserva)	Capacidades limitadas	Sin capacidad
(e) potencial de fallo mecánico causado por corrosión	Corrosión nula o limitada	Corrosión normal, contemplada en el diseño	Condiciones de corrosión todavía presentes
(f) flexibilidad en la producción	Única unidad de producción dedicada	Número limitado de calidades	Muchas calidades, planta multiuso
(g) inventario de sustancias peligrosas	No presentes o dependientes de la producción	Significativo (comparado con los valores límite de emisión)	Gran inventario
(h) máxima carga contaminante posible (concentración x cantidad)	Significativamente por debajo del valor límite de emisión	Alrededor del valor límite de emisión	Significativamente por encima del valor límite de emisión
<b>Aspectos para evaluar las consecuencias de exceder el valor límite de emisión</b>			
(i) duración de un fallo potencial	Corto (< 1 hora)	Medio (1 hora a 1 día)	Largo (> 1 día)
(j) efectos agudos de la sustancia	No	Potencial	Probable
(k) Emplazamiento de la instalación	Área industrial	A una distancia de seguridad con área residencial	En las cercanías de una área residencial
(l) ratio de dilución en el medio receptor	Alto (Ej. por encima de 1000)	Normal	Bajo (ej. por debajo de 100)



**Figura 1.5:** Ejemplos de cómo las emisiones pueden variar a lo largo del tiempo y sus implicaciones en la determinación de los requisitos de tiempo de la monitorización.

- **Proceso A** representa un proceso muy estable.  
El momento cuando se toman las muestras no es importante ya que los resultados van a ser muy similares, independientemente de cuando se toman las muestras (i.e. por la mañana, los Jueves, etc.).  
El tiempo de promedio no es tampoco importante aquí, ya que en cualquier período que escojamos (ej: media hora, 2 horas, etc.) los valores medios van a ser también muy similares.  
La frecuencia podría ser por tanto discontinua ya que los resultados van a ser muy similares, independientemente del tiempo entre ellos.
- **Proceso B** representa un ejemplo típico de un proceso cíclico o por lotes.  
El momento cuando se toman las muestras y el tiempo de promedio puede restringirse a los períodos cuando el proceso está en operación; aunque las emisiones medias durante el ciclo completo, incluyendo los períodos de parada, pueden ser también de interés, especialmente para la estimación de cargas contaminantes.  
La frecuencia puede ser tanto discontinua como continua.
- **Proceso C** representa un proceso relativamente estable pero con algunos picos altos ocasionales de corta duración, que contribuyen muy poco al total de emisiones acumuladas. El que el valor límite de emisión se concentre en los picos o en la cantidad total depende enteramente de la naturaleza y del riesgo potencial de las emisiones. Si pueden ocurrir efectos dañinos debidos a impactos a corto plazo de los contaminantes entonces es importante controlar los picos en vez de la carga acumulada.  
  
Se usa un tiempo de promedio muy corto para controlar los picos y un tiempo de promedio más largo para controlar la cantidad total acumulada.  
Es más adecuada una frecuencia alta (ej: continuo) para controlar los picos.  
De forma similar el momento cuando se toman las muestras también es importante para controlar los picos, ya que se usan tiempos de promedio cortos. Sin embargo, no es tan importante para controlar la carga acumulada, siempre que se tome un tiempo de promedio suficientemente largo para evitar que el resultado esté influenciado por los picos cortos ocasionales.
- **Proceso D** representa un proceso altamente variable.  
Nuevamente, la naturaleza y el riesgo potencial de las emisiones determinarán si el valor límite de emisión se establece para los picos o para la cantidad total de emisiones.  
En este caso, el momento en el que se toman las muestras es muy importante ya que, debido a la variabilidad del proceso, muestras tomadas en momentos diferentes pueden producir resultados muy distintos.  
Se usa un tiempo de promedio muy corto para controlar los picos, y un tiempo de promedio más largo para controlar la cantidad total.  
En cualquier caso es probable que sea necesaria una frecuencia alta (ej: continuo), ya que es probable que una frecuencia menor provoque resultados poco fiables.

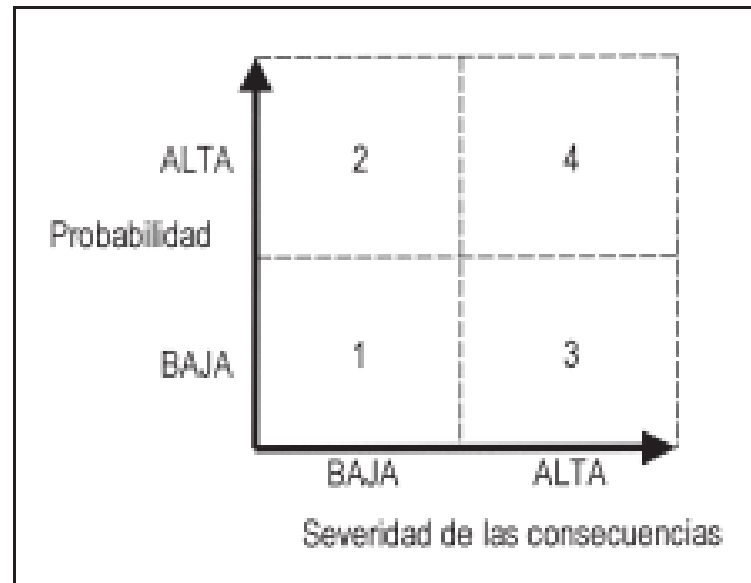


Figura 2.3.1: Régimen de monitorización conforme al riesgo de exceder el valor límite de emisión.

Los regímenes de monitorización correspondientes son:

1. **ocasional** - (desde una vez al mes hasta una vez al año): el objetivo principal es verificar el nivel de las emisiones con las condiciones previsibles o usuales;

2. **de regular a frecuente** (de una a tres veces por día hasta una vez por semana): la frecuencia necesita ser alta para detectar condiciones inusuales o una reducción incipiente de la eficiencia, y para iniciar rápidamente acciones correctivas (diagnóstico, reparación, mantenimiento, etc.). Aquí puede ser adecuado un muestreo proporcional al tiempo;

3. **de regular a frecuente** (de una vez al día hasta una vez por semana): se necesita una alta precisión y que las incertidumbres se minimicen en la cadena de monitorización para asegurar que no se dañe el medio receptor. Aquí muestreos proporcionales al caudal pueden ser adecuados;

4. **intensivo** (es adecuado un muestreo secuencial continuo o de alta frecuencia, de 3 a 24 veces al día): se usa cuando, por ejemplo, es probable que unas condiciones inestables conduzcan a exceder el valor límite de emisión. El objetivo es determinar las emisiones en tiempo real y/o en el período de tiempo exacto y al nivel de emisión alcanzados.

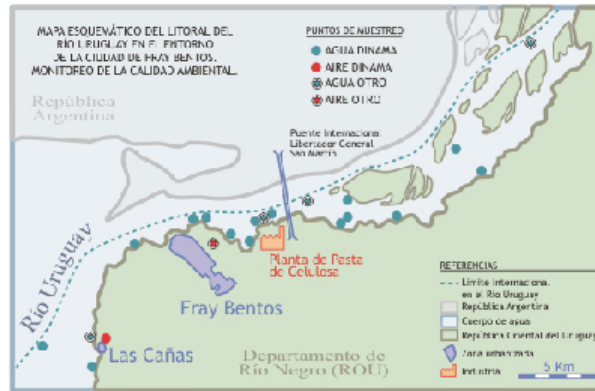


### Monitoreo de la calidad ambiental - Fray Bentos y el entorno

#### Consulta de valores de variables

La consulta de las variables medidas por las instituciones se puede realizar por rango de fechas, matrices y lugar de la toma de la muestra.

Ubíquese sobre cada punto del mapa para obtener una descripción del lugar.



**FECHA** Seleccione hasta un máximo de 50 días

Desde:

Hasta:

**VARIABLES** Use la tecla "control" para selección múltiple

Variables:   
-- AIRE --  
CO  
NO2  
PM10











**UBICACIÓN** Use como referencia el mapa que se muestra arriba

Puntos de monitoreo:   
Ciudad de Fray Bentos (Aire)

### Monitoreo de la calidad ambiental - Fray Bentos y el entorno

#### Resultado de la búsqueda

--AIRE--

Parámetro	Gráfico	Tabla	
<b>CO</b>  <input type="checkbox"/> Monóxido de Carbono 	<input type="radio"/> Puntos <input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Ver"/>
<b>NO2</b>  <input type="checkbox"/> Dióxido de Nitrógeno 	<input type="radio"/> Puntos <input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Ver"/>
<b>PM10</b>  <input type="checkbox"/> Material particulado menor a 10 micras 	<input type="radio"/> Puntos <input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Ver"/>
<b>SO2</b>  <input type="checkbox"/> Dióxido de Azufre 	<input type="radio"/> Puntos <input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Ver"/>
<b>TRS</b>  <input type="checkbox"/> Compuestos reducidos de azufre total 	<input type="radio"/> Puntos <input type="radio"/> Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value="Ver"/>
<b>Todos</b> Esta acción llevará más tiempo. <input type="checkbox"/> Seleccione todas las variables.	<input type="radio"/> Puntos <input type="radio"/> Ninguno	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Ver"/>



# Technology Transfer Network Emission Measurement Center

[Recent Additions](#) | [Contact Us](#)    Search:  All EPA  This Area

You are here: [EPA Home](#) » [Technology Transfer Network](#) » Emission Measurement Center

- EMC Home
- Frequent Questions
- Methods
- Monitoring
- Technical Support  
Audit Programs  
QA/QC
- Related Web Sites
- Instructional Material
- Upcoming Events
- Who is EMC?
- EMC Contacts
- Voluntary Superior  
Monitoring

## Emissions Measurement Center

The Emission Measurement Center (EMC) provides information on test methods for measuring pollutants from smokestacks and sources. This site compiles the test methods available for emission measurement, and EMC staff provide technical assistance in the application of the methods. For information on a specific test method or performance specification (method text, relevant documents, asked questions), use the pull-down menus below. For other information available on this site, use the links in the left margin of

**Summary Pages for Test Methods and Performance Specifications**

**Promulgated Methods**

**Promulgated Performance Specifications**

[File Utilities](#)

[EPA Home](#) | [Privacy and Security Notice](#) | [Contact Us](#)

http://www.epa.gov/ttn/emc/  
[Print As-Is](#)

Last updated on 11/4/2014

### **Method 1**

Determination of sampling location and traverse points.

### **Method 2**

Determination of stack gas velocity and volumetric flow rate.

### **Method 3**

Determination of excess air and dry molecular weight.

### **Method 4**

Determination of moisture in stack gases.

### **Method 5**

Determination of particulate emissions from stationary sources.



## ISOKINETIC SAMPLING METHODS

Method 4	Stack Gas Moisture
Method 5	Particulate Emissions (PM)
Method 5B	Nonsulfuric Acid PM
Method 8	Sulfuric Acid Mist & SO <sub>2</sub>
Method 12	Inorganic Lead
Method 13A & 13B	Total Fluorides
Method 17	Particulate by In-stack Filtration
Method 23	Dioxins & Furans
Method 26A	Hydrogen Halides & Halogens
Method 29	Multiple Metals
Method 201A	PM10 Emissions
Method 202	Condensable Particulate Matter
Method 206	Ammonia
Method 306	Hexavalent Chromium from Electroplating and Anodizing Operations
Method 316	Formaldehyde from Mineral Wool and Wool
Method 0010	Semivolatile Organic Compounds
Method 0011	Formaldehyde, Other Aldehydes and Ketones
Method 0061	Hexavalent Chromium

## GASEOUS SAMPLING METHODS

*Notes: The following Methods can be sampled using the Model 623 Source Sampler Console or the Model 572 with the addition of the appropriate VUA adapter and sample train.*

Method 4A	Stack Gas Moisture (Approximation Method)
Method 6	Sulfuric Acid Mist & SO <sub>2</sub>
Method 6A	Sulfuric Dioxide, Moisture and Carbon Dioxide
Method 6B	Sulfur Dioxide and Carbon Dioxide
Method 11	Hydrogen Sulfide in Petroleum Refinery Fuel Gas Streams
Method 15A	Total Reduced Sulfur from Petroleum Refinery Sulfur Plants
Method 16A	Total Reduced Sulfur
Method 18	Integrated Bag Sampling for Organic Compounds
Method 26	Hydrogen Halides & Halogens
Method 106	Integrated Bag Sampling for Vinyl Chloride
Method 308	Methanol
Method 0030	Volatile Organic Compounds (VOST)
Method 0031	Volatile Organic Compounds (SMVOC or SuperVOST)
Method 0040	Principle Organic Hazardous Constituents (POHCs) using Tedlar® Bags
Method 0051	Hydrogen Chlorine and Chlorine

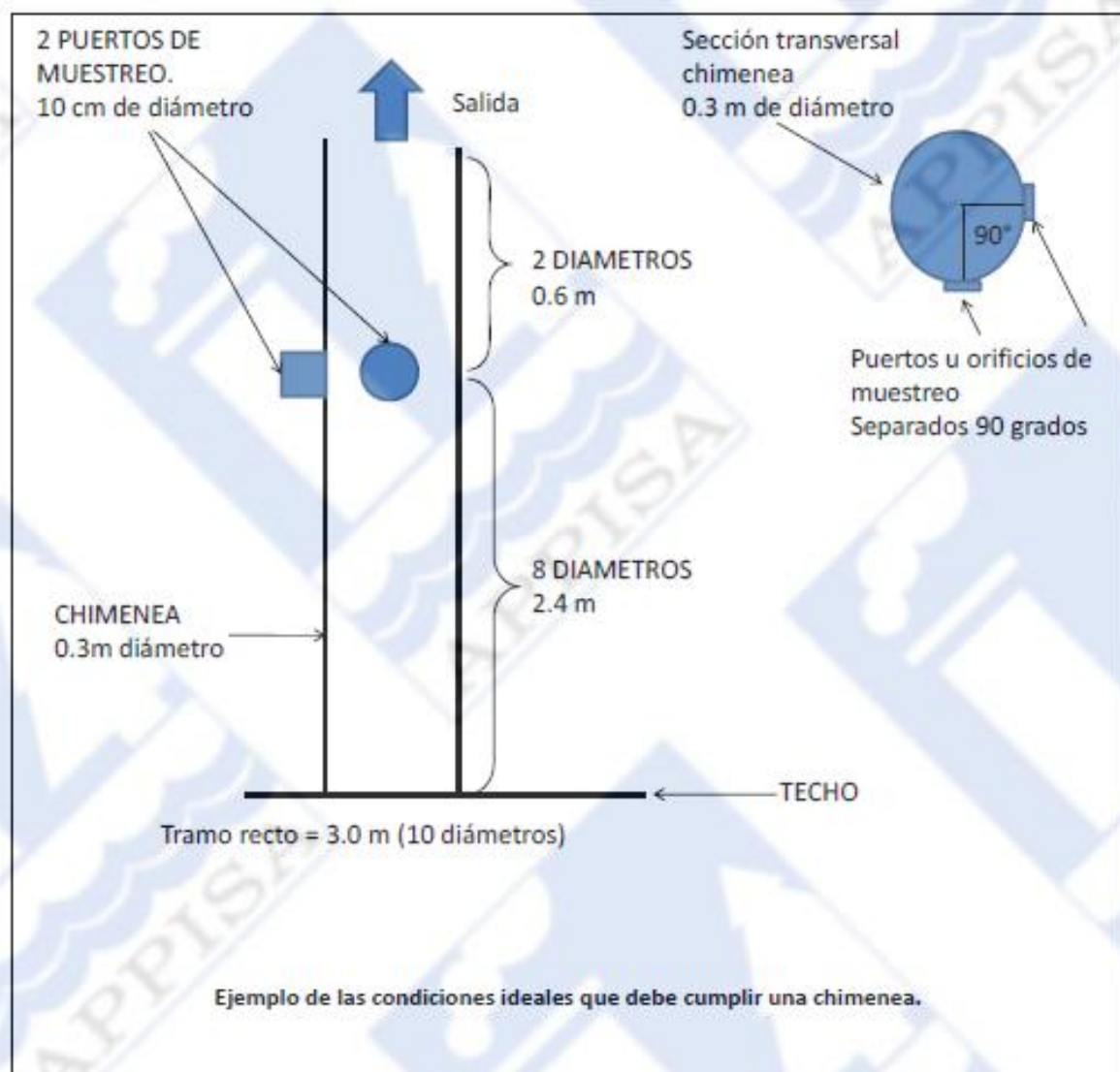
### CHIMENEAS DE SECCIÓN CIRCULAR

	Número de orificios
Diámetro < 0,35 m	1
Diámetro mayor o igual a 0,35 m	2 (situados perpendicularmente)
Diámetro mayor o igual a 2 m	4 (opuestos diametralmente)

### CHIMENEAS DE SECCIÓN CUADRADA Y RECTANGULAR

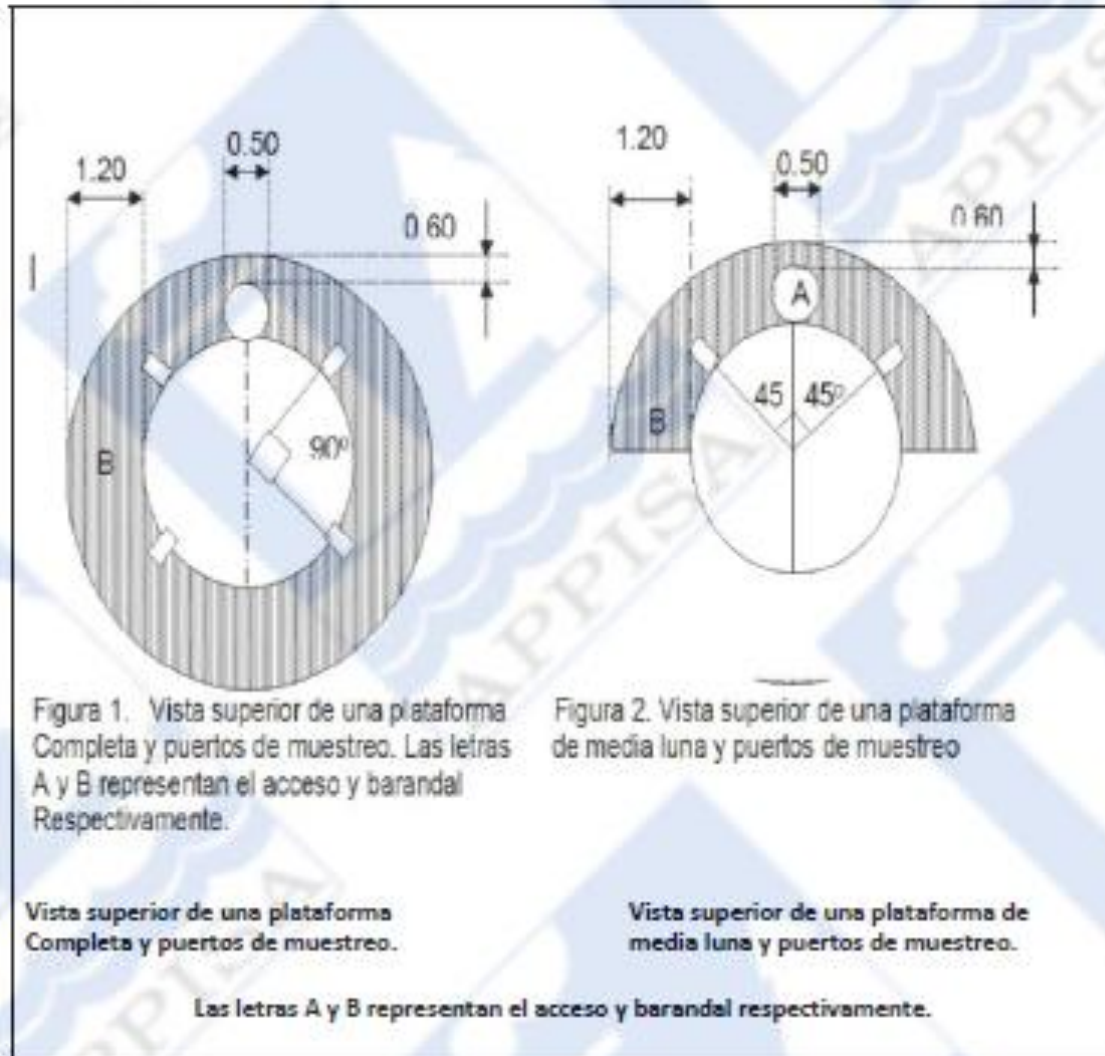
	Número mínimo de divisiones laterales (orificios)
Diámetro equivalente < 0,35 m	1
Diámetro equivalente desde 0,35 a 0,70 m	2
Diámetro equivalente desde 0,70 m a 1,6	3
Diámetro equivalente mayor de 1,6 m	3 o más (consultar <i>Norma UNE EN 13284-1</i> )

# Condiciones de chimenea





# Condiciones de la plataforma de muestreo



# Localización de las plataformas de muestreo

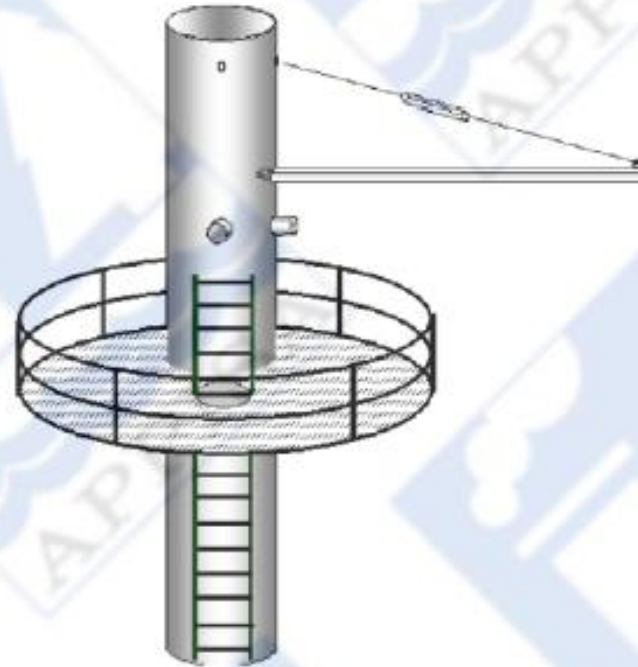
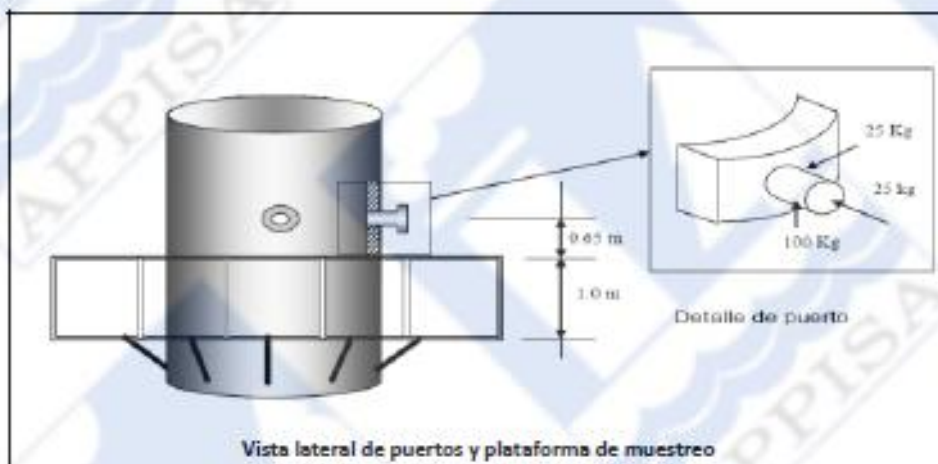
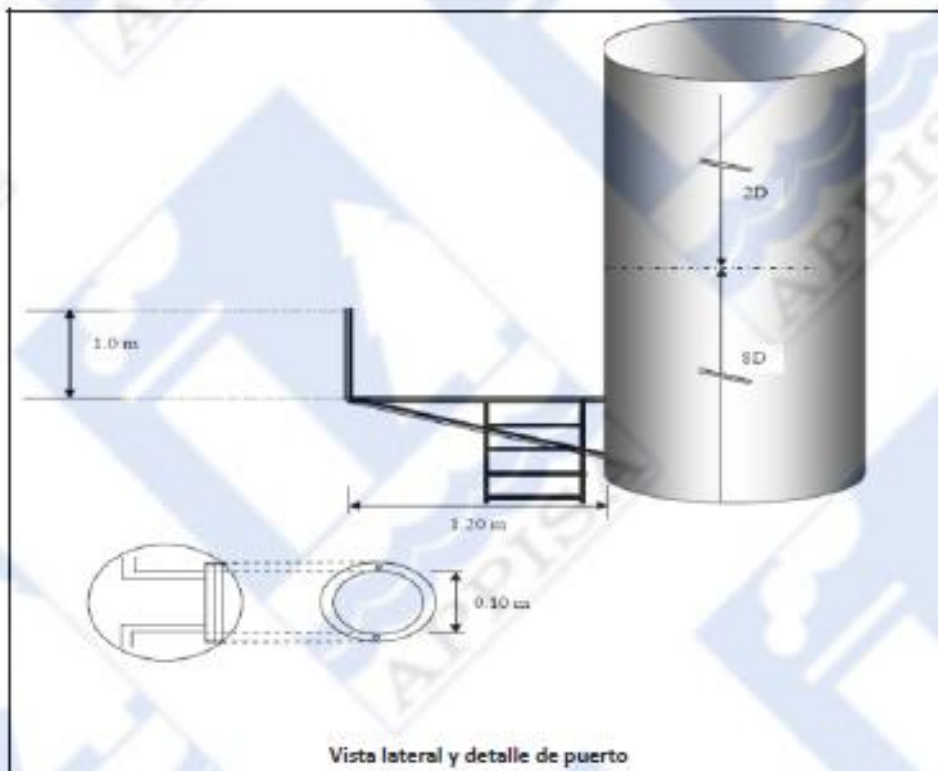
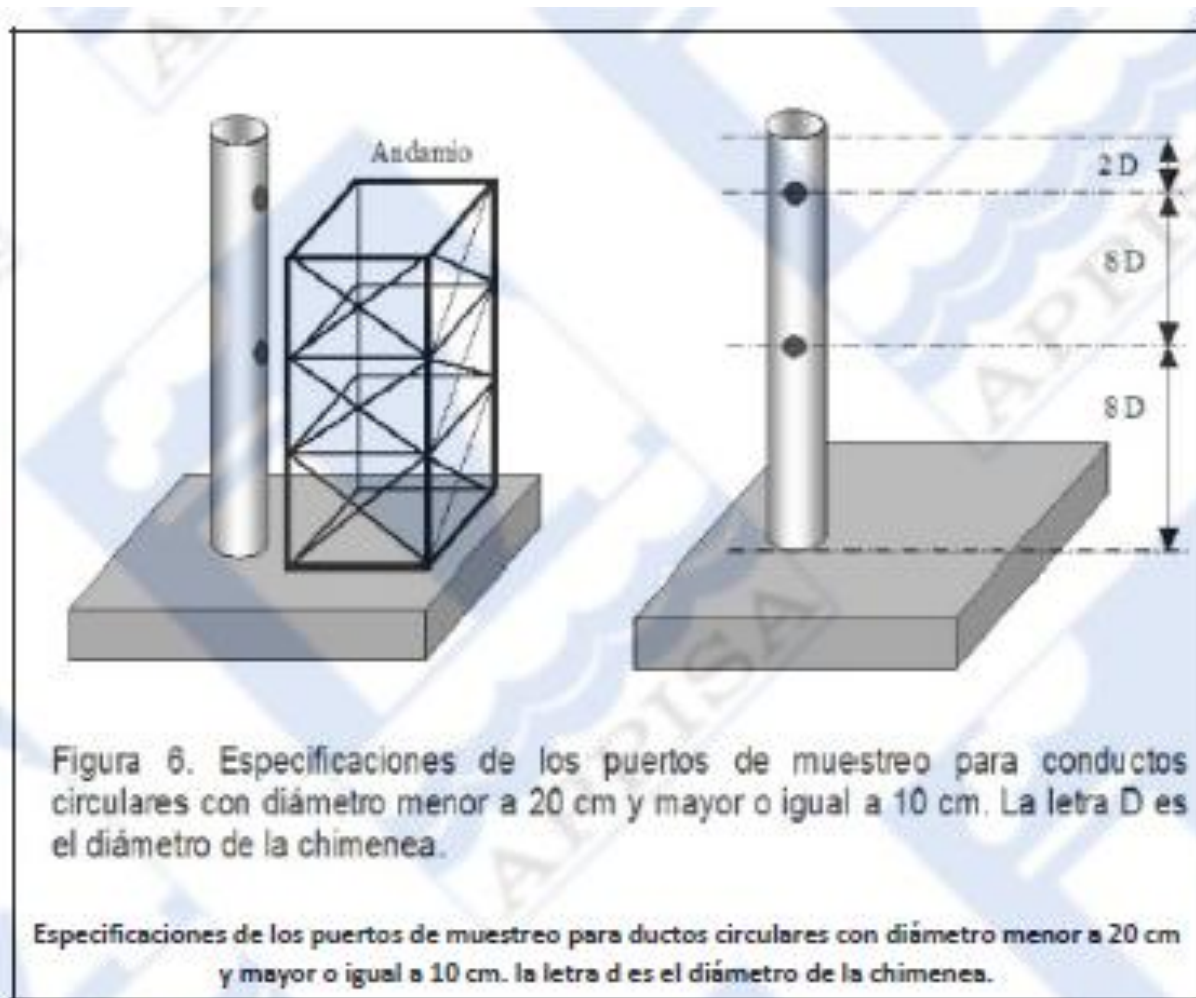


Figura 3. Instalación de puertos y plataformas de muestreo

Instalación de puertos y plataformas de muestreo.









# Conductos rectangulares

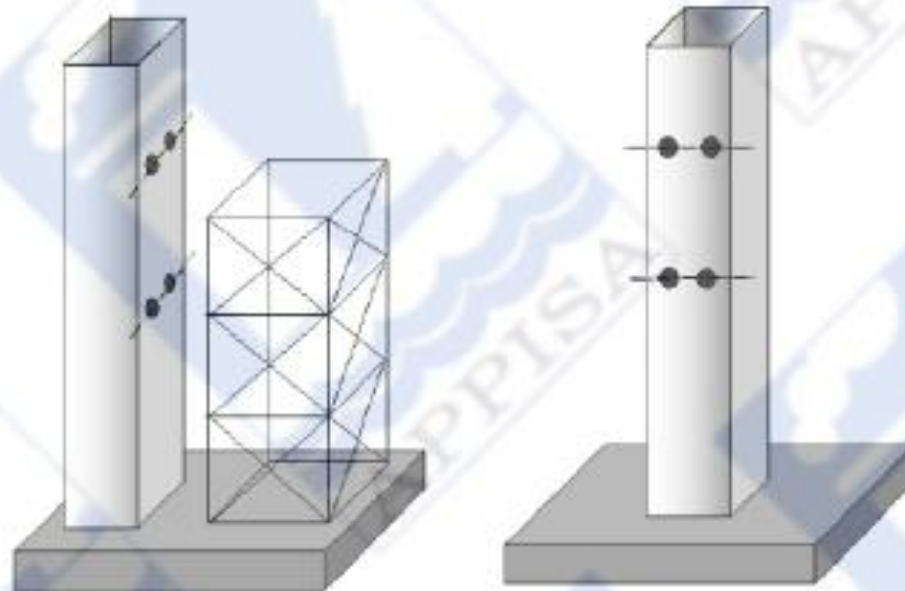
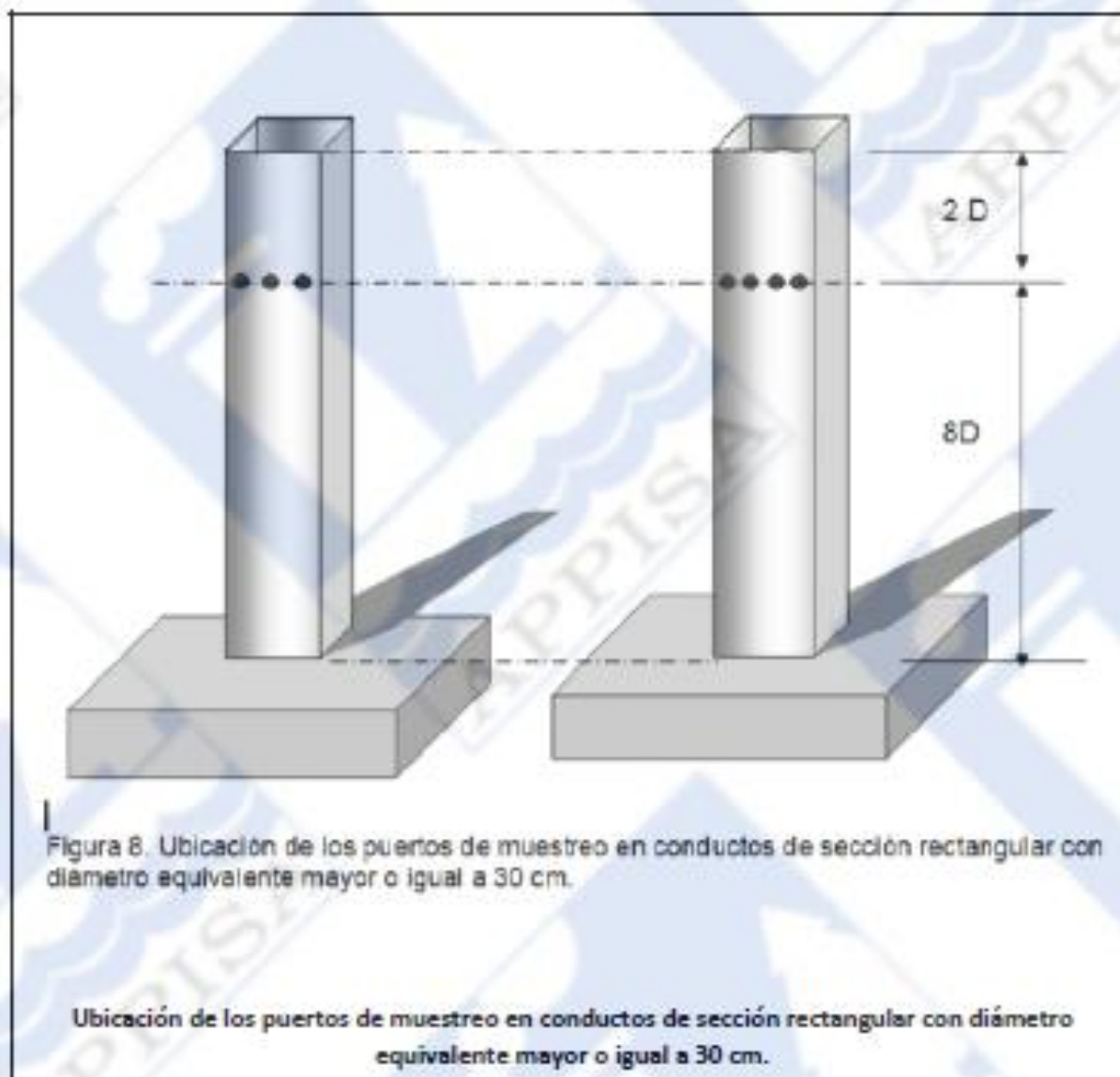


Figura 7. Especificaciones de los puertos de muestreo para conductos rectangulares con diámetro equivalente menor a 20 cm y mayor o igual a 10 cm.

Especificaciones de los puertos de muestreo para conductos rectangulares con diámetro equivalente a 20 cm y mayor a 10 cm.



# Diámetro equivalente

$$D = \frac{2 * L * B}{L + B}$$

En donde:

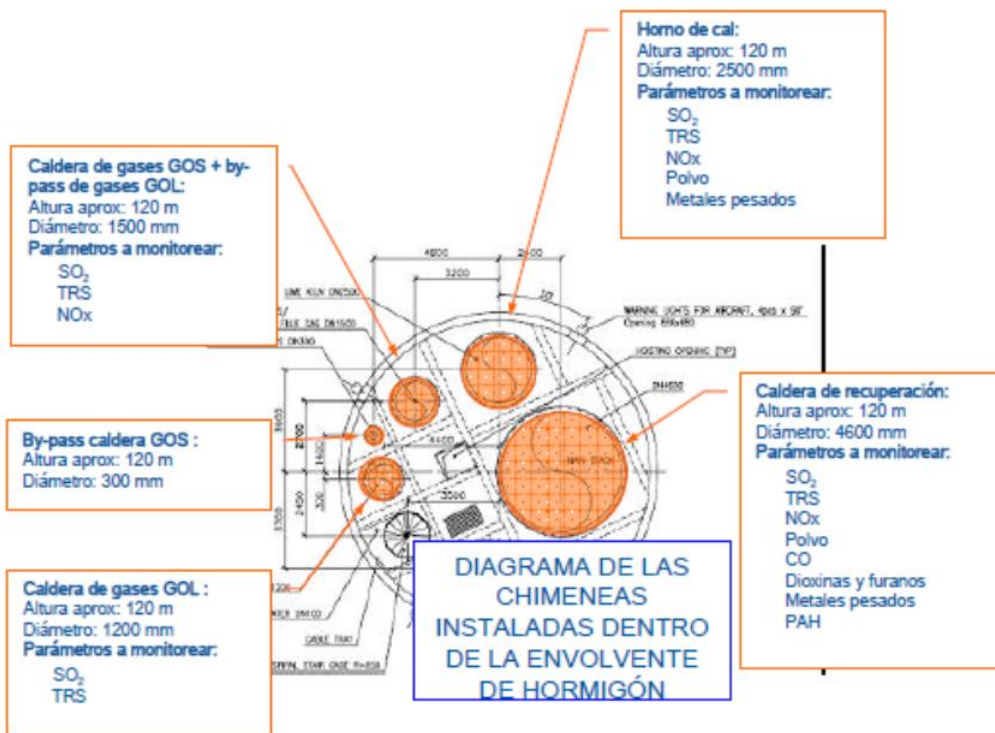
D= diámetro equivalente.

L= Largo de la sección interna del conducto.

B= Ancho de la sección interna del conducto.

Para conductos de sección transversal diferente a la circular o rectangular, el diámetro equivalente se debe calcular con la siguiente expresión:

$$D = \frac{4 * A}{P}$$





Proceso	Altura de chimenea (m)	Diámetro de chimenea (m)	Caudal de diseño	Temperatura de diseño
Caldera de recuperación	120	4,6	179 Nm <sup>3</sup> /s	150 °C
Horno de cal	120	2,5	25 Nm <sup>3</sup> /s	220 °C
Caldera de gases GOL	120	1,2	10 Nm <sup>3</sup> /s	300 °C
Caldera de gases GOS	120	1,2	4,8 Nm <sup>3</sup> /s	50 °C

## CONSIDERACIONES PARA TOMA DE MUESTRA EN CHIMENEA

- En los procesos industriales típicos pueden variar las condiciones de emisión debido a múltiples motivos.
- La toma de muestra debe ser diseñada de manera tal de prevenir estas variaciones en la muestra tomada.
- Los datos tomados deben ser una representación precisa de las condiciones reales de la fuente de emisión.
- La mayoría de los métodos de referencia se encuentran en el 40 CFR.
- Los métodos 1 a 5 del 40 CFR 60 definen la estrategia básica para la extracción isocinética de muestras.
- En la mayoría de las situaciones, el objetivo primario es determinar el caudal másico (E) de las emisiones de los contaminantes.
- E se define como la masa de un contaminante dado emitido dividida por la unidad de tiempo.

$$E = k \times C \times Q$$

K= constante usada para conversión de unidades.

C= concentración: cantidad de un contaminante contenido en un cierto volumen de gas.

Q= caudal: volumen de gas seco de chimenea que fluye por unidad de tiempo.

- En lugar de medir el caudal volumétrico directamente, se determina la velocidad del gas (estrechamente ligada al flujo volumétrico).
- La velocidad del gas (v) representa la velocidad lineal promedio de desplazamiento del gas en el interior del conducto.
- Se mide habitualmente usando alguno de los siguientes Instrumentos:

- > Tubo de Pitot (método USEPA 2).
- > Anemómetro de hilo caliente.
- > Anemómetro de veleta.

$$Q = v \times A$$

### Normalización de caudales

En muchos casos se solicitan los caudales normalizados que pueden calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Q_2 = Q_1 \times (P_1/T_1) \times (T_2/P_2)$$

T1= temperatura del gas en la condición 1

T2= temperatura del gas en la condición 2

P1= presión del gas en la condición 1

P2= presión del gas en la condición 2

Q1= caudal volumétrico en las condiciones T1 y P1

Q2= caudal volumétrico en las condiciones T2 y P2

### Variables de interés

VARIABLE	DEFINICIÓN	MÉTODO DE REFERENCIA
A	Área de la chimenea	USEPA 1
V	Velocidad promedio del gas	USEPA 2, 3 y 4
T	Temperatura del gas	USEPA 2
P	Presión del gas	USEPA 2
B	Fracción volumétrica de agua en el gas	USEPA 4

### Limite de detección en emisiones de chimenea

$$LDC= A \times B/C$$

LDC= limite de detección en la chimenea

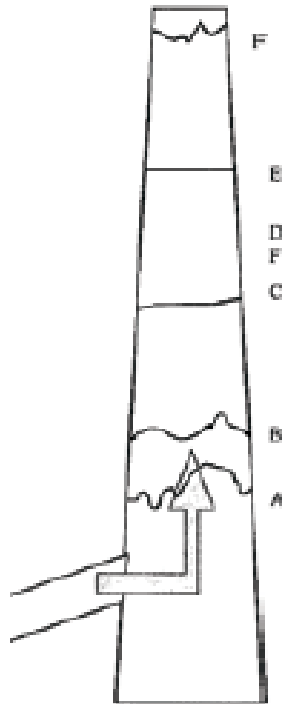
A= limite de detección analítico

B= cantidad de analito analizado

C= volumen de gas de chimenea o conducto analizado

## Distribución de flujos y perturbaciones en la chimenea

Consideremos la evolución del flujo en la siguiente chimenea:



- El perfil de velocidad se vuelve más suave y ordenado a medida que se aleja del punto donde el gas entra.
- A la salida el perfil nuevamente aparece como aleatorio.
- El punto D corresponde a un flujo completamente desarrollado.
- En D se necesita una menor cantidad de puntos donde tomar muestra para caracterizar completamente el perfil.

El método USEPA 1 especifica que las mediciones de velocidad (o de contaminantes) deben ser hechas en un lugar localizado al menos 0.5 diámetros de chimenea aguas arriba y 2.0 diámetros de chimenea aguas debajo de cualquier perturbación del flujo.

El mismo método especifica que un flujo completamente desarrollado debería existir si las mediciones se realizan a una distancia de al menos 2 diámetros (o diámetro equivalente) aguas abajo y 8 diámetros aguas arriba de las perturbaciones del flujo.

Hay que tener en cuenta que para lugares de mediciones ubicados a distancias menores debe seleccionarse un número mayor de puntos.



# Equipos de monitoreo en chimeneas

## Equipo básico de campo

- Sonda de muestreo
- Modulo de muestreo con portafiltro (Caja Caliente) y cuatro impactadores (Caja fría).
- Cordón Umbilical
- Modulo de control

## Equipo de laboratorio

- Balanza analítica de 4 cifras
- Desecador para filtros
- Reactivos para la determinación de óxidos de azufre, nitrógeno y neblina acida

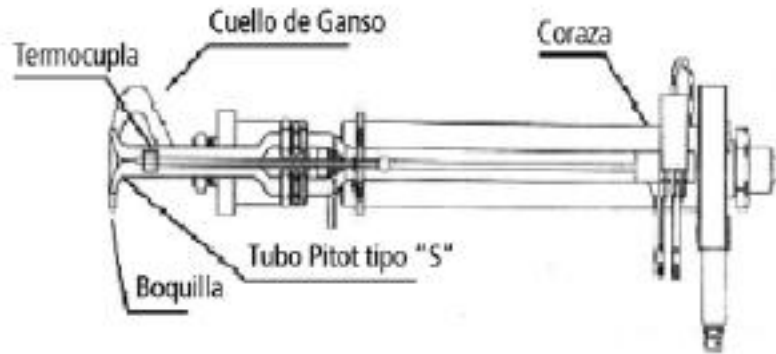


Equipamiento para muestrear estacionariamente fuentes de emisiones por contaminantes con concordancia con los métodos de referencia de la US EPA. La mayoría de los métodos están generalmente clasificados como métodos de muestreos Isocinéticos o Gaseosos.

# Muestreo Isocinetico

- La muestra de gas se succiona del ducto o chimenea, por medio de la introducción de una sonda, acoplado a un tubo pitot
- El orificio o toma de muestra debe estar ubicado de modo de asegurar flujo no perturbado (laminar)
- El tubo pitot tiene como propósito medir la presión de velocidad, y así calcular la velocidad de los gases en la chimenea
- La boquilla de muestreo puede variarse para así modificar la velocidad de succión para garantizar la condición de isocinetismo
- La sonda consta de dos tubos concéntricos y entre los dos va una resistencia eléctrica para calentar la sonda y evitar la condensación de los gases cuando se succionan a través de la tobera
- Los gases luego de pasar por la sonda entran al ciclón, donde se quedan las partículas mas grandes, y luego pasan al filtro, en el cual se quedan las partículas mas finas.
- Esto sucede en la caja caliente, la cual se mantiene así por medio de una resistencia, para impedir la condensación de los gases en el filtro
- El material particulado de los filtros se determina gravimétricamente

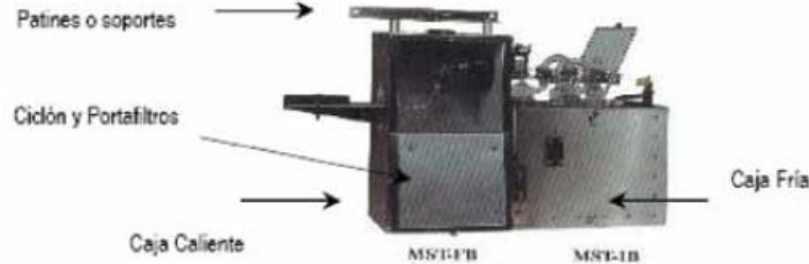
# Sonda



- Tubo metálico o de vidrio que se encuentra recubierto con una resistencia eléctrica variable para calefacción
- En un extremo tiene una unión esférica para acoplarse al resto del equipo
- En el otro extremo tiene un acople para colocar la boquilla toma muestra
- También tiene una termocupla para medir la temperatura del gas y un tubo pitot tipo S con sus respectivas conexiones al manómetro ubicado en el modulo de control
- Cuenta con todas las conexiones eléctricas necesarias para su operación



# Modulo de muestreo



- Consiste en dos secciones
- Sección caliente donde se coloca el filtro y el ciclón, tiene un termopar para medir la temperatura interna y una resistencia eléctrica variable para calentar toda la sección
- Sección fría, consiste en una caja aislada donde se colocan los “impinger” o impactadores en un baño de agua o hielo

# Modulo de control

- Unidad donde se controlan todas las operaciones necesarias para el muestreo
- Indicador múltiple de temperaturas, interruptores y reóstatos necesarios para la operación del sistema y de las resistencias
- Medidor de volumen para gases secos con caratula indicadora
- Un manómetro de vacío para la operación de la bomba de vacío con control fino y grueso
- Los manómetros para la determinación de caídas de presión en el tubo pitot-S y en el orificio, tiene todas las tomas de presión, vacío y eléctricas

# Métodos Analíticos para el Muestreo y la determinación de Contaminantes en Aire



- No existe ningún artefacto que pueda medir todos los contaminantes del aire porque cada contaminante es diferente
- Contaminantes: partículas, gases, algunos se descomponen en la luz solar y otros no, algunos contaminantes reaccionan muy rápidamente cuando se asientan en superficies y otros son muy estables
- Los contaminantes gaseosos o volátiles son retenidos en sorbentes líquidos o sólidos, o bien en recipientes adecuados (bolsas de tedlar, criocentradores), luego se desorben y determina su concentración por CG
- También es posible su dosaje directo por reacción con reactivos color, o bien por su absorción de radiación específica (laser)
- El material particulado  $MP < 100$  se concentra en sistemas de filtros y se determina gravimétricamente; el  $MP > 100$  se mide su volumen en macroprobetas

# Muestreador de aire MiniVol – TAS de Material Particulado





# Muestreador de alto volumen con filtros en cascada

Se muestrea durante 15-21 días.  
El equipo cuenta con un impactador cascada con una entrada de 10  $\mu\text{m}$ .

De este modo las partículas son separadas en seis fracciones según su diámetro aerodinámico:

- fracción 1: 10-72  $\mu\text{m}$ ,
- fracción 2: 7.2-3  $\mu\text{m}$ ,
- fracción 3: 3-1.5  $\mu\text{m}$ ,
- fracción 4: 1.5-0.95  $\mu\text{m}$ ,
- fracción 5: 0.95-0.49  $\mu\text{m}$ ,
- fracción 6: < 0.49  $\mu\text{m}$ .

La concentración de partículas se determina por gravimetría.



# Monitor Ambiental Personal para la medida de PM10 y PM2,5 en aire interior



Dispositivo de muestreo ligero, personal para recoger partículas de diámetro equivalente aerodinámico de 2.5 o 10 µm.  
Filtros: 37 mm. EPA IP-10A



Bomba personal de la muestra del flujo bajo, con la batería Ni-Cad.  
Rango del flujo: 50-200 ml/min.

## Filtros y accesorios del muestreo del aire



Los filtros de la membrana se hacen típicamente de MCE, de PVC, de co-polimeros, de policarbonato, o de PTFE.

Cuentan con porosidad constantes. Durante el muestreo las partículas pequeñas pasan a través de los poros en los filtros de la membrana que dejan partículas más grandes en la superficie del filtro.

# Gases y Compuestos Volátiles – Tubos Dräger

## TUBOS COLOR (DRÄGER)

ANALITO	Rango que mide (PPM/HORAS)
Ácido acético	1.3 - 200
Amoníaco	2.5 - 1500
Butadieno	1.3 - 300
Bióxido de carbono	65 - 20000
Bióxido de carbono	0.13 - 30 vol%
Monóxido de carbono	6 - 600
Branol	125 - 25000
Ácido hidroclicóric	1.3 - 200
Ácido cianhidric	2.5 - 200
Sulfuro del hidrógeno	1.3 - 300
Dióxido del nitrógeno	1.3 - 200
Perchloroethylene	25 - 1500
Dióxido de sulfuro	0.7 - 150
Tolueno	13 - 3000
Tricloroetileno	25 - 1000



## Technology Transfer Network Ambient Monitoring Technology Information Center

[Contact Us](#)

 Search:  All EPA  AMTIC






 You are here: [EPA Home](#) » [Air & Radiation](#) » [Technology Transfer Network](#) » [Ambient Monitoring Technology Information Center](#) » [SLAMS Networks](#) » [Air Toxics](#) » [Monitoring Methods](#)

### Air Toxics - Monitoring Methods

 You will need Adobe Acrobat Reader to view the Adobe PDF files on this page. See [EPA's PDF page](#) for more information about getting and using the

- [Data Quality Evaluation Guidelines for Ambient Air Acrolein Measurements \(PDF\)](#) (3pp, 111k) - 12/17/2010
- [NATTS Technical Assistance Document \(TAD\) \(PDF\)](#) (1.3 MB). This is the most current version (dated April 1, 2009). Note that this document is, and will continue to be, updated as progress is made. Further updates are anticipated by the end of 2010 (posted 7/22/2010)
- [Supplement to EPA Compendium Method TO-15 -- Reduction of Method Detection Limits to Meet Vapor Intrusion Monitoring Needs \(PDF\)](#) (2.1 MB) - 2/18/2009
- [Paper on "Collection and Analysis of Acrolein using Compendium Method TO-15" presented at the National Environmental Monitoring Conference August 6, 2006 \(PDF\)](#)
- [Standard Operating Procedure for the Determination of Hexavalent Chromium in Ambient Air Analyzed by Ion Chromatography \(IC\) \(PDF\)](#) (69 kb) - 2/13/2007
- [Paper on "Collection and Analysis of Hexavalent Chromium in Ambient Air" presented at the National Environmental Monitoring Conference August 6, 2006 \(PDF\)](#)
- [Final Acrolein Method Development Report and Standard Operating Procedure for the Determination of Acrolein in Ambient Air by Method TO-15 \(PDF\)](#) (538k) - 5/17/2006
- [Hexavalent Chromium Method Development \(PDF\)](#) (76 kb) - 1/17/2006
- [Standard Operating Procedure for the Determination of Metals in Ambient Particulate Matter Analyzed by Inductively Coupled Plasma/Mass Spectrometry \(ICP/MS\) \(PDF\)](#)
- [Comments on Compendium Method TO-13A \(PDF\)](#) (32 kb) - 1/17/2002
- [Revised READ ME ADDENDUM TO THE "1999 TO Compendium of Methods Second Edition"--Compendium Methods TO-4A, 9A, and 13A \(PDF\)](#) (204 kb) - 2/2/2002
- [1999 TO Compendium of Methods Second Edition; cover page, foreword, table of contents, method summaries, and project summary \(PDF\)](#) (165 kb) - 4/15/1999

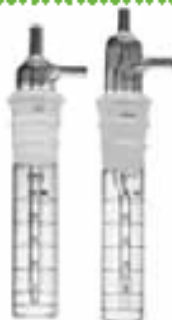
#### Toxic Organic Compendium

Description	Date Posted	Type
Method TO-1 (PDF)	03/24/99	 108 kb
Method TO-2 (PDF)	03/18/99	 111 kb
Method TO-3 (PDF)	03/18/99	 79 kb
Method TO-4A (PDF)	03/18/99	 665 kb
Method TO-5 (PDF)	07/30/99	 72 kb

[AMTIC Home](#)
[Basic Information](#)
[SLAMS Networks](#)
[Training &  
Conferences](#)
[Air Monitoring  
Methods](#)
[Quality Assurance](#)
[Regulations &  
Guidance](#)
[Program Review &  
Oversight](#)
[Other Networks &  
Partners](#)
[Related Links](#)
[Ambient Monitoring  
Mailing List](#)



# Impingers y accesorios



## Impingers Glass

Tubos de cristal Pyrex diseñados para la retención colección de contaminantes de aire en un medio líquido específico.



## Tubos absorbentes.

Volumen conocido de aire, rellenos específicos para los distintos compuestos.

Todos estos dispositivos, son denominados monitores activos, pues requieren el paso forzado del aire a través de ellos, impulsado por una bomba o sistema similar con fina de regulación del caudal, de manera de establecer fehacientemente el volumen de aire utilizado.

# Ensamblajes



Trampas de protección para la bomba, de los líquidos del impinger. También se pueden agregar absorbentes para proteger el compartimiento de la bomba de los vapores de líquidos volátiles.



La muestra es recogida abriendo un tubo, conectándolo con una bomba y forzando el paso de aire. Los analitos son adsorbidos sobre el soporte específico. El tubo entonces se sella y se analiza su contenido.

# Muestreadores pasivos



- Detección de nivel ppt.
- Fondo bajo asegurado con el frasco separado del sorbent.

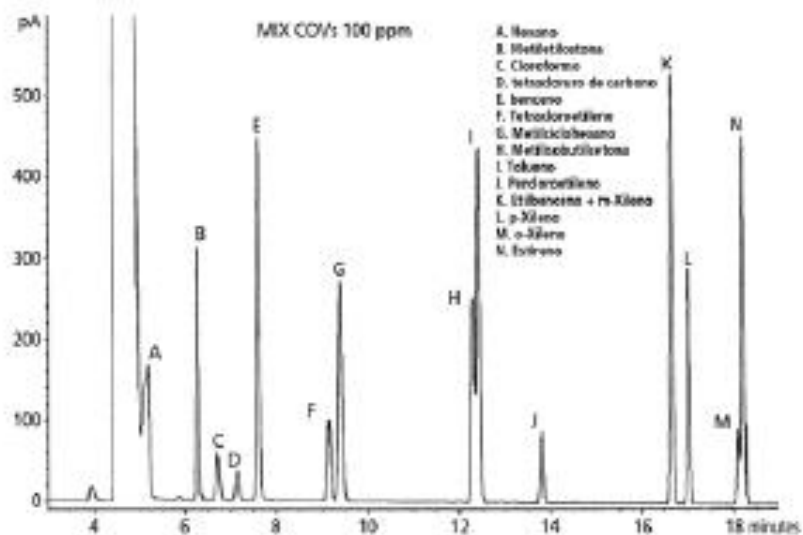
Los monitores ultra pasivos (SKC) proporcionan al muestreo confiable de VOCs sin el uso de una bomba. Los analitos difunden simplemente de la atmósfera al monitor. El análisis se hace por desorción térmica. CGL. Aprobado para EPA TO-17.



## 3M 3500

Utiliza una pastilla de carbón activado para absorber VOCs. Se encuentra protegido del agua. Precisión del +/- 25% con un nivel de confianza del 95%.

Los compuestos volátiles retenidos en la matriz del monitor, son recuperados con solventes apropiados e inyectados en un cromatógrafo de gases, obteniéndose un cromatograma típico, como el que se presenta a continuación.



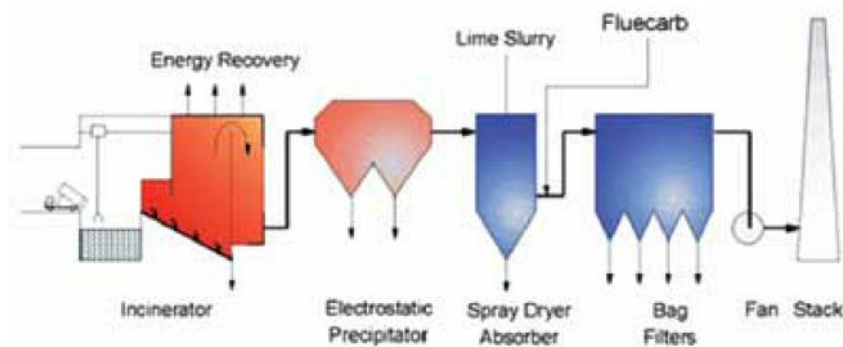


# Dispositivos y Técnicas de Control para Contaminantes presentes en Efluentes Gaseosos

- Pueden ser utilizados para el control de contaminación en la industria o en vehículos
- Pueden transformar contaminantes o eliminarlos de una corriente de salida antes de ser emitidos a la atmosfera
- Fase del efluente a tratar:
  - Gaseosa
  - Material particulado en suspensión
- Dispositivos mas destacados:
  - Incineradores y llamas
  - Carbón activado
  - Condensadores
  - Convertidores catalíticos
  - Recirculación de gases de escape
  - Lavadores de gases
  - Precipitadores electrostáticos y filtros de aires
  - Torres empacadas
  - Separadores centrífugos
  - Cámaras de sedimentación

# Esquema integrado

En algunos casos se pueden usar varios dispositivos integrados para aumentar la eficiencia del tratamiento de los gases y/o partículas antes de su emisión a la atmosfera



# Fase gaseosa

- Método mas común de control: adición de dispositivos de control agregado para destruir o recuperar un contaminantes
- Destrucción: Combustión
- Recuperación: adsorción (adsorbedores de carbón), absorción (torre rociadora) y condensación (condensadores de superficie)

Elementos básicos de un sistema de detoxificación.

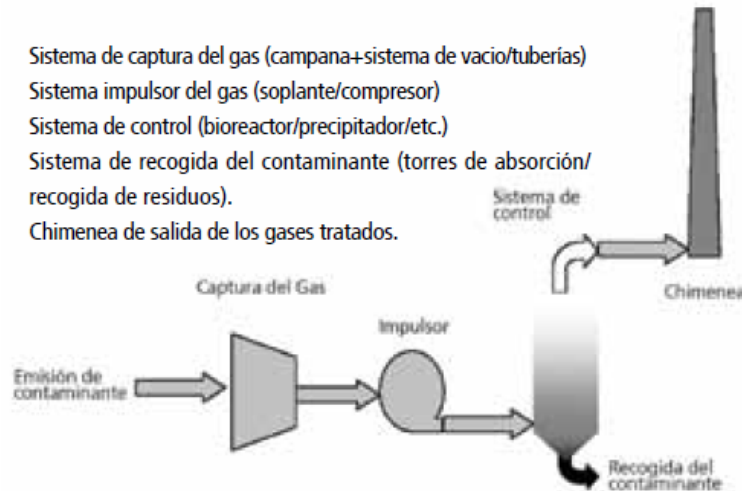
Sistema de captura del gas (campana+sistema de vacío/tuberías)

Sistema impulsor del gas (soplante/compresor)

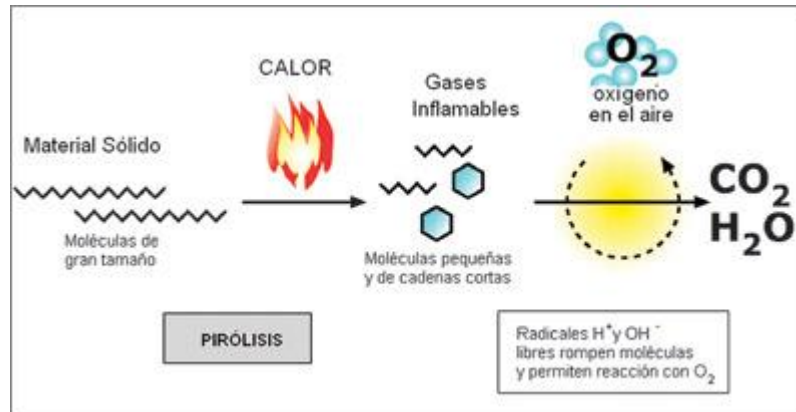
Sistema de control (bioreactor/precipitador/etc.)

Sistema de recogida del contaminante (torres de absorción/  
recogida de residuos).

Chimenea de salida de los gases tratados.



# Combustión



- La contaminación incompleta libera contaminantes a la atmosfera
- El humo es un indicador de combustión incompleta
- Dispositivos de combustión:
  - Incineradores termales y catalíticos
  - Quemadores
  - Calentadores industriales




# Dispositivos y técnicas de control de contaminantes gaseosos



DESARROLLO  
DE CAPACIDADES  
Proyecto PNUD 08/014

- Incineradores termales
- Incineración catalítica
- Llamas (antorchas, fleres)
- Calderas y calentadores industriales
- Adsorbedores de carbón
- Absorbedores
- Condensadores
- Equipo y prácticas de trabajo



Secretaría de Ambiente  
y Desarrollo Sustentable  
de la Nación

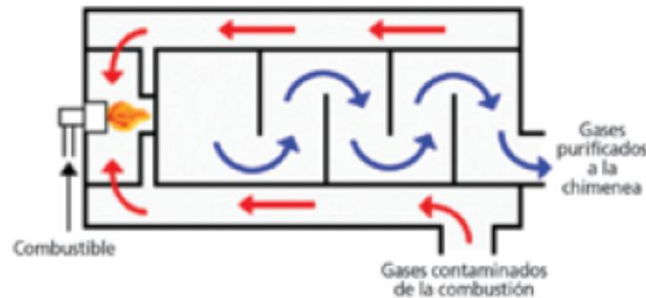


Jefatura de  
Gabinete de Ministros  
Presidencia de la Nación

## Factores que determinan la elección de una técnica de control para emisiones de gases contaminantes

- Las propiedades químicas del contaminante
- El valor del contaminante si es recuperado
- Costos del control
- El impacto de la técnica de control sobre la contaminación del agua o producción de desechos sólidos

# Incineradores termales



- Incineración u oxidación termal: proceso de oxidar materiales combustibles elevando la  $T^\circ$  del material por encima de su **punto de auto-ignición** en la **presencia de oxígeno**, y manteniéndolo a alta  $T^\circ$  por un tiempo suficiente para completar su combustión a dióxido de carbono y vapor de agua
- Si operan correctamente pueden destruir mas de 99% de los contaminantes gaseosos
- **Parámetros de diseño básico:** tiempo, temperatura, turbulencia (mezclado) y disponibilidad de oxígeno
- **Tiempo de permanencia:** periodo que la mezcla del combustible permanece en la **cámara de combustión**
- A menudo se agrega un combustible suplementario para completar la cantidad de gases contaminantes que se queman
- La energía y calor producidos se pueden recuperar y dedicar a usos en planta (**recuperación de calor** → *intercambiador de calor*)

# Incineradores termales

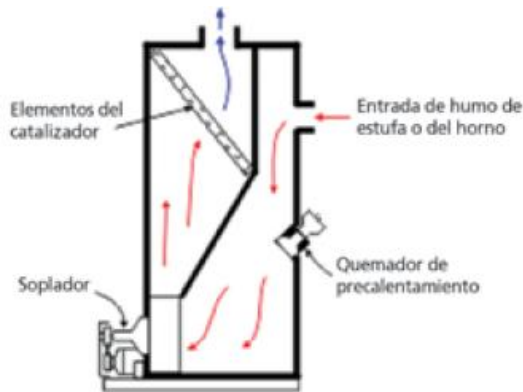
- **USOS:** COVs y algún tipo de material particulado
- **TIPO DE FUENTE APLICABLE:** puntual
- **APLICACIONES INDUSTRIALES:**
  - COVs de :
    - Almacenamiento y carga/descarga de productos de petróleo y otros líquidos orgánicos volátiles
    - Limpieza de recipientes (tanques de ferrocarril, barcasas)
    - Válvulas de purga de proceso en la industria manufacturera de químicos orgánicos sintéticos
    - Manufactura de pinturas
    - Productos de caucho y manufactura de polímeros
    - Manufactura de madera multilaminar
    - Operaciones de recubrimiento de superficies
    - Recubrimiento flexibles de vinilo y uretano
    - Industrias de artes graficas



# Incineradores termales

- **VENTAJAS:** es uno de los métodos mas eficientes y comprobados para destruir COVs con eficiencias de hasta el 99,9999 %
- **DESVENTAJAS:**
  - Costos de operación relativamente altos
  - Puede generar compuestos peligrosos por combustión incompleta por utilización fuera de parámetros
  - Corrientes con flujo altamente variable con tiempo reducido de residencia y mezclado deficiente
  - No recomendable para gases que contengan compuestos halogenados o azufrados debido a la formación de gases altamente corrosivos

# Incineración Catalítica



- Similar a los termales, incluye un catalizador para mejorar el proceso de combustión
- Catalizador: sustancia que acelera una reacción química sin que la reacción cambie o consuma dicha sustancia
- Permiten que la combustión ocurra con temperaturas mas bajas, lo que reduce el costo del combustible
- Eficiencia de destrucción mayor de 95%
- Para emisiones con bajo contenido de COVs
- $A > V$  de catalizadores o  $> T^\circ \rightarrow >$  eficiencia
- Mas adecuada para sistemas con menores volúmenes de escape, cuando hay poca variación en el tipo y concentración de COVs, y cuando los venenos catalíticos no están presentes

# Incineración Catalítica

- **USOS:** para destruir COVs y algún tipo de material particulado
- **TIPO DE FUENTE APLICABLE:** puntual
- **APLICACIONES INDUSTRIALES:**
  - Industria de recubrimiento de superficies e imprenta
  - Ollas para el cocimiento de barnices
  - Hornos del núcleo de la fundición
  - Hornos para el procesamiento de papel filtro
  - Secadores del barniz de a madera multilaminar
  - Estaciones de carga de gasolina en volumen
  - Válvulas de purga de proceso en la industria manufacturera de orgánicos sintéticos
  - Productos de caucho y manufactura de polímeros
  - Manufactura de resinas de polietileno, poliestireno y poliéster

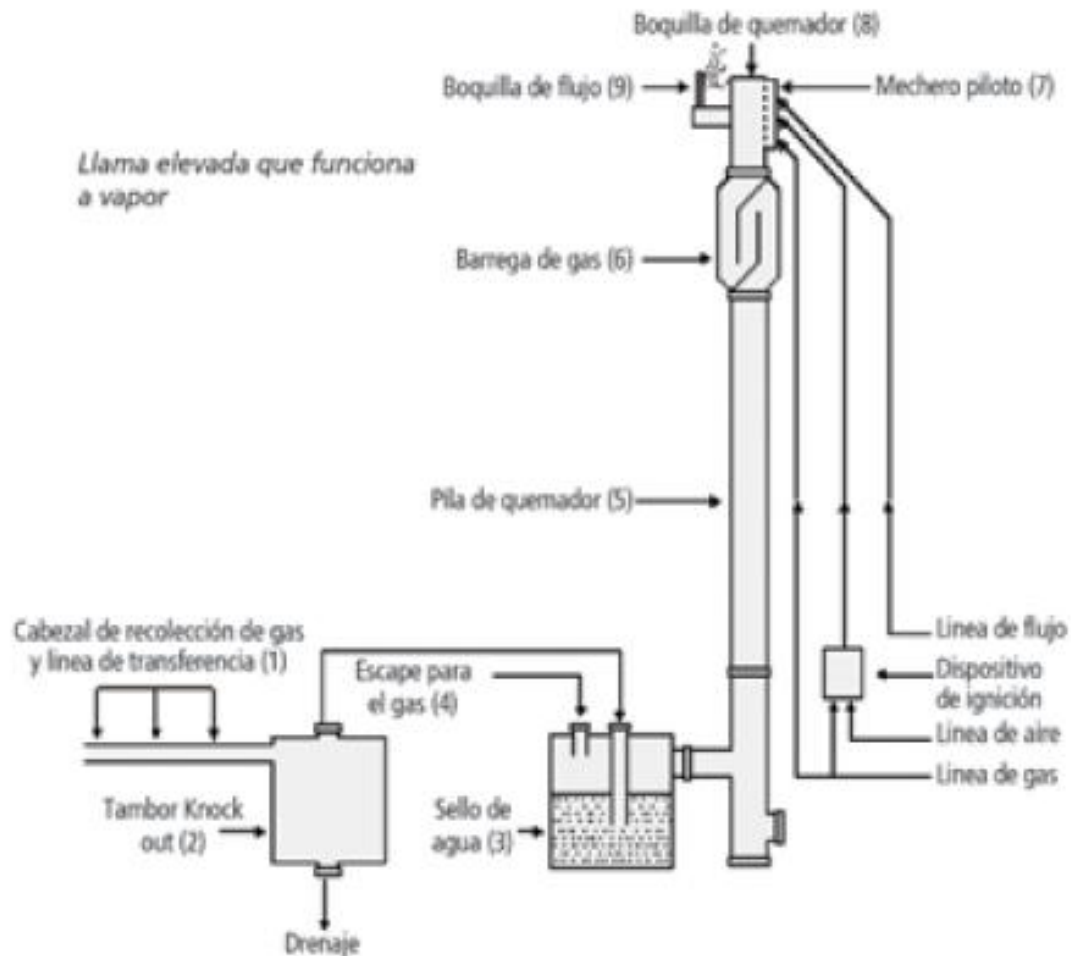
# Incineración Catalítica

- **VENTAJAS:**
  - Menores requisitos de combustible
  - Menores temperaturas de operación
  - Pocos o ningún requisito de aislamiento
  - Peligros de incendio reducido
  - Problemas de flashback (ráfaga hacia atrás) reducidos
  - Menor volumen/tamaño requerido
- **DESVENTAJAS:**
  - Costo inicial alto
  - Posibilidad de envenenamiento del catalizador
  - El particulado debe ser removido previamente
  - El catalizador usado que no puede ser regenerado necesita ser desechado



# Llamas (Antorchas, flares)

*Llama elevada que funciona  
a vapor*



# Llamas (Antorchas, flares)

- Para disposición de gases residuales durante alteraciones del proceso, como los que se dan cuando se inicia o concluye un proceso
- Son básicamente dispositivos de seguridad que también se usan para destruir emisiones de desechos
- Control de emisiones que contengan COVs
- Se pueden diseñar para manejar desechos que tienen fluctuaciones en la tasa de flujo y en el contenido de COVs
- Eficacia de destrucción de aproximadamente 98%

# Llamas (Antorchas, flares)

- **USOS:**
  - COVs con la excepción de los compuestos halogenados
  - Mayoría de las plantas químicas y refinerías, diseñadas para aliviar las alteraciones en los procesos de emergencia que requieren la liberación de grandes volúmenes de gas
- **TIPO DE FUENTE APLICABLE:** puntual
- **VENTAJAS:**
  - Manera económica de desechar descargas repentinas de cantidades grandes de gas
  - En muchos casos no requieren un combustible auxiliar para sostener la combustión
  - Suelen ser utilizadas para controlar corrientes de desecho intermitentes o fluctuantes
- **DESVENTAJAS:**
  - Pueden producir ruido, humo, radiación de calor y luz indeseables
  - Pueden ser una fuente de SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> y CO
  - No aptas para tratar corrientes de desecho con compuestos halogenados
  - Se pierde el calor liberado proveniente de la contaminación

# Calderas

y

# Calentadores Industriales

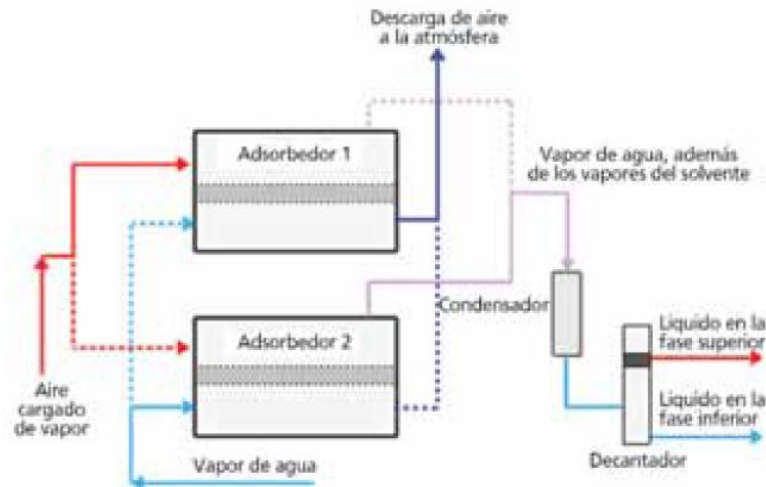
- Para generación de calor y energía
- Principal propósito: contribuir a las operaciones de la planta
- Su uso para el control de la contaminación es secundario
- Se usa para el control de la contaminación solo si los contaminantes no afectan el desempeño de las unidades
- Un flujo contaminante sirve como combustible suplementario solo si su poder calorífico es adecuado
- Los COVs tienen diferente poder calorífico
- Flujo contaminante y poder calorífico  $\uparrow \gg$  puede ser la fuente primaria de combustible
- Los COVs de bajo poder calorífico bajo pueden ser descargados solo si el flujo es lo suficiente pequeño para no afectar el desempeño
- Pueden proporcionar una eficiencia de destrucción mayor de 98%



# Calderas y Calentadores Industriales

- **TIPO DE FUENTE APLICABLE:** puntual
- **VENTAJAS:**
  - Bajo costo adicional del capital ya que las unidades son esenciales para toda la operación de la planta
  - Se puede recuperar el poder calorífico del flujo contaminante para reducir costos
- **DESVENTAJAS:**
  - No puede utilizarse si el flujo contaminante es de bajo poder calorífico

# Adsorbedores de Carbón



- El mas común es mediante el carbón, que usa articulas de carbón activado para controlar y recuperar las emisiones gaseosas contaminantes
- El gas es atraído y se adhiere a la superficie porosa del carbón activado
- Se logra una eficiencia de remoción de 95 a 99%
- Adecuado para recuperar COVs valiosos, p.e. el percloroetileno que se usa en los procesos de lavado al seco
- Pueden ser **regeneradores** o **no regeneradores**
- Los sistemas regeneradores se usan cuando la concentración del contaminante en el flujo de gas es relativamente alto

# Absorbedores

- Llamados también **LAVADORES DE GASES o SCRUBBERS**.
- Proceso por el cual un contaminante gaseoso se disuelve en un líquido
- El agua es el absorbente mas usado
- A medida que el flujo de gas pasa por el líquido este absorbe el gas
- Usado para recuperar productos o purificar gases con alta concentración de compuestos orgánicos
- **Contaminación del aire → contaminación del agua**
- Diseñado para obtener la mayor cantidad de mezcla posible entre el gas y el líquido

Los mas usados:

- Torres rociadoras
- Columnas de relleno
- Cámaras rociadoras
- Lavadores Venturi

# Absorbedores Columnas de relleno



Típico sistema de absorción con columna rellena y flujo contra corriente

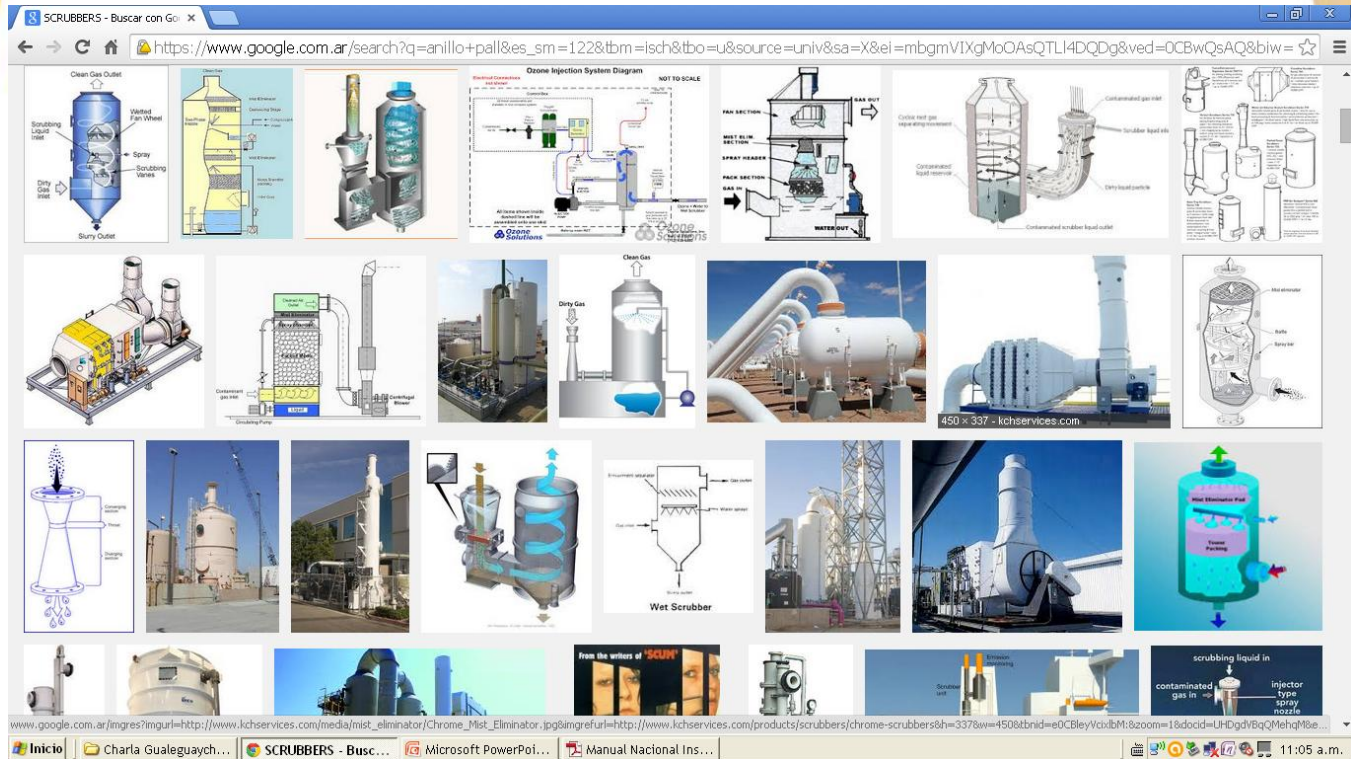


# Absorbedores

## Columnas de relleno



# Absorbedores



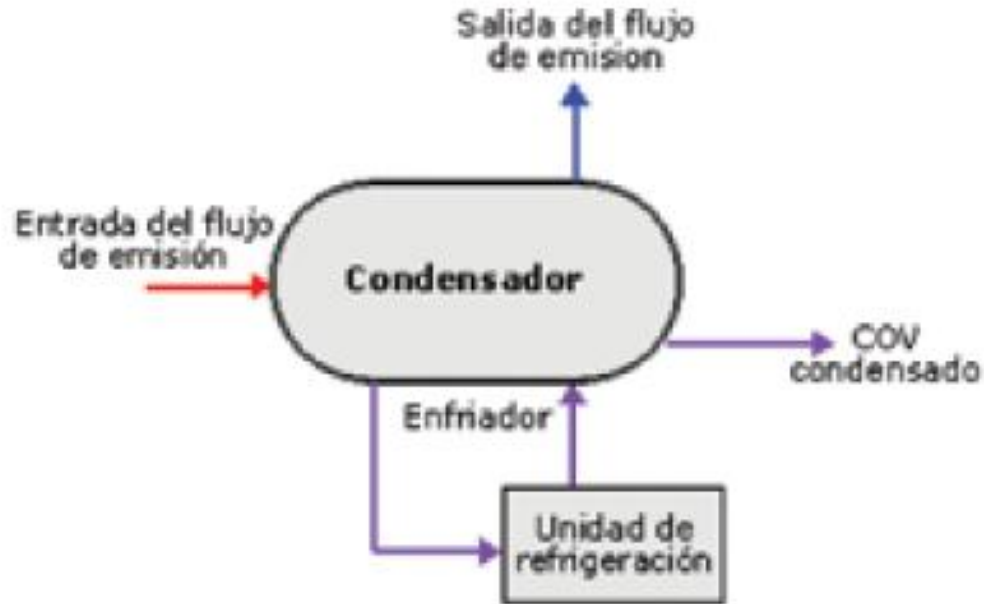
# Condensadores

- Remueven contaminantes gaseosos mediante la reducción de la temperatura del gas hasta el punto en el que el gas se condensa y se puede recolectar en estado líquido
- Se puede lograr mediante un incremento de la presión o la extracción de calor de un sistema
- La extracción de calor es la técnica que mas se emplea
- Usado generalmente para recuperar los productos valiosos de un flujo de desechos
- Usualmente se usa con otro dispositivo de control (p.e. condensación y luego incineración)
- Eficiencia de remoción de 50 a 95%, dependiendo del diseño y aplicación



# Condensadores

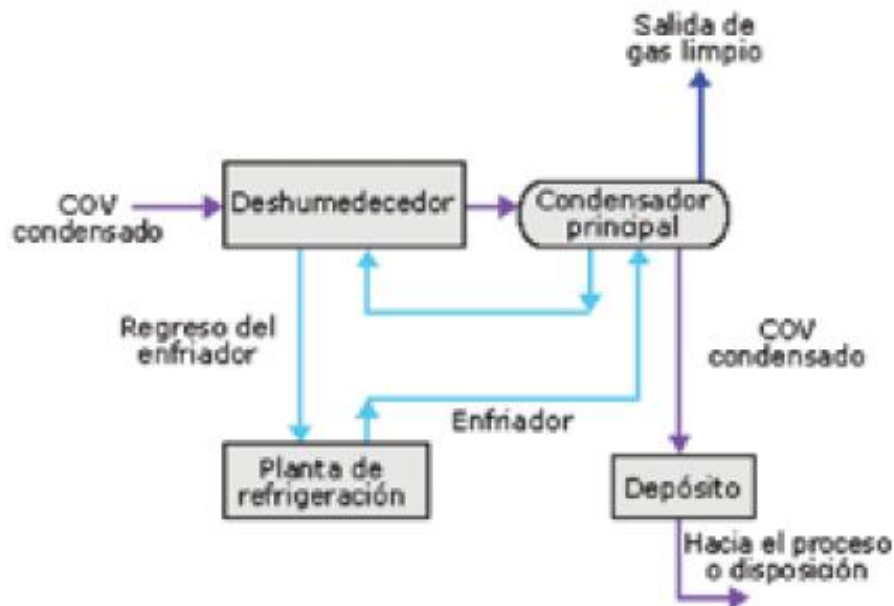
- Condensadores de contacto:
  - El gas hace contacto con un liquido frio



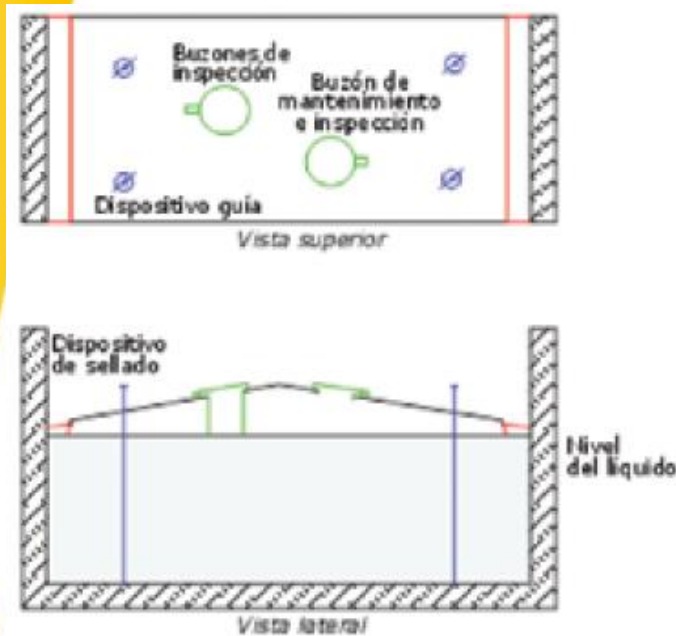


# Condensadores

- Condensadores de superficie:
  - El gas hace contacto con una superficie fría en la cual circula un liquido o gas enfriado, como la parte exterior de un tubo



# Equipo y Practicas de Trabajo



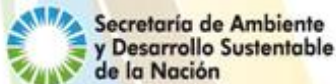
Cubierta flotante en un separador

- **Equipos:**
  - Los separadores de aceite y agua se usan para remover el aceite de aguas residuales, que pueden ser fuente de emisión de COVs.
  - Instalación de un techo fijo o flotante puede reducir la emisión
  - Instalación de techos flotantes en tanques de deposito que contienen líquidos volátiles como la gasolina
- **Practicas:**
  - Programa regular de inspección y mantenimiento para reducir la emisión de gas proveniente de equipos con fugas, mediante un analizador portátil de vapor orgánico para detectar fugas en válvulas, bombas y accesorios
  - Un vez detectadas las fugas, se reparan para reducir las emisiones

# Técnicas y dispositivos de control para partículas líquidas y sólidas



- El MP incluye pequeñas partículas líquidas y sólidas
- También es referido como humo, polvo, vapor o neblina
- El MP < 10 y 2.5  $\mu\text{m}$  son reconocidos como contaminante criterio. Efecto sobre la salud humana mayor
- Las técnicas de control se centran en capturar el MP emitido por una fuente contaminante
- El MP es encauzado por un canal o chimenea



# Técnicas y dispositivos de control para partículas líquidas y sólidas

- Las características de la corriente de MP afectan la elección del dispositivo de control:
  - Variedad del tamaño de las partículas
  - Tasa de flujo del escape
  - Temperatura
  - Contenido de humedad
  - Propiedades químicas del flujo de la corriente de escape:
    - Capacidad explosiva
    - Acidez
    - Alcalinidad
    - inflamabilidad



# Técnicas y dispositivos de control para partículas líquidas y sólidas



Dispositivos mas usados:

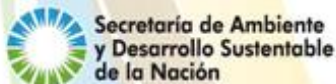
- **Precipitadores electrostáticos**
- **Filtros**
- **Lavadores Venturi**
- **Cámaras de sedimentación**
- **Ciclones**

En muchos casos se usa mas de uno de estos dispositivos en serie para obtener la eficiencia de remoción deseadas.

El MP es capturado pero no destruido, por lo que hay que disponerlos en un lugar adecuado como en un relleno.

Las aguas residuales generadas por los lavadores deben ser enviadas a una planta de tratamiento de aguas residuales.

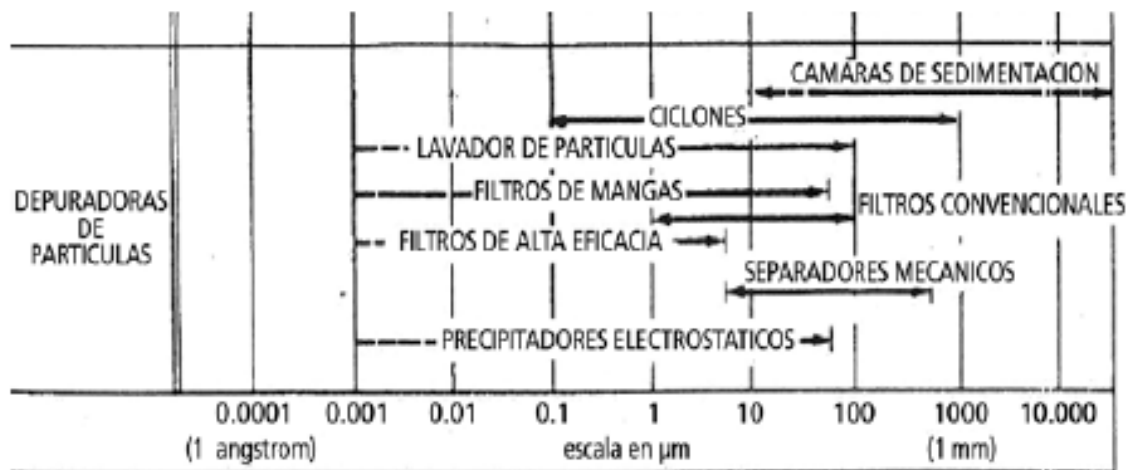
Cuando es posible o adecuado, el MP se recicla y vuelve a usar.



# Técnicas y dispositivos de control para partículas líquidas y sólidas

Intervalo de uso eficiente

EQUIPO	RANGO DE PARTÍCULAS QUE ATRAPA EN MICRAS
Precipitadores electrostáticos	0.01 a 90
Torres empacadas	0.01 a 100
Filtros de papel	0.005 a 8
Filtros de tela	0.05 a 90
Lavadores de gases	0.05 a 100
Separadores centrífugos	5 a 1000
Cámaras de sedimentación	10 10000



# Precipitadores electrostáticos (PE)

DESARROLLO  
DE CAPACIDADES  
Proyecto PNUD 081014

- Utilizan la fuerza eléctrica para la remoción, dirigiéndolas hacia la placa del colector
- El MP se carga mediante el choque con iones gaseosos creados por la ionización del aire generado entre los electrodos
- Tras la carga el MP siguen las líneas de campo producidas por el alto voltaje hasta la superficie del electrodo colector
- El MP debe ser eliminado de las placas y recolectadas en una tolva ubicada en la parte inferior, evitando que se reencaucen en la corriente gaseosa
- Eficiencia de remoción muy variable. Para MP fino la eficiencia de remoción es de aproximadamente 99%
- Para reducir la contaminación atmosférica producida por humos y otros desechos industriales gaseosos, especialmente en las plantas que funcionan en base a combustibles fósiles

Secretaría de Ambiente  
y Desarrollo Sostenible  
de la Nación

Jefatura de  
Gabinete de Ministros  
Presidencia de la Nación

# Precipitadores electrostáticos (PE)

## Tipo placa

- Secos o húmedos

## Tipo tubo

- Secos o húmedos

En los PEH los colectores se bañan intermitentemente o continuamente con una aspersión de líquido, normalmente agua.

Las tolvas de recolección se remplazan por un sistema de drenaje.

El efluente húmedo se recolecta y frecuentemente se trata in situ.

Los PEH se utilizan en situación en que los PE secos no son apropiados:

- material húmedo, pegajoso
- inflamable
- explosivo
- resistividad alta



# Precipitadores electrostáticos (PE)

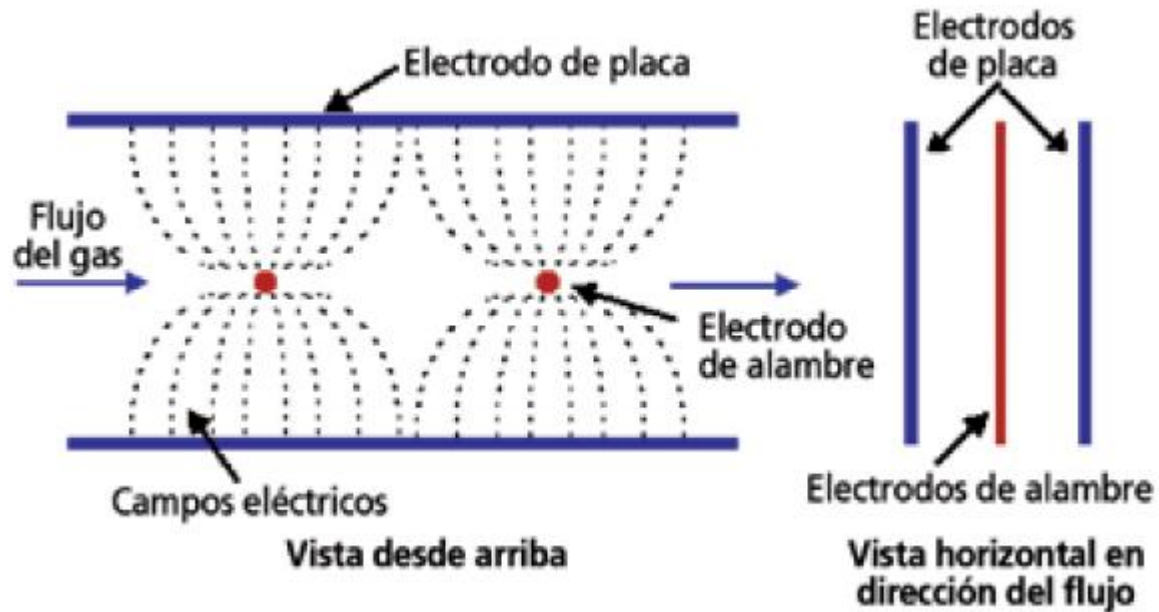
DESARROLLO  
DE CAPACIDADES  
Proyecto PNUD 08/014

- TIPO DE FUENTE APLICABLE: puntual
- VENTAJAS:
  - Requisitos energéticos y costos de operación bajos
  - Eficiencias altas aun con partículas muy pequeñas
  - Rango amplio de temperatura de gases
  - Pueden operar bajo presiones altas o condiciones de vacío
  - Velocidades de flujo relativamente grandes se pueden manejar de manera efectiva
- DESVENTAJES:
  - Costos de capital generalmente altos
  - Los electrodos de descarga fabricados de alambre requieren altos niveles de mantenimiento

No apropiados para procesos que sean demasiado variables, debido a que son muy sensibles a las fluctuaciones en las condiciones de la corriente de gas

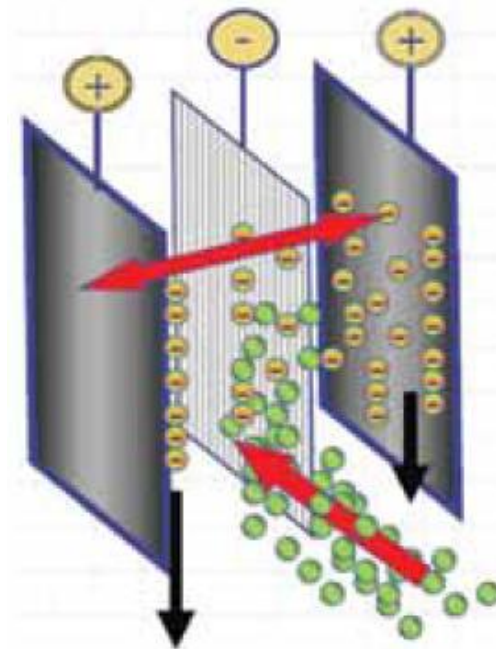
# Precipitador de placa - alambre

- Consta de placas paralelas y alambres entre las placas
- Permite muchas líneas de flujo operando en paralelo
- Permite tratar grandes volúmenes de flujo
- Las placas son el electrodo colector que deben ser golpeada periódicamente para desprender el material colectado



# Precipitador de placas planas

- Tres placas de electrodos
- Incremente el campo eléctrico
- Proporciona mayor área superficial



# Precipitador Tipo Tubo - Alambre

DESARROLLO  
DE CAPACIDADES  
Proyecto PNUD 08/014

- El gas emitido fluye verticalmente a través de tubos conductivos
- Generalmente con varios tubos operando en paralelo
- Los tubos pueden estar alineados en formación circular, cuadrada o en forma de panal hexagonal

Secretaría de Ambiente  
y Desarrollo Sustentable  
de la Nación

Jefatura de  
Gabinete de Ministros  
Presidencia de la Nación



# Filtros

DESARROLLO  
DE CAPACIDADES  
Proyecto PNUD 08/014

- La corriente de gas residual se pasa a través del medio de filtración ocasionando que el material particulado de la corriente de gas sea recolectado en el medio por tamizado y por otros mecanismos
- Se los puede clasificar en dos tipos:
  - » Filtros de papel/material no tejido
    - Casa de bolsas
    - filtros HEPA (High Efficiency Particle Air)
    - filtros de cartucho
  - » Filtros de tela:

Secretaría de Ambiente  
y Desarrollo Sustentable  
de la Nación

Jefatura de  
Gabinete de Ministros  
Presidencia de la Nación

# Filtros HEPA

DESARROLLO  
DE CAPACIDADES  
Proyecto PNUD 08/014

- Contienen generalmente un medio de papel
- En la mayoría de los casos el medio filtrante se fabrica de fibras de vidrio enmarcadas, tal como la micro fibra de borosilicato
- El diámetro pequeño de la fibra y la alta densidad de empaqueo permiten la eficiente recolección del MP sub-micrométrico
- El medio filtrante es plisado para proporcionar una mayor relación de área superficial a velocidad de flujo volumétrico
- Para MP de gran tamaño generalmente se requiere prefiltración
- En muchos casos son el final de un sistema de filtración
- Diseños mas comunes:
  - celdas de filtración de caja
  - celdas de filtración cilíndrica

Secretaría de Ambiente  
y Desarrollo Sustentable  
de la Nación

Jefatura de  
Gabinete de Ministros  
Presidencia de la Nación

# Filtros HEPA

## • USOS:

- Incineradores de residuos hospitalarios
- Residuos nucleares de bajo nivel
- Sistemas de ventilación y seguridad nuclear
- Cuartos limpios
- Industria de alimentos
- Industria farmacéutica

## • VENTAJAS:

- Alta eficiencia de recolección de partículas sub-micrométricas
- El aire de salida sale muy limpio y en muchos casos puede ser recirculado a la planta
- No requieren de uso de alto voltaje, por lo cual pueden recolectarse polvos inflamables
- Sistemas y corazas de filtros comerciales dispuestos en varios tipos de configuraciones, por lo que pueden cubrir una amplia variedad de requisitos de instalación y operación

## • DESVENTAJAS:

- Las altas eficiencias requieren que se mantengan la integridad de los sellos de filtros
- Temperaturas mayores a 90° o contaminantes corrosivos requieren el uso de materiales específicos los cuales son muy caros
- Requieren de mucho mantenimiento y cambio frecuente de los filtros
- No pueden operarse en ambientes húmedos ya que los materiales higroscópicos y la condensación de humedad pueden taponar el filtro
- Pueden generar un volumen alto de residuo con una baja concentración de contaminantes

# Filtros tipo Cartucho

- Medios filtrantes ya sea de papel o de material fibroso no tejido
- Naturales: celulosa
- Sintéticos: fibra de vidrio
- Materiales no tejidos: poliéster o polipropileno
- Medio de soporte por marcos de alambre, internos y externos
- Se recolecta por tamizado y otros mecanismos
- La pasta de polvo que se forma en el medio filtrante por el MP recolectado, puede aumentar significativamente la eficiencia de recolección
- Amplia variedad de diseños y dimensiones de cartuchos
- Los diseños típicos son:
  - Paneles planos
  - Paquetes en forma de V
  - Paquetes cilíndricos
- Los cartuchos se colocan en un marco construido de metal o madera
- Se puede colocar dos cartuchos en serie

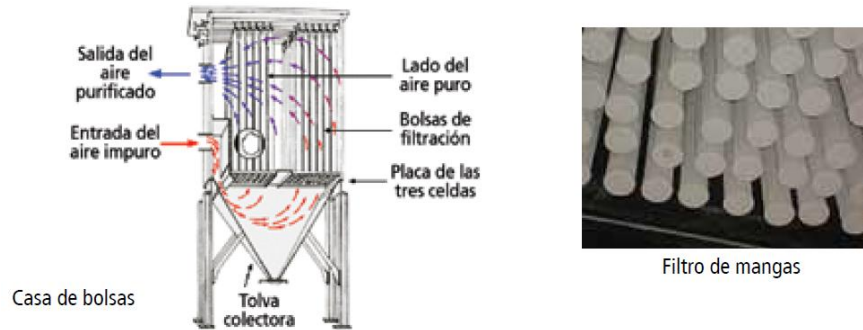


# Filtros tipo Cartucho

- TIPO DE FUENTE APLICABLE: puntual
- VENTAJAS:
  - Son relativamente insensibles a fluctuaciones en las condiciones de la corriente de gas
  - En los filtros con limpieza continua, la eficiencia y la caída de presión permanecen relativamente invariables con fuertes cambios en la carga de entrada de polvo
  - El aire de salida del filtro esta muy limpio y en muchos casos puede ser recirculado a la planta
- DESVENTAJAS:
  - Para temperaturas muy por encima de los 95°C, se requieren medios filtrantes especiales, los cuales suelen ser muy caros
  - Pueden arder si se recolecta polvo rápidamente oxidable
  - Tienen requisitos de mantenimiento relativamente altos
  - No pueden operarse en ambientes húmedos
  - Para ciertos tipos de polvo se pueden requerir telas tratadas para reducir la percolación de los polvos o, en otros casos, para facilitar la remoción de los polvos recolectados

# Cámara de bolsas (bag house)

## Filtro de tela o cámara de filtros de bolsa

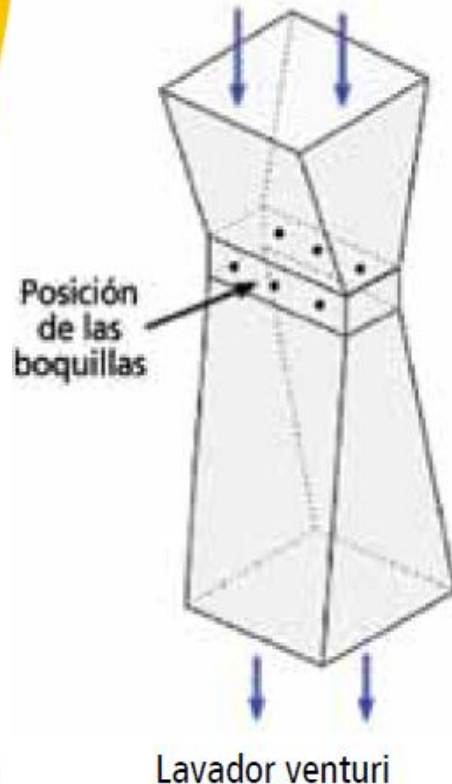


- Trabaja bajo el mismo principio que una aspiradora de uso domestico
- El flujo de gas pasa por el material del filtro que retira las partículas
- El filtro de tela es eficiente para retener MP fino y puede sobrepasar el 99% de remoción
- DESVENTAJA: los gases a altas temperaturas a menudo tienen que ser enfriados antes de entrar en contacto con el material filtrante

# Filtro de mangas

- Es un dispositivo para la separación de partículas sólidas en suspensión de una corriente gaseosa
- No elimina la contaminación por COVs
- Se utilizan como una alternativa a los PE
- Consta de diversas mangas tejidas dispuestas sobre cestas metálicas
- El MP se acumula en su parte externa
- El material debe adaptarse al uso deseado y las condiciones existentes como la T° o la presencia de compuestos corrosivos
- El tamaño de los poros limita el tamaño mínimo de las partículas retenidas
- Por control de diferencia de P se puede determinar el grado de colmatación de los poros
- Al superar un límite determinado se limpian aplicando una fuerte contracorriente de aire comprimido o por sacudimiento mecánico
- El MP acumulado se recoge en embudos dispuestos debajo del filtro y se regenera el equipo

# Lavadores Venturi



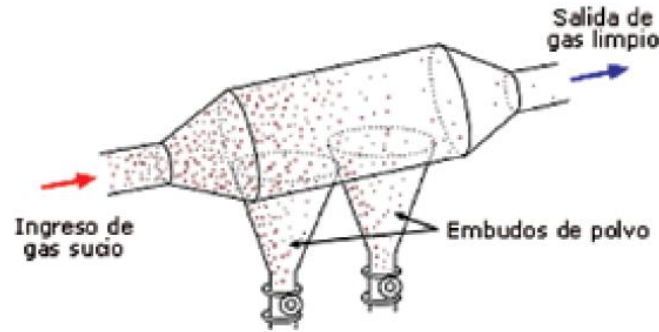
- Usan un flujo líquido para remover partículas sólidas
- La constricción hace que el flujo de gas se acelere cuando aumenta la presión
- El flujo de gas recibe un rocío de agua antes o durante la constricción en el tubo
- La diferencia de velocidad y presión que resulta de la constricción hace que las partículas y el agua se mezclen y combinen
- La reducción de velocidad de la sección expandida del cuello permite que las gotas de agua con partículas caigan de flujo de gas



# Lavadores Venturi

- **TIPO DE FUENTE APLICABLE:** puntual
- **VENTAJAS:**
  - Eficiencia de remoción de hasta 99% de partículas pequeñas
  - Pueden manejar MP inflamable, explosivo con bajo riesgo y neblinas
  - Mantenimiento relativamente bajo; simple en diseño y fáciles de instalar
  - Proporcionan enfriamiento para los gases calientes
  - Los gases y polvos corrosivos pueden ser neutralizados
- **DESVENTAJAS:**
  - El efluente líquido puede crear problemas de contaminación del agua
  - El producto de desecho se recolecta húmedo, generando lodos que requieren disposición
  - Alto potencial de problemas de corrosión
  - El MP recolectado puede estar contaminado, y puede no ser reciclado

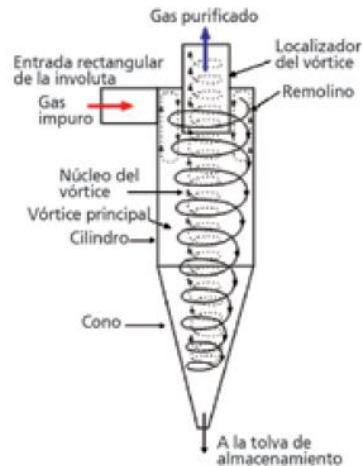
# Cámaras de sedimentación



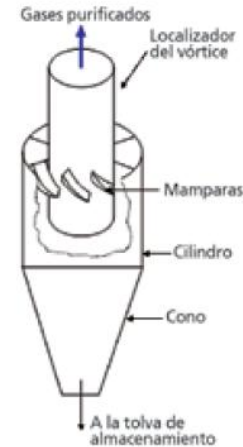
Cámara sedimentadora

- Emplean la fuerza de gravedad para remover partículas sólidas
- El flujo de gas ingresa a una cámara donde disminuye la velocidad de gas
- Las partículas más grandes caen al flujo de gas en una tolva
- Debido a que son efectivas solo para la remoción de partículas grandes, usualmente se usan junto con un dispositivo más eficiente de control

# Ciclones



Separador ciclónico de involuta



Separador centrífugo de mamparas axiales (ciclónico)

- Usan el principio de la fuerza centrífuga
- El flujo contaminante es forzado a un movimiento circular, que ejerce fuerza centrífuga sobre el MP y las dirige a las paredes exteriores del ciclón
- Las paredes del ciclón se angostan en la parte inferior de la unidad, lo que permite que el MP sea recolectado en una tolva


# Ciclones

- **TIPO DE FUENTE APLICABLE:** puntual
- **VENTAJAS:**
  - Bajo costo de capital
  - Falta de partes móviles, por lo tanto, pocos requerimientos de mantenimiento y bajos costos de operación
  - Caída de presión relativamente baja
  - Las limitaciones de T° y P dependen únicamente de los materiales de construcción
  - Colección y disposición en seco
  - Requisitos espaciales relativamente pequeños
- **DESVENTAJAS:**
  - Eficiencias de recolección de MP relativamente bajas, particularmente para  $MP < 10 \mu m$
  - No adecuado para materiales pegajosos o aglomerantes
  - Las unidades de alta eficiencia pueden tener altas caídas de presión





DESARROLLO  
DE CAPACIDADES  
Proyecto PNUD 08/014

 Secretaría de Ambiente  
y Desarrollo Sustentable  
de la Nación

 Jefatura de  
Gabinete de Ministros  
Presidencia de la Nación

# MANUAL NACIONAL PARA INSPECTORES AMBIENTALES



# CUENCA

## MATANZA RIACHUELO

---

### MANUAL PARA INSPECTORES



# ¡Muchas Gracias!

[npvidal@ambiente.gob.ar](mailto:npvidal@ambiente.gob.ar)