

III Jornadas Interadministrativas de los Servicios de Prevención propios  
de las Administraciones Públicas en la Región de Murcia

# CALIDAD DE AMBIENTE INTERIOR EN OFICINAS



María de la O Culver González  
Centro Nacional de Nuevas Tecnologías

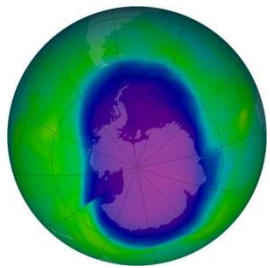
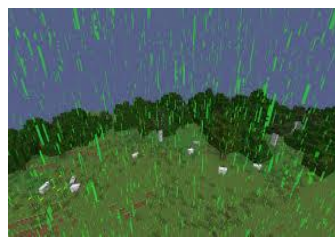


Murcia, 22 de junio de 2016

## CONCEPTO DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

**Pureza del aire** que se respira y la presencia de **contaminantes químicos y/o biológicos** susceptibles de provocar **enfermedades o disconfort**

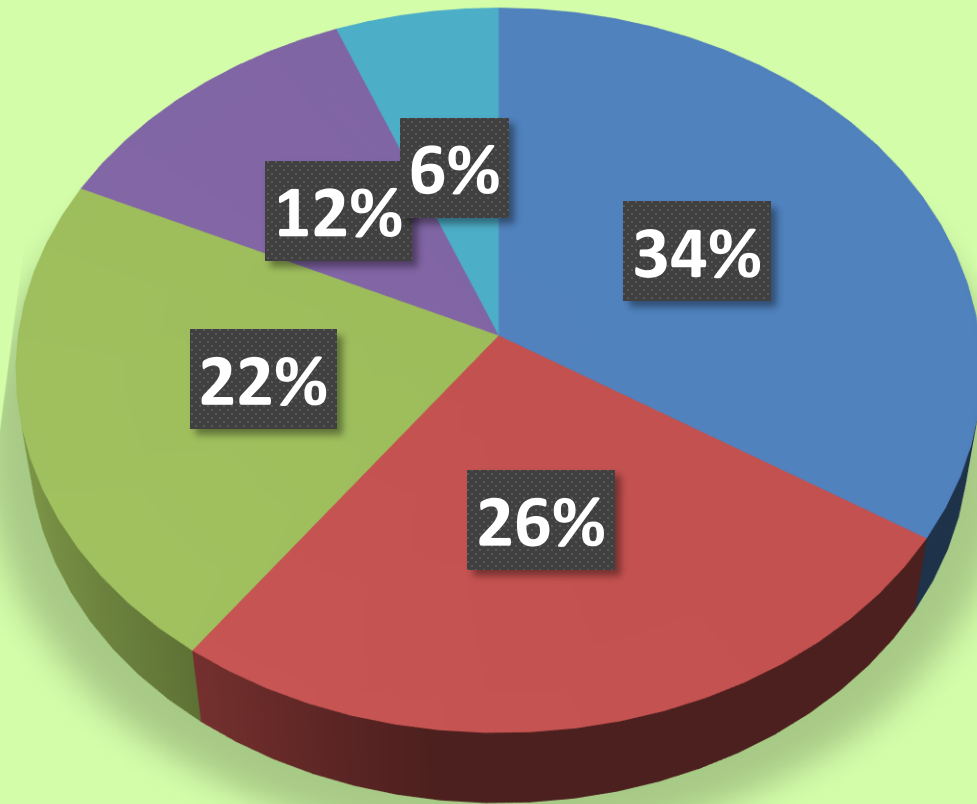




Muertes (millones)



## Causas de muerte por contaminación del aire interior (%)



- Accidente cerebrovascular
- Cardiopatía isquémica
- EPOC
- Infección respiratoria aguda baja
- Cáncer de pulmón



## SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO (SEE) (Organización Mundial de la Salud)

Conjunto de síntomas diversos que experimentan los ocupantes de un edificio y que no van acompañados de ninguna lesión orgánica o signo físico, diagnosticándose, a menudo, por exclusión

La prevalencia mínima requerida para determinar la existencia de SEE es  $p = 20\%$

No confundir con las enfermedades relacionadas con el edificio

## SÍNTOMAS

- Desaparecen al abandonar el edificio
- Son más frecuentes por la tarde que por la mañana
- Las quejas son más abundantes cuanto menos control se tiene sobre el entorno

IRRITACIÓN DE OJOS,  
NARIZ Y GARGANTA,  
RONQUERA

SEQUEDAD DE  
MUCOSAS Y PIEL,  
COMEZÓN,  
ERITEMAS

DIFICULTAD  
RESPIRATORIA, TOS  
SECA

ELEVADA INCIDENCIA  
DE ENFERMEDADES  
RESPIRATORIAS Y  
RESFRIADOS

HIPERSENSIBILIDADES  
INESPECÍFICAS

NÁUSEAS, MAREOS Y  
VÉRTIGOS

DOLOR DE CABEZA,  
FATIGA,  
SOMNOLENCIA,  
MIALGIAS

DIFICULTAD DE  
CONCENTRACIÓN,  
IRRITABILIDAD





## NOTA DE PRENSA

---

2 de octubre de 2015

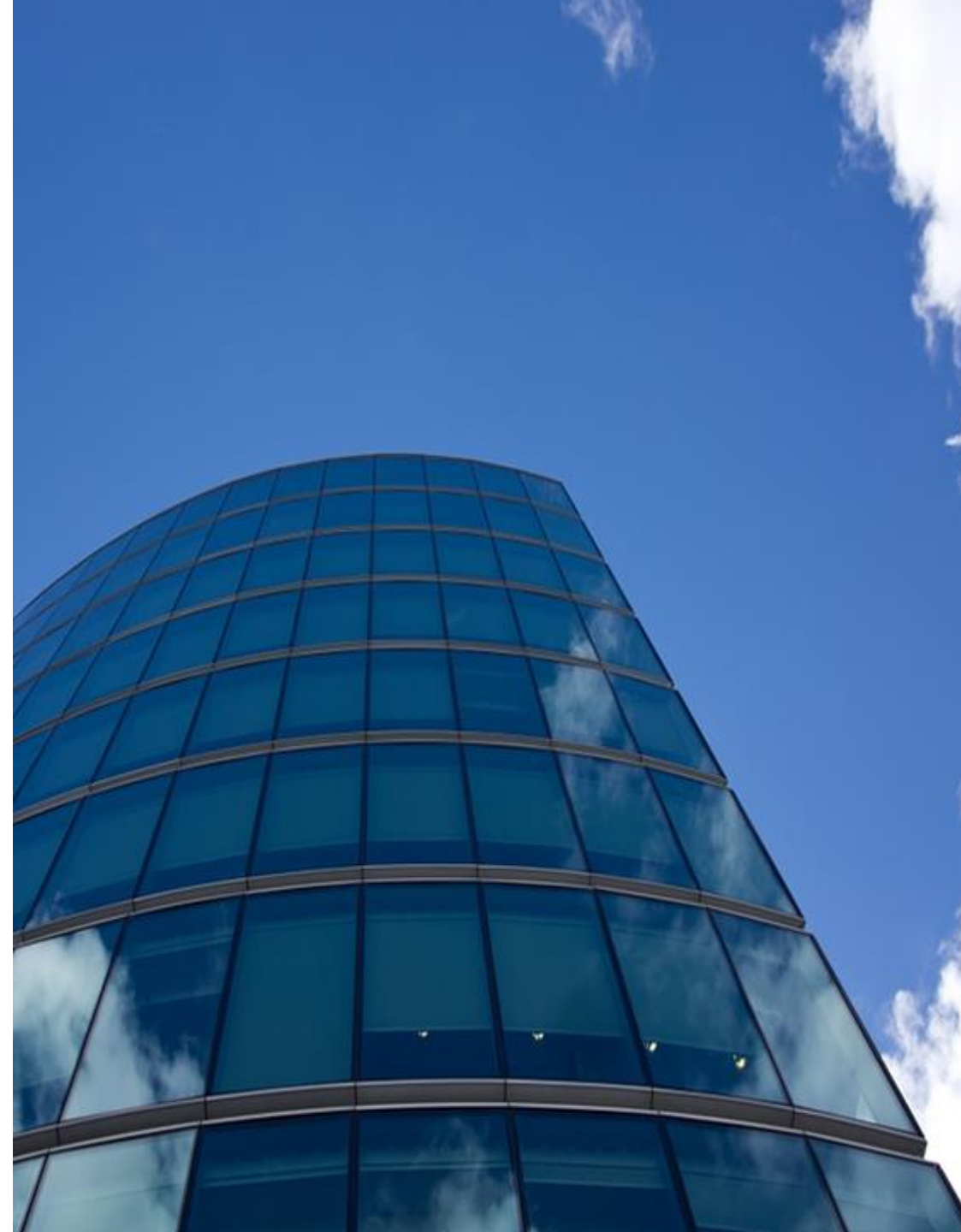
### **El síndrome del edificio enfermo: un mal que afecta a un 30% de las oficinas en España**

- **Según el Observatorio DKV Salud y Medio Ambiente 2015, los edificios “enfermos” afectan negativamente al menos al 20% de sus ocupantes**
- **El síndrome puede provocar síntomas como irritación y picor de ojos y garganta, alergias, cansancio y fatiga, asma, náuseas o dolores de cabeza**

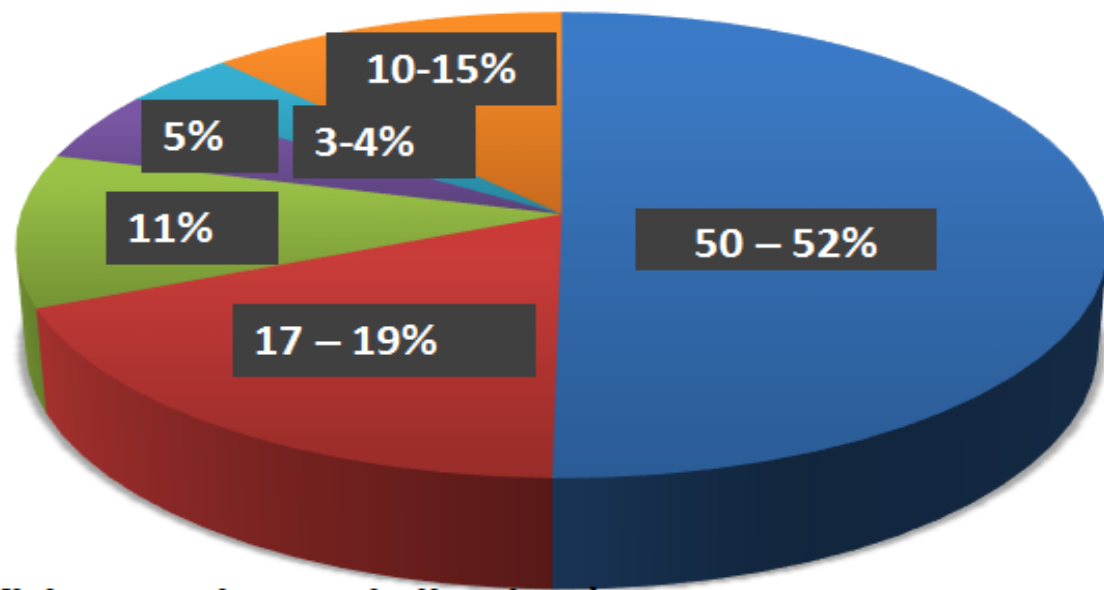
Según recoge el Observatorio DKV Salud y Medio Ambiente 2015, hasta un 30% de los edificios de oficinas pueden tener problemas importantes en este sentido. Asimismo, algunos estudios estiman que entre el 10 y el 30% de los ocupantes de edificios sufre efectos sobre su salud que están, o se perciben, relacionados con una calidad del aire interior deficiente. Otros estiman que el SEE puede disminuir el rendimiento de las personas en torno a un 25% y reducir un 10% la productividad anual.



- **Sistema de ventilación forzada común a todo el edificio o a amplios sectores del mismo, con recirculación parcial de aire**
- **Localización inadecuada de tomas de aire**
- **Edificios herméticos**
- **Ambiente térmico homogéneo**
- **Superficies interiores recubiertas con material textil**
- **Construcción ligera y poco costosa**



## CAUSAS MÁS FRECUENTES DEL SÍNDROME DEL EDIFICIO ENFERMO



■ Ventilación inadecuada

■ Contaminación generada en el interior (equipos de oficina, productos de limpieza)

■ Contaminación procedente del exterior por localización inadecuada de entradas y salidas de aire

■ Contaminación microbiológica procedente del agua encharcada en los conductos del sistema de ventilación, humidificadores y torres de refrigeración

■ COVs y formaldehído procedentes de los materiales de construcción y decoración

■ Otros



## PROCEDENCIA DE LOS CONTAMINANTES QUÍMICOS

### COMBUSTIONES

- Calefacciones/cocinas que emplean combustibles, vehículos a motor en garajes, grupos electrógenos
- CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, COVs, partículas

### MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN Y DECORACIÓN

- Contrachapados, pinturas, barnices, plásticos, aislantes, tapicerías, moquetas
- COVs, formaldehído, amianto, FMA, radón

### PRODUCTOS UTILIZADOS EN ACTIVIDADES COTIDIANAS

- Desinfectantes, productos de limpieza, ambientadores, plaguicidas
- COVs

### EQUIPOS Y MATERIALES DE OFICINA

- Fotocopiadoras, impresoras láser, ordenadores, CCP, pegamentos, líquidos correctores
- COVs, formaldehído, ozono, partículas

### AIRE EXTERIOR

- Vehículos a motor, industrias, vertederos, obras
- CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, partículas, COVs

### SUELO, SUBSUELO

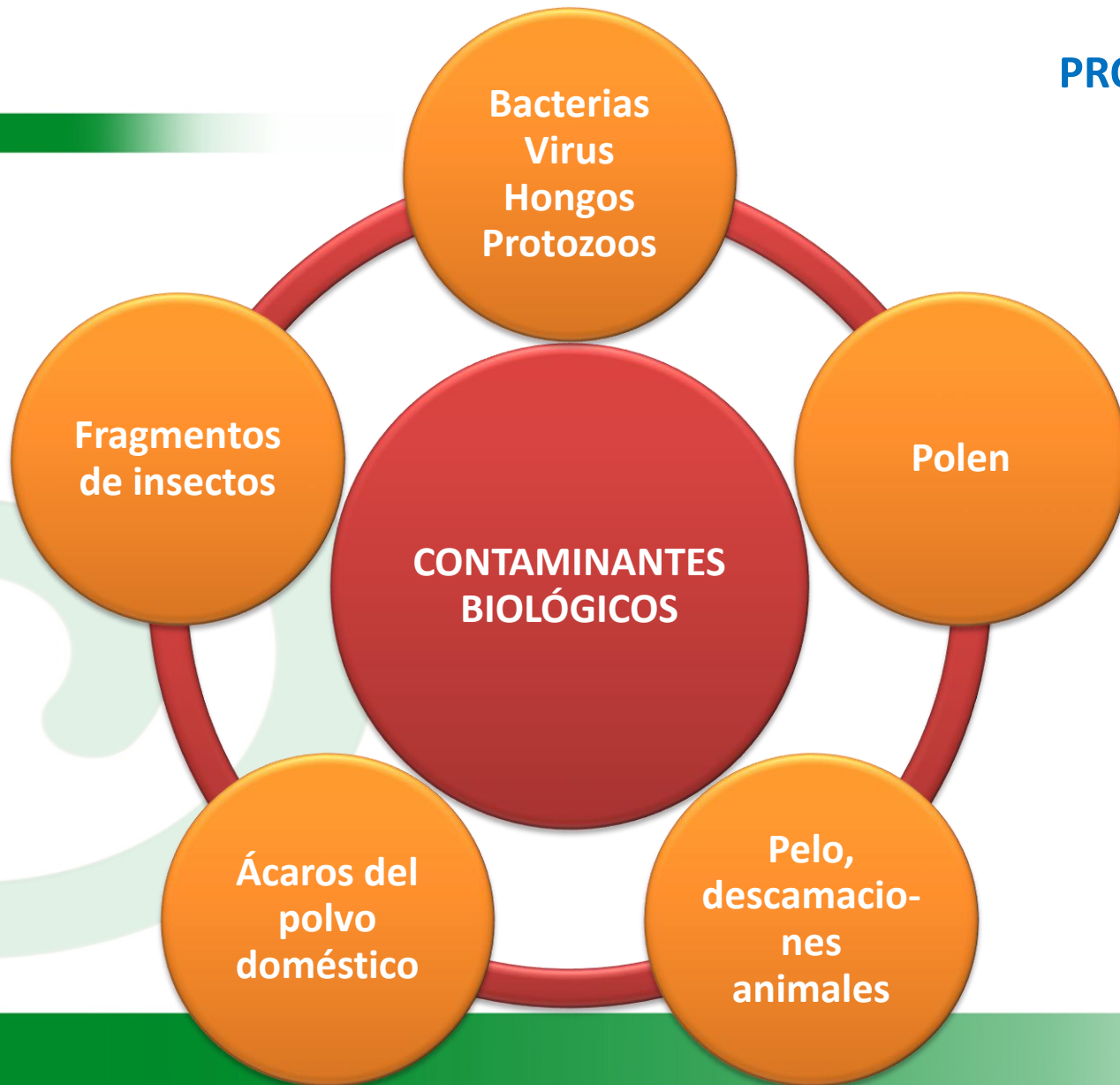
- Suelos graníticos, polvo
- Radón, partículas

### OCUPANTES

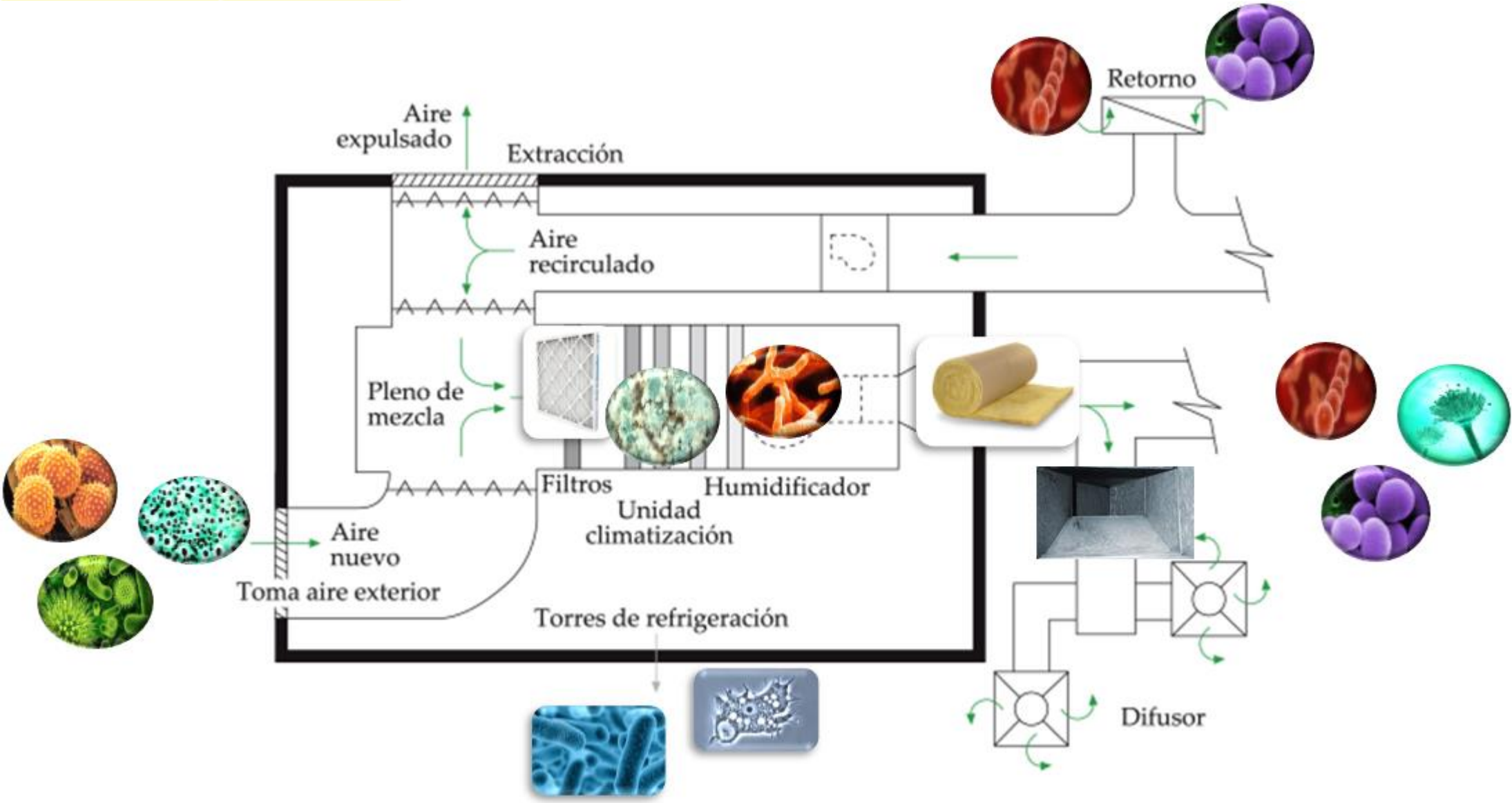
- Respiración
- CO<sub>2</sub>



## PROCEDENCIA DE LOS CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

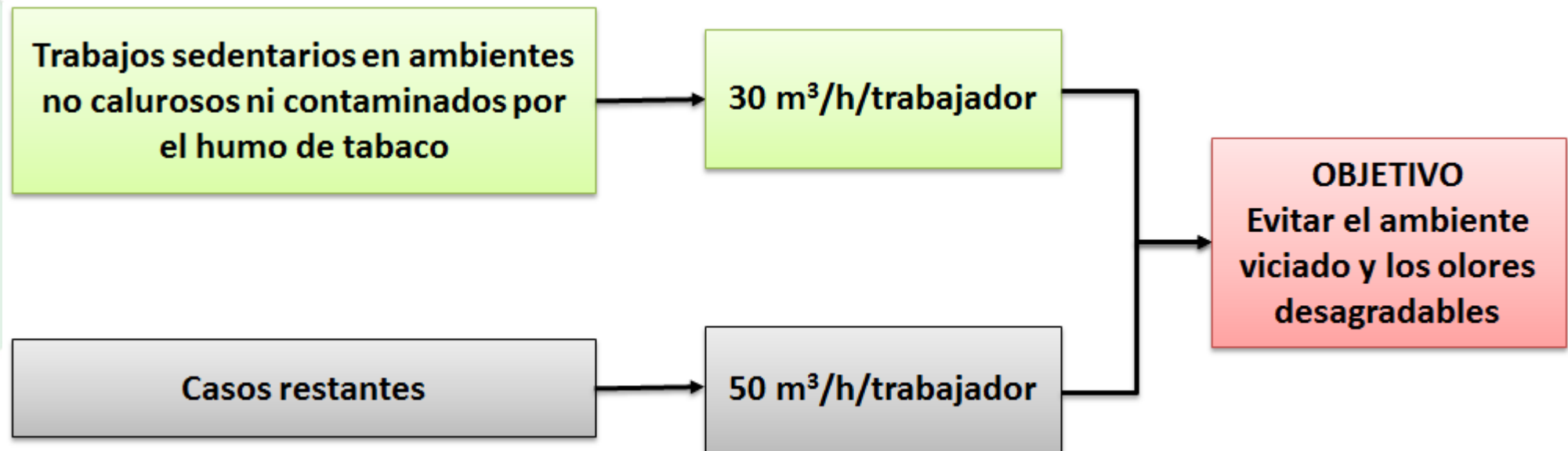


- **OCUPANTES**
- **MATERIALES DEL EDIFICIO Y DEL MOBILIARIO**
- **AIRE EXTERIOR**
- **SISTEMA HVAC**



## ANEXO III. CONDICIONES AMBIENTALES

3.d. Sin perjuicio de lo dispuesto en relación a la ventilación de determinados locales en el Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, la **renovación mínima del aire de los locales de trabajo**, será de(...)







## Artículo 11. Bienestar e higiene

*Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se obtenga una calidad térmica del ambiente, una **calidad del aire interior** y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que sean **aceptables para los usuarios del edificio** sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente (...)*

*(...)las instalaciones térmicas permitirán **mantener una calidad del aire interior aceptable**, en los locales ocupados por las personas, **eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual** durante el uso normal de los mismos, **aportando un caudal suficiente de aire exterior** y **garantizando la extracción y expulsión del aire viciado**(...)*





## INSTRUCCIÓN TÉCNICA IT.1 DISEÑO Y DIMENSIONADO

### IT 1.1. EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE

#### IT 1.1.4.2. Exigencia de calidad del aire interior

*En los edificios de viviendas, a los locales habitables del interior de las mismas, los almacenes de residuos, los trasteros, los aparcamientos y garajes; y en los **edificios de cualquier otro uso, a los aparcamientos y los garajes** se consideran válidos los **requisitos de calidad de aire interior establecidos en la Sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación***

*El resto de edificios dispondrá de un **sistema de ventilación para el aporte del suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes**, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 1.4.2.2 y siguientes. A los efectos de cumplimiento de este apartado **se considera válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779***



## IT 1.1.4.2.2. Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios

CATEGORÍA CAI	USO DEL EDIFICIO O LOCAL
<b>IDA 1</b> (óptima calidad)	Hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías
<b>IDA 2</b> (buena calidad)	<b>Oficinas</b> , residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas
<b>IDA 3</b> (calidad media)	Edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores
<b>IDA 4</b> (calidad baja)	



### IT 1.1.4.2.3. Caudal mínimo del aire exterior de ventilación

CATEGORÍA	Q por persona <sup>1</sup> dm <sup>3</sup> /s por persona	[CO <sub>2</sub> ] por encima del nivel del aire exterior en ppm <sup>2</sup>	Q por unidad de superficie <sup>3</sup> dm <sup>3</sup> /(s·m <sup>2</sup> )
IDA 1	20	350	No aplicable
<b>IDA 2</b>	<b>12,5</b>	<b>500</b>	<b>0,55</b>
IDA 3	8	800	0,28
IDA 4	5	1200	0,83

<sup>1</sup> Los valores por defecto se emplearán cuando las personas tengan una actividad metabólica de alrededor 1,2 met, cuando sea baja la producción de sustancias contaminantes por fuentes diferentes del ser humano y cuando no esté permitido fumar

<sup>2</sup> Los valores por defecto se emplearán en locales ocupados donde no está permitido fumar y la contaminación está causada principalmente por el metabolismo humano

<sup>3</sup> Los valores se aplican en espacios no dedicados a la ocupación humana permanente (p.ej. almacenes)



## IT 1.1.4.2.4. Filtración del aire exterior mínimo de ventilación

CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR	DESCRIPCIÓN	CRITERIO (UNE-EN 13779)
<b>ODA 1</b>	Aire puro que se ensucia sólo temporalmente (p.e. polen)	[ ] = Directrices OMS/norma nacional sobre calidad del aire/reglamentación sobre aire exterior
<b>ODA 2</b>	Aire exterior con concentraciones altas de partículas y/o de gases contaminantes	[ ] > Directrices OMS/norma nacional sobre calidad del aire/reglamentación sobre aire exterior en un factor inferior a 1,5
<b>ODA 3</b>	Aire exterior con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y/o de partículas (ODA 3P)	[ ] > Directrices OMS/norma nacional sobre calidad del aire/reglamentación sobre aire exterior en un factor superior a 1,5

CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR	CALIDAD DEL AIRE INTERIOR			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
<b>ODA 1</b>	F9	F8	F7	F5
<b>ODA 2</b>	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6
<b>ODA 3</b>	F7+GF+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6



## IT 1.1.4.2.5. Aire de extracción

CLASIFICACIÓN	PROCEDENCIA	EJEMPLOS	RECIRCULACIÓN	TRANSFERENCIA
<b>AE 1</b>	Las emisiones más importantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas	Oficinas, aulas, salas de reuniones, locales comerciales sin emisiones específicas, espacios de uso público, escaleras y pasillos	SÍ	SÍ
<b>AE 2</b>	Más contaminantes que AE1	Restaurantes, habitaciones de hoteles, vestuarios, aseos, cocinas domésticas (excepto campana extractora), bares, almacenes	NO	Hacia locales de servicio, aseos y garajes
<b>AE 3</b>	Producción de productos químicos, humedad	Saunas, cocinas industriales, imprentas, habitaciones destinadas a fumadores	NO	NO
<b>AE 4</b>	Contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada	Extracción de campanas de humos, aparcamientos, locales para manejo de pinturas y solventes, locales donde se guarda lencería sucia, locales de almacenamiento de residuos de comida, locales de fumadores de uso continuo, laboratorios químicos	NO	NO



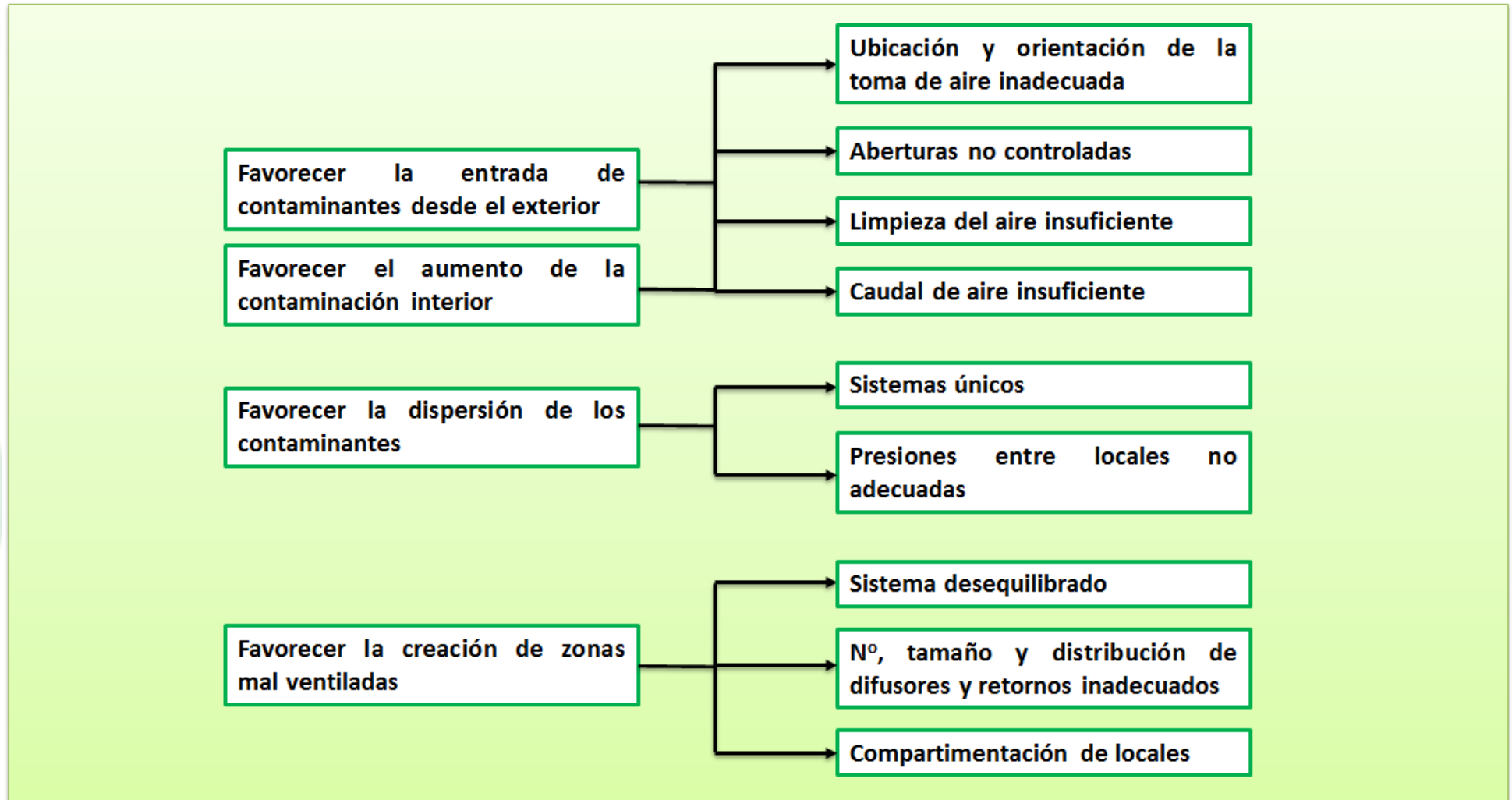
## Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio

*(...)Las operaciones en los diferentes componentes de las instalaciones serán para instalaciones de potencia útil mayor de 70 kW las indicadas en la tabla 3.3.(...)*

- 33. Apertura y cierre del contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido: 2t.
- 34. Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocombustible sólido: m.
- 35. Control visual de la caldera de biomasa: S\*.
- 36. Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa: m.
- 37. Revisión de los elementos de seguridad en instalaciones de biomasa: m.

- 38. Revisión de la red de conductos según criterio de la norma UNE 100012: t.
- 39. Revisión de la calidad ambiental según criterios de la norma UNE 171330: t.

## ASPECTOS DE LA VENTILACIÓN QUE AFECTAN A LA CAI-DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO







## ASPECTOS DE LA VENTILACIÓN QUE AFECTAN ALA CAI-MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

**Favorecer la formación de focos de contaminación:**

- Filtros
- Bandejas de drenaje
- Humidificadores
- Torres de refrigeración/condensadores evaporativos
- Conductos

**Diseño inadecuado:**

- Falta de accesos para la inspección y para la limpieza
- Materiales inadecuados para la limpieza

**Falta de limpieza**



## INVESTIGACIÓN DE UN PROBLEMA DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

FASES	ACTUACIONES
<b>1. Investigación/inspección inicial</b>	Entrevistas personales. Cuestionario. Recogida de información. Revisión del sistema HVAC. Inspección directa.
<b>2. Investigación básica. Evaluación inicial de CAI</b>	Medición de indicadores de la calidad del aire interior
<b>3. Investigación en profundidad. Determinación de compuestos específicos</b>	Desarrollo de nuevas hipótesis. Medición en aire, superficies, polvo o agua de determinados contaminantes. Revisión completa por especialistas del sistema HVAC. Exámenes médicos o estudios epidemiológicos (si es necesario).

## INVESTIGACIÓN/INSPECCIÓN INICIAL **Entrevistas personales**



### DIRIGIDAS A:

- Gerente
- Jefe de mantenimiento
- Representantes de los trabajadores

### INFORMACIÓN OBTENIDA:

- Edificio
- Instalaciones
- Actividades desarrolladas
- Ocupantes
- Tipo de quejas

### DIRIGIDAS A:

- Personal afectado

### INFORMACIÓN OBTENIDA

- Momento de aparición
- Frecuencia
- Coincidencias
- .....

# INVESTIGACIÓN/INSPECCIÓN INICIAL **Cuestionario de síntomas**

El objeto de este cuestionario es identificar el origen de las quejas manifestadas por los ocupantes del edificio en el que Vd. desarrolla su actividad laboral. Para ello necesitamos que responda a las preguntas. No es necesario que se identifique ya que es totalmente anónimo y confidencial.

Gracias por su colaboración.

**INFORMACIÓN GENERAL:**  
 Nº de cuestionario ( ) Fecha \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_  
 Edad ( ) Sexo ( ) Localización (planta o departamento) ( )

**¿EN EL ÚLTIMO MES HA TENIDO ALGUNO DE LOS SIGUIENTES SÍNTOMAS Y LOS RELACIONA CON SU ESTANCIA EN EL EDIFICIO?**

Sí No No lo sabe			Sí No No lo sabe				
<b>• Síntomas oculares</b>			<b>• Síntomas bucales</b>				
Enrojecimiento .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sabores extraños .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escozor / picor .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sequedad/sensación de sed .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sequedad .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lagrimo .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>• Transtornos cutáneos</b>			
Hinchazón .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sequedad de piel .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Visión borrosa .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Erupciones .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Escamas .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>• Síntomas nasales</b>			<b>• Transtornos digestivos</b>				
Hemorragia nasal .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mala digestión .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Congestión nasal .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Náuseas .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sequedad nasal .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vómitos .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rinitis (goteo nasal) .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Diarrea .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estornudos seguidos (más de tres) .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Estreñimiento .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dolor / pinchazos .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>• Síntomas de garganta</b>			<b>• Síntomas dolorosos</b>				
Sequedad .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	De espalda .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Picor .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Musculares .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dolor .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	De articulaciones .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>• Transtornos respiratorios</b>							
Dificultad para respirar .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Tos .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Dolor en el pecho .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
Otros .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Continuación tabla 9,1

	Sí	No	No lo sabe		Sí	No	No lo sabe
<b>Síntomas parecidos a la gripe</b>				<b>Sensación de pánico .....</b>			
Fiebre .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Otros .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Escalofríos .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Transtornos generales</b>			
Debilidad .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Apatía .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Debilidad .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Síntomas de tensión</b>				Mareo .....			
Ansiedad .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dificultad de concentración .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Irritabilidad .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dolor de cabeza .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Insomnio .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Aletargamiento / falta de energía .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Agotamiento .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Menstruación irregular .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Depresión .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

**PREGUNTAS GENERALES:**

	Sí	No
¿Cree conocer el origen del problema? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Lleva lentes de contacto? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Es fumador? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En caso afirmativo. ¿Cuántos cigarrillos fuma al día? .....	( )	
¿Le molesta que se fume en el trabajo? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Trabaja cerca de un fumador? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**PARA LOS SÍNTOMAS MANIFESTADOS PUEDE DECIRNOS:**

	Sí	No	No lo sabe
¿Tiene alguna enfermedad que los justifique? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Mejoran los síntomas cuando deja la oficina? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Puede usar sus lentes de contacto en el trabajo? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Hay algún momento durante el día en que los síntomas son peores? .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En caso afirmativo. ¿Cuándo? .....	( )		
¿Cuántos días en el último mes ha tenido los síntomas? .....	( )		
A partir de su llegada al trabajo, ¿cuándo aparecen los síntomas? .....	( min) ( horas)		

**AÑADA CUALQUIER OTRA INFORMACIÓN QUE PUEDA SER DE INTERÉS:**

(Comente en especial su opinión sobre el problema)

.....

.....

.....

.....





## INVESTIGACIÓN/INSPECCIÓN INICIAL **Revisión del edificio y recogida de información**

**IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO:** nombre, dirección, localización, propietario, arrendatarios, etc.

**PERSONAS CONTACTADAS:** gerente, jefe de mantenimiento, usuarios

**UTILIZACIÓN DEL EDIFICIO:** actividades básicas y locales complementarios o auxiliares

**DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:** nº de ocupantes, distribución, procesos, operaciones, equipos utilizados, productos químicos, horarios, etc.

**CONSTRUCCIÓN:** año de edificación, nº de plantas, uso proyectado y actual, materiales

**MODIFICACIONES Y REPARACIONES:** obras y renovaciones efectuadas, fecha, motivo y materiales utilizados

**ACABADOS, DECORACIÓN Y MOBILIARIO:** recubrimiento de suelos, paredes y techos, compartimentación, etc.

**ENTORNO:** urbano, rural, comercial; proximidad e intensidad de tráfico; cercanía de instalaciones contaminantes (industrias, gasolineras, parques de almacenamiento, etc.)

**MANTENIMIENTO:** escapes de agua e inundaciones recientes, problemas de humedades, electricidad, fontanería, reparaciones en aislamientos, renovaciones de muebles, de tapizados, pintado, barnizado, encerado, limpieza, etc.

**DESINSECTACIONES:** Fecha de la última desinsectación, productos utilizados, tiempo de seguridad establecido y cumplido, etc.



## INVESTIGACIÓN/INSPECCIÓN INICIAL **Productos químicos. Utilización y focos de emisión**

### **REVISAR ETIQUETAS Y FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD:**

- Productos de limpieza, desinfección, odorizantes, etc.
- Plaguicidas
- Desinfectantes e inhibidores del crecimiento utilizados en el mantenimiento del sistema HVAC
- Materiales utilizados en fotocopiadoras e impresoras
- Productos químicos para aplicaciones concretas: artes gráficas, mantenimiento, empaquetado y envío, etc.

**LOCALIZAR Y CARACTERIZAR FOCOS DE PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN** (cocinas, calentadores de agua, calderas de calefacción, etc.): tipo de combustible, conductos de eliminación de gases, horario de funcionamiento, posible diseminación de gases por el edificio, etc.



## INVESTIGACIÓN/INSPECCIÓN INICIAL **Revisión del sistema de climatización y ventilación**

**CONOCER EL TIPO DE VENTILACIÓN Y RECOGER INFORMACIÓN CONCRETA SOBRE EL SISTEMA** (planos, informes de revisiones, modificaciones, funcionamiento, mantenimiento, etc.) **Y COMPLETARLA CON DATOS SOBRE CAMBIOS EN OCUPACIÓN, VARIACIONES EN COMPARTIMENTACIÓN**

**PRESTAR ESPECIAL ATENCIÓN A LA LOCALIZACIÓN Y ESTADO DE:**

- UTAs
- Tomas de aire exterior
- Puntos de expulsión del aire de retorno
- Torres de refrigeración

**CONSIDERAR LA POSIBLE CONTRIBUCIÓN DEL SISTEMA A LA ENTRADA DE CONTAMINANTES EXTERIORES Y LA POSIBILIDAD DE SU GENERACIÓN POR EL PROPIO SISTEMA** (olores, emisión de productos procedentes de materiales utilizados en la instalación o en las operaciones de mantenimiento, crecimiento microbiano)





## INVESTIGACIÓN/INSPECCIÓN INICIAL Inspección directa del edificio

### REVISIÓN GENERAL:

- **Interior:** acumulaciones de polvo o de residuos, indicios de fugas y daños por agua, olores, daños estructurales, obstrucción de difusores y/o rejillas de retorno, deficiencias en el sistema HVAC, etc.
- **Exterior:** defectos estructurales, toma de aire mal ubicada, puntos de recogida de basuras, obras en el entorno, etc.
- **Lista de chequeo** (descripción del edificio, materiales de construcción, tipo de instalaciones, estado general del edificio)

### OBJETIVOS:

- **Conocer el estado general del edificio**
- **Identificar áreas donde pueden presentarse problemas**
- **Obtener una relación de fuentes potenciales de contaminantes y de posibles problemas de fácil solución**



## INVESTIGACIÓN INICIAL DEL EDIFICIO Y DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

TOMAR ACCIONES INMEDIATAMENTE



ESTABLECER HIPÓTESIS DE TRABAJO A COMPROBAR



MEDIR INDICADORES DE CAI

PARÁMETRO	INSTRUMENTO	CRITERIO	
		Verano	Invierno
Temperatura Humedad relativa	Termohigrómetro 	23-25°C 30-70%	21-23°C 30-70%
Movimientos de aire	Tubos de humo 	-----	
Caudal de aire	Medidor de caudal Tubo de Pitot 	30 m <sup>3</sup> /h/persona	
CO <sub>2</sub>	Lectura directa con sonda infrarrojos 	1000 ppm (Guía RD 486/1997)	



## INVESTIGACIÓN BÁSICA. EVALUACIÓN INICIAL DE LA CAI

### ¿DÓNDE MEDIR?




- Zonas donde se manifiesta el problema o se sospecha que existe
- Sistema HVAC y/o sus zonas de acceso
- Zona de referencia o control (limpia)
- Exterior del edificio, cerca de la toma de aire

### ¿CUÁNDO MEDIR?

- Mediciones a lo largo de toda la jornada laboral
- Preferentemente en horario am y pm
- Cuando el sistema de ventilación lleve funcionando un tiempo (régimen estacionario), antes de ponerlo en marcha



# INVESTIGACIÓN EN PROFUNDIDAD. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ESPECÍFICOS

## GASES DE COMBUSTIÓN

CONTAMINANTE	JUSTIFICACIÓN	MÉTODO DE MEDICIÓN	CRITERIO
CO	Garajes, aparcamientos, cuartos de calderas de calefacción, grupos electrógenos; cafeterías y servicios de restauración	Lectura directa con célula electroquímica 	<b>5 ppm</b>  (UNE 171330, basado en RD 102/2011)
NO <sub>2</sub>	Garajes, aparcamientos, cuartos de calderas de calefacción, grupos electrógenos Se sospecha su presencia interior o exterior por el tipo de quejas o los resultados de la investigación inicial	<ul style="list-style-type: none"><li>• Monitores pasivos (p.ej. Tubo de Palmes impregnado con solución de trietanolamina), análisis por espectrofotometría, cromatografía iónica</li><li>• Lectura directa con sensores electroquímicos</li><li>• Tubos colorimétricos de alta sensibilidad</li></ul> 	<b>200 µg/m<sup>3</sup></b>  (OMS)
SO <sub>2</sub>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Borboteo (solución absorbente de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, tetracloromercuriato), análisis espectrofotométrico</li><li>• Lectura directa con sensores electroquímicos</li><li>• Tubos colorimétricos de alta sensibilidad</li></ul> 	<b>500 µg/m<sup>3</sup></b>  (OMS)



## INVESTIGACIÓN EN PROFUNDIDAD. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ESPECÍFICOS

### COVs, FORMALDEHÍDO

CONTAMINANTE	JUSTIFICACIÓN	MÉTODO DE MEDICIÓN	CRITERIO
<b>COVs (COVT)</b>	Empleo de productos de limpieza, disolventes, pinturas, pegamentos, desinfectantes, pesticidas; cambios de decoración o mobiliario con aparición de síntomas que lo justifiquen	Tubos adsorbentes: carbón activo, resinas poliméricas o polímeros porosos (TENAX GC, XAD-2, Ambersorb, etc.); análisis por CG-FID, CG-ECD, CG-MS	 <b>200 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>  (Møhlhave)
<b>Formaldehído</b>	Cambios de decoración o mobiliario con aparición de síntomas que lo justifiquen	Tubos adsorbentes: silica-gel impregnada con un reactivo (bisulfito sódico o 2,4-dinitrofenilhidrazina)	 <b>0,1 <math>\text{mg}/\text{m}^3</math></b>  (OMS)

## INVESTIGACIÓN EN PROFUNDIDAD. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ESPECÍFICOS



### MP10, MP2,5

CONTAMINANTE	JUSTIFICACIÓN	MÉTODO DE MEDICIÓN	CRITERIO
MP10		<ul style="list-style-type: none"><li>• Gravimetría</li><li>• Difracción de rayos láser</li></ul> 	<b>50 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> (UNE 171330)
MP2,5	Evidencia visual de exceso de polvo interior o exterior; quejas consistentes en irritación o reacciones alérgicas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gravimetría</li><li>• Difracción de rayos láser</li></ul> 	<b>20 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> (UNE 171330, basado en RD 102/2011)





## INVESTIGACIÓN EN PROFUNDIDAD. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ESPECÍFICOS

### AMIANTO, FMA

CONTAMINANTE	JUSTIFICACIÓN	MÉTODO DE MEDICIÓN	CRITERIO
AMIANTO	Detección de su presencia, posibilidad de liberación	Captación sobre filtro de éster de celulosa, conteo por microscopía óptica	 0,01 fib/cc (UNE 171330, 1/10 LEP)
FMA			 0,1 fib/cc (UNE 171330, 1/10 LEP)

## INVESTIGACIÓN EN PROFUNDIDAD. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ESPECÍFICOS

### OZONO, RADÓN

CONTAMINANTE	JUSTIFICACIÓN	MÉTODO DE MEDICIÓN	CRITERIO
<b>Ozono</b>	Presencia de fuentes de radiación UV	<ul style="list-style-type: none"><li>• Borboteo: solución de yoduro potásico en medio neutro, análisis por cromatografía</li><li>• Tubos colorimétricos de alta sensibilidad</li></ul>	 <b>0,1 ppm</b> (UNE 171330, basado en los LEP)
<b>Radón</b>	Características geológicas del terreno	Detectores de partículas alfa	 <b>200 Bq/m<sup>3</sup></b> (UNE 171330, basado en Recomendaciones de la UE*)

\*Recomendación 90/143/Euratom de la Comisión, de 21 de febrero de 1990, relativa a la protección de la población contra los peligros de una exposición al radón en el interior de edificio



## INVESTIGACIÓN EN PROFUNDIDAD. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ESPECÍFICOS CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

### Utilidad del muestreo:

- ❖ **Confirmar un diagnóstico médico** (legionelosis, neumonitis por hipersensibilidad, asma alérgico)
- ❖ **Cumplir la normativa** ( R.D. 865/2003 sobre *Legionella*, Norma UNE 171330 sobre Calidad ambiental en interiores, etc.)
- ❖ **Detectar focos de contaminación, reservorios y/o fuentes de entrada de microorganismos**
- ❖ **Valorar la eficacia de las medidas preventivas o de control**



## INVESTIGACIÓN EN PROFUNDIDAD. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ESPECÍFICOS CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

### Estrategia de muestreo:

- ❖ **Tipo de muestreador y técnica de análisis que se va a utilizar**
- ❖ **Tiempo de muestreo:** considerar la variación temporal de los bioaerosoles
- ❖ **Número de muestras a tomar:**  $P = 0,15 \sqrt{S}$  (UNE 171330-2/2014)
- ❖ **Localización espacial de las muestras:** áreas donde se hayan producido quejas, áreas donde se sospeche que puede haber contaminación biológica, áreas control, aire exterior
- ❖ **Momento del muestreo:** antes, durante y después de la ocupación, considerar el sistema HVAC
- ❖ **Criterios a seguir para interpretar los resultados**



## INVESTIGACIÓN EN PROFUNDIDAD. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ESPECÍFICOS

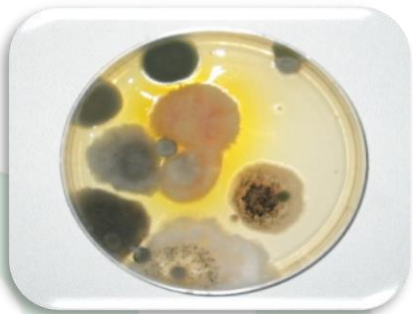
### CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

#### Técnicas de muestreo: muestreo de aire

Principio de funcionamiento	Equipo de muestreo	Análisis	Contaminante biológico
<b>Sedimentación</b>	Placa Petri o RODAC	Cultivo	Microorganismos viables
<b>Impactación</b>	Impactador multiorificio	Cultivo	Microorganismos viables
	Borboteador (impinger)	Cultivo, microscopía, ensayos	Microorganismos totales, componentes, productos o metabolitos microbianos
<b>Centrifugación</b>	Muestreador centrífugo	Cultivo	Microorganismos viables
<b>Filtración</b>	Cassette con filtro	Cultivo, microscopía, ensayos	Microorganismos totales, componentes, productos o metabolitos microbianos, alérgenos

## INVESTIGACIÓN EN PROFUNDIDAD. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ESPECÍFICOS CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

Técnicas de muestreo: muestreo de aire (cont.)



Sedimentación en  
placa Petri



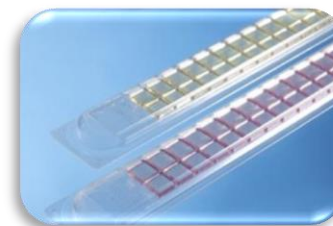
Impactador multiorificio  
(SAS)



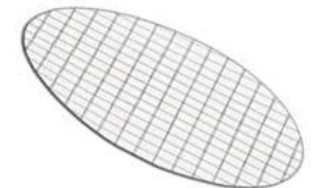
Impinger



Muestreador centrífugo  
(RCS)



Cassette





## INVESTIGACIÓN EN PROFUNDIDAD. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ESPECÍFICOS

### CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

Técnicas de muestreo: muestreo de superficies, polvo, agua

Medio de muestreo	Equipo de muestreo	Análisis	Contaminante biológico
<b>Superficies</b>	Placa de contacto	Cultivo	Microorganismos viables
	Torunda		
<b>Polvo</b>	Cinta adhesiva	Microscopía	Microorganismos totales
	Cassette con filtro	Microscopía, ensayos	Esporas, fragmentos, metabolitos fúngicos, endotoxinas, alérgenos
<b>Agua</b>	Recipiente estéril	Cultivo, microscopía, ensayos	Bacterias, protozoos



## INVESTIGACIÓN EN PROFUNDIDAD. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ESPECÍFICOS CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

Técnicas de muestreo: muestreo de superficies, polvo, agua (cont.)



Placa de contacto



Torunda



Cinta adhesiva



Muestreo de polvo



Muestreo de  
agua



## INVESTIGACIÓN EN PROFUNDIDAD. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ESPECÍFICOS

### CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

#### Criterios de valoración

Contaminante biológico	Criterio	Fuente
<b>Bacterias y hongos en suspensión</b>	Bacterias < 600 ufc/m <sup>3</sup> Hongos < 200 ufc/m <sup>3</sup>	UNE 171330
<b>Bacterias</b>	[ ] alta de Gram +: niveles de ocupación elevados y poca renovación de aire [ ] alta de enterobacterias: fugas de agua de desagües, extracciones de lavabos inadecuadas [ ] alta de Gram + oxidasa -: aguas estancadas y contaminadas [ ] alta de actinomicetos: exceso de humedad	INSHT
<b>Hongos</b>	1 o + especies en el interior y no en el exterior: amplificación No se pueden detectar niveles significativos de <i>A. fumigatus</i> , <i>Histoplasma</i> , <i>Criptococcus</i> Presencia continuada de hongos toxigénicos: realizar más estudios y tomar acciones correctoras Valores hasta 150 ufc/m <sup>3</sup> son aceptables si las especies son similares a las del exterior	AIHA, 1996



## INVESTIGACIÓN EN PROFUNDIDAD. DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ESPECÍFICOS

### CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

#### Criterios de valoración (cont.)

Contaminante biológico	Criterio	Fuente
<b>Alérgeno de gatos (Fe d I)</b>	8 µg/g	AIHA, 1996
<b>Alérgeno de perros (Can f I)</b>	10 µg/g	
<b>Alérgeno de cucarachas (Bla g I)</b>	2 µg/g	
<b>Alérgeno de ácaros (Der p I/g o Der f I)</b>	< 2 mg/g: bajo 2 – 10 mg/g: significativo > 10 mg/g: alto (aparecen signos clínicos en individuos sensibilizados)	
<b>Ácaros</b>	100 ácaros/100 g	Sociedad Española de Alergología e Inmunología Clínica



## MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL CONTAMINANTES QUÍMICOS

### FUENTES CONTAMINANTES

#### Eliminar o reducir

- Traslado del equipo contaminante (p.ej. fotocopiadoras) a zonas menos ocupadas con mayor renovación de aire
- Evitar zonas donde exista exceso de ocupación
- Efectuar operaciones de mantenimiento rápidamente
- Evitar la acumulación de suciedad o basura

#### Sustituir

- Sustituir materiales de decoración del edificio defectuosos (p.e. muebles y paneles de madera que liberen formaldehído), capaces de absorber COVs y reemitirlos (p.e. moquetas), difíciles de limpiar y mantener y que recojan polvo (p.e. materiales textiles)
- Sustituir materiales de construcción defectuosos o dañados
- Sustituir productos de limpieza que generen riesgo

#### Mitigar su acción

- Sellado de la fuente: revestimiento acrílico (aislantes con amianto), pintura epoxídica y selladores poliméricos (bloques de hormigón y fisuras de paredes de sótanos)
- Almacenar adecuadamente los materiales que puedan generar contaminación



## MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL CONTAMINANTES BIOLÓGICOS

TIPO DE ACCIÓN	EJEMPLOS
<b>CONTROL DE LA HUMEDAD</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Secar en 24 – 48 h los materiales humedecidos</li><li>• Eliminar materiales porosos contaminados</li><li>• Controlar los niveles de HR (30 – 50%): deshumidificación</li><li>• Evitar condensaciones: aislamiento térmico, barreras de vapor (vidrio, láminas de polietileno, aluminio, etc.)</li></ul>
<b>MANTENIMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Implantar programas de mantenimiento preventivo del edificio y de los sistemas de climatización y ventilación, incluyendo programas de limpieza de las instalaciones</li><li>• Cumplimiento del RD 865/2003</li></ul>



## MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL CONTROL DE LA VENTILACIÓN

TIPO DE ACCIÓN	EJEMPLOS
<b>AISLAR O ELIMINAR LOS CONTAMINANTES</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Edificio a ligera presión positiva</li><li>• Locales contaminantes a presión negativa</li><li>• Extracción localizada</li><li>• Locales con ventilación propia</li><li>• Situar a los ocupantes cerca de los suministros de aire y las fuentes contaminantes cerca de las extracciones</li></ul>
<b>DILUIR CONTAMINANTES CON AIRE EXTERIOR MENOS CONTAMINADO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ubicar adecuadamente la toma de aire</li><li>• Aumentar el suministro de aire en áreas afectadas</li><li>• Disminuir la recirculación</li><li>• Difusores y retornos operativos, dimensionado adecuado</li></ul>



## MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL LIMPIEZA DEL AIRE

MÉTODOS	APLICACIÓN
<b>FILTRACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Partículas</li></ul>
<b>PRECIPITACIÓN ELECTROSTÁTICA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Partículas</li></ul>
<b>ABSORCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• NO<sub>2</sub>: trietanolamina</li><li>• SO<sub>2</sub>: tetracloromercuriato de potasio, bisulfito sódico</li></ul>
<b>ADSORCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gases y vapores: carbón activo, alúmina activada, sílica gel</li></ul>





## MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL CONTROL DE LA EXPOSICIÓN

### ACTUACIONES

Informar sobre la realización de actividades que pueden generar contaminación (p.e. aplicación de tratamientos con pesticidas, inicio de obras de albañilería que pueden generar polvo). Siempre que sea posible, las actividades que puedan ser molestas se realizarán fuera del horario normal de trabajo

Cambiar de sitio a las personas sensibles, trasladándolas a zonas donde no manifiesten síntomas



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE EMPLEO  
Y SEGURIDAD SOCIAL



INSTITUTO NACIONAL  
DE SEGURIDAD E HIGIENE  
EN EL TRABAJO



MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN