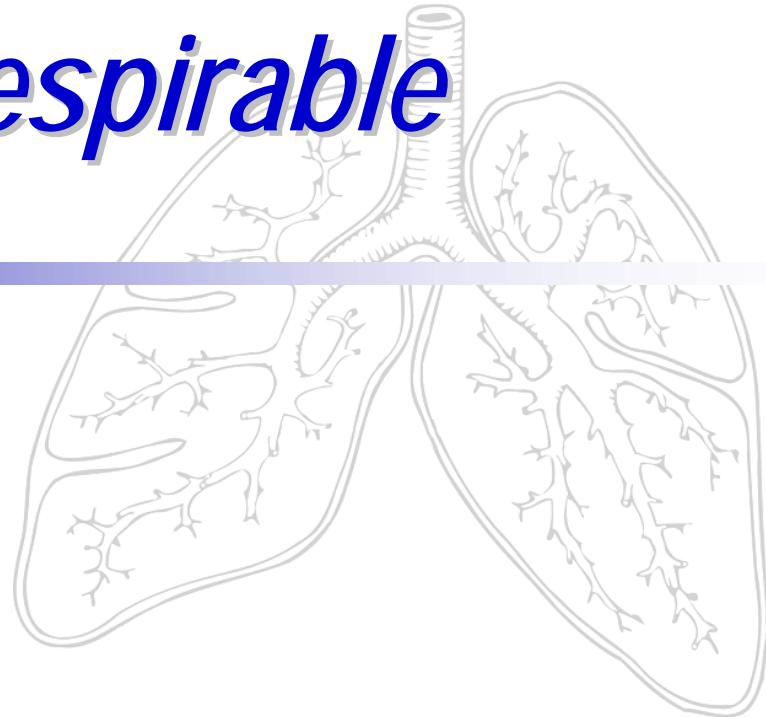


# *Fracciones Inhalable, Torácica y Respirable*



*Encarnación Sousa Rodríguez, CNNT*

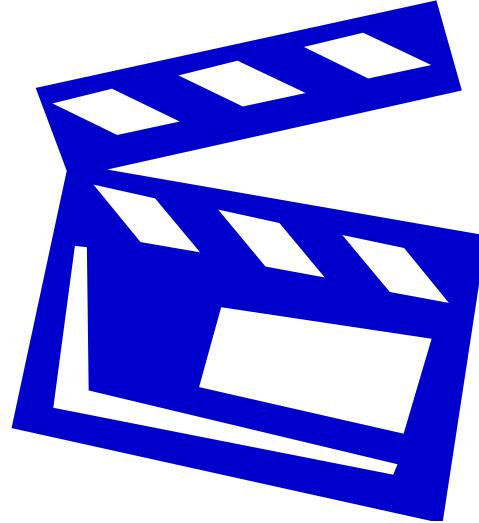


GOBIERNO  
DE ESPAÑA

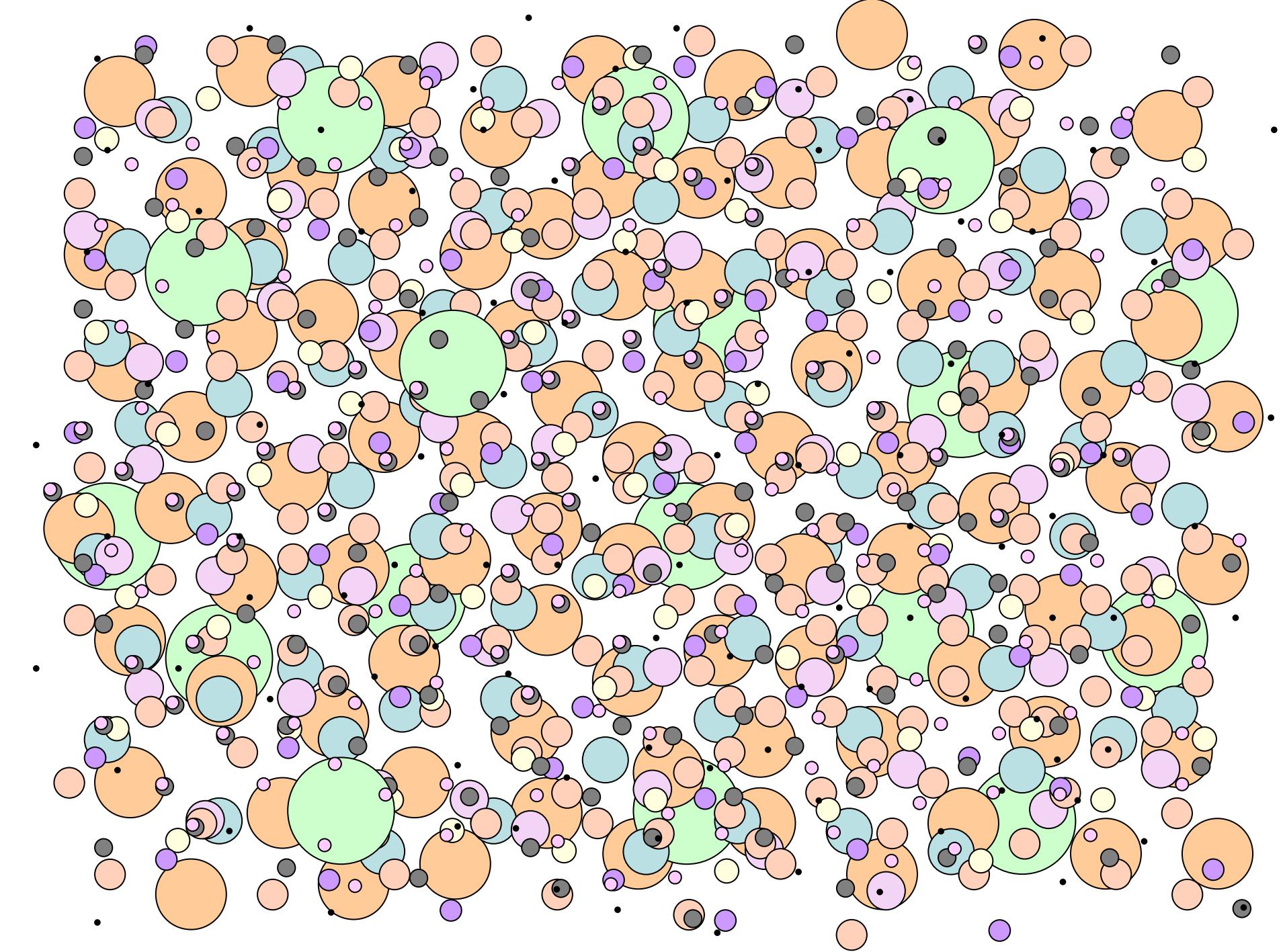
MINISTERIO  
DE TRABAJO  
E INMIGRACIÓN



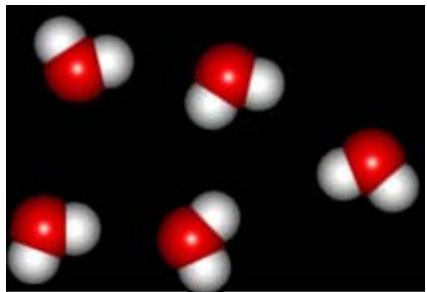
INSTITUTO NACIONAL  
DE SEGURIDAD E HIGIENE  
EN EL TRABAJO



**EL PROTAGONISTA**

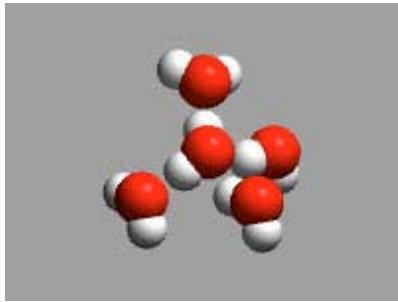


# AGENTES QUÍMICOS

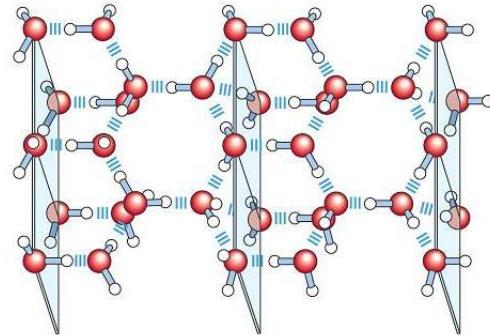


**GAS**

**VAPOR**



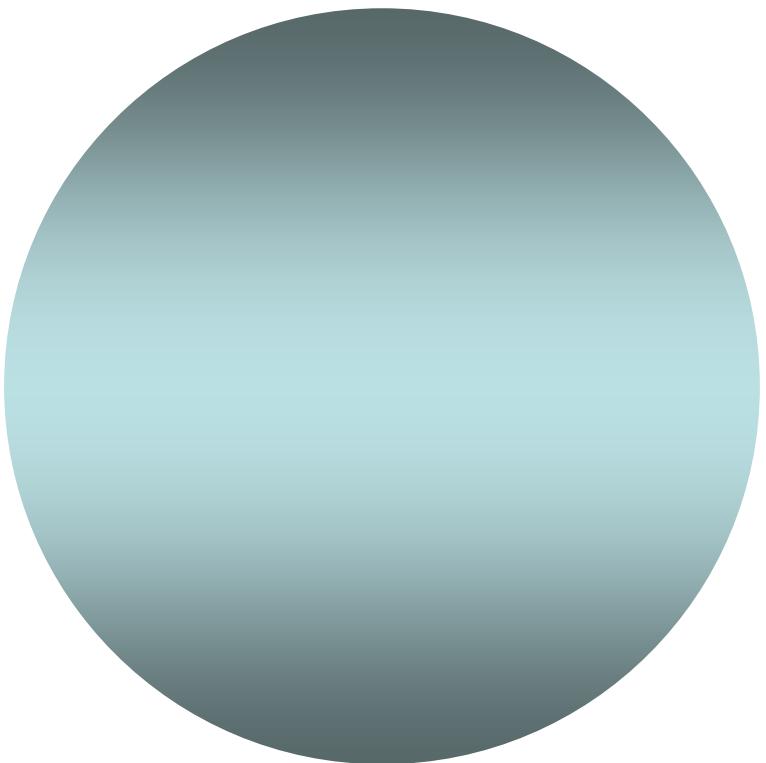
**NIEBLA**



**POLVO**

**HUMO**

**FIBRAS**



← 100 Å

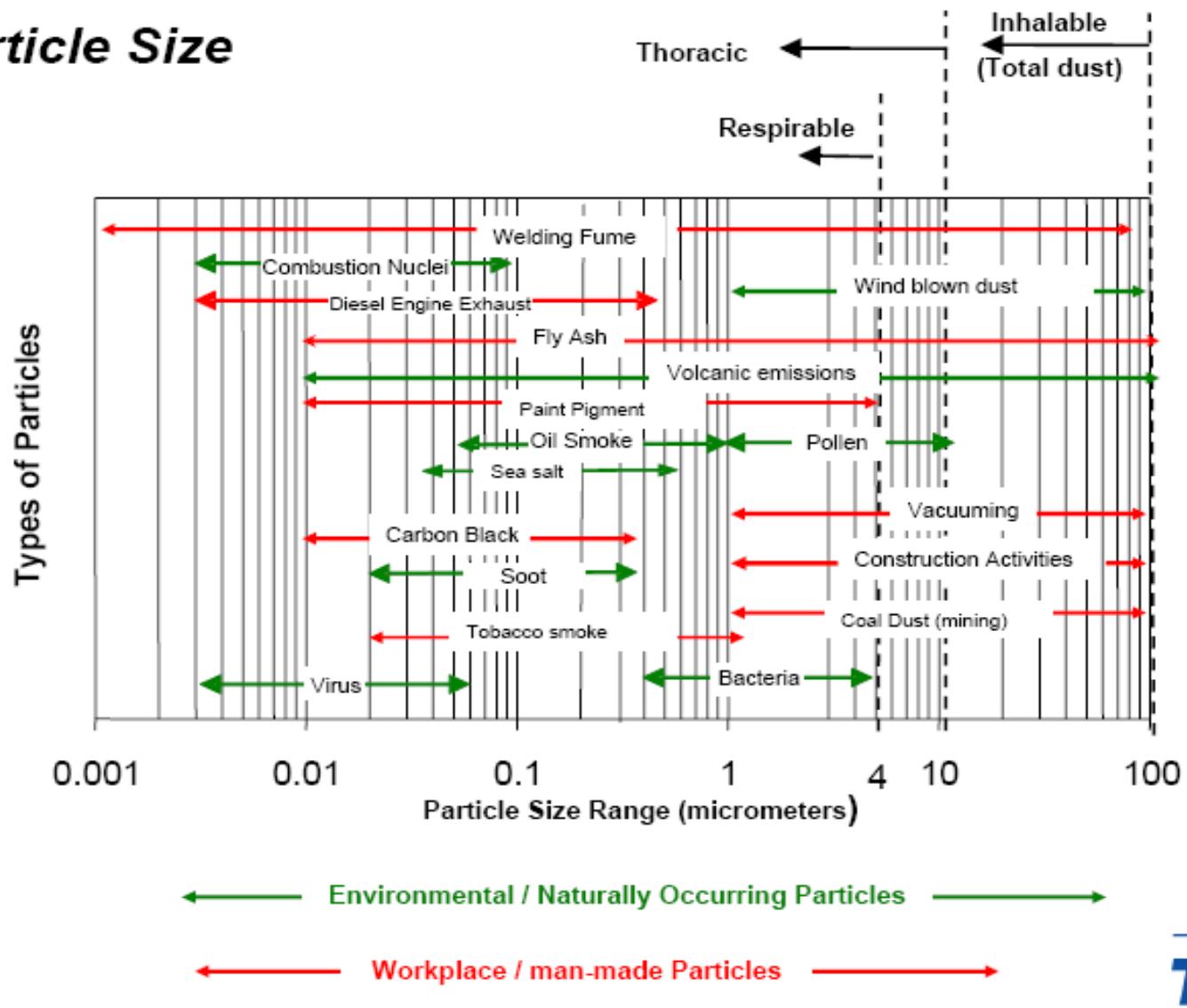
↑  
2 Å

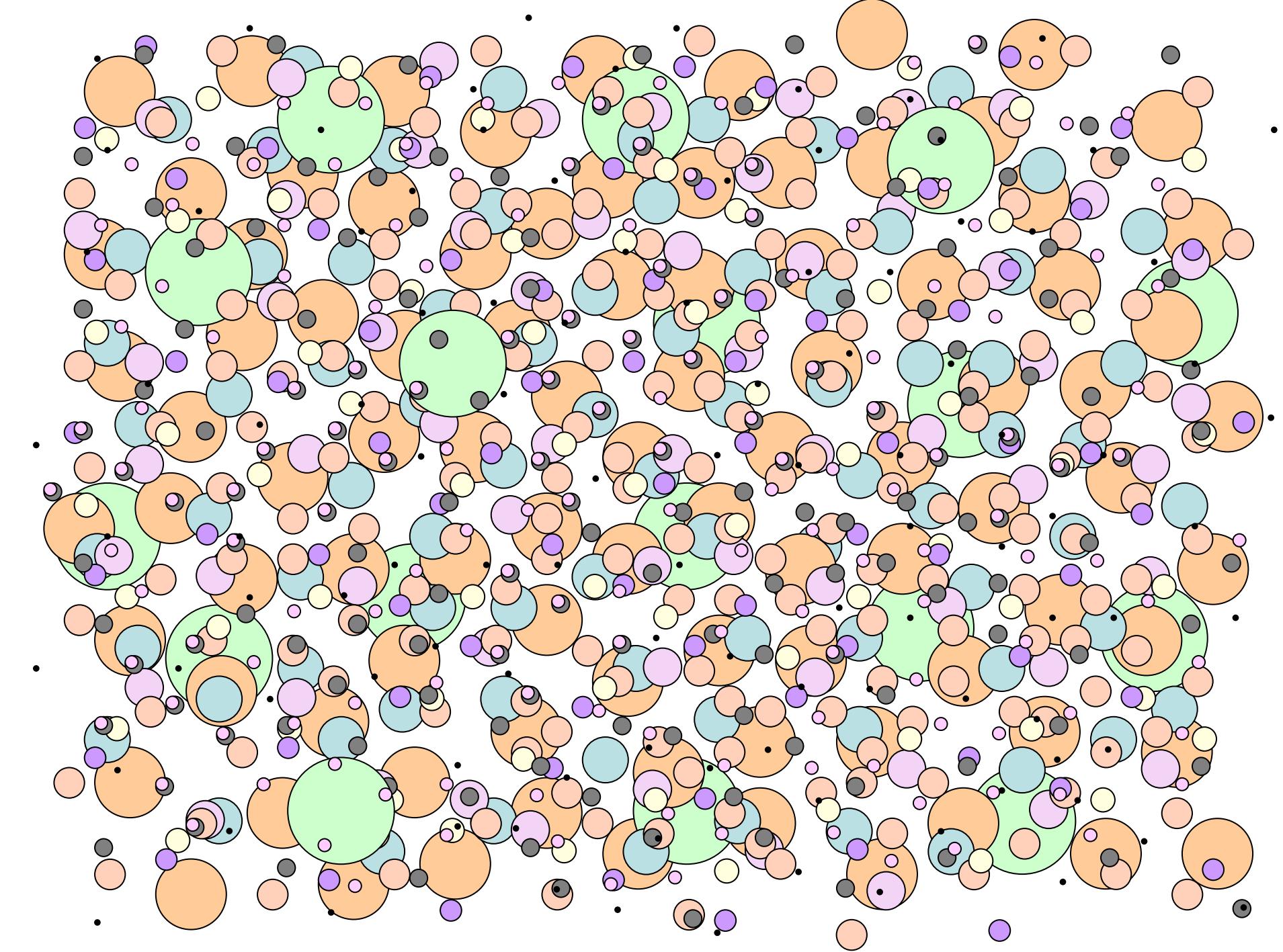
# DIÁMETRO AERODINÁMICO

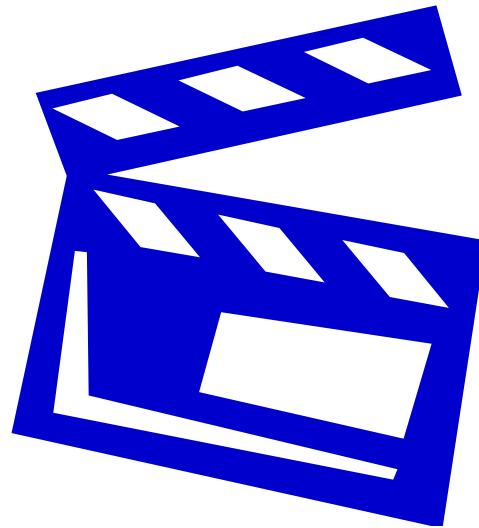
Diámetro de una esfera hipotética de densidad  $1\text{g/cm}^3$  que tenga la misma velocidad final debida a la fuerza gravitatoria, en aire en calma, que la partícula, bajo las condiciones existentes de temperatura, presión y humedad relativa.

# TAMAÑOS MATERIA PARTICULADA

## Particle Size

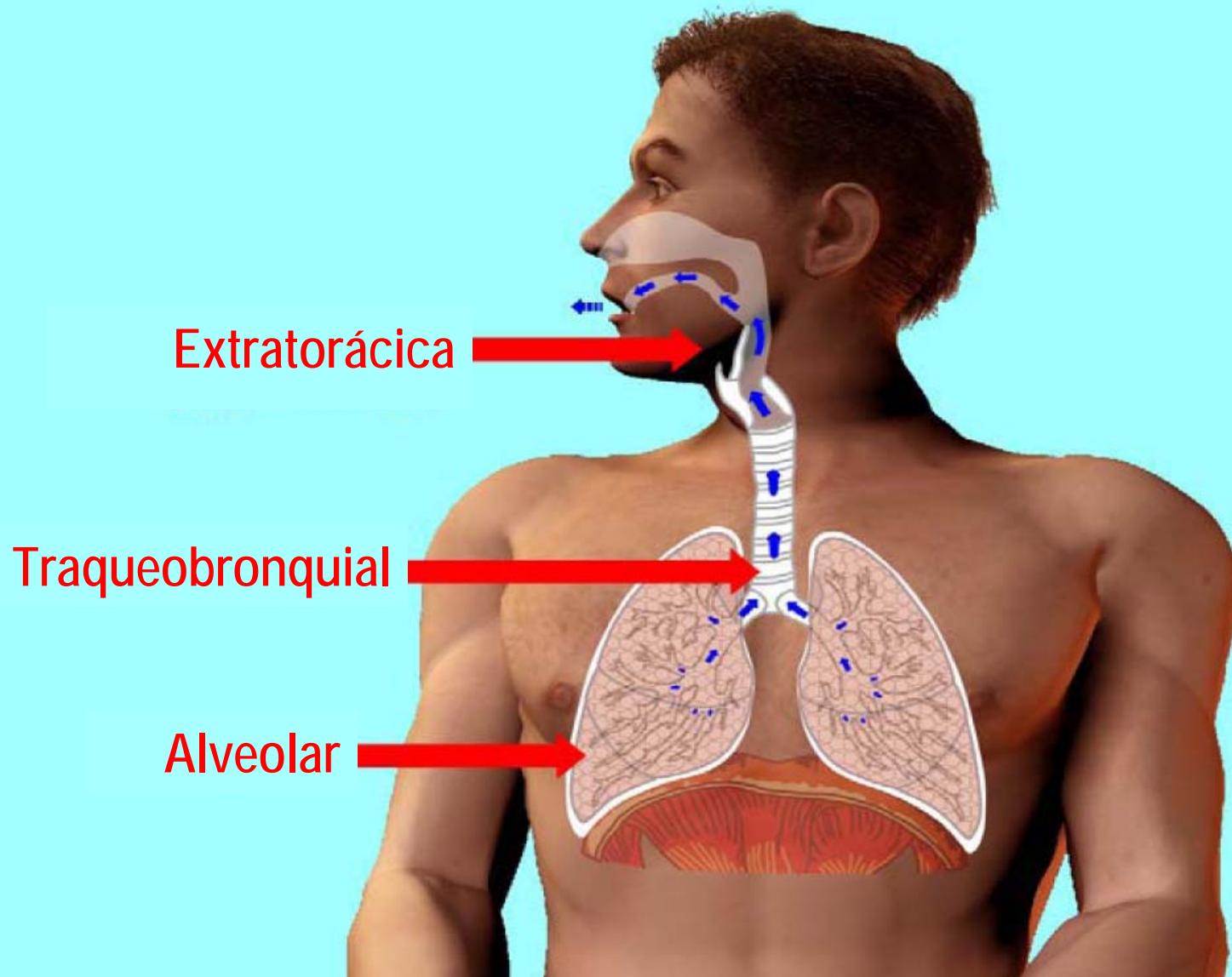




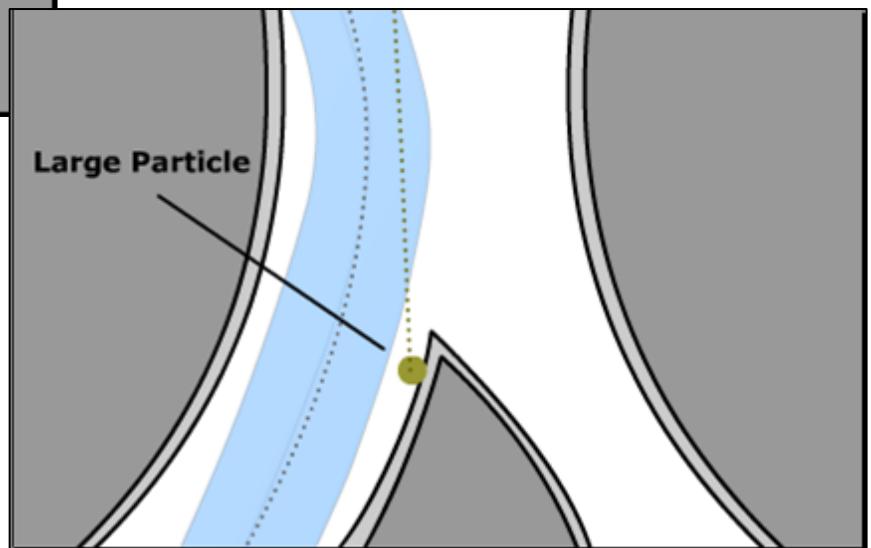
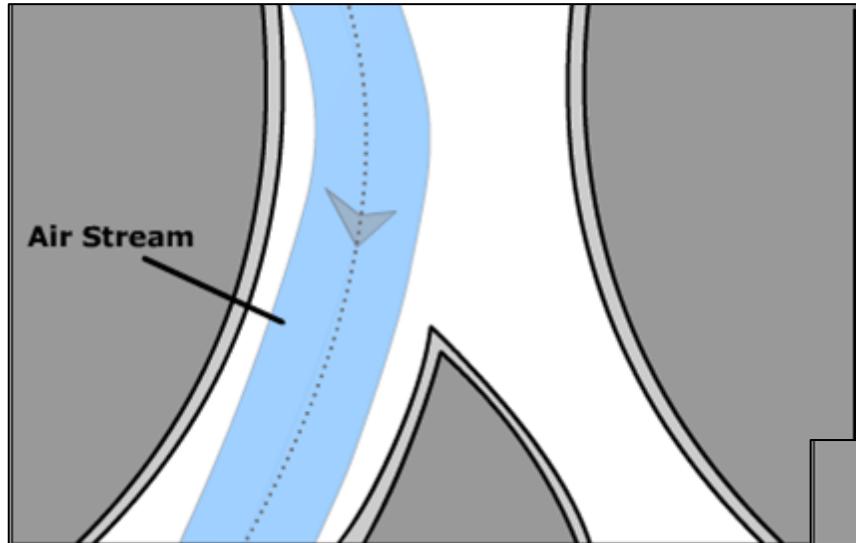


**EL GUIÓN**

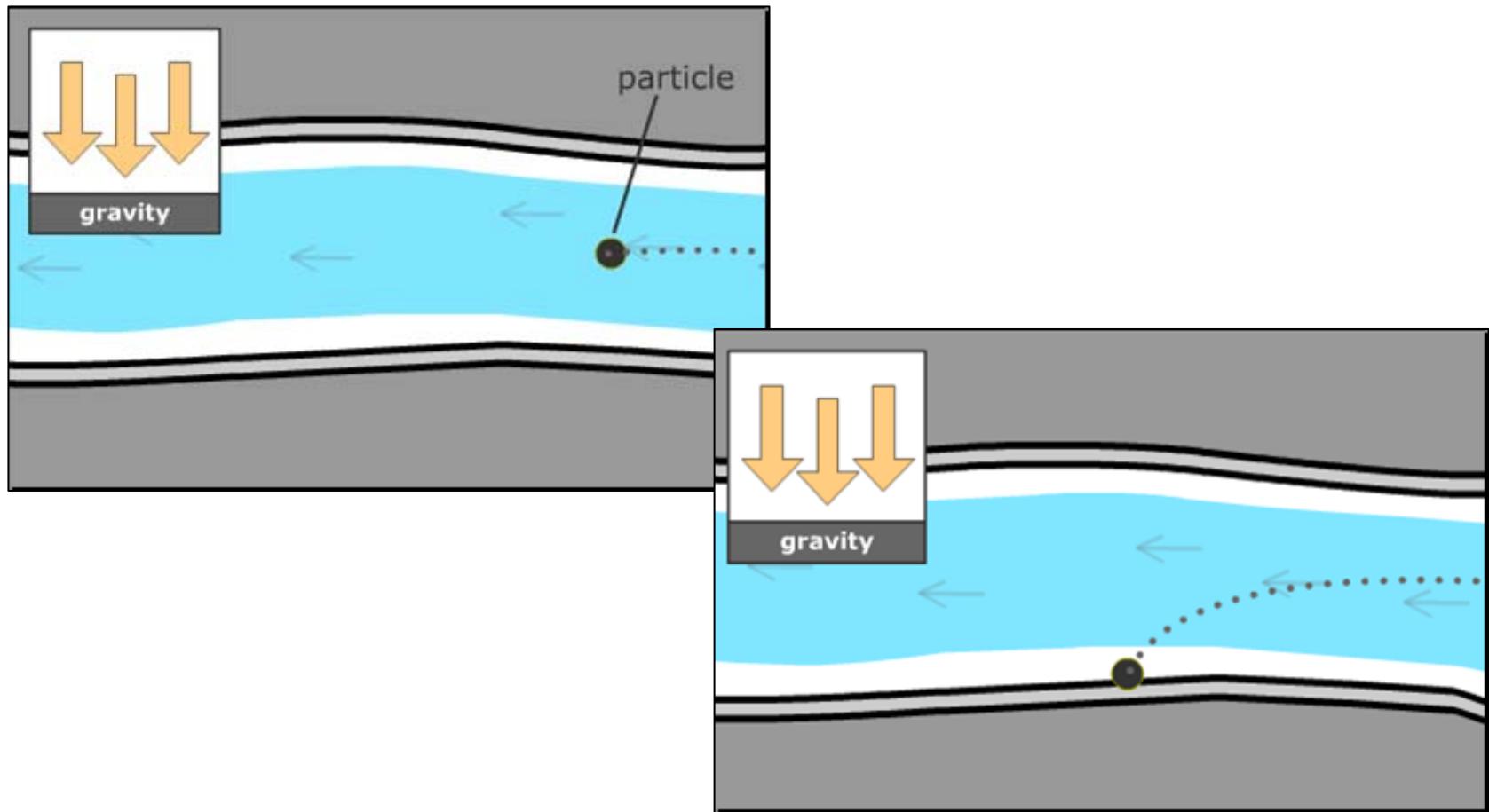
# APARATO RESPIRATORIO



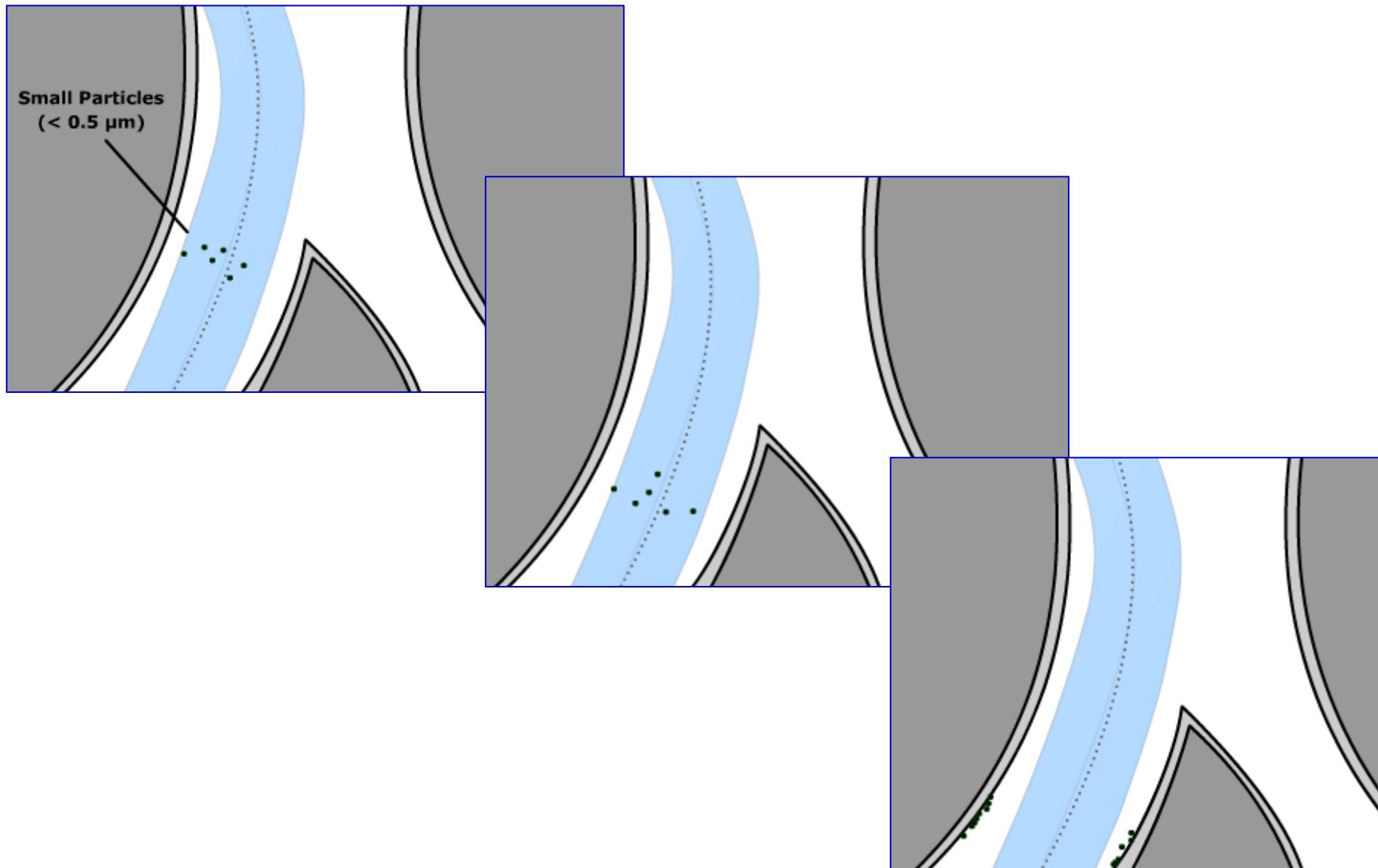
# IMPACTACIÓN



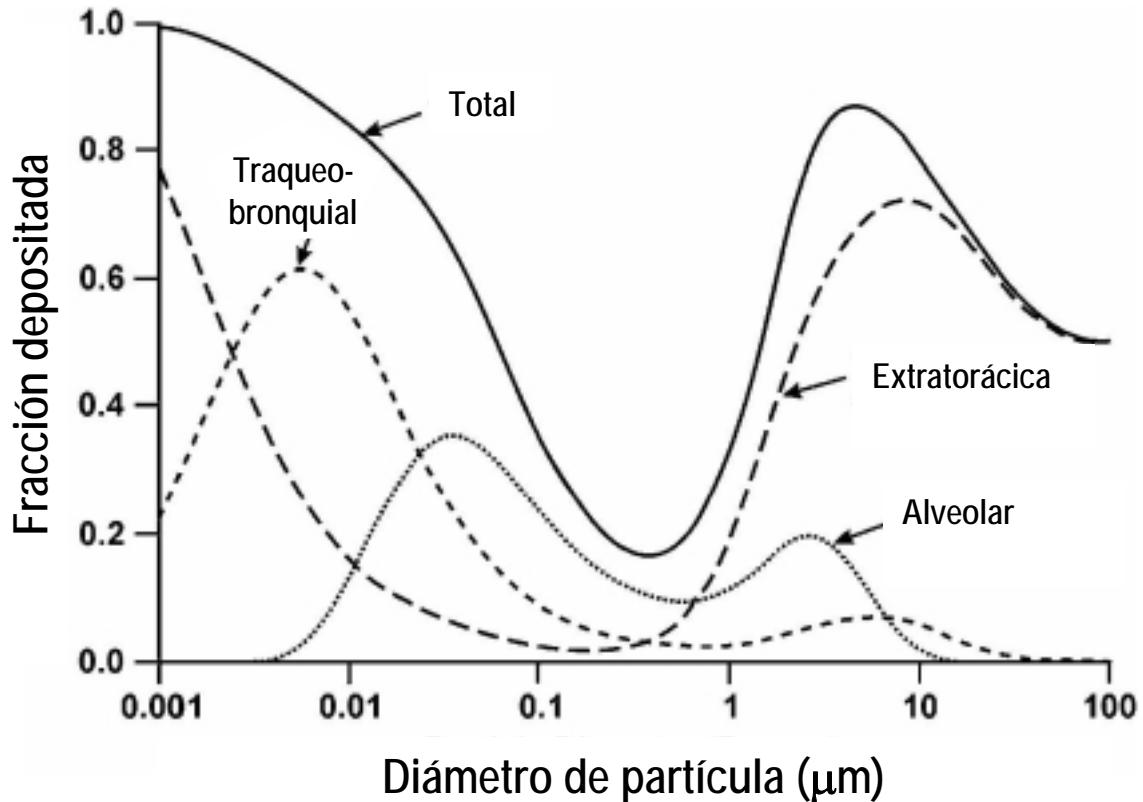
# SEDIMENTACIÓN



# DIFUSIÓN



# DEPOSICIÓN



**ICRP** International Commission on Radiological Protection

aerosol en la zona de respiración

fracción no inhalada

fracción exhalada

fracción inhalada

fracción que entra en el tórax

fracción que entra en la región alveolar

fracción depositada total

fracción depositada en nariz-faringe-laringe

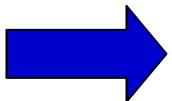
fracción depositada en la región traqueobronquial

fracción depositada en la región alveolar

# EFEKTOS

## ✓ Partículas Insolubles

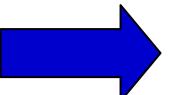
Acumulación en  
vías respiratorias



NEUMOCONIOSIS

## ✓ Partículas Solubles

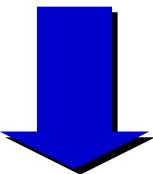
Función de la  
composición



ENVENENAMIENTO  
SISTÉMICO

# LUGAR DE DEPÓSITO

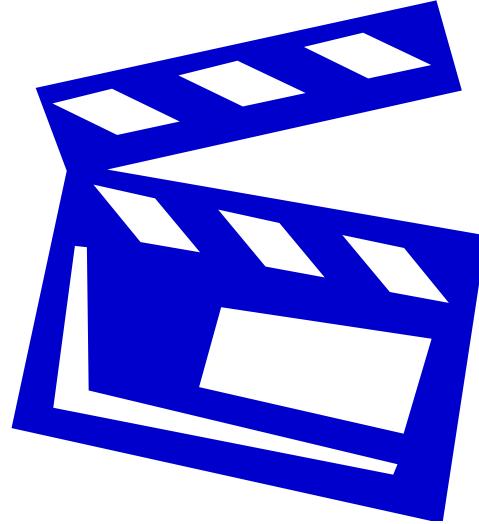
- ✓ Es fundamental en el caso de las partículas insolubles.
- ✓ Determina **dónde** se produce el efecto y la **fracción de interés**.



CARACTERÍSTICAS DE LA PARTÍCULA

# EJEMPLOS

Tipo de polvo	Efecto principal	Órgano diana	Fracción de interés
Polvo de carbón	Neumoconiosis del minero del carbón	Pulmones, región de intercambio de gases, alvéolos	Fracción respirable
Amianto	Asbestosis, cáncer de pulmón; mesotelioma	Pulmones, región bronquial y de intercambio de gases	Fracciones torácica y respirable
Manganese	Intoxicación sistémica (sangre y sistema nervioso central)	A través del sistema respiratorio al torrente sanguíneo	Fracción inhalable
Polvo de madera	Algunas maderas duras causan cáncer nasal	Vías respiratorias nasales	Fracción inhalable
Polvo de algodón	Bisnosis; enfermedad obstructiva del pulmón	Pulmones	Fracción torácica



... Y ACCIÓN

# RIESGO POR INHALACIÓN



# UNE-EN 481:1995

## ATMÓSFERAS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO

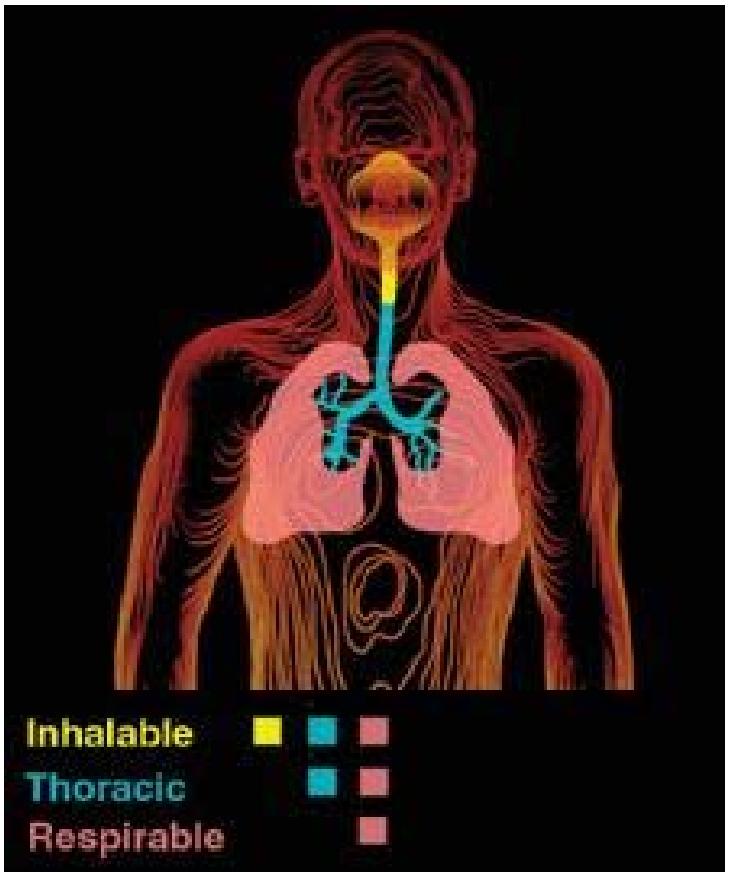
### DEFINICIÓN DE LAS FRACCIONES POR EL TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS PARA LA MEDICIÓN DE AEROSOLES

# NORMA UNE-EN 481

- ✓ Define los convenios para el muestreo en función del tamaño de partícula, que han de ser aplicados para evaluar los posibles efectos sobre la salud.
- ✓ Se aplica a aerosoles, tanto sólidos como líquidos.
- ✓ No se aplicarán con los valores límite para fibras que estén definidos en términos de longitud y diámetro de las mismas.

# FRACCIONES

- **Inhalable:** fracción másica del aerosol total que se inhala a través de la nariz y la boca.
- **Torácica:** fracción másica de las partículas inhaladas que penetran más allá de la laringe.
- **Respirable:** La fracción másica de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas.



# CONVENIOS PARA LAS FRACCIONES

Son relaciones entre el diámetro aerodinámico y las fracciones de aerosol recogidas o medidas por el instrumento de muestreo que representan aproximadamente las fracciones que penetran, bajo condiciones promedio, a las diferentes regiones del tracto respiratorio.

# CONVENIO F. INHALABLE

El porcentaje  $E_I$  de aerosol que tiene que ser recogido para cada  $D$ , está dado por:

$$E_I = 50(1 + \exp[-0,06D])$$

D: Diámetro aerodinámico en  $\mu\text{m}$

# CONVENIO F. TORÁCICA

Para cada diámetro aerodinámico D, el porcentaje  $E_T$  de las partículas de la fracción inhalable, que tienen que ser recogidas, deberán corresponder a una distribución logarítmico normal acumulativa con una mediana de 11,64  $\mu\text{m}$  y una desviación geométrica de 1,5.

# CONVENIO F. RESPIRABLE

Para cada diámetro aerodinámico D, el porcentaje  $E_R$  de las partículas de la fracción inhalable, que tienen que ser recogidas, deberán corresponder a una distribución logarítmico normal acumulativa con una mediana de 4,25  $\mu\text{m}$  y una desviación geométrica de 1,5.

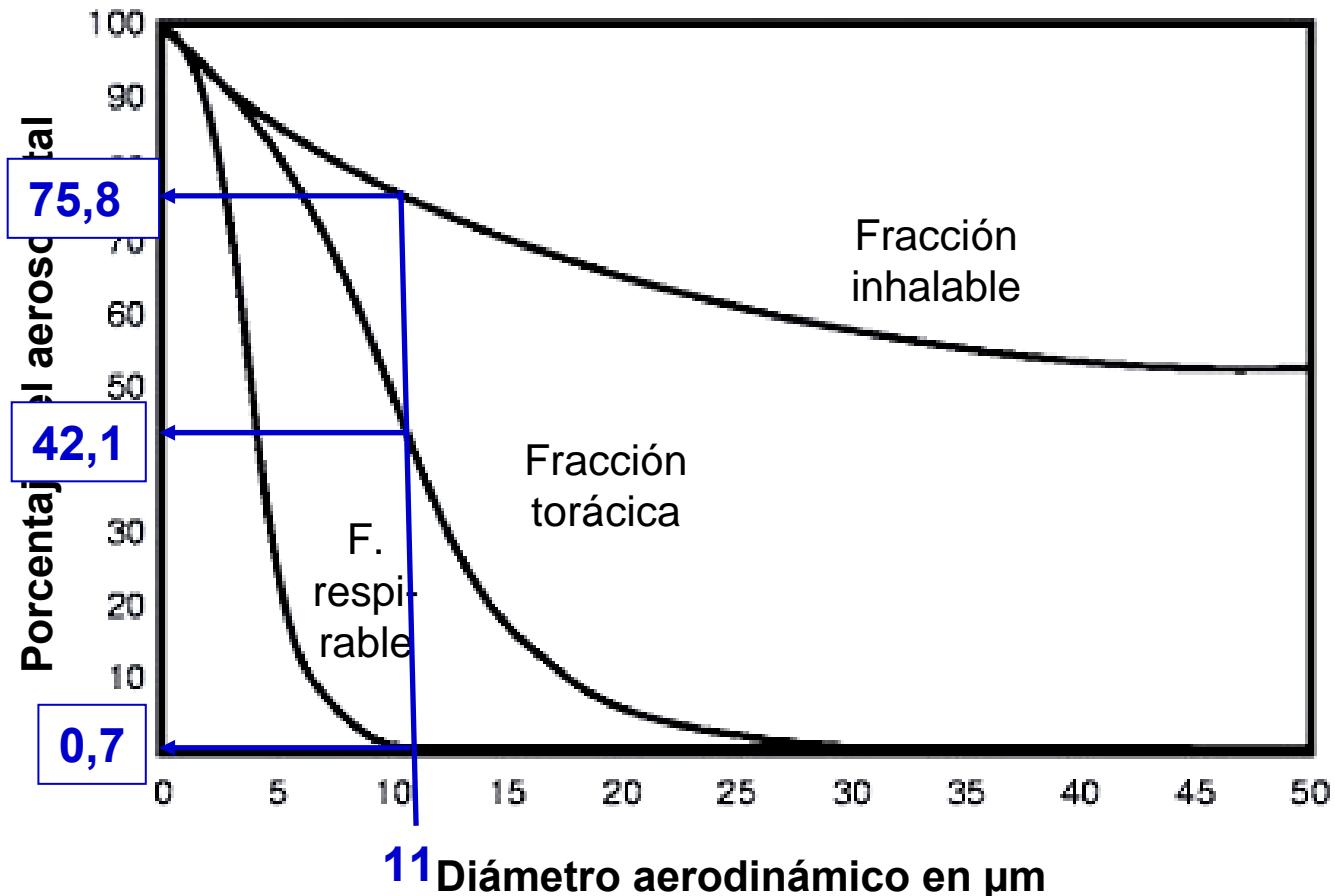
Como porcentaje del inhalable				Como porcentaje del total			
D(µm)	E1 (%)	ET (%)	ER (%)	E1	ET x E1	ER x E1	D(µm)
0	100	100	100	100	100	100	0
1	100	100	100	97,1	97,1	97,1	1
2	100	100	96,8	94,3	94,3	91,4	2
3	100	100	80,5	91,7	91,7	73,9	3
4	100	99,6	55,9	89,3	89	50	4
5	100	98,1	34,4	87	85,4	30	5
6	100	94,9	19,8	84,9	80,5	16,8	6
7	100	89,5	10,9	82,9	74,2	9	7
8	100	82,2	5,9	80,9	66,6	4,8	8
9	100	73,7	3,2	79,1	58,3	2,5	9
10	100	64,6	1,7	77,4	50	1,3	10
11	100	55,5	0,9	75,8	42,1	0,7	11
12	100	47	0,5	74,3	34,9	0,4	12
13	100	39,3	0,3	72,9	28,6	0,2	13

% del total: **75,8 (I)    42,1 (T)    0,7 (R)**

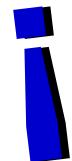
% del inhalable: **100 (I)    55,5 (T)    0,9 (R)**

25	100	3		61,2	1,8		25
30	100	1		58,3	0,6		30
35	100	0,3		56,1	0,2		35
40	100	0,1		54,5	0,1		40
50	100	0		52,5	0		50
60	100			51,4			60
80	100			50,4			80
100	100			50,1			100

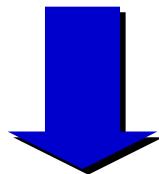
# CONVENIOS



# IMPORTANTE

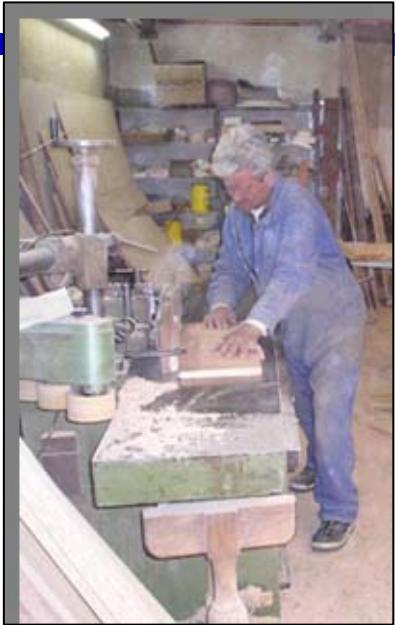


Asegurarse que se ha realizado el muestreo de la fracción de polvo adecuada para el contaminante estudiado



VALOR LÍMITE  
DE LA SUSTANCIA





## POLVO DE MADERA

Nº CE	CAS	AGENTE QUÍMICO	VALORES LÍMITE				NOTAS	
			VLA-ED®		VLA-EC®			
			ppm	mg/m³	ppm	mg/m³		
	9006-04-6	Látex natural como proteínas totales		0,001			Sen, vía dérmica	
200-401-2	58-89-9	Lindano		0,5			vía dérmica, ae, s	
		Maderas duras, polvo					véase Apdo. 8, md	
		Maderas blandas, polvo		5			md	
204-497-7	121-75-5	Malatión		10			vía dérmica, ae, VLBa, véase Apartado 9	



## CUARZO



Nº CE	CAS	AGENTE QUÍMICO	VALORES LÍMITE				NOTAS	
			VLA-ED®		VLA-EC®			
			ppm	mg/m³	ppm	mg/m³		
205-259-5	136-78-7	Sesona		10				
215-710-8	1344-95-2	Silicato cálcico (sintético)		10			e	
201-083-8	78-10-4	Silicato de etilo	10	87	30	260	véase Apartado 9	
211-656-4	681-84-5	Silicato de metilo	1	6,3				
238-455-4	14464-46-1	Sílice Cristalina:					n	
		Cristobalita						
		Fracción respirable					d, y	
238-878-4	14808-60-7	Cuarzo						
		Fracción respirable	0,05					
				0,1			d, y	

# UNE-EN 13205:2002

## ATMÓSFERAS EN EL LUGAR DE TRABAJO

### EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS INSTRUMENTOS PARA LA MEDICIÓN DE CONCENTRACIONES DE AEROSOLES

# Norma UNE-EN 13205

- ✓ Procedimientos para el ensayo de los instrumentos de muestreo de aerosoles en condiciones de laboratorio.
  
- ✓ Requisitos de funcionamiento específicos para estos instrumentos que incluyen la conformidad con los convenios dados por la UNE-EN 481.

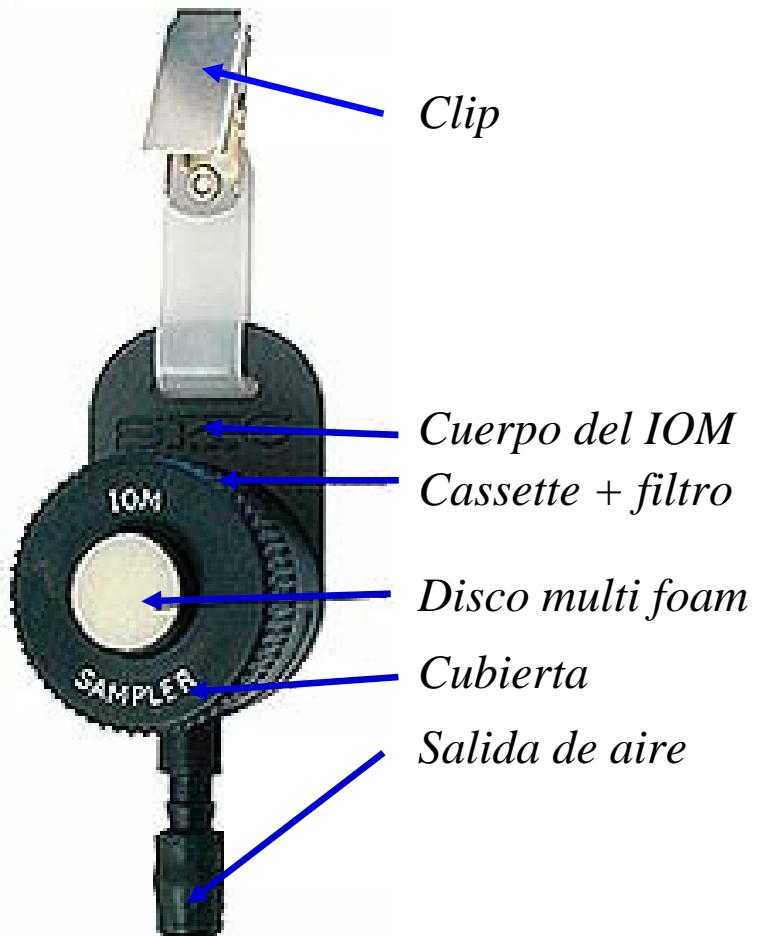
# WORKPLACE ATMOSPHERES

## GUIDANCE FOR SAMPLING OF INHALABLE, THORACIC AND RESPIRABLE AEROSOL FRACTIONS

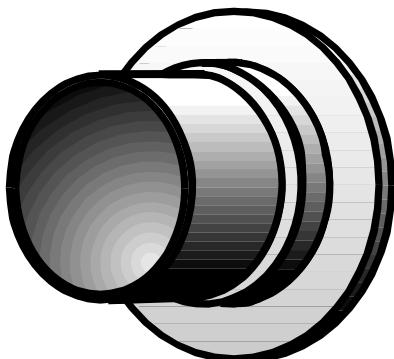
# FRACCIÓN INHALABLE

Tipo de muestra	Muestreador	Fabricante
Personal	IOM	SKC
	PGP-GSP	GSM
	PGP-GSP10	GSM
	CIP 10-I	Arelco
	Button	SKC
	PAS-6	IRAS-UU
Estática	Cathia-I	Arelco
	PM 4	GSM
	ESK50	DEHA
	VC-25 G	GSM
	IOM Static	-

# MUESTREADOR IOM (UK)



2 l/min



Se pesan filtro y cassette

# CIP 10-I (FRANCIA)



10 l/min



Se pesan la  
espuma y el  
cabezal

# GSP (ALEMANIA)



3,5 l/min



Se pesa el filtro

# FRACCIÓN TORÁCICA

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Muestreador</b>	<b>Fabricante</b>
Personal	CIP10-T	Arelco
	GK2.69	BGI
	PEM200	MSP
Estática	Cathia-T	Arelco
	MPG III-T	DEHA

# FRACTIÓN RESPIRABLE

Tipo de muestra	Muestreador	Fabricante
Personal	IOM Multidust	SKC
	CIP 10-R	Arelco
	GK2.69	BGI
	BCIRA	-
	SIMPEDS	Casella
	Respirable dust cyclone	BGI
	Aluminium cyclone	SKC
	Conductive plastic cyclone	SKC
	PGP-FSP 2	GSM
	PGP-FSP 10	GSM
	10 mm Nylon	Panametrics

4,2 l/min

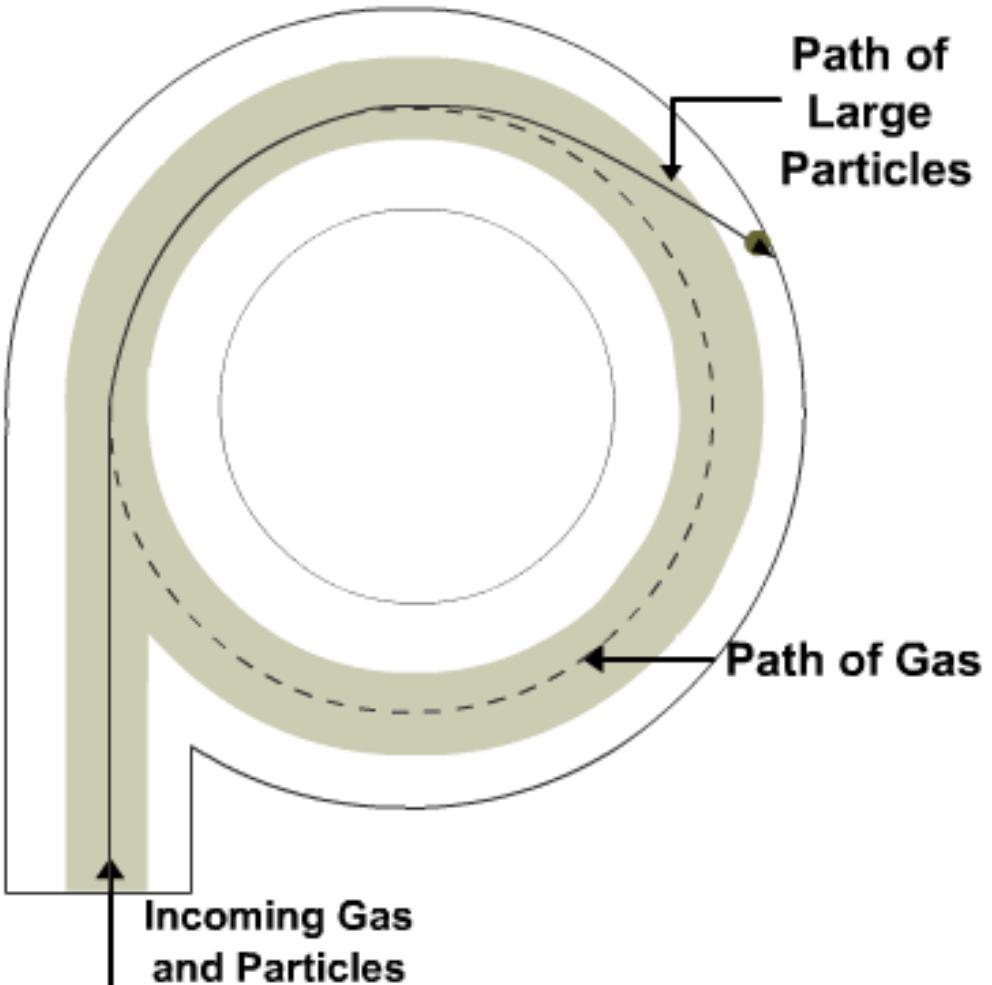
1,6 l/min



# FRACCIÓN RESPIRABLE

<b>Tipo de muestra</b>	<b>Muestreador</b>	<b>Fabricante</b>
Estática	Cathia-R	Arelco
	PM4 F	GSM
	MPG II	DEHA
	MPG III	DEHA
	MRE 113A	Casella
	VC25 F	GSM
	VC 25I	GSM

# CICLÓN



*Demonstration of impaction*

# ÁCIDO SULFÚRICO



FRACCIÓN TORÁCICA



**Versión del ciclón  
GK2.69 en acero  
inoxidable para  
muestreo de ácido  
sulfúrico.**



MUCHAS GRACIAS POR  
VUESTRA ATENCIÓN