



# INTRODUCCIÓN A LA NANOTECNOLOGÍA Y LOS NANOMATERIALES. NORMATIVA VIGENTE

[javier\\_ruiz@fremap.es](mailto:javier_ruiz@fremap.es)

Alcalá de Henares, 22 de noviembre de 2018

# INTRODUCCIÓN



## ESTRATEGIA INICIAL DE UNA EMPRESA PARA GESTIONAR EL RIESGO

**N A N O**

¿Será  
peligroso?

¿Existirá  
riesgo?

Estudia el  
caso

Hay mucha  
incertidumbre

No hace  
nada



“La vida es el arte de sacar conclusiones suficientes a partir de datos insuficientes”. Samuel Butler



# INTRODUCCIÓN



EL PAÍS, martes 5 de octubre de 2010

## Los 'nano-riesgos' no son tan diminutos

La nanotecnología es la nueva revolución tecnológica, pero faltan investigaciones sobre su impacto en la salud • Las partículas de minúsculo tamaño presentes en cremas o aerosoles, bajo sospecha

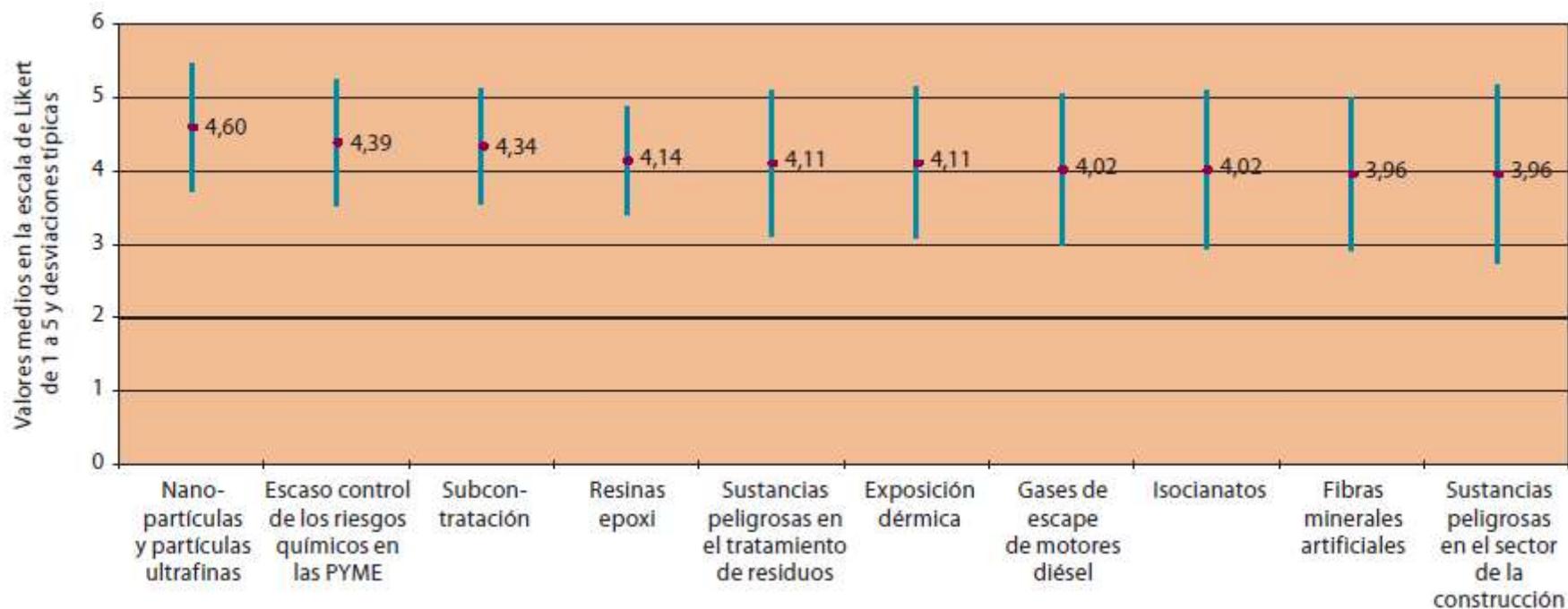


# PERCEPCIÓN DEL RIESGO



2009

## PREVISIONES DE LOS EXPERTOS SOBRE LOS RIESGOS QUÍMICOS <sup>1</sup>



<sup>1</sup>Fuente: <https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/publications/factsheets/84>

# PERCEPCIÓN DEL RIESGO



2014

## Salud pública

Personas no expertas  
Profesionales de los seguros  
Expertos en Nanotecnología

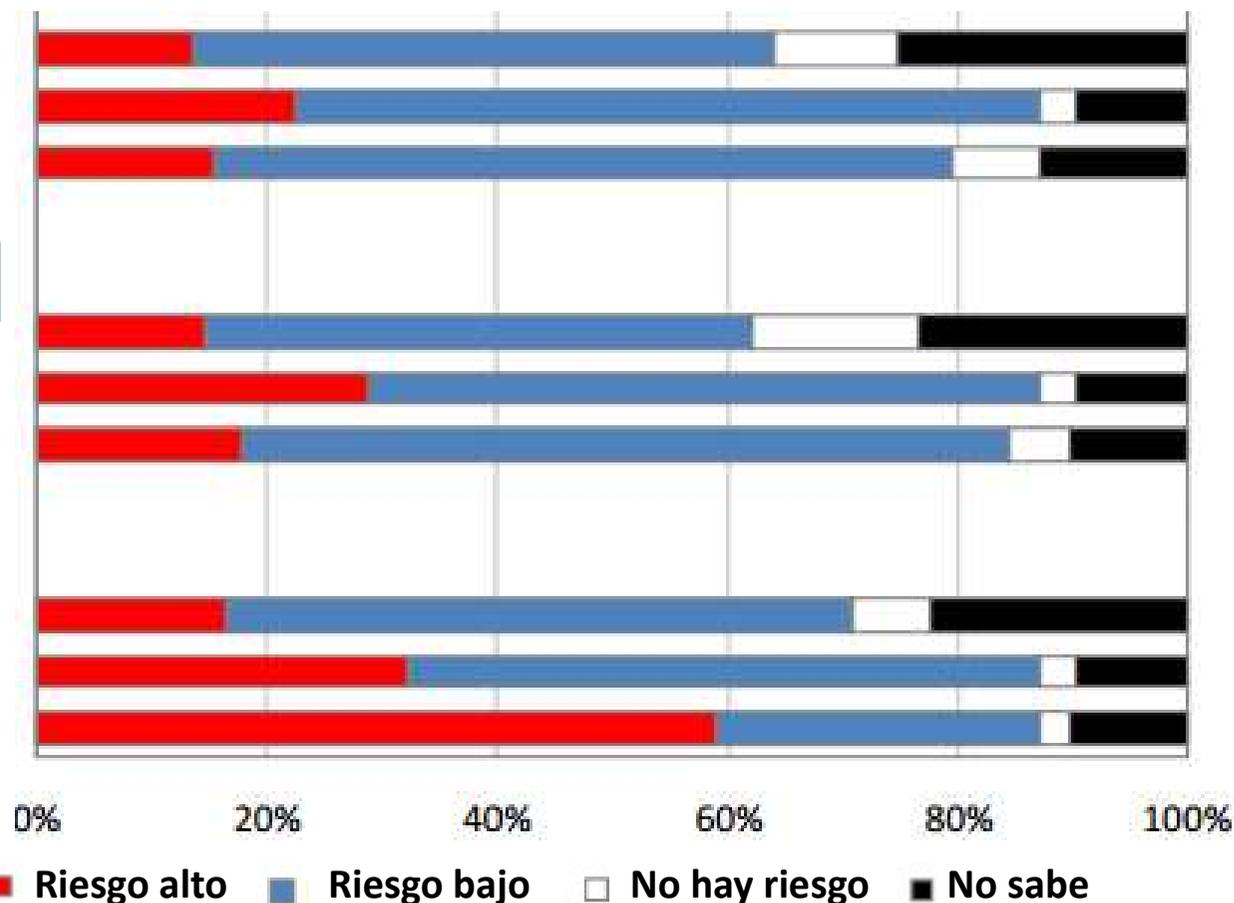
## Salud de los consumidores

Personas no expertas  
Profesionales de los seguros  
Expertos en Nanotecnología

## Salud de los trabajadores

Personas no expertas  
Profesionales de los seguros  
Expertos en Nanotecnología

## RIESGOS EN LOS PRÓXIMOS 15 AÑOS A LA SOCIEDAD



**La tecnología va siempre por delante del riesgo**



# INTRODUCCIÓN



**RIESGOS  
EMERGENTES**



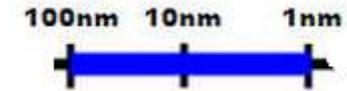
“en relación con las nanotecnologías, es necesario promover la **investigación**, seguir los avances realizados por grupos de investigadores de nuestro entorno, detectar colectivos y actividades expuestas a estos riesgos y establecer programas reglados de vigilancia de los trabajadores expuestos”



# TÉRMINOS Y DEFINICIONES



## ¿Qué es la nanotecnología?



La aplicación del conocimiento científico para controlar y utilizar la materia en la **nanoescala**, donde pueden emerger **propiedades** y **fenómenos** relacionados con el tamaño o la estructura.

TOP –DOWN Enfoque descendente	BOTTOM-UP Enfoque ascendente
Síntesis mecánica	Pirólisis de llama inducida por láser
Consolidación y densificación	Plasma térmico
Técnicas de alta deformación	Técnicas de sol-gel
Técnicas litográficas	Evaporación/Condensación
	Reacciones en fase vapor

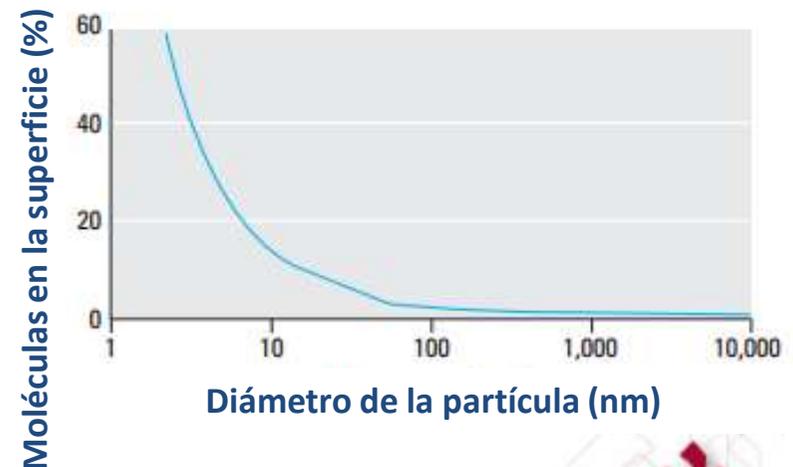


# LA NANOTECNOLOGÍA CONSIGUE:

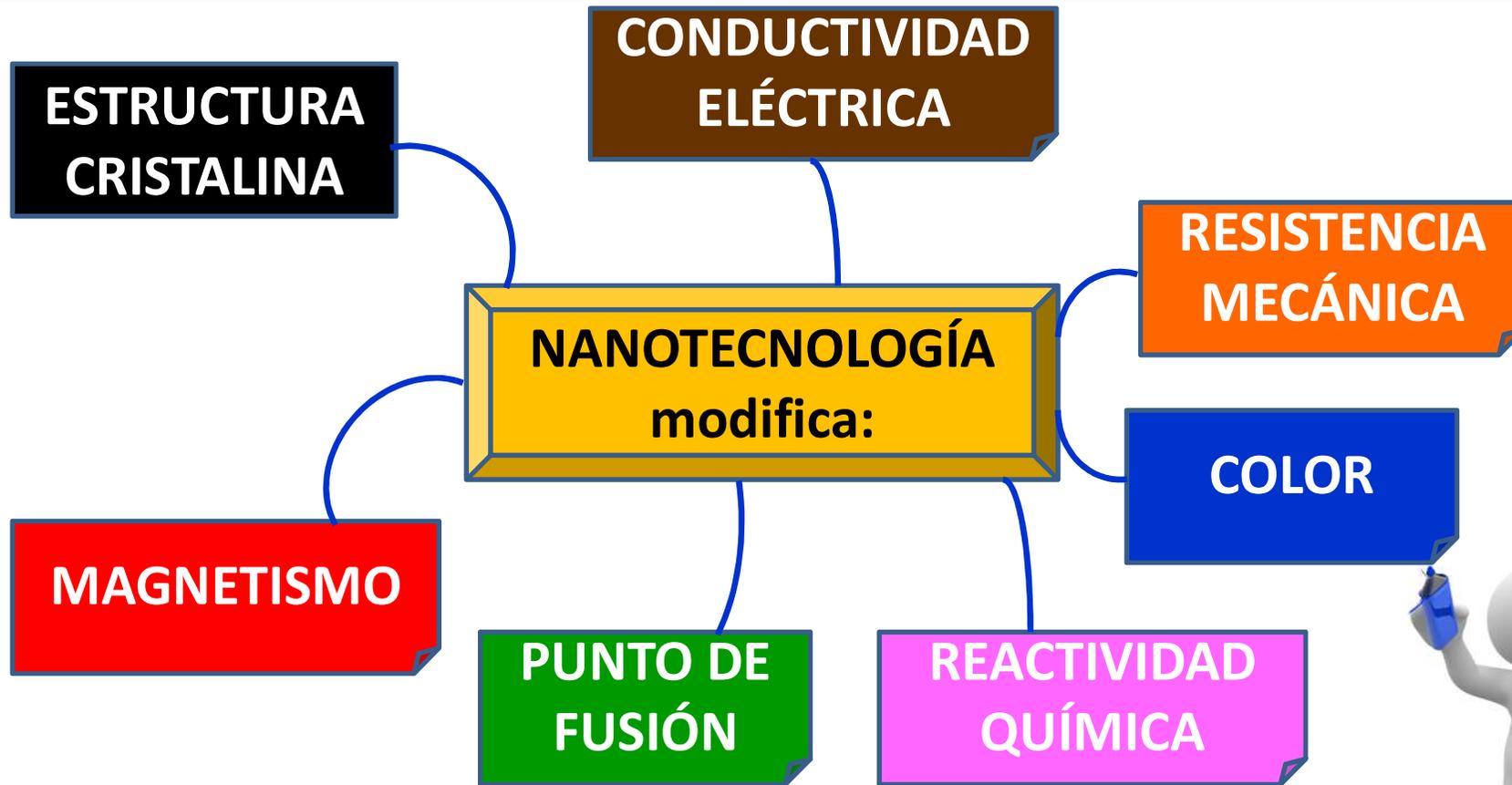


- Materiales más: densos, pequeños, ligeros, duros, resistentes y duraderos
- Las transacciones de información son mucho más rápidas
- Se reduce la energía consumida
- Aparecen efectos cuánticos
- Modificar las propiedades fisicoquímicas (Solubilidad, punto de fusión, ...)
- Aumenta la superficie específica y el número de átomos en la superficie
- Mejoran las propiedades ópticas, antimicrobianas, antioxidantes, etc.

**Nuevas propiedades  
¿Nuevos riesgos?**



# PROPIEDADES DE NANOMATERIALES



Amarillo  
Conductivo  
No magnético  
Inerte



Rojo, anaranjado, azul.  
Pierde conductividad sobre 1-3 nm  
Se vuelve magnético sobre 3 nm  
Excelente catalizador



# APLICACIONES NANOTECNOLOGÍA



OIT: “En el **2020**, aproximadamente **el 20% de todos los productos manufacturados** en el mundo se basarán en cierta medida en la utilización de la nanotecnología”



**National Science Foundation:** “El impacto de la nanotecnología en el siglo XXI será al menos tan significativo, para la salud, el bienestar y la seguridad, como la suma de la influencia de los **antibióticos, los circuitos integrados y los polímeros**”

❑ *“There will be market for no more than 5 computers in the world”*

**Thomas Watson, Presidente de IBM, 1943**

❑ *“640 Kb should be enough for everyone”*

**Bill Gates, Presidente de Microsoft, 1981**



# APLICACIONES NANOTECNOLOGÍA



Encuentra 42 productos de la vida cotidiana que contienen nanomateriales o productos obtenidos a partir de la nanotecnología

## Nanorama-Loft



Hose  
[Weitere Infos](#)



Fahrradrahmen  
[Weitere Infos](#)



Ski  
[Weitere Infos](#)

gefunden  
**4/42** Nano-Produkten

Punktstand  
3 richtige Antworten  
0 falsche Antworten

[Neustart!](#)





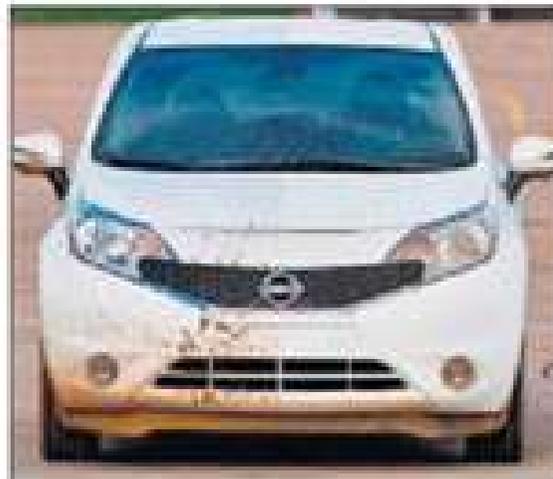
## Siempre limpio

Nissan prueba un tratamiento especial para la pintura de sus modelos que es capaz de repeler la suciedad

MARCOS BAEZA, Madrid

El polvo, la lluvia, el barro e, incluso, las deposiciones de los pájaros, se deslizan por la pintura sin fijarse ni dejar apenas marcas. La clave está en la nanotecnología, aplicada en forma de una capa invisible que reduce la suciedad que acumula el coche y permite que esté limpio y brillante por más tiempo.

La idea es de Nissan y se está ensayando ahora en un Note que sirve de conejillo de Indias. Como



Pintura normal (mitad izquierda) y la nueva con tratamiento.

se aprecia en la fotografía, los primeros resultados son prometedores. El fabricante anuncia un periodo

de prueba de "varios meses" antes de decidir si la pintura cumple con los requisitos establecidos y se gana el derecho de llegar a los concesionarios. La marca japonesa ya mostró en 2005 otra pintura innovadora: una que se autorreparaba con el calor del

sol, capaz de disimular los arañazos, y terminó aplicándose en varios modelos de Nissan e Infiniti.



# APLICACIONES NANOTECNOLOGÍA



Ingredients: Aqua, C12-15 Alkyl Benzoate, Butylene Glycol, Caprylic/Capric Triglyceride, Octocrylene, Ethylhexyl Salicylate, Butyl Methoxydibenzoylmethane, Polyglyceryl-4 Diisostearate/Polyhydroxystearate/Sebacate, **Titanium Dioxide (Nano)**, Cera Alba, Bis-Ethylhexyloxyphenol Methoxyphenyl Triazine, Stearalkonium Hectorite, Glycine, Tocopheryl Acetate, Vitis Vinifera Seed Extract, Tocopherol, Ubiquinone, Lecithin, Ascorbyl Tetraisopalmitate, Diisopropyl Adipate, Glycerin, Alcohol, Magnesium Sulfate, Citric Acid, Propylene Carbonate, Disodium EDTA, Silica, Dimethicone



# APLICACIONES NANOTECNOLOGÍA



SCCS/1580/16  
final

## CONCLUSIONES:



Scientific Committee on Consumer Safety

SCCS

### OPINION ON

**Titanium Dioxide (nano form) coated with Cetyl Phosphate, Manganese Dioxide or Triethoxycaprylylsilane as UV-filter in dermally applied cosmetic**

The SCCS adopted this opinion by written procedure

on 7 March 2017

1) TiO<sub>2</sub> puede considerarse **seguro** para su uso en productos cosméticos destinados a aplicación sobre la **piel sana, intacta o quemada por el sol.**

2) A día de hoy, **no** se puede considerarse como **seguro**, la aplicación que pueda conllevar exposiciones vía inhalatoria de los consumidores (**como polvos o productos pulverizables**)



# APLICACIONES NANOTECNOLOGÍA



5 - mayo - 2016



## EFECTO CITOTÓXICO QUE PRODUCEN LAS NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE CINCO EMPLEADAS EN PRODUCTOS COSMÉTICOS DE USO COTIDIANO

*Demostrado por investigadores IDIVAL*

**Un estudio de investigación llevado a cabo por científicos del Grupo de Nanomedicina - IDIVAL formado por profesores de la Universidad de Cantabria y el Hospital Valdecilla, y liderado por los investigadores Rafael Valiente y Mónica López-Fanarraga**

El estudio ha puesto de manifiesto el efecto citotóxico que producen las nanopartículas de óxido de cinc (ZnO) empleadas en productos cosméticos de uso cotidiano, como las cremas protectoras solares.

Estas cremas contienen como filtro físico solar cantidades considerables de nanopartículas de ZnO en su composición, que han sustituido a las partículas de mayor tamaño de este mismo material, con el fin de mejorar la apariencia estética tras la aplicación. Este trabajo demuestra cómo la reducción del tamaño de estas partículas provoca que el ZnO penetre en las células de la piel (los queratinocitos) y de las mucosas, disolviéndose en el interior de la célula y desencadenando un proceso de necrosis aguda cuyo mecanismo molecular explican los autores del estudio.

El cinc es un oligoelemento esencial para la regulación de numerosos procesos críticos en los organismos vivos pero en muy pequeñas cantidades. Por ello las células disponen de mecanismos de regulación de entrada del cinc muy sofisticados que les permiten capturar sólo las cantidades necesarias evitando así la toxicidad. El estudio demuestra como las nanopartículas de ZnO engañan a los sistemas de internalización celular, incorporándose a las células, descomponiéndose una vez dentro y liberando grandes cantidades de cinc en su interior causando la muerte celular. Este trabajo publicado en la revista Nanoscale demuestra además como este efecto nocivo no se observa con las nanopartículas de dióxido de titanio de tamaño similar, también empleadas en las mezclas de los filtros de cremas solares.

# APLICACIONES NANOTECNOLOGÍA



# APLICACIONES NANOTECNOLOGÍA



SCCS/1566/15  
Revision of 16 March 2016

## CONCLUSIONES:



Scientific Committee on Consumer Safety

SCCS

OPINION ON

Hydroxyapatite (nano)

The SCCS adopted this opinion by written procedure

on 16 October 2015

Revision of 16 March 2016

1) Las pruebas realizadas son **insuficientes** para permitir sacar una conclusión sobre la seguridad de nano-hidroxiapatite cuando se utiliza en productos cosméticos orales.

2) La nano-hidroxiapatite en forma de aguja preocupa debido a la posible toxicidad potencial. Por lo tanto, **en forma de aguja nano-hidroxiapatita no debe ser utilizado** en los productos cosméticos.



# APLICACIONES NANOTECNOLOGÍA



*This refrigerator contains biocidal products in the following parts to prevent dry film fungal growth or eliminate unwanted odours.*

- Active Substance: IPBC (CAS: 55406-53-6) for seal
- Active Substance: Silver (CAS: 7440-22-4) contains (nano) silver for door handle
- Active Substance: Titanium dioxide (CAS: 13463-67-7) contains (nano) titanium dioxide for carbon filter

**The concentrations of biocidal products are very low hence they should not pose unacceptable health risks.**



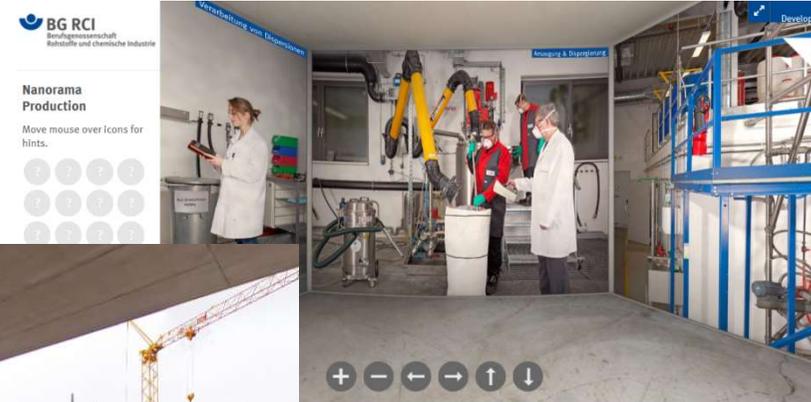
<p>ES Este frigorífico contiene productos biocidas en las partes siguientes para evitar el crecimiento de hongos de película seca o eliminar olores no deseados.</p>	<p>Sustancia activa: Plata (CAS: 7440-22-4) contiene (nano) plata para el tirador de la puerta Sustancia activa: Dióxido de titanio (CAS: 13463-67-7) contiene (nano) dióxido de titanio para el filtro de carbono Sustancia activa: IPBC (CAS: 55406-53-6) para la junta</p>	<p>Las concentraciones de productos biocidas son muy bajas, por lo que no suponen un riesgo inaceptable para la salud humana.</p>
--	---	---



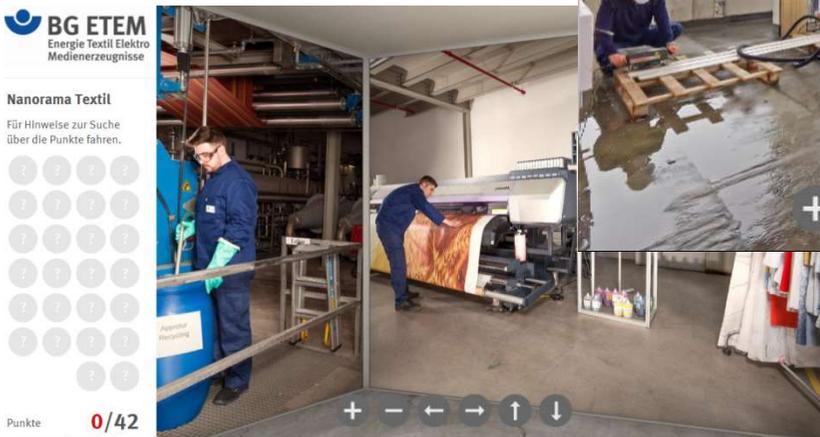
# APLICACIONES NANOTECNOLOGÍA



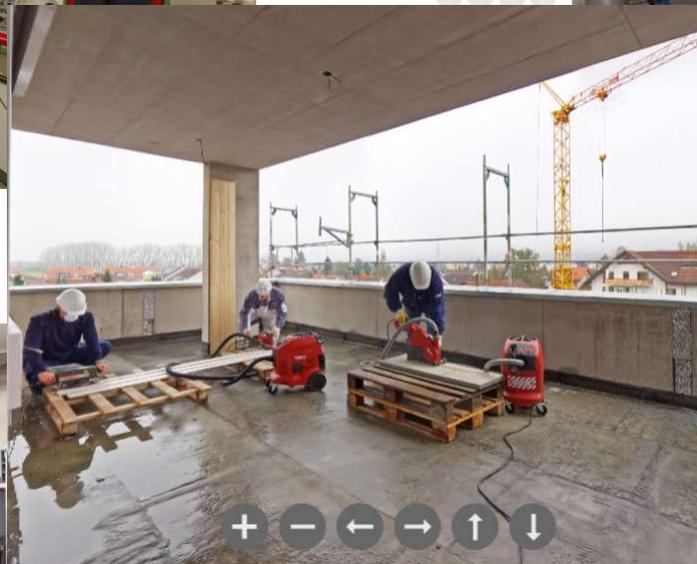
Laboratorio



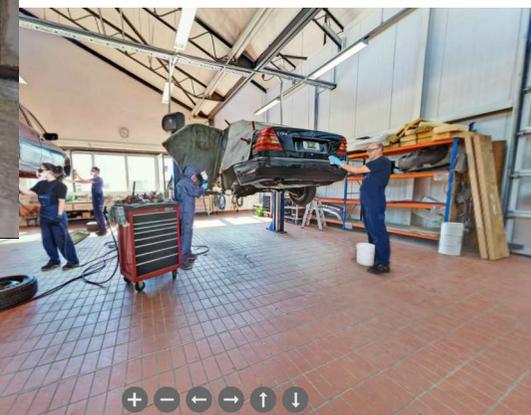
Producción



Textil

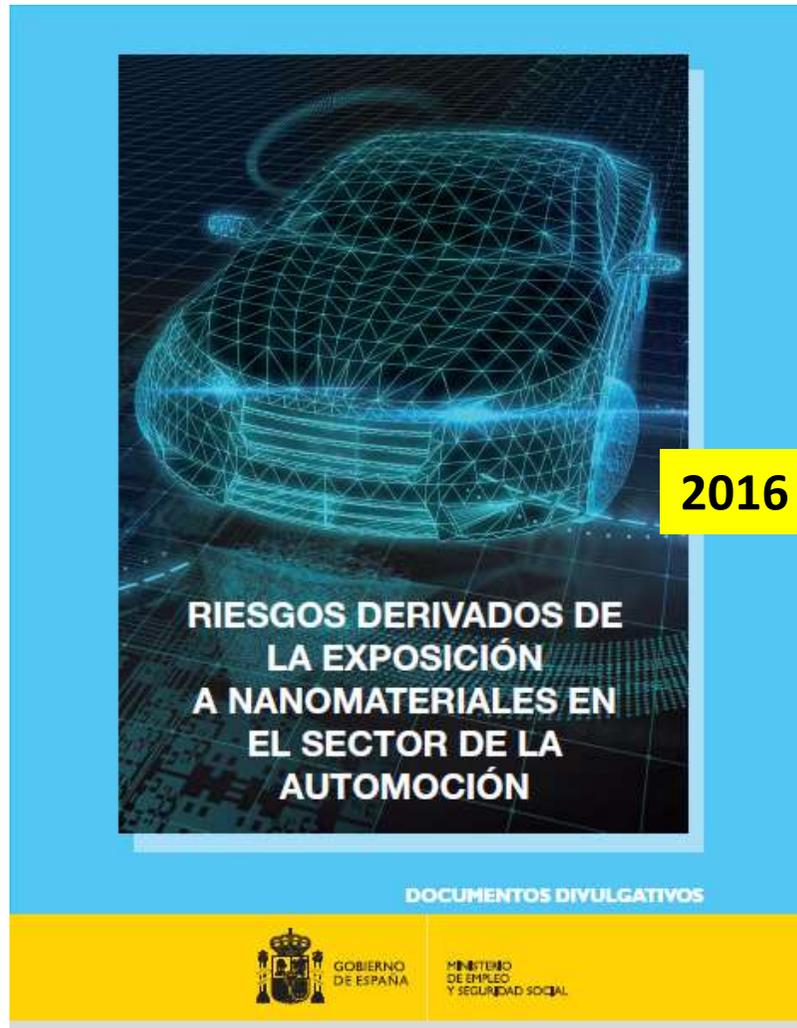


Construcción



Taller de vehículos

# APLICACIONES NANOTECNOLOGÍA



# PUBLICACIONES CIENTÍFICAS



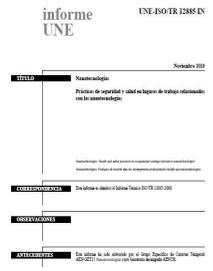
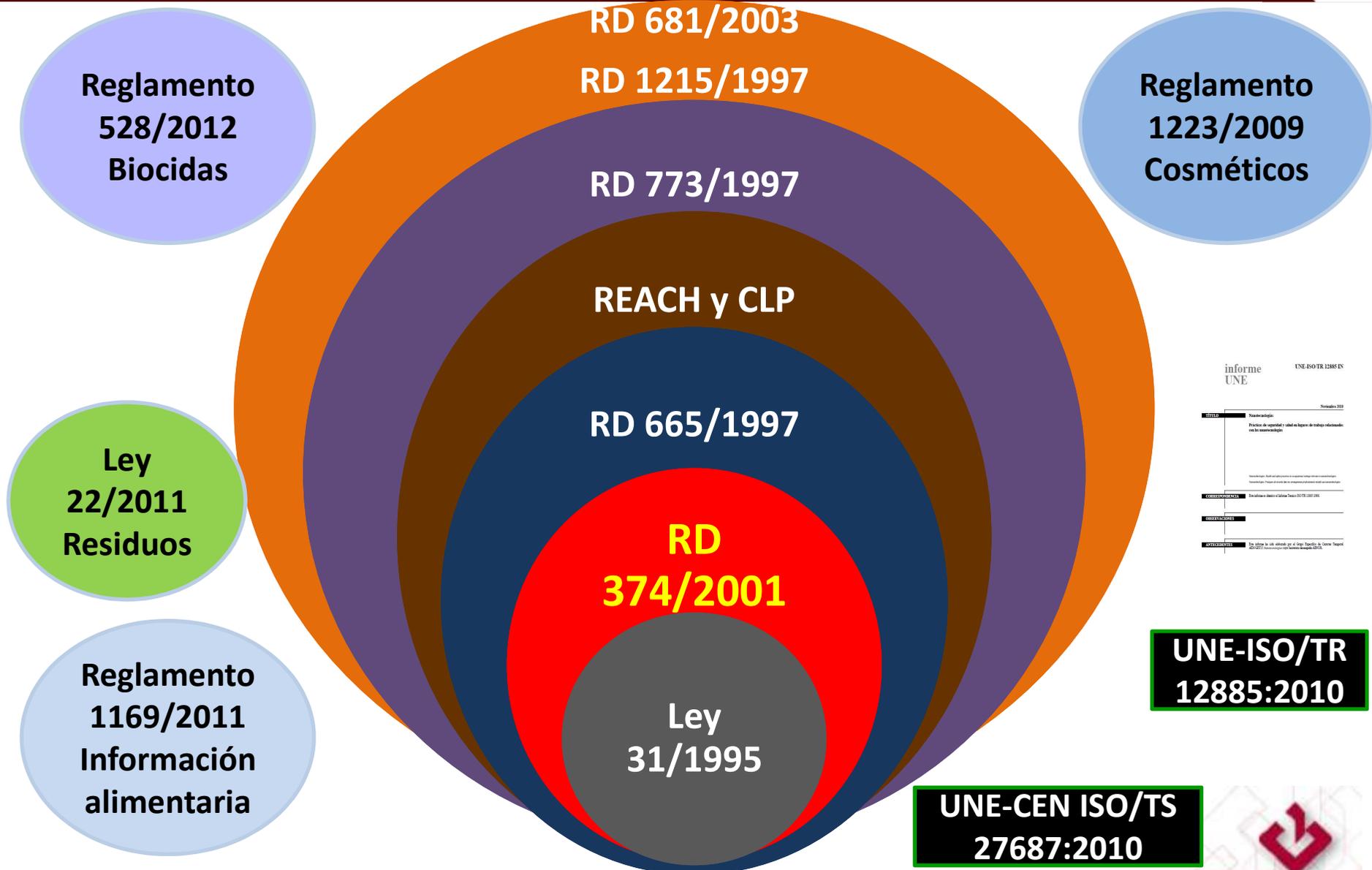
		2013	2014	2015	2016	2017
1	China	34,469	41,343	47,728	51,821	58,977
2	USA	21,421	22,476	23,773	24,883	25,205
3	India	7,805	9,550	11,004	12,432	13,269
4	Iran	4,608	5,575	6,938	8,484	9,325
5	South Korea	7,548	8,744	8,918	9,274	9,187
6	Germany	7,378	8,576	8,225	8,795	8,802
7	Japan	7,073	7,820	7,401	7,637	7,637
8	France	5,146	5,678	5,661	5,895	5,984
9	UK	4,010	4,976	4,861	5,572	5,781
10	Spain	3,637	4,258	4,096	4,517	4,540
11	Russia	3,217	3,727	4,627	5,165	5,221
12	Italy	3,567	4,135	4,138	4,333	4,475
13	Australia	2,723	3,081	3,569	3,713	3,908
14	Canada	2,833	2,943	3,268	3,345	3,554
	World	116,689	140,971	143,401	153,025	161,646



España ha publicado en el 2017, el 2,8 % de los artículos a nivel mundial.



# NORMATIVA APLICABLE



# PUBLICACIONES



SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO CON

## NANOMATERIALES

2015



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE EMPLEO  
Y SEGURIDAD SOCIAL



INSTITUTO NACIONAL  
DE SEGURIDAD E HIGIENE  
EN EL TRABAJO

- 1 Introducción
- 2 Qué son los nanomateriales
- 3 Dónde se pueden dar las exposiciones laborales a nanomateriales
  - 3.1. Fabricación del nanomaterial
  - 3.2. Incorporación del nanomaterial al producto intermedio o final
  - 3.3. Utilización profesional de productos que contienen nanomateriales
  - 3.4. Eliminación de residuos
  - 3.5. Operaciones de mantenimiento
- 4 Riesgos relacionados con los nanomateriales
  - 4.1. Riesgos para la salud
  - 4.2. Riesgos para la seguridad
- 5 Valores límite ambientales
  - 5.1. Valores límite propuestos por organizaciones internacionales
- 6 Evaluación de riesgos
  - 6.1. Identificación de peligros
  - 6.2. Estimación y valoración de los riesgos
  - 6.3. Actualización y revisión de la evaluación de riesgos
- 7 Métodos cualitativos de evaluación
- 8 Determinación cuantitativa de la exposición por inhalación
  - 8.1. Mediciones con equipos de lectura directa
  - 8.2. Mediciones indirectas (toma de muestra y análisis)
  - 8.3. Equipos agrupados por parámetro de medida
  - 8.4. Caracterización de las emisiones potenciales de nanomateriales en el lugar de trabajo
- 9 Medidas preventivas
  - 9.1. Prevención en la fase de diseño
  - 9.2. Medidas de prevención y protección
  - 9.3. Gestión de residuos
- 10 Equipos de protección individual
  - 10.1. Equipos de protección respiratoria
  - 10.2. Protección ocular
  - 10.3. Ropa de protección
  - 10.4. Guantes de protección
- 11 Vigilancia de la salud

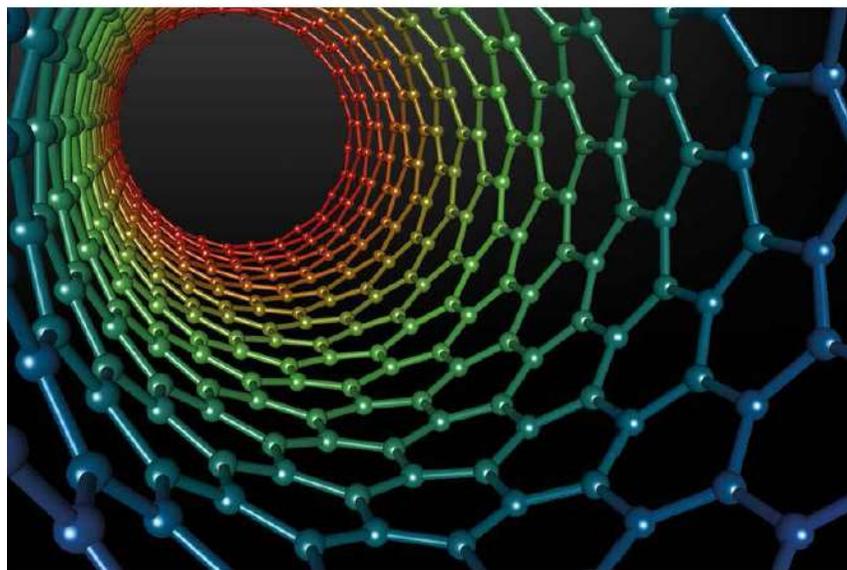


# PUBLICACIONES



2017

WHO GUIDELINES  
ON PROTECTING WORKERS  
FROM POTENTIAL RISKS  
OF MANUFACTURED NANOMATERIALS

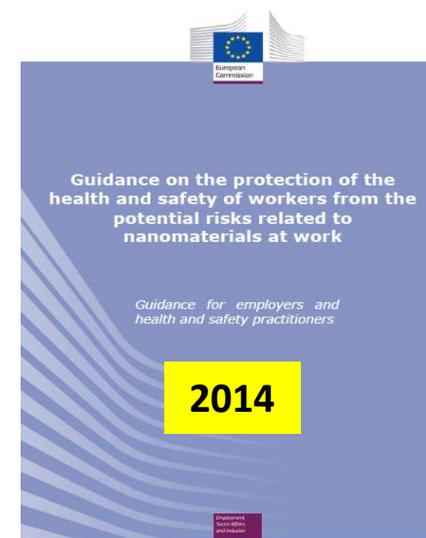


# REACH y CLP



- Aunque REACH y CLP no establecen requisitos explícitos, **los nanomateriales se ajustan a la definición de sustancia** de estos reglamentos y, por consiguiente, pueden aplicarse sus disposiciones.
- Los fabricantes, los importadores y los usuarios intermedios **deben garantizar el uso seguro** de todas las sustancias (**independientemente de su forma**).
- **Solo** si la sustancia es de **alto nivel de preocupación** tendrá que ser registrada por debajo de **una tonelada/año** y sometida a los procesos de autorización y restricción. Por encima de la tonelada/año, en todos los casos requiere de registro.
- El fabricante o suministrador no tendrá la obligación de confeccionar dicha FDS porque la mayoría de las nanoformas registradas no cumplen con las especificaciones de peligrosidad exigidas en REACH.

■ Al menos deberíamos solicitar (art. 41 ley 31/1995) que nos indiquen: **forma, tamaño de las partículas y solubilidad.**



# REACH y CLP



Last updated: 27 septembre 2017. Database contains 16522 unique substances and contains information from 62895 dossiers.

## Substance identity

Search for registered substances where the form has been reported as Nanomaterial in a composition or physical state, or there is a Nanomaterial Endpoint Study reported in a registered substance.

CAS number:

Other Numerical Identifiers:

Type

PBT assessment outcome:

- Select -

CSA performed:

- Select -

Substance has nanoform:

- Select -

## Uses and exposure

[View all Registered Substances](#)

Búsqueda

Clear all

Actualizado a 20/11/2018

**35 RESULTADOS**



# EU-ON

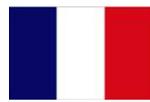


Le damos la bienvenida al Observatorio de nanomateriales de la Unión Europea



[Borrador de Reglamento que modifica el Reglamento \(CE\) n.º 1907/2006, para tener en cuenta para tener en cuenta las \*\*NANOFORMAS\*\* de sustancias](#)

Tienen su propio registro de nanomateriales



2013



2013



2014



2014



2017



2019



¿2020?

# TÉRMINOS Y DEFINICIONES



## ¿Qué es un nanomaterial?

Material con cualquier dimensión exterior en la nanoescala (**nanoobjeto**) o que tenga la estructura interna o estructura superficial en la nanoescala (**material nanoestructurado**).



ISO/TS 80004-1

Un material **natural, accidental** o **fabricado** que contenga **partículas, sueltas** o formando un **agregado** o **aglomerado** y en el que el **50 % o más de las partículas** en la granulometría numérica presente **una o más dimensiones externas** en el intervalo de tamaños comprendido **entre 1 nm y 100 nm**, o bien cuando la superficie específica por unidad de volumen del material sea superior a  $60 \text{ m}^2/\text{cm}^3$ .



Revisión



Son también nanomateriales los fullerenos, los copos de grafeno y los nanotubos de carbono de pared simple con una o más dimensiones externas inferiores a 1 nm.

# TÉRMINOS Y DEFINICIONES



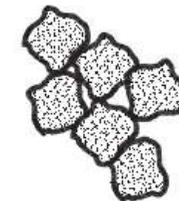
**Nano-objeto:** Partículas individuales de material que tienen al menos una de sus tres dimensiones externas en la nanoescala.



**Agregado:** una partícula compuesta de partículas fuertemente ligadas o fusionadas (p.eje. Con *enlaces covalentes*), donde el área superficial externa resultante puede ser significativamente menor que la suma de las áreas superficiales calculadas de los componentes individuales.

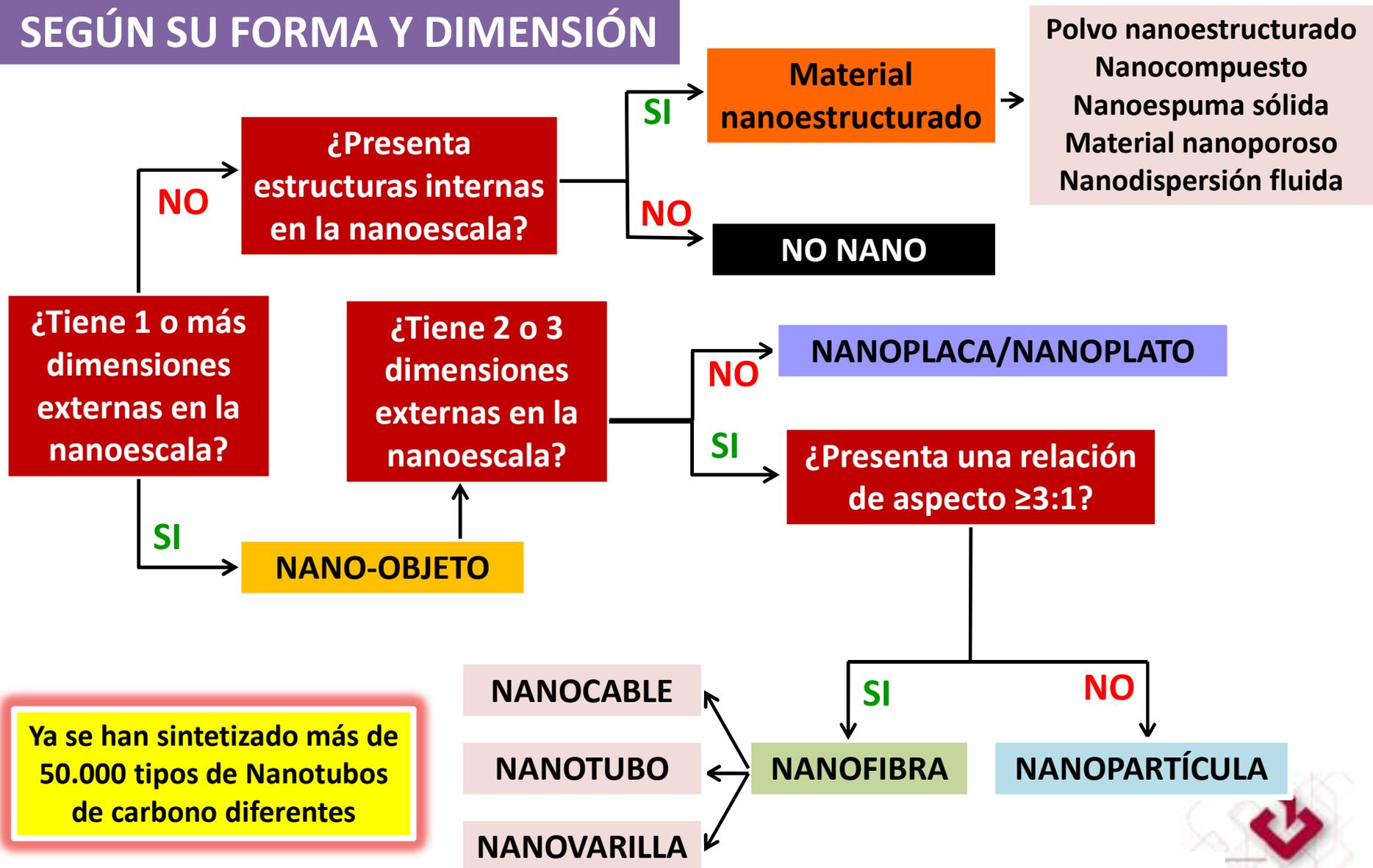


**Aglomerado:** colección de partículas débilmente ligadas (p.eje. Con *Fuerzas de Van der Waals*) o agregados o mezclas de los dos, donde el área superficial externa resultante es similar a la suma de las áreas superficiales de los componentes individuales.



# CLASIFICACIÓN

## SEGÚN SU FORMA Y DIMENSIÓN



# CLASIFICACIÓN



## SEGÚN SU ORIGEN

### ORIGEN NATURAL



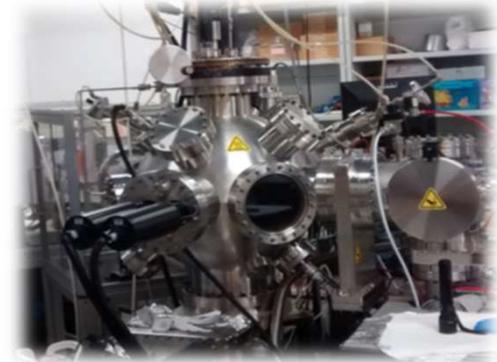
### ORIGEN HUMANO: ACCIDENTAL



**Partículas  
Ultrafinas  
<100nm**



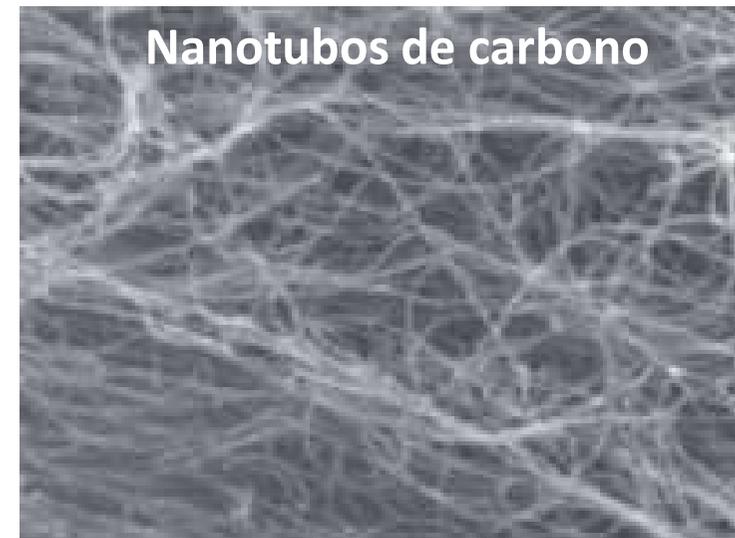
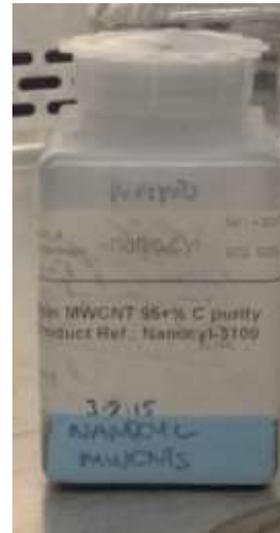
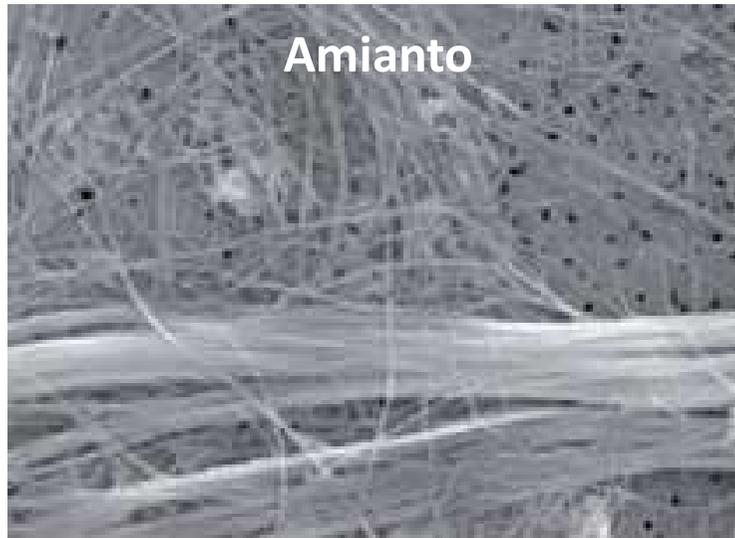
### ORIGEN HUMANO: FABRICADOS



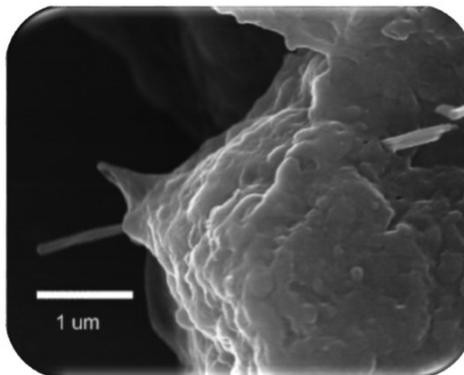
# TOXICOLOGÍA



**¿Cuál de las 2 imágenes contiene amianto?**



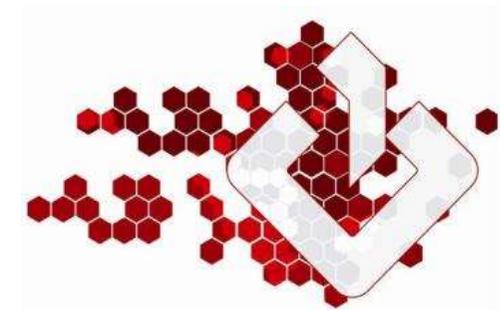
Imágenes obtenidas con microscopía electrónica



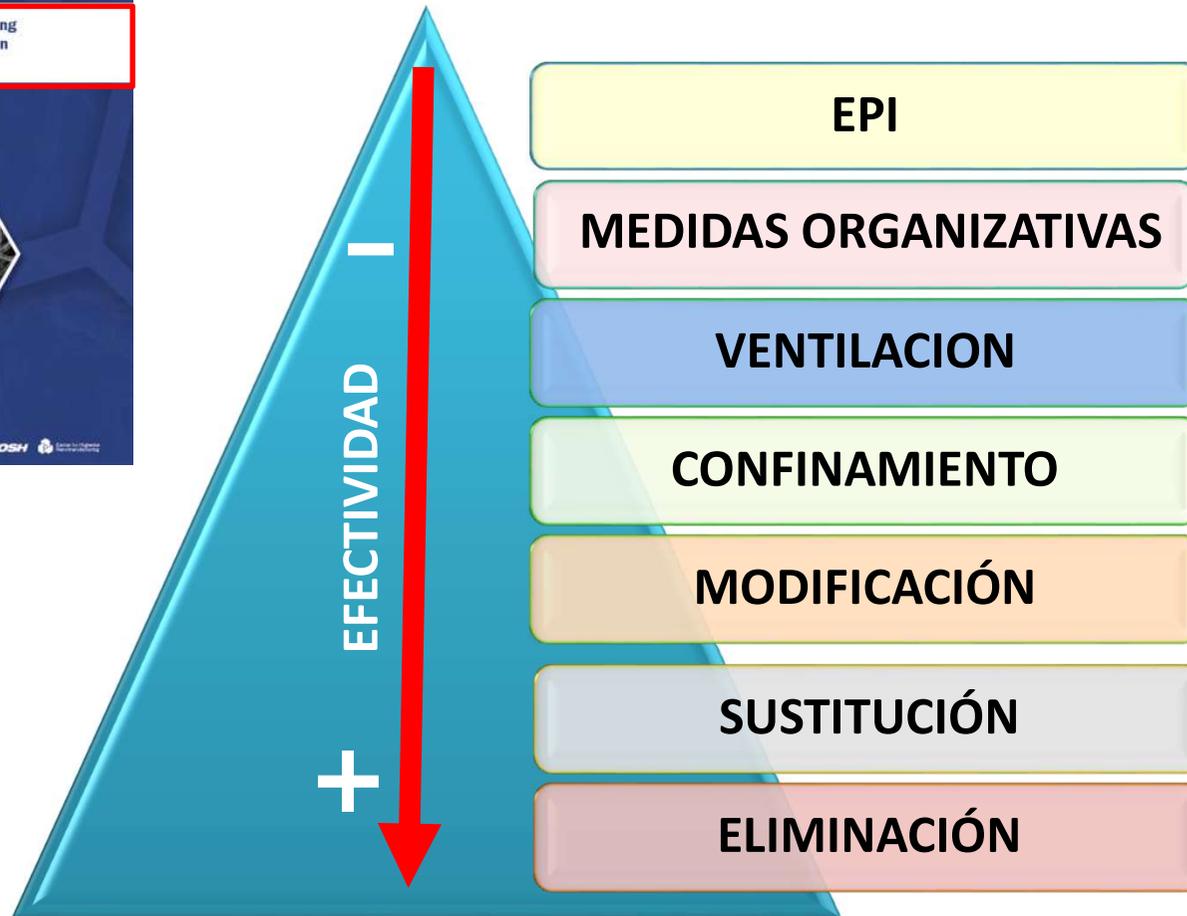
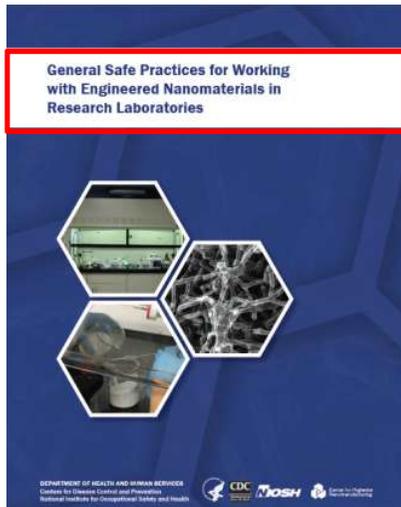
Penetración del epitelio alveolar por Nanotubos de carbono de múltiple capa. (Fuente: NIOSH)



# CONTROL DEL RIESGO EN UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN



# MEDIDAS DE CONTROL



Las medidas convencionales de aplicación en Higiene Industrial son adecuadas para reducir la exposición a NP



# MODIFICACIÓN



- **Cambiar el estado o presentación** física del producto o material, evitando los aerosoles o polvo. Incorporar un material pulverulento a una matriz sólida o líquida (p.eje. Pastas, pellets, suspensión, granulados).
- Utilizar los **métodos de fabricación en fase líquida** en lugar de las técnicas en fase vapor o los métodos mecánicos.
- Encapsulamiento o **modificación de la superficie** (P.eje. funcionalizando NPs para que sean biocompatibles).
- Fabricación en **continuo** (reducir las paradas)
- **Humedecer** el nanomaterial, puede disminuir la reactividad  
Modificar el proceso de seco a húmedo, reduce las emisiones de polvo.

COMPRAS



DISEÑO



# CONFINAMIENTO Y AISLAMIENTO



**1-Operaciones en  
circuito cerrado**

**2- Cabinas de Seguridad  
Biológica Clase III**

**3- Bolsas y Cajas de  
guantes**

**4- Encerramiento del  
proceso o equipos**

**5- Espacios separados y  
ventilados**

**6- Salas limpias**

**7- Control remoto**

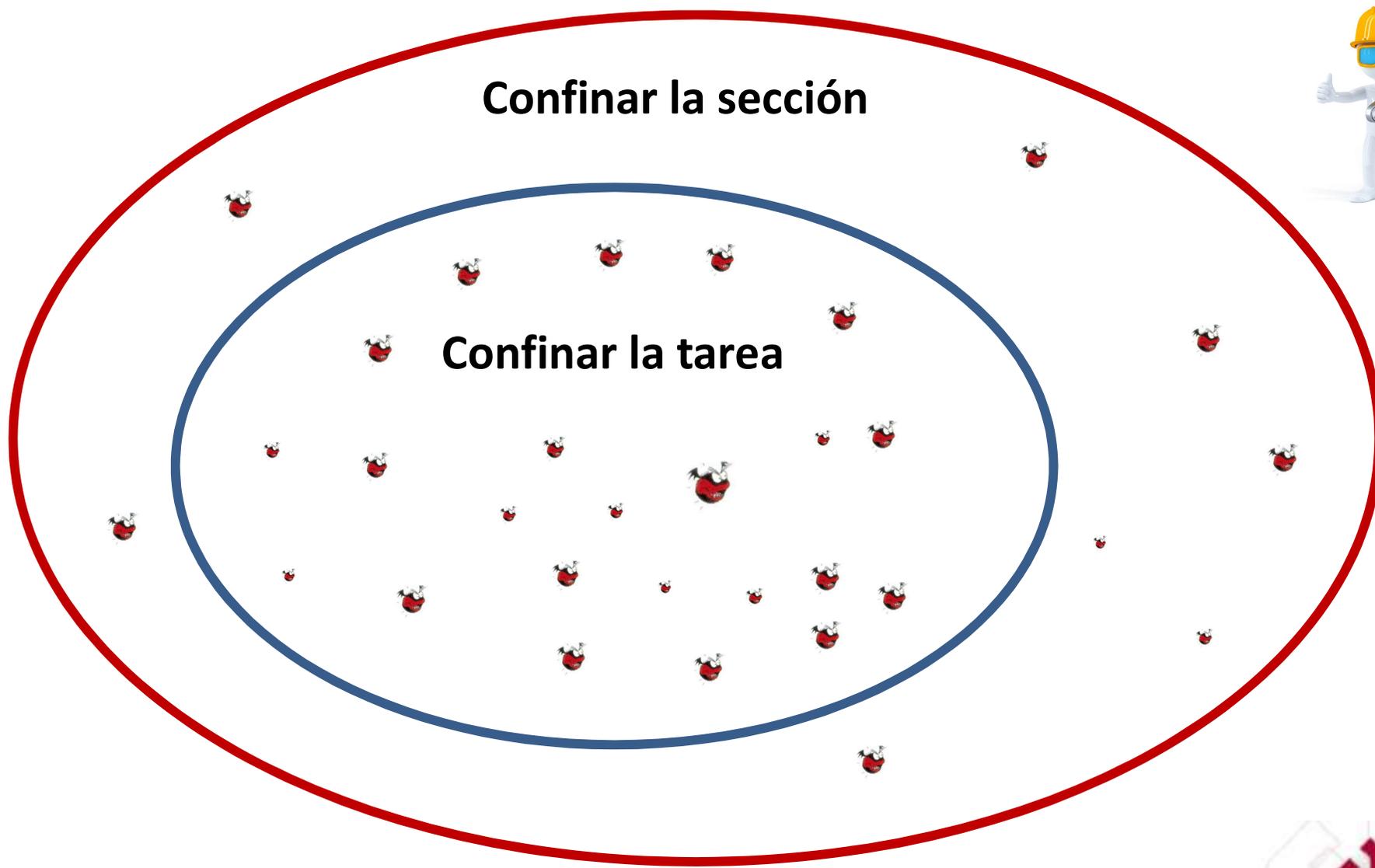


# CONFINAMIENTO Y AISLAMIENTO

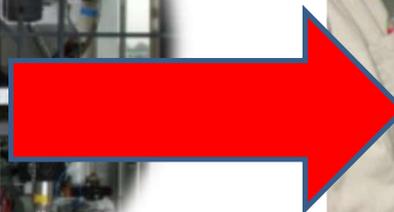


**Confinar la sección**

**Confinar la tarea**



# 1-OPERACIONES EN CIRCUITO CERRADO



# CLASE DE FILTROS



## EN 1822 – FILTROS ABSOLUTOS (EPA, HEPA y ULPA)

GRUPO Y CLASE DE FILTRO	VALOR INTEGRAL		
	EFICACIA (%)	PENETRACIÓN (%)	
E10	$\geq 85$	$\leq 15$	EPA Alta eficacia
E11	$\geq 95$	$\leq 5$	
E12	$\geq 99,5$	$\leq 0,5$	
H13	$\geq 99,95$	$\leq 0,05$	HEPA Muy alta eficacia
H14	$\geq 99,995$	$\leq 0,005$	
U15	$\geq 99,9995$	$\leq 0,0005$	ULPA Ultra baja penetración
U16	$\geq 99,99995$	$\leq 0,00005$	
U17	$\geq 99,999995$	$\leq 0,000005$	



Es aconsejable preceder a los filtros de aire de alta eficiencia por un pre-filtro, que retenga las partículas más grandes.



# 2- CABINAS DE SEGURIDAD BIOLÓGICA



EN 12469 - Criterios de funcionamiento de las CSB

Filtrado HEPA a la entrada y doble HEPA a la salida



PROTECCIÓN DEL OPERARIO	PROTECCIÓN DEL PRODUCTO	PROTECCIÓN DEL AMBIENTE
Excelente	Deficiente, excepto si incluye flujo laminar	Excelente



# 3-BOLSAS Y CAJAS DE GUANTES



**GLOVE BAG**

**Acumulan cargas electroestáticas. No se recomiendan con nanomateriales inflamables o potencialmente explosivos, salvo si se crean atmósferas inertes o de O<sub>2</sub> reducido.**



**GLOVE BOX**



# 4-ENCERRAMIENTO (PROCESO O EQUIPO)



# 4-ENCERRAMIENTO (PROCESO O EQUIPO)



# 4-ENCERRAMIENTO (PROCESO O EQUIPO)



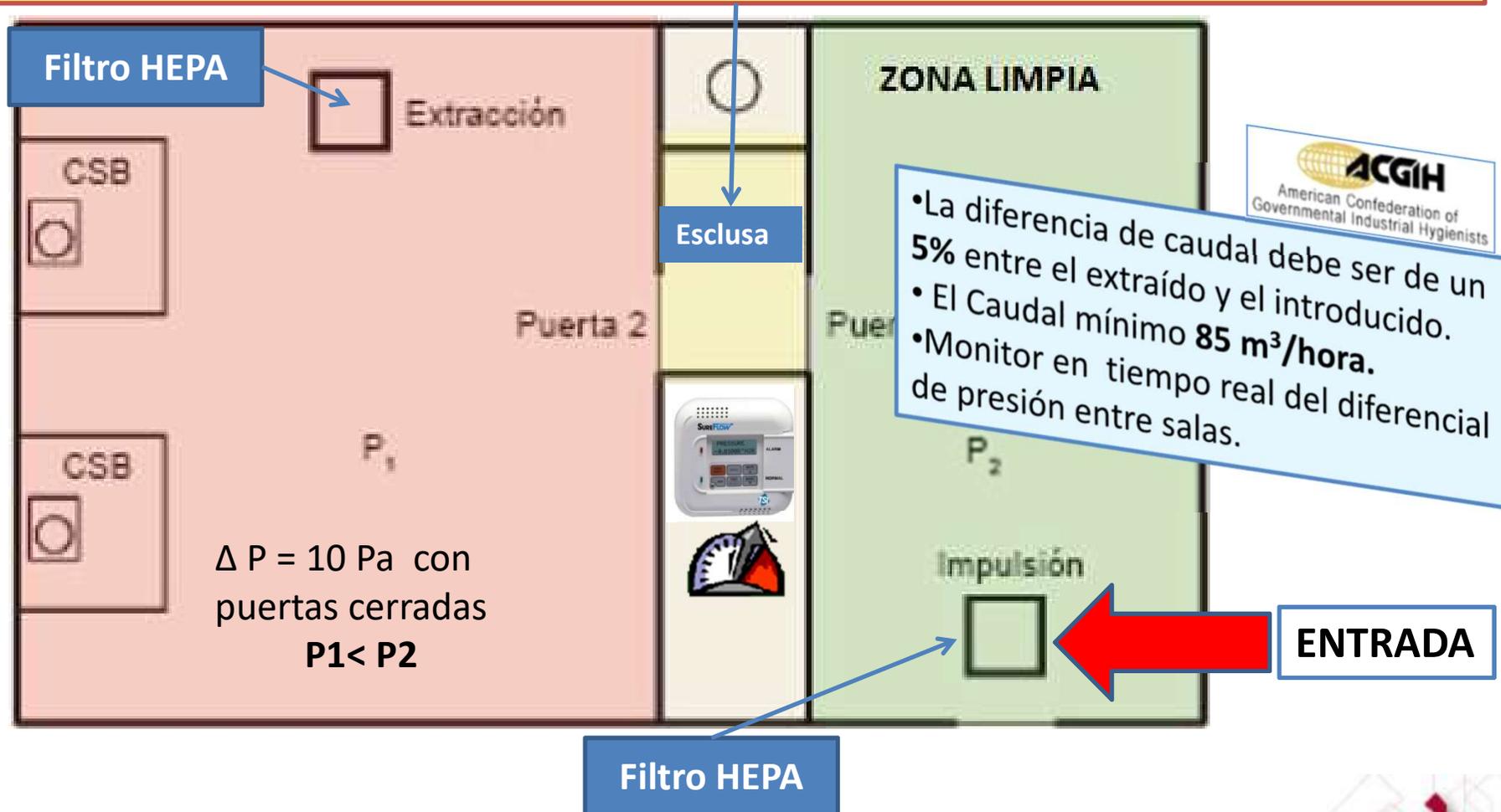
Sistema de revestimiento continuo



# 5-ESPACIO SEPARADO Y VENTILADO



Esclusas con enclavamientos que impidan la apertura simultánea de 2 puertas



# 6-SALAS LIMPIAS



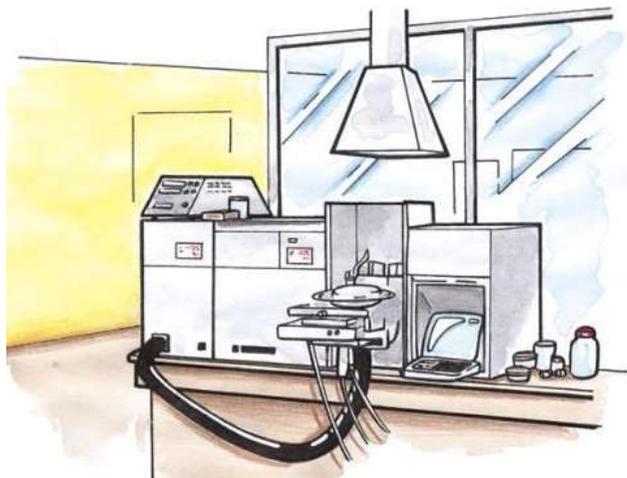
## UNE EN ISO 14644 Salas limpias y locales anexos

Nº de clase	Límites máximos de concentración (Partículas/ m <sup>3</sup> de aire) de partículas "≥" que los tamaños mostrados abajo					
	0,1 µm	0,2 µm	0,3 µm	0,5 µm	1 µm	5 µm
ISO 1	10	2	-	-	-	-
ISO 2	100	24	10	4	-	-
ISO 3	1000	237	102	35	8	-
ISO 4	10000	2370	1020	352	83	-
ISO 5	100000	23700	10200	3520	832	29
ISO 6	1000000	237000	10200	35200	8320	293
ISO 7	-	-	-	352000	83200	2930
ISO 8	-	-	-	3520000	832000	29300
ISO 9	-	-	-	35200000	8320000	293000

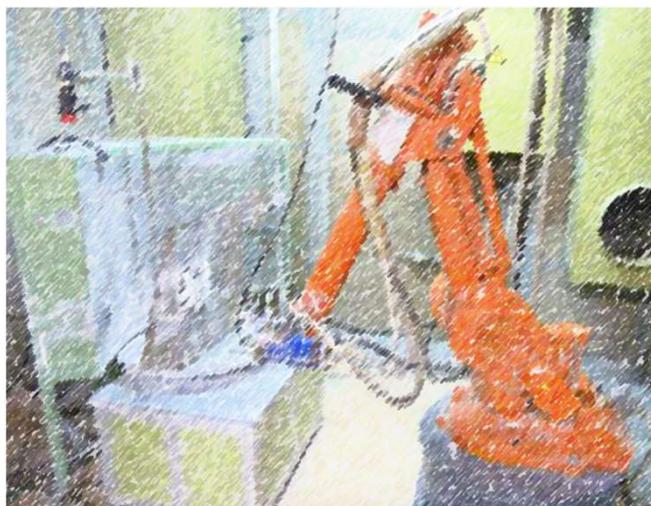


<b>CLASE ISO 14644</b>	<b>CLASE 3</b>	<b>CLASE 4</b>	<b>CLASE 5</b>	<b>CLASE 6</b>	<b>CLASE 7</b>	<b>CLASE 8</b>
FEDERAL STANDARD 209	CLASE 1	CLASE 10	CLASE-100	CLASE 1000	CLASE 10000	CLASE100000

# 7-SISTEMAS DE CONTROL REMOTO



Horno de microondas para la síntesis de nanopartículas. **El brazo robótico** introduce el tubo de ensayo que contiene el solvente orgánico y los materiales a partir de los cuales se sintetizan las nanopartículas.



Proyección térmica por plasma de nanopulvos, con robot.



# EXTRACCIÓN LOCALIZADA Y VENTILACIÓN



1- Extracción localizada

2- Cabinas de Seguridad Biológica Clase I y II

3-Cabinas de pesaje

4-Vitrinas de gases

5- Cabinas de flujo laminar

6- Aspiradores

7- Ventilación general mecánica



# 1- EXTRACCIÓN LOCALIZADA



- La reducción del número de partículas con un sistema de extracción localizado correctamente diseñado, utilizado y mantenido, ronda el **90%** (estudio realizado por NIOSH).
- Distancia mínima al foco, encerrar el foco lo máximo posible y velocidad de captura 0,4 a 0,6 m/s.



# 2-CABINAS DE SEGURIDAD BIOLÓGICA



## EN 12469 - Criterios de funcionamiento de las CSB



Las más utilizadas

Filtrado HEPA a la entrada y a la salida

Clase de CSB II (NSF 49)	RECIRCULA
A1	70% (expulsa 30%)
A2	70% (expulsa 30%)
B1	30% (expulsa 70%)
B2	Expulsa 100%

Para nanomateriales volátiles

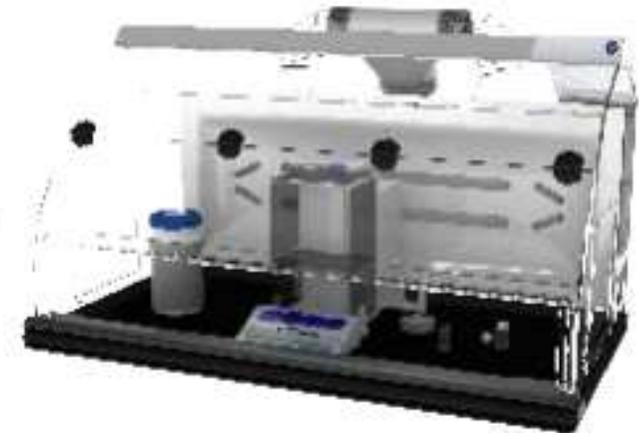
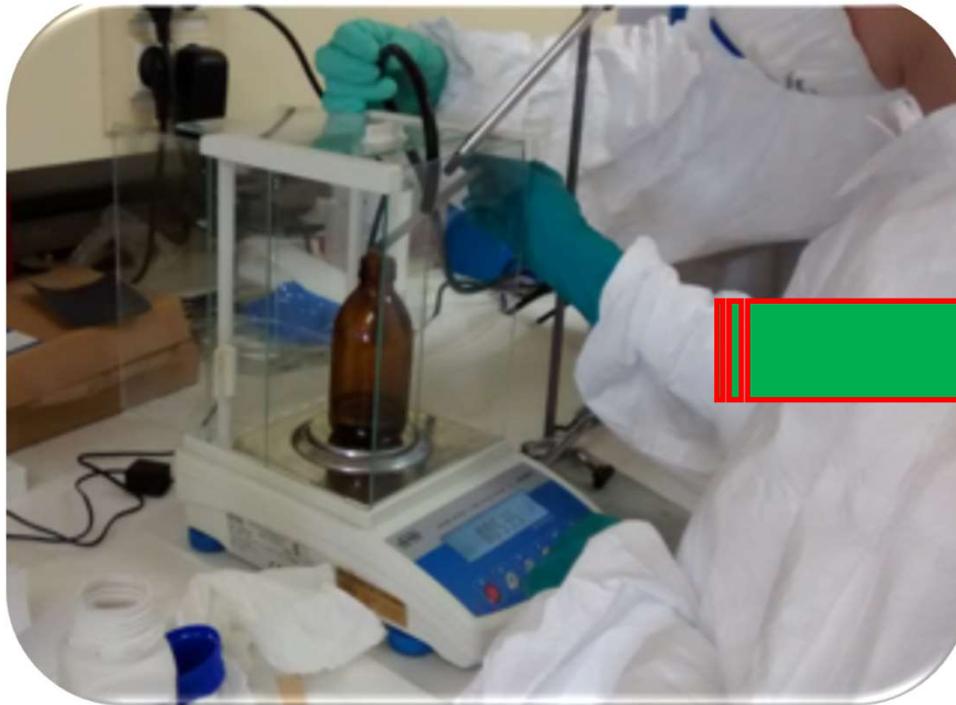
PROTECCIÓN DEL OPERARIO	PROTECCIÓN DEL PRODUCTO	PROTECCIÓN DEL AMBIENTE
Buena	Excelente	Excelente



# 3- CABINAS DE PESAJE



En pequeñas operaciones, las **cabinas de pesaje** utilizadas en la industria farmacéutica, permiten trabajar a caudales más bajos y **reducir** así las **turbulencias** que provocan la salida del nanomaterial.



# 2-CABINAS DE SEGURIDAD BIOLÓGICA



EN 12469 - Criterios de funcionamiento de las CSB

Filtrado HEPA a la salida



PROTECCIÓN DEL OPERARIO	PROTECCIÓN DEL PRODUCTO	PROTECCIÓN DEL AMBIENTE
Buena	Ninguna	Buena



# 4-VITRINAS DE GASES



UNE EN 14175 – Vitrinas de gases

No hay Filtrado HEPA a la salida

Las cabinas de **volumen de aire constante**, puede permitir la liberación significativa de nanopartículas , si la guillotina se encuentra por encima o por debajo de la altura recomendada. Las **cabinas de volumen de aire variable**, atenúan este efecto.



Volumen aire variable

  
La velocidad de entrada que se debe mantener es entre: **0,4 y 0,6 m/seg.**



Volumen aire constante

Evitar las cabinas de flujo laminar horizontal.

Las cabinas de presión positiva no protegen al trabajador, solo al producto.

# 4-VITRINAS DE GASES

## VITRINAS DE RECIRCULACIÓN CON FILTRO -NF X 15-211

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

NP Norma Técnica de Prevención 1.055

**Seguridad en el laboratorio:  
utilización de vitrinas de recirculación con filtro**

*Safety in the laboratory: use of recirculatory filtration fume cupboard  
Sécurité au laboratoire: usage de sorbonnes à recirculation avec filtres*

**Autor:**  
Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)

**Elaborado por:**  
Xavier Guardino Solá  
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO, INSHT

Las vitrinas con filtro que recirculan el aire del laboratorio tienen un gran predicamento como herramienta de protección colectiva, ya que por su facilidad de instalación y versatilidad ofrecen de entrada una serie de supuestas ventajas sobre las vitrinas tradicionales que implican una instalación compleja con conductos de extracción y salidas al exterior, no siempre practicables una vez el laboratorio está en funcionamiento. En esta NTP se valoran las prestaciones de este tipo de vitrinas, sus ventajas e inconvenientes y se proponen una serie de acciones tendientes a hacer lo más segura posible su utilización teniendo en cuenta lo establecido en las distintas partes de la norma UNE-EN 14175 y las normas AFNOR NF X 15-211:2006, Sorbonne à recirculation y BS 7589:2001, Specification for recirculatory filtration fume cupboards. Aunque alternativamente se denominan también cabinas, se ha mantenido la denominación de vitrina usada en la UNE-EN-14175.

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

### 1. INTRODUCCIÓN

La utilización de vitrinas de recirculación con filtro en los laboratorios como medida de protección colectiva es una práctica muy habitual, básicamente por la comodidad que presenta su instalación y las posibilidades de una recirculación en función de las necesidades existentes. En la figura 1 se representa un modelo típico de estas cabinas con el filtro situado en la parte superior de la misma. Existen otros modelos con el filtro en la pared posterior; sin embargo el modelo representado suele ser el más habitual. Colocar un equipo de estas características en un laboratorio ya diseñado o en funcionamiento presenta unas importantes ventajas y ahorro de costes. Sin embargo, la utilización indiscriminada y con escaso control de estos equipos, presenta a la vez una serie de inconvenientes, asociados básicamente a la fiabilidad del filtro encargado de la purificación del aire proveniente de la vitrina que va a ser reenviado nuevamente al ambiente del laboratorio.

### 2. VENTAJAS E INCONVENIENTES

En la tabla 1 se resumen las ventajas e inconvenientes de estos equipos.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Rápido costo de instalación	Imposible determinar la vida útil del filtro
No afectan la ventilación general	Riesgo de contaminación por saturación de filtro
No contaminan el medio ambiente exterior	Mantenimiento crítico
Facilidad de reubicación	Su uso no es universal

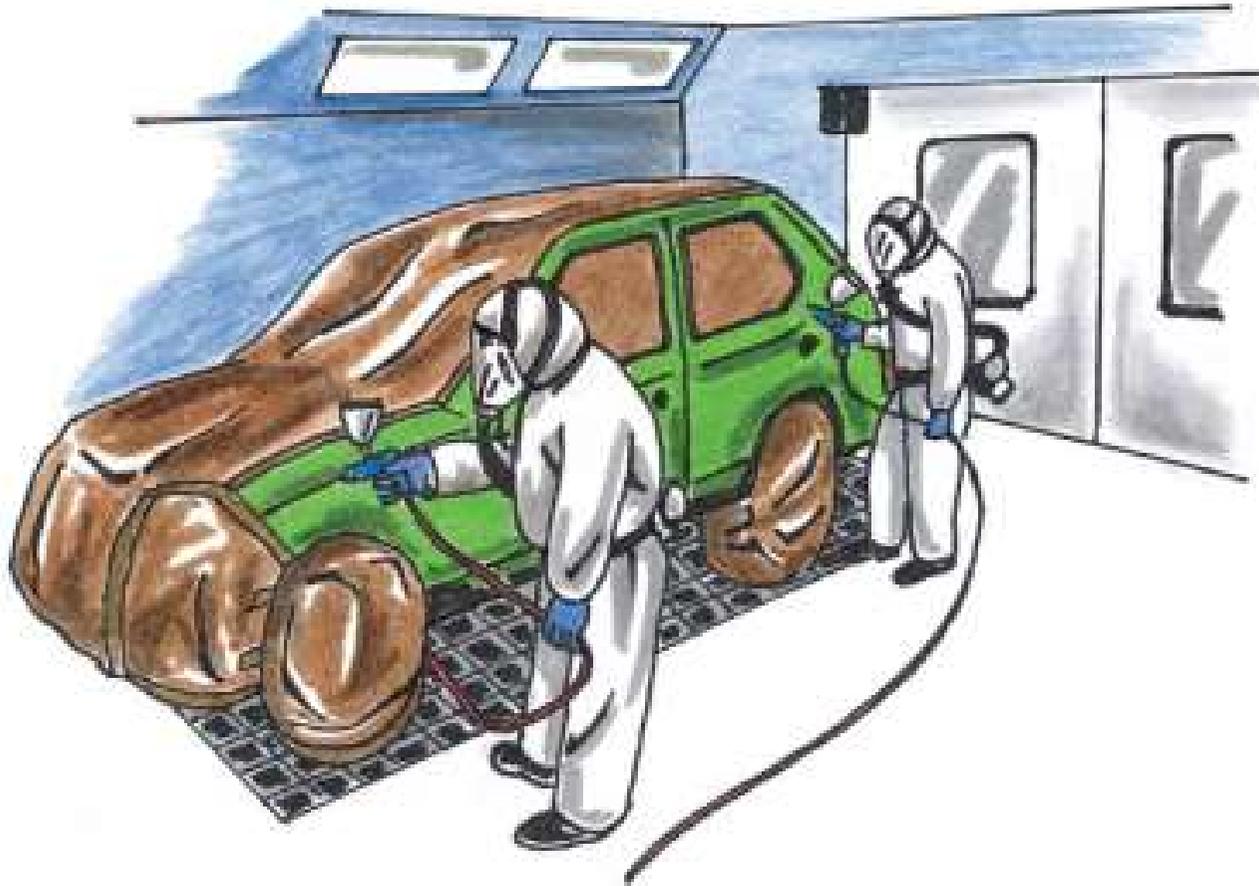
Figure 1. Esquema de una vitrina de recirculación con filtro en la parte superior.

Table 1. Ventajas e inconvenientes de las vitrinas de recirculación con filtro.

Se recomienda optar por vitrinas de recirculación cuando la vida útil del filtro supera los 6 meses.



# 5-CABINAS DE FLUJO LAMINAR



Con las **cabinas de flujo laminar se consigue** una distribución homogénea y paralela de líneas de aire, efecto “barrido” e inexistencia de zonas muertas y se evita la contaminación cruzada.

# 6-ASPIRADORES



**UNE-EN 60335-2-69:2013** Requisitos particulares para aspiradores que funcionan en mojado o en seco, incluyendo los cepillos con motor para uso industrial y comercial.

CLASE DE POLVO	APLICACIONES	RIESGO
L	Inocuo, como el polvo del hogar y materiales como tierra	MODERADO
M	Todos los tipos de polvo de madera, así como polvo de masillas, imprimación y barnices, yeso, cemento, hormigón, adhesivo para azulejos, pinturas de látex o al óleo, o materiales con contenido de cuarzo como, por ejemplo, arena y grava	MEDIO
H	Polvo cancerígeno, polvo con partículas cancerígenas y patógenas, y polvo con esporas de moho, amianto, fibras minerales, betún y fibras minerales artificiales.	ALTO



**Utilizar la aspiradora exclusivamente para NOAA**



# 7-VENTILACIÓN GENERAL MECÁNICA



Se aplica cuando:

La generación de contaminantes es baja y uniforme

Operarios alejados de la fuente contaminante

Toxicidad baja de los contaminantes

Problemas con las NP:

Dificultad en el cálculo de las renovaciones/hora

Variabilidad en la mayoría de las operaciones

No se conoce la toxicidad ni existen VLA

Es necesaria para:

Controlar la carga térmica del local y el confort (aire fresco)

Compensar los movimientos de aire

Eliminar concentraciones residuales



# MEDIDAS DE CONTROL TÉCNICAS



LABORATORIO NANO 1	LABORATORIO NANO 2	LABORATORIO NANO 3
5-10 renovaciones de aire (no recircular)	5-10 renovaciones de aire (no recircular)	5-10 renovaciones de aire (no recircular)
	Aire filtrado con H14	Aire filtrado con H14
	Mantenimiento regular de filtros	Mantenimiento regular de filtros
	Presión negativa (15-20 Pa)	Presión negativa (15-20 Pa)
	Extracción localizada en la fuente	Extracción localizada en la fuente
Suelo de azulejos o resina	Suelo de resina	Suelo de resina
	Manipular en vitrinas de gases	Manipular en vitrinas de gases
		Acceso restringido con vestíbulo de seguridad
		Ducha de seguridad

NIVELES DE NANORIESGO EN EL LABORATORIO



# MEDIDAS ORGANIZATIVAS

**1- Minimizar el nº de trabajadores**

**2- Minimizar el tiempo de exposición**

**3- Modificar las prácticas de trabajo**

**4- Fomentar la Higiene Personal**

**5- Mantenimiento preventivo adecuado**

**6- Señalización y limitación del acceso**

**7- Gestión de residuos**

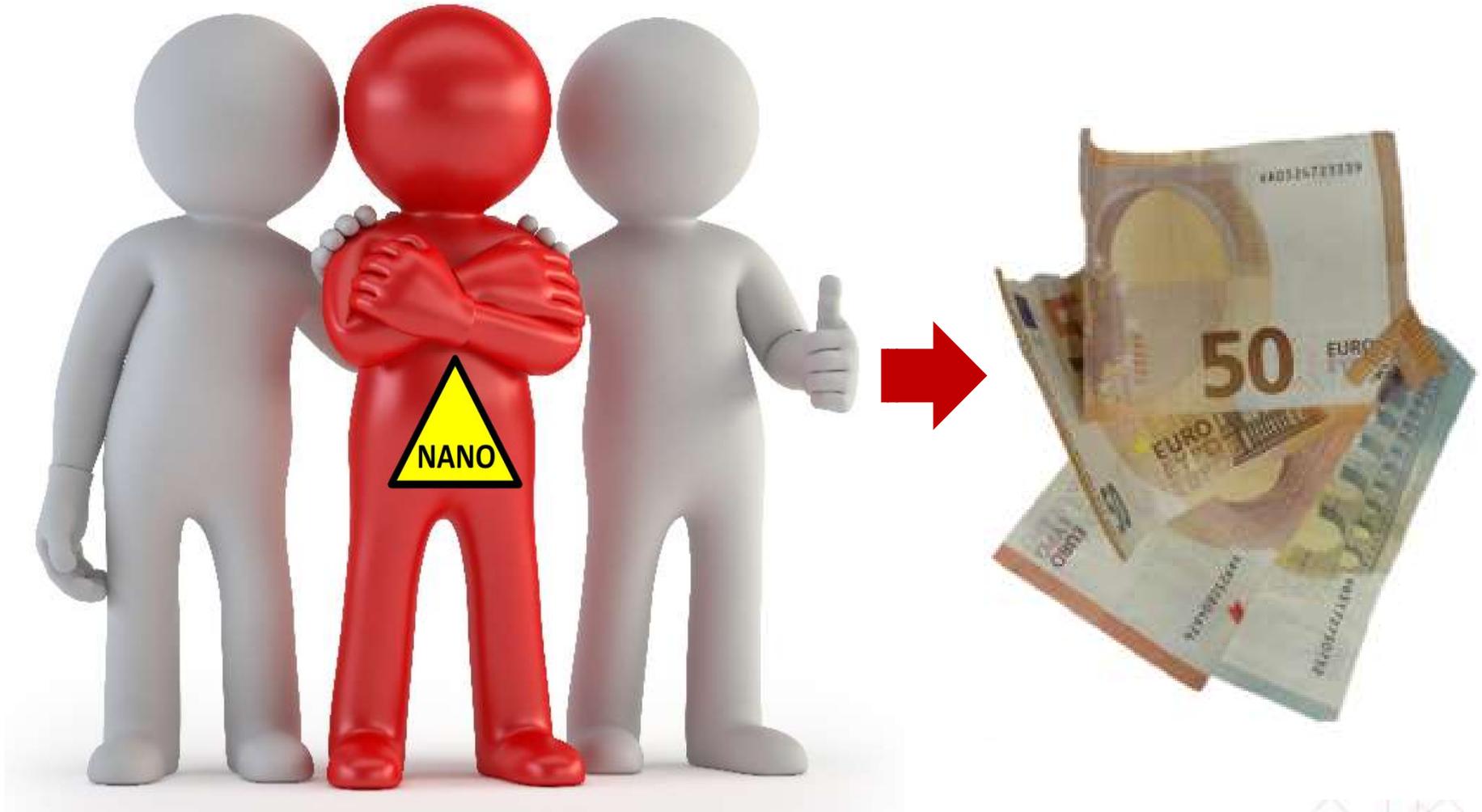
**8- Limpieza diaria y actuación en derrames**

**9- Formación e información**

**Vigilancia de la salud**



# 1-MINIMIZAR EL Nº DE TRABAJADORES



# 2-MINIMIZAR EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN



**Frecuencia de las tareas**

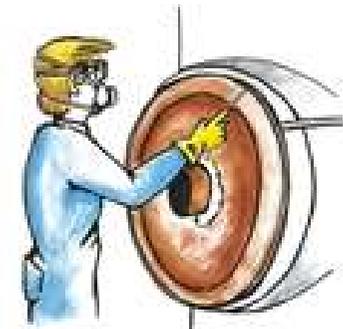
**Duración de tareas**



# 3-PRÁCTICAS DE TRABAJO



- **Si**, al empleo de aspiradores industriales y métodos húmedos de limpieza al **finalizar la jornada de trabajo**.
- **No**, a la utilización de cepillos, sopladores ni sistemas de aire comprimido.
- Limpiar y raspar siempre hacia el sistema de extracción localizada y utilizando EPIs.
- Utilizar esteras o alfombras adhesivas pegajosas.



- Transferir suspensiones líquidas con **bombas peristálticas portátiles** para evitar salpicaduras y derrames (p.eje. Para transportar el líquido a contenedores de desechos).
- **Reducir el tamaño de contenedores** o bidones (altura máxima: 63 cm) y/o utilizar herramientas de mango extensible.



# 4-HIGIENE PERSONAL



- Disponibilidad de lavabos y duchas, y ducha de emergencia si existe posibilidad de salpicaduras o vertidos.



- Las heridas abiertas deben de permanecer bien cubiertas.
- Almacenar los EPIs según instrucciones del fabricante, separando los usados/contaminados de los limpios.
- Salas adecuadas para cambiarse de ropa (doble taquilla).
- Lavar las manos con frecuencia, evitar tocarse la cara con las mismas y no utilizar cosméticos.



*En un estudio con nanoóxido de hierro, se detectó que hasta un **15%** de las partículas **no se eliminaron** después de limpiar las manos con agua y jabón.*



# 5-MANTENIMIENTO PREVENTIVO



**Sustitución de un filtro HEPA**

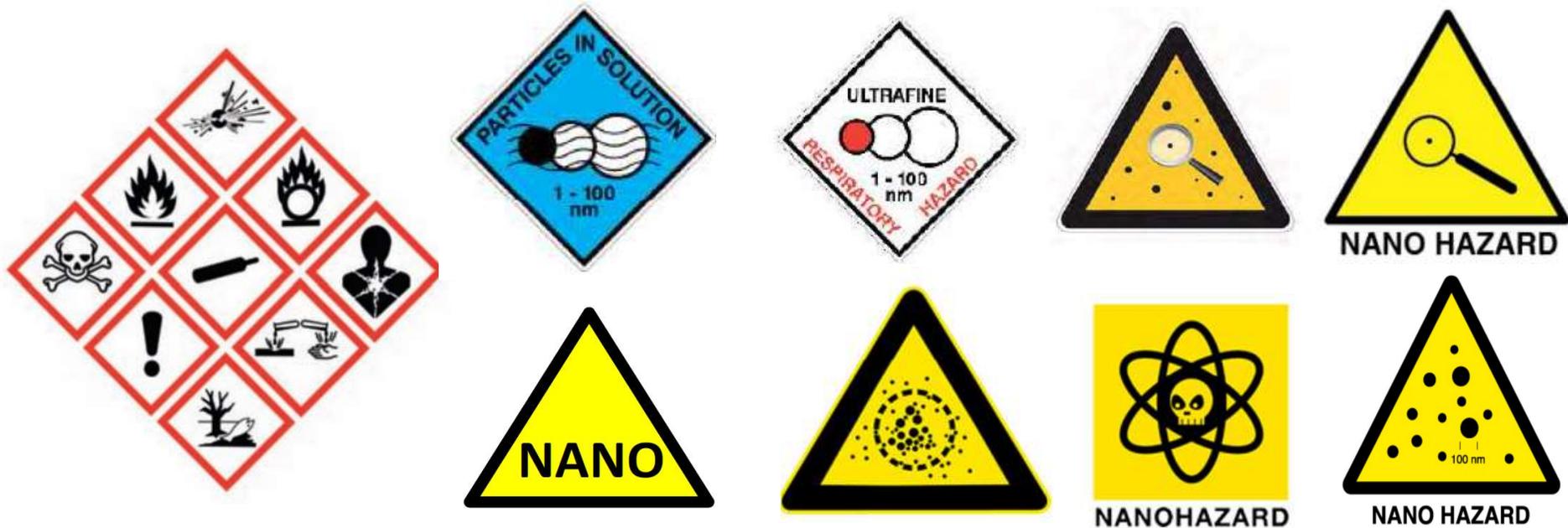


# 6-SEÑALIZACIÓN Y LIMITACIÓN DEL ACCESO

Es importante que las salas donde se trabaja con el nanomaterial sean **confinadas** y **de acceso solo a personal autorizado**.



# 6-SEÑALIZACIÓN Y LIMITACIÓN DEL ACCESO



# 7- GESTIÓN DE RESIDUOS



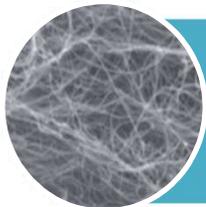
Nanomateriales puros generados en la fabricación y producción



Productos, materiales y superficies contaminadas con nanomateriales (toallitas, filtros, EPIs,..)



Las suspensiones líquidas que contengan nanomateriales.



Las matrices sólidas con nanomateriales que se puedan liberar (friables o que puedan lixiviar).



■ Los residuos se guardarán en **bolsas dobles** (galga: **100 micras**) en contenedores bien sellados y etiquetados. Se eliminarán como **residuos peligrosos** y preferentemente mediante **“incineración”**.

# MEDIDAS DE CONTROL ORGANIZATIVAS

LABORATORIO NANO 1	LABORATORIO NANO 2	LABORATORIO NANO 3
Control regular de acceso al laboratorio	Sistema de control de acceso (solo personas autorizadas)	Sistema de control de acceso (solo personas autorizadas)
		Registro de personas expuestas
		Solo actividades NANO en el laboratorio
Entrenamiento básico (prácticas de laboratorio)	Entrenamiento básico (prácticas de laboratorio)	Entrenamiento básico (prácticas de laboratorio)
	Entrenamiento continuo (nanomanipulación)	Entrenamiento continuo (nanomanipulación)
	Procedimientos escritos de trabajo	Procedimientos escritos de trabajo
		Obligatorio separar la ropa del laboratorio de la ropa particular

NIVELES DE NANORIESGO EN EL LABORATORIO

# 8-LIMPIEZA



■ Antes de efectuar el mantenimiento (P.eje. de una extracción localizada), se debería **aspirar** y limpiar después con **toallitas húmedas** (no reutilizar trapos).

■ Se necesita una **limpieza diaria** de las instalaciones, para poder reducir la exposición ambiental (**resuspensión**).

■ Proporcionar **servicio de lavandería** para la ropa de trabajo contaminada.



■ La limpieza se verá facilitada con revestimientos y otras **superficies de trabajo no porosas**, tales como acero inoxidable, polipropileno o vidrio cristalizado.



# 8-LIMPIEZA



**KIT  
DERRAMES O  
FUGAS**



Elaborar **procedimientos de trabajo** ante tareas de mantenimiento, limpieza y derrames o fugas accidentales



# MEDIDA DE CONTROL: LIMPIEZA



LABORATORIO NANO 1	LABORATORIO NANO 2	LABORATORIO NANO 3
Solo limpieza húmeda	Solo limpieza húmeda	Solo limpieza húmeda
Limpieza por personal externo	Limpieza por personal externo entrenado	Limpieza <b>exclusiva</b> por el personal del laboratorio
EPIs habituales	Mismos EPIs que el personal de laboratorio	Mismos EPIs que el personal de laboratorio
	Responsable de laboratorio supervisa la limpieza	Responsable de laboratorio supervisa la limpieza

## NIVELES DE NANORIESGO EN EL LABORATORIO



# 9-FORMACIÓN E INFORMACIÓN



- Los riesgos en relación con los peligros fisicoquímicos (incendio y explosión)
- Posibles daños a la salud y resultados de la evaluación de riesgos
- Medidas de control del riesgo implantadas
- Medidas de higiene personal
- Sistema de comunicación de fallos o deficiencias en las medidas de control
- Correcta utilización y mantenimiento de los EPI
- Procedimientos de trabajo:
  - Limpieza
  - Mantenimiento de equipos
  - Manipulación de residuos
  - Emergencias, Registro de incidentes,...
  - Coordinación de actividades (empresas de limpieza y mantenimiento)



# VIGILANCIA DE LA SALUD

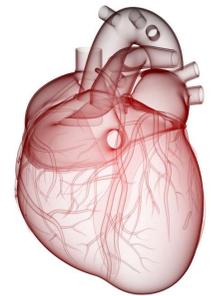


■ Como mínimo, se propone que se lleven **registros** de exposición de todos los que trabajan con nanomateriales (**futuros estudios epidemiológicos**), especificando el tipo de nanomateriales y las fases de producción en las que puede haber exposición.



■ La VS a **largo plazo** podría servir como un **sistema de alerta temprana** de posibles efectos en la salud relacionados con la exposición.

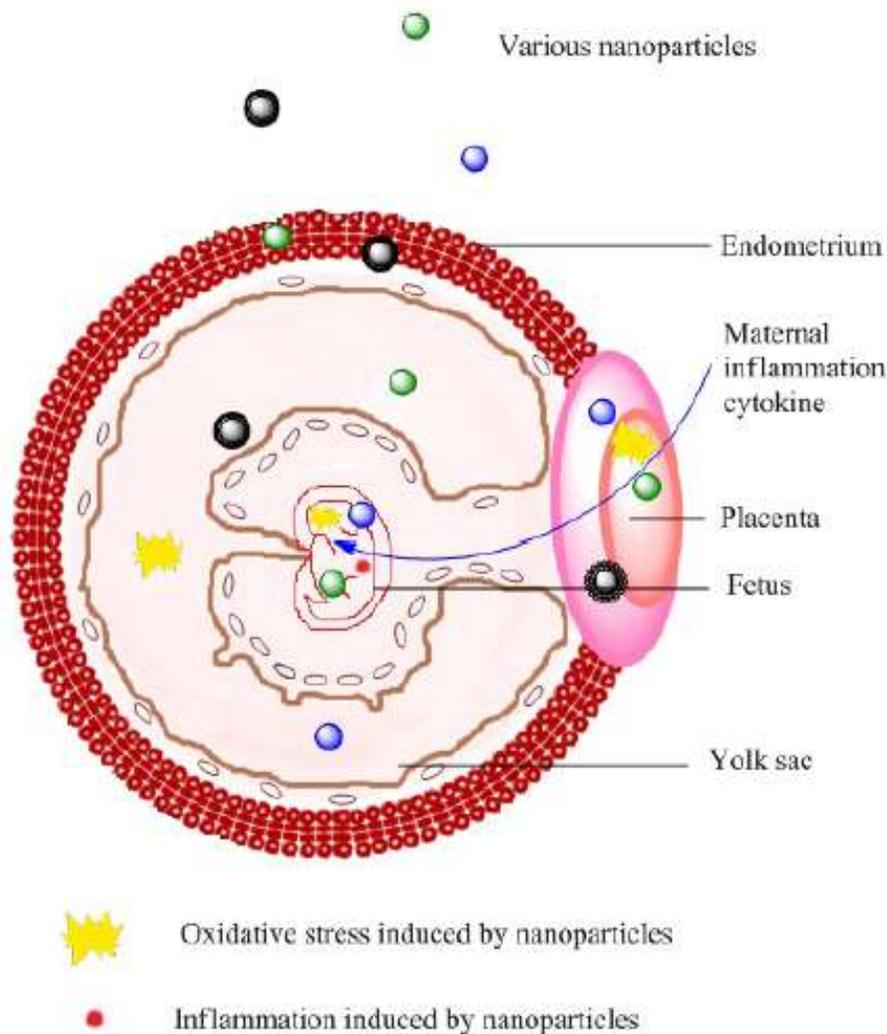
Es **discutible** si con los conocimientos actuales, investigaciones específicas de vigilancia médica **detectarán cualquier efecto adverso** en la salud (piel, sistema circulatorio, así como en la función pulmonar, hepática y hematopoyética).



■ **Valorar** si los trabajadores especialmente sensibles (problemas pulmonares o cardiovasculares importantes) y las trabajadoras embarazadas y en periodo de lactancia, deben **evitar la exposición** a nanomateriales.



# VIGILANCIA DE LA SALUD



■ Toxicidad neonatal como resultado de exposición a nanopartículas en mujeres embarazadas. Las nanopartículas en el sistema circulatorio entran en la placenta, endometrio, feto o saco vitelino, induciendo estrés oxidativo e inflamación.



■ Estas perturbaciones conducen a la disfunción placentaria, retardando el crecimiento neonatal, malformaciones fetales, y neurotoxicidad o toxicidad reproductiva en la descendencia.



# VIGILANCIA DE LA SALUD



## GUÍA TÉCNICA

PARA LA EVALUACIÓN Y PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN

**AGENTES CANCERÍGENOS O MUTÁGENOS**

DURANTE EL TRABAJO

Real Decreto 645/1997, de 12 de mayo  
BOE nº 124 de 24 de mayo



## Artículo 5. Prevención y reducción de la exposición.

5. Siempre que se utilice un agente cancerígeno o mutágeno, el empresario aplicará todas las medidas necesarias siguientes:

- i) Delimitar las zonas de riesgo, estableciendo una señalización de seguridad y salud adecuada, que incluya la prohibición de fumar en dichas zonas, y permitir el acceso a las mismas sólo al personal que deba operar en ellas, **excluyendo a los trabajadores especialmente sensibles a estos riesgos.**

## Pamplona, 2017

JUZGADO DE LO SOCIAL Nº 4  
C/ de Felipe, 4, 1ª Planta  
Pamplona/Leizaola  
Tel: 941 82385  
Fax: 941 82385

Procedimiento: PROCEDIMIENTO  
00006602  
Nº Procedimiento: 0006602016

Acto: 3/2014442016002276  
Materia: Reconocimiento de incapacidad  
Resolución: Sentencia 00347/2017

En la ciudad de Pamplona/Leizaola, a 27 de octubre de 2017.  
El/La Ilustre/Jefe/Jefa D./Dña. MAITE ALEJANDRO ARANZAMENDI,  
Magistrado/Jefe/Jefa del Juzgado de lo Social Nº 4 de los de Navarra

EN NOMBRE DEL REY  
Ha dictado la siguiente

SENTENCIA

Vistos los presentes autos número 0006602/2016 sobre Reconocimiento de derecho iniciado en virtud de demanda interpuesta por ESTEBAN ARAMENDIA CAMPRUBI contra VALENTIN MARTIN MONJE, PREVENNA SERVICIO DE PREVENCIÓN AJENO, CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE TECNOLOGÍAS PARA LA INDUSTRIA y ZURICH INSURANCE PLC SUCURSAL EN ESPAÑA.

ANTECEDENTES DE HECHO

PRIMERO.- El día 26 de julio de 2016 la parte actora interpuso demanda ante el Juzgado Decano de Pamplona, turnada a éste el día 29 de julio de 2016 en los términos que figura en la misma, la cual fue admitida a trámite, señalándose el acto del juicio oral para el día 7 de septiembre de 2017, al que previa citación en legal forma comparecieron ESTEBAN ARAMENDIA CAMPRUBI asistido por el Letrado D. AITOR VELEZ CORRO por el demandado VALENTIN MARTIN MONJE asistido del Letrado D. JOSÉ MARÍA BARRERO, PREVENNA SERVICIO DE PREVENCIÓN AJENO representado por D. Luis Felipe Otamendi asistido del Letrado JOSÉ MARÍA BARRERO, CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE TECNOLOGÍAS

■ **Apto con limitaciones laborales por trasplante renal para el puesto de “deposición de materiales-impresión funcional”.**

■ **Se considera al trabajador especialmente sensible, indicando que no debe realizar tareas con riesgo de exposición a nanomateriales, productos nefrotóxicos o mutagénicos.**



# EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL



**R.D. 773/1997:** El empresario está obligado a **determinar los puestos de trabajo** en los que deba recurrirse a la protección individual y **precisar el riesgo o riesgos** frente a los que debe ofrecerse protección, las **partes del cuerpo** a proteger y el **tipo de EPI** que debe utilizarse.



No existen normas armonizadas específicas para el uso con NP



# PROTECCIÓN RESPIRATORIA



Se recomienda:

Trabajos esporádicos:

Mascarilla autofiltrante  
FFP3 NR EN 149



Trabajos habituales de larga duración

Equipos filtrantes de presión positiva  
TH3 P EN 12941    TM3 P EN 12942



Trabajos habituales de corta duración (<2 horas)

Máscara completa  
EN 136



Filtro  
P3 EN 143



Media máscara  
EN 140



En atmósferas **IDLH**, utilizar equipos aislantes.



# PROTECCIÓN RESPIRATORIA



EPI	Tipo de filtro	Eficiencia estándar	Eficiencia Nanomateriales
MEDIA MÁSCARA	NUEVA CON FILTRO P3	99,95%	99,47%
	ENVEJECIDA CON FILTRO P3	99,95%	99,77%
MÁSCARA COMPLETA	NUEVA CON FILTRO P3	99,95%	99,73%
	ENVEJECIDA CON FILTRO P3	99,95%	99,78%
MASCARILLAS AUTOFILTRANES	FFP1	80%	75,63%
	FFP2	94%	88,09
	FFP3	99%	93,59%

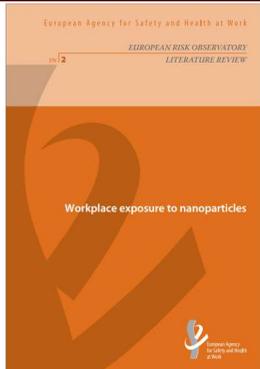
*Eficiencias de diferentes tipos de máscaras y filtros de partículas probados para NMs de NaCl en sujetos de ensayo*



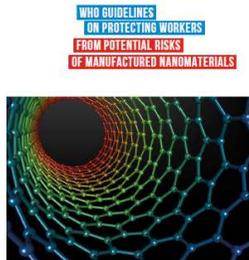
“Esto lleva a pensar que es el **AJUSTE**, y no la capacidad de filtración, la que promueve la penetración de NMs al interior.”



# ENSAYOS DE AJUSTE FACIAL



“El ajuste del EPR a la cara parece ser un **problema importante** para reducir la exposición a nanopartículas artificiales”.  
**Recomienda el uso del *PortaCount*® Pro<sup>+</sup>**



En ausencia de controles de ingeniería apropiados, se debería usar EPIs respiratorios, como parte de un programa de protección respiratoria que **incluya pruebas de ajuste** (Recomendación firme)



Un mal sellado entre el EPI y la piel permite que las partículas de 30 a 1.000 nm penetren de **7 a 20 veces más** por el sello facial que a través del filtro de una mascarilla autofiltrante N95.

Exercise Name	Fit Factor	Exercise Name	Fit Factor
NORMAL BREATHING	100	HEAD TILTING	100
DEEP BREATHING	100	HEAD ROTATION	100
HEAD SIDE TO SIDE	100		
HEAD UP AND DOWN	100		
TALKING	100		
GRINACE	100		

Fit Factor: Overall Fit Factor: 100  
Pass Value: 100

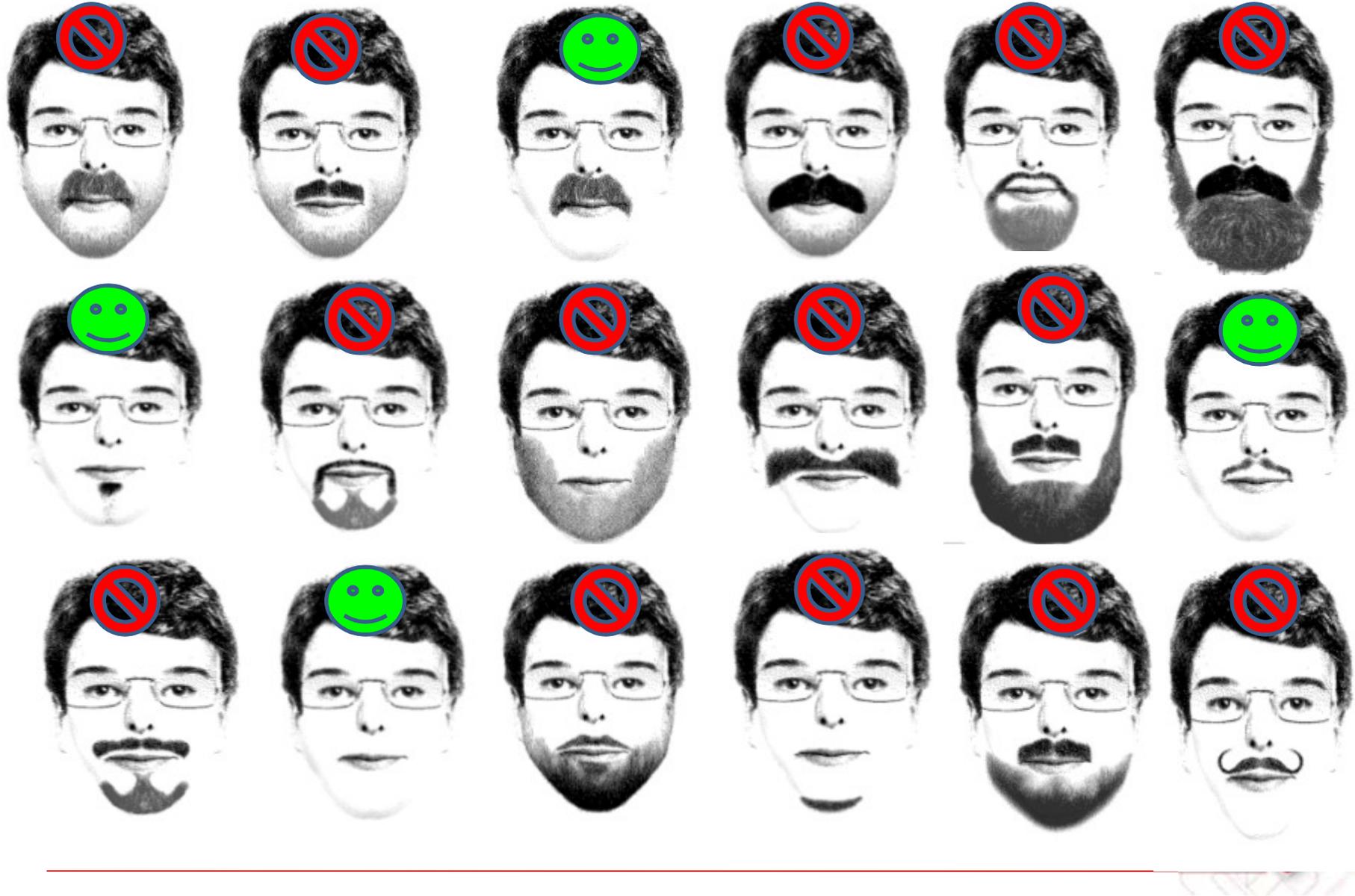
Concentration Values:  
Respirator: 2180  
Mask: 1039

Test Complete

< Back Start Next >



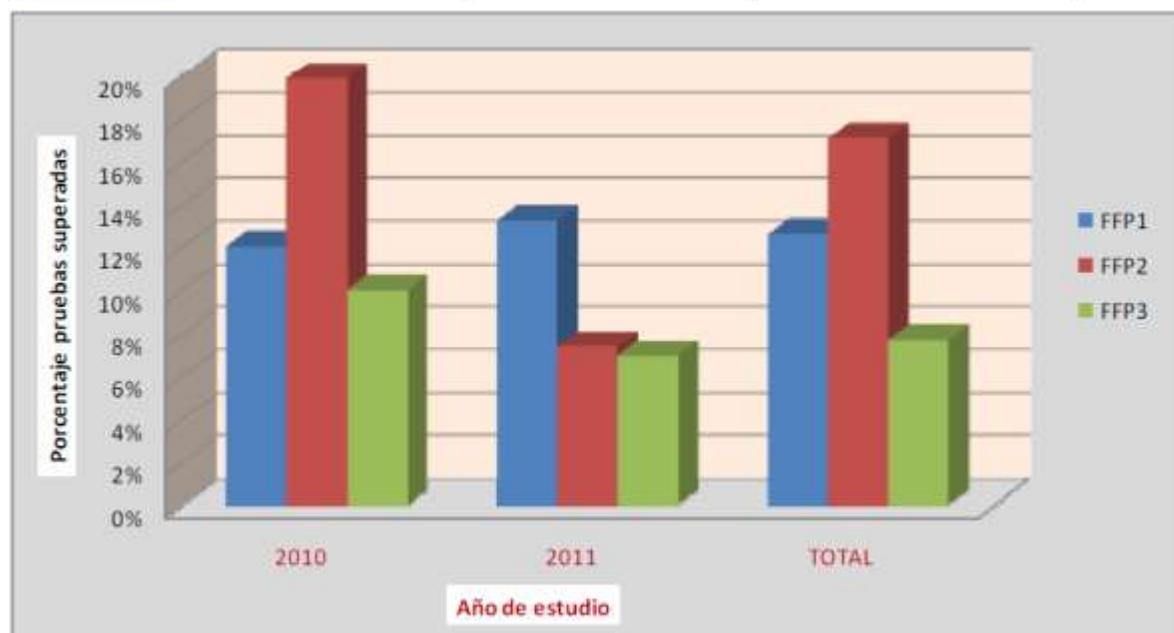
# VELLO FACIAL



# ESTUDIO I+D+i FREMAP



Clase de EPI	2010		2011		TOTAL	
	PORCENTAJE SUPERADAS	PRUEBAS TOTALES	PORECENTAJE SUPERADAS	PRUEBAS TOTALES	PORCENTAJE SUPERADAS	PRUEBAS TOTALES
FFP1	12,1	91	13,2	83	12,6	174
FFP2	20,0	191	7,4	54	17,1	245
FFP3	10,0	30	7,0	86	7,8	116



El **13,6%** de los trabajadores superaron la pruebas de ajuste cuantitativas.



# GUANTES DE PROTECCIÓN QUÍMICA



■ Solo deben utilizarse guantes que cumplan los requisitos de la norma **EN 374**

■ Para las partículas de dióxido de titanio y platino, se ha averiguado que son eficaces el **nitrilo**, el **látex** y el **neopreno**\*



■ Si el tiempo de exposición es largo, o los guantes son muy finos, optar por **doble guante**.

■ Se deben **aumentar la frecuencia de sustitución (recomendable cada 2 horas)**, cuando se detecte desgaste por el uso, sudoración excesiva o la tarea requiera de operaciones manuales continuadas, con elevadas deformaciones o sollicitaciones.

■ Se debe **informar** a los trabajadores de la manera correcta de **quitarse los guantes**, sin contaminar las manos.



# GUANTES DE PROTECCIÓN QUÍMICA



Mesure de l'efficacité des gants de protection contre les nanoparticules dans des conditions simulant leur utilisation en milieu de travail

Ludwig Vinches  
Mohamed Zemzem  
Stéphane Hallé  
Caroline Peyrot  
Kevin J. Wilkinson  
Nathalie Tufenkij

2016



	nAu-5	nAu-50	nAg
Nitrile 1	À rejeter	Satisfaisant	Médiocre
Nitrile 2	Satisfaisante	Satisfaisante	Satisfaisante
Nitrile 3	Médiocre	Médiocre	Satisfaisante
Latex	Satisfaisante	Satisfaisante	Satisfaisante
Néoprène	Satisfaisante	Satisfaisante	Satisfaisante

■ Este estudio ha destacado el papel esencial que el **sudor** puede desempeñar en la pérdida de integridad del guante



# ROPA DE PROTECCIÓN QUÍMICA



Tipo de traje		Norma de Requisitos
1 A	Contra gases y vapores. Hermético	UNE EN 943-1 Equipos de emergencia: UNE EN 943-2 (ET)
1 B	Contra gases y vapores. Hermético	
1 C	Contra gases y vapores. Hermético y a presión positiva	
2	Contra gases y vapores. No Hermético y a presión positiva	UNE EN 943-1:2003
3	Contra líquidos en forma de chorro	UNE EN 14605
4	Contra líquidos pulverizados ( <b>Disolución coloidal</b> )	UNE EN 14605
5	Contra partículas sólidas en suspensión ( <b>Sólidos</b> )	UNE EN 13982-1
6	Contra líquidos en forma de salpicaduras ( <b>Disolución coloidal</b> )	UNE EN 13034



# ROPA DE PROTECCIÓN QUÍMICA



- La **bata de laboratorio** de algodón tejido convencional **no ofrece** una **protección adecuada**.
- El uso de **cubrecazado** evita contaminar otras zonas de trabajo.
- En ciertos trajes o tareas, se requerirá utilizar **cintas adhesivas** en la zona de las **muñecas y los tobillos**.
- Se han detectado niveles de penetración de nanopartículas del **8,5%**, **pudiendo llegar hasta el 90%**, de ClNa polidisperso. Los ensayos se realizaron en trajes Tipo 5.

Las **costuras y las cremalleras** son los principales lugares por donde se producen las fugas de NMs.



# ROPA DE PROTECCIÓN QUÍMICA



■ La ropa de protección será **preferentemente desechable**. En caso contrario (o si se utilizan batas), deberá permanecer en el área de trabajo o laboratorio, para evitar que las NP sean transportados a las zonas comunes y **frecuencia** mínima de **lavado** será **mensual**.

■ Si la **exposición está muy bien delimitada** a una parte del cuerpo, podemos evitar sobreproteger al trabajador, si utilizamos una **prenda de protección parcial**, tales como manguitos o delantales.

■ Si existe **riesgo de explosión**, **protección antiestática** en calzado y ropa de protección (EN 1149)



# PROTECCIÓN OCULAR



- **AEROSOLEs:** Máscara completa o medias máscaras junto el uso de gafas protectoras de **montura integral**.



**MONTURA**

W 166 3 4 **5** 9 B

SÍMBOLO	DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CAMPO DE USO
Sin símbolo	Uso básico	Riesgos mecánicos no especificados y riesgos engendrados por la radiación UV, IR, solar y visible
3	Líquidos	Líquidos (gotas o salpicadura)
4	Partículas de polvo gruesas	Polvo con grosor de partícula > 5µm
5	Gas y partículas de polvo finas	Gas, vapores, gotas vaporizadas, humo y polvo con grosor de partícula < 5µm
8	Arco eléctrico de cortocircuito	Arco eléctrico causado por un cortocircuito en un equipo eléctrico
9	Metal fundido y sólidos calientes	Salpicaduras de metal fundido y penetración de sólidos calientes

- **SÓLIDOS:** gafas con **montura universal y protección lateral**.  
(evitar el contacto accidental mano-ojo)



- **LÍQUIDOS:** **pantallas faciales** (evitar salpicaduras).



# EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL



LABORATORIO NANO 1	LABORATORIO NANO 2	LABORATORIO NANO 3
Gafas de montura universal	Gafas de montura universal	Máscara completa o gafas de montura integral estanca
Bata de laboratorio	Bata de laboratorio no tejida	Traje tipo Tyvek® con capucha
	Cubrecazado	Cubrecazado y alfombra adhesiva
1 par de guantes adecuados al riesgo	2 pares de guantes adecuados al riesgo	2 pares de guantes adecuados al riesgo
		Mascarillas FFP3, si la duración de la tarea es <2 horas
		Equipos motorizados si la duración de la tarea es > 2 horas

NIVELES DE NANORIESGO EN EL LABORATORIO



# MUCHAS GRACIAS POR LA ATENCIÓN



## FREMAP



900 61 00 61  
[www.fremap.es](http://www.fremap.es)

