

teresa.cuberes@uclm.es

Universidad de
Castilla-La Mancha

 **UCLM**



Agua y nanotecnología: innovación para un futuro sostenible

Teresa Cuberes

Grupo de Nanotecnología y Materiales

Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén (EIMIA)

CONCEDE CIENCIA

agua

Viernes 29 de Nov. - 19:00 h.
Convento de la Merced
Pse. Merced, s/n, 1 - C. Real



Casa de la Ciencia
CIUDAD REAL



FECYT
FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE CENTROS DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



Ciudad Real

Globalcaja
CIUDAD REAL



Almadén

Esquema



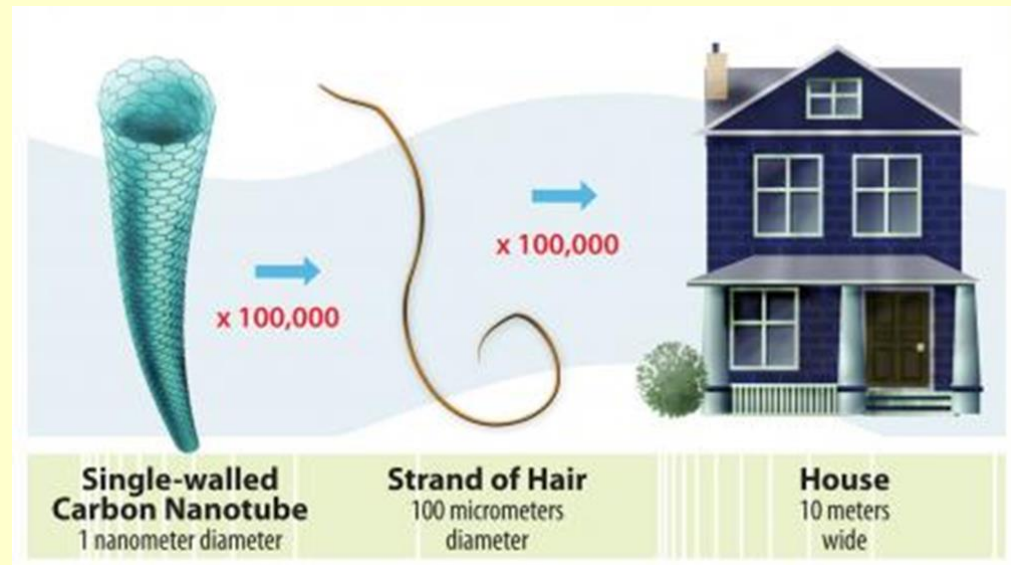
- 1. Introducción - *¿Qué es la nanotecnología?***
- 2. Membranas nanoestructuradas – *filtración del agua***
- 3. Nanopartículas purificadores - *que atrapan metales pesados, que matan microbios, etc.***
- 4. Nanosensores - *controlando la calidad del agua***
- 5. Implementando – *¿Cómo se va aplicando todo esto?***
- 6. Conclusiones**

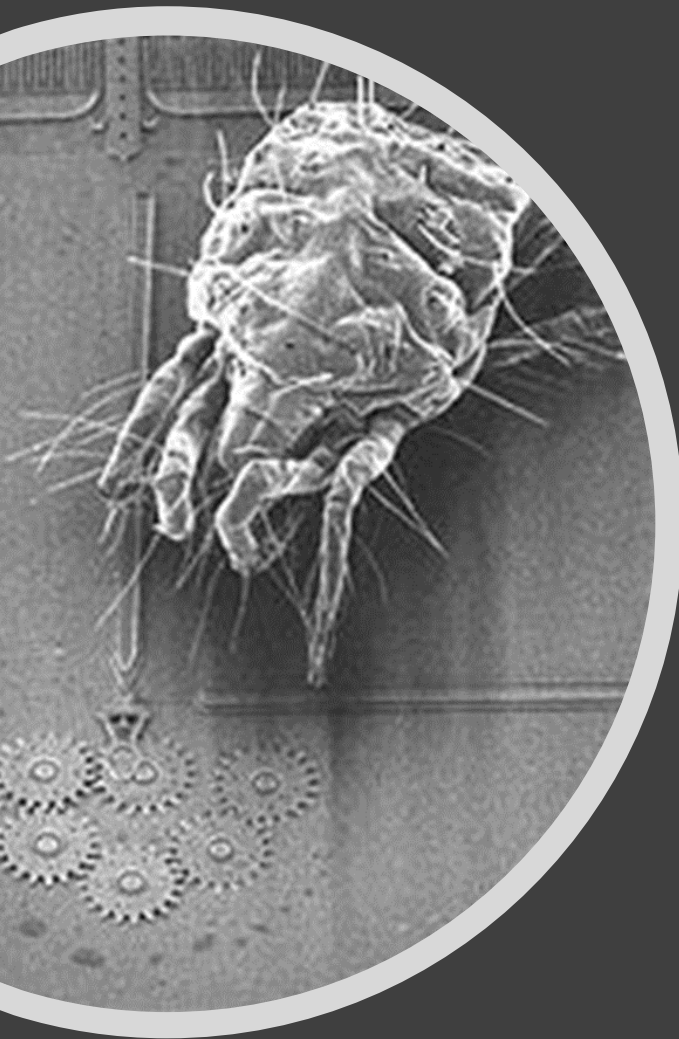


La escala "nano"

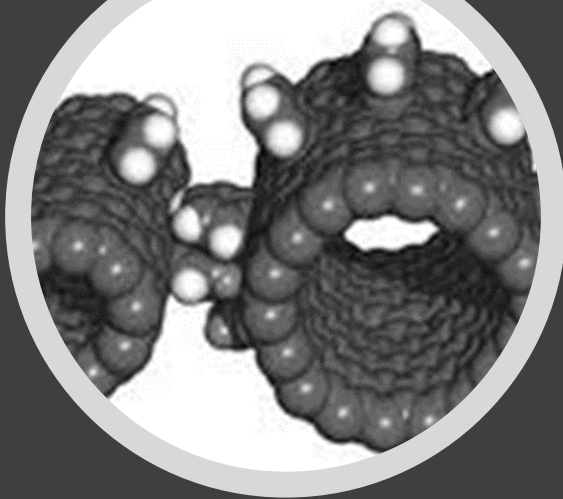
$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

Lo nano es muy pequeño...





*Sandia National
Laboratories*

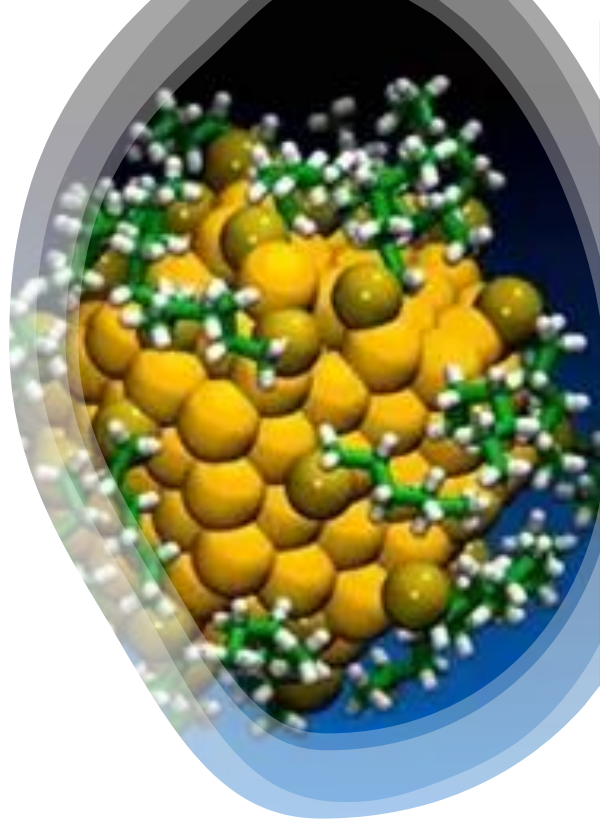
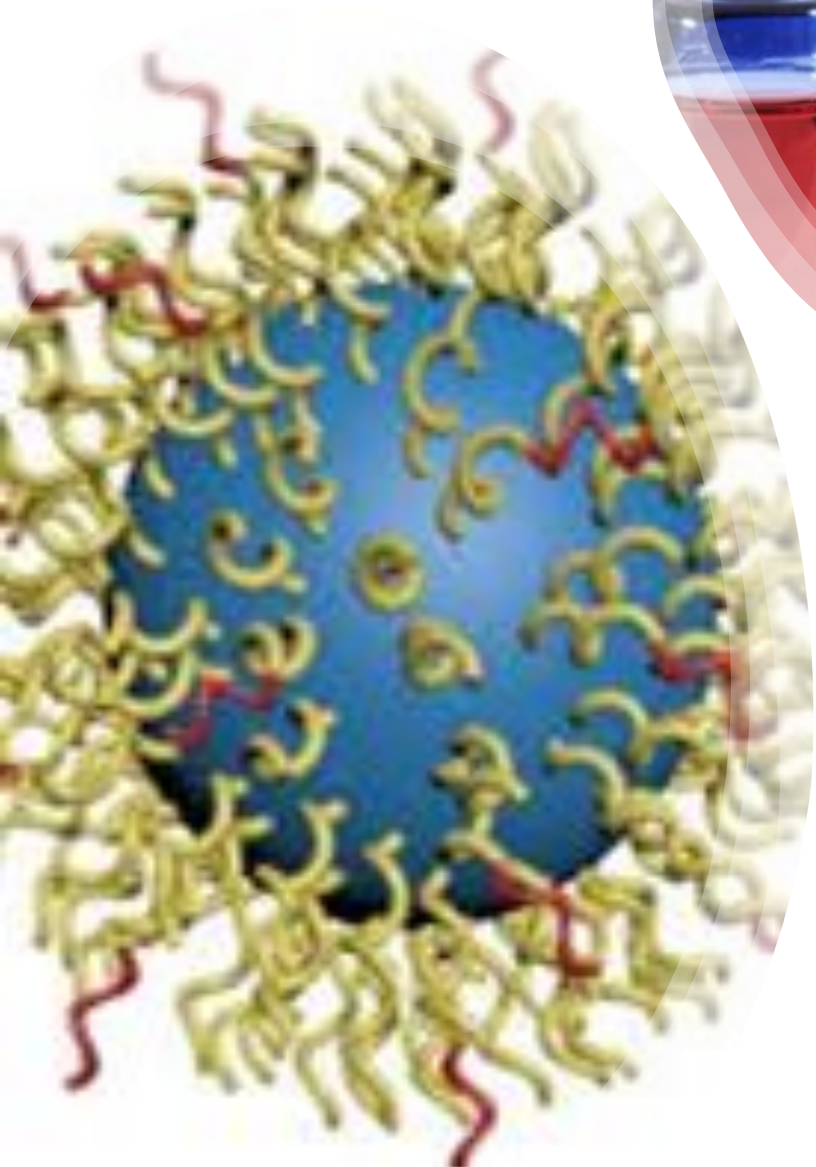


*Han et al.
Nanotechnology (1997)*



Sensimed 2010

NANOMÁQUINAS



NANOPARTICULAS

0D



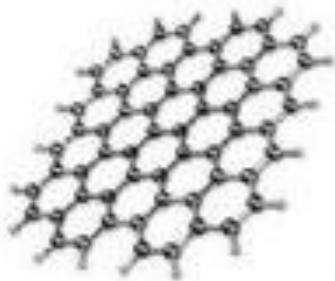
Fullerenes

1D



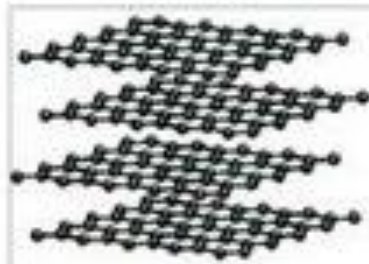
Nanotubes

2D



Graphene

3D



Graphite



Diamond

Nanomaterials

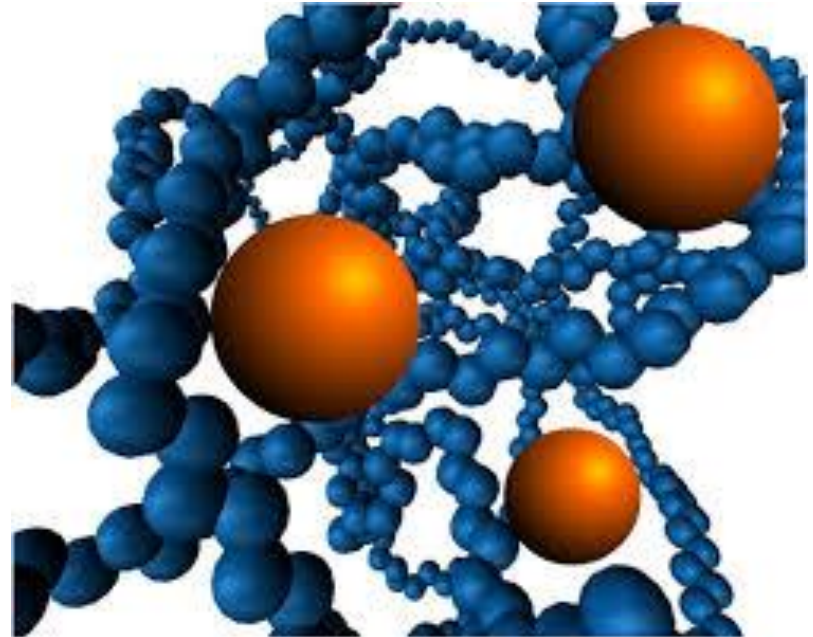
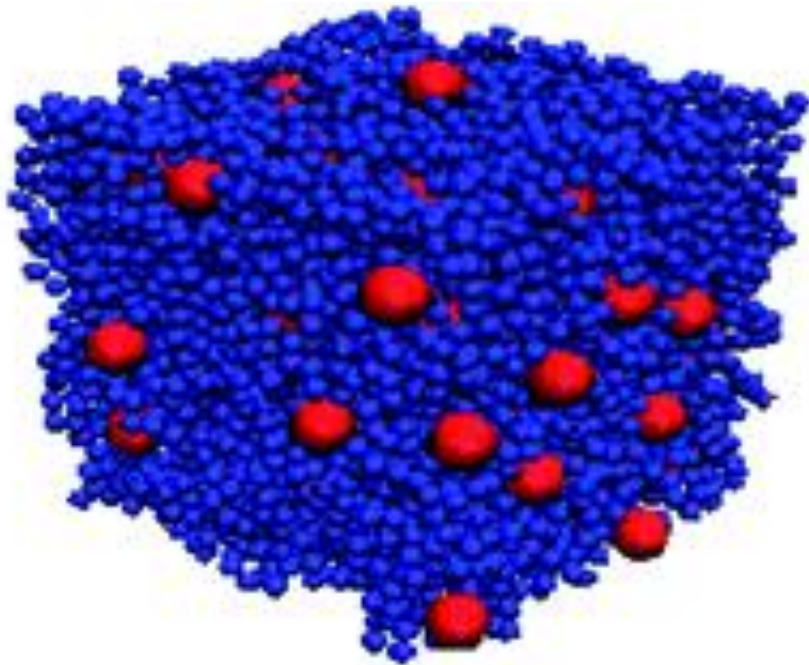
Nano-objects
All dimensions in the nanoscale

Nanostructured materials
Nanoscale internal/surface structure

https://www.researchgate.net/publication/323915130_Graphene_Based_surface_coatings_on_ceramic_membranes_for_water_desalination

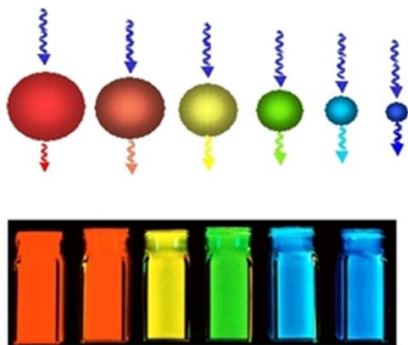
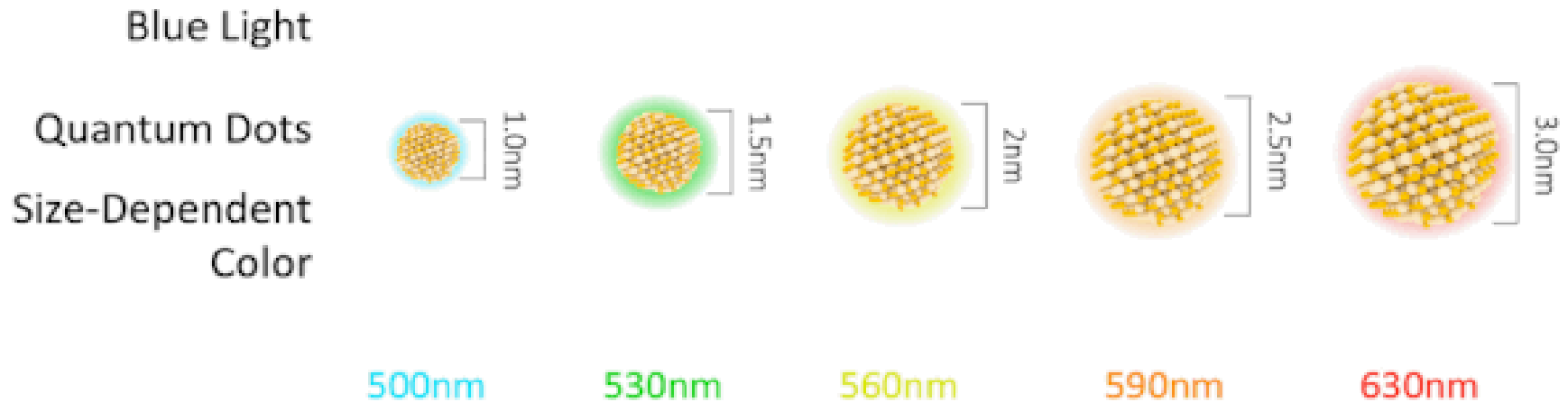
CAMBIAMOS LA MATERIA...

NANOCOMPOSITES



Snapshot of polymer nanocomposites

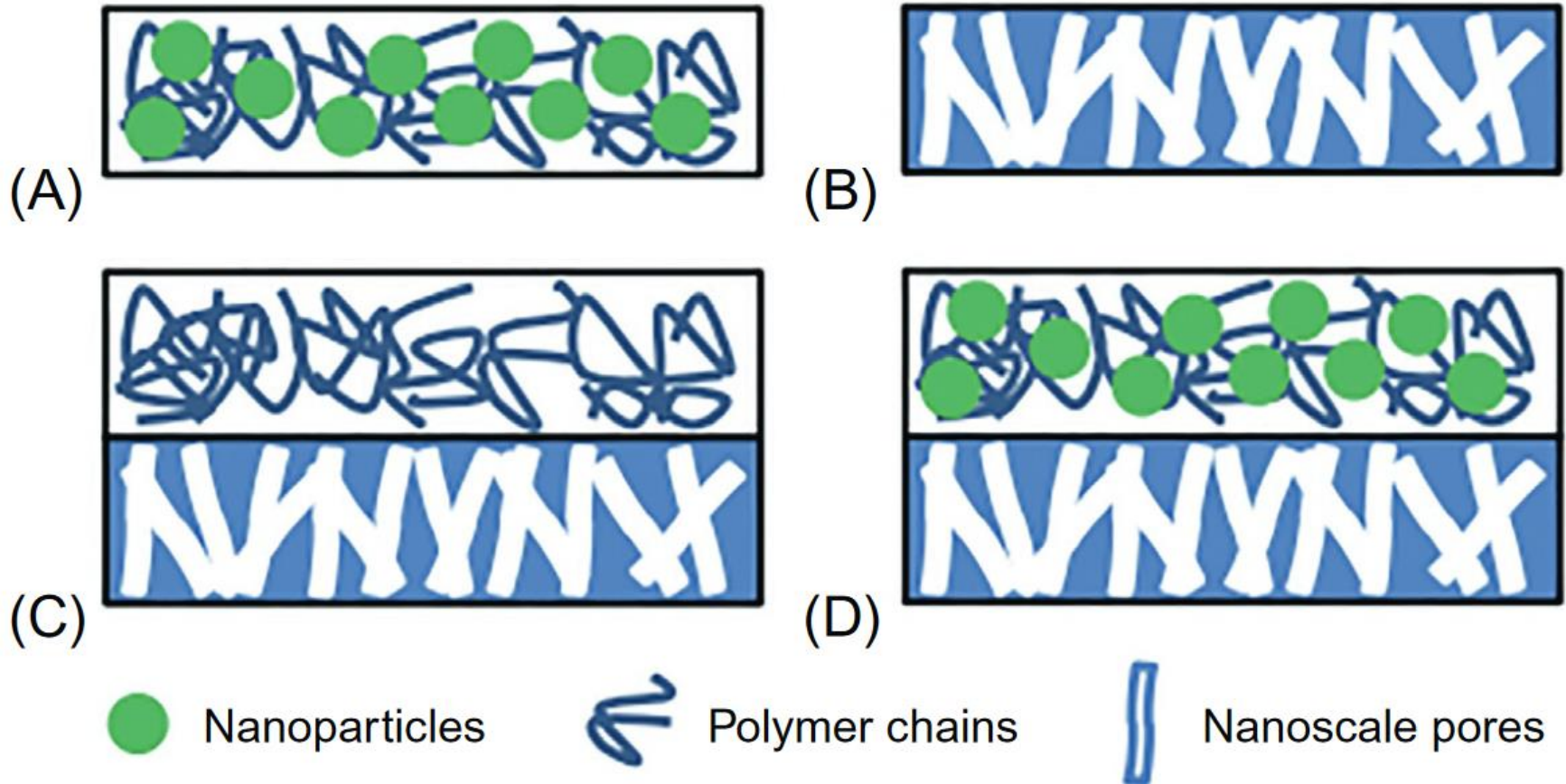
NANO ≠ MICRO / MACRO



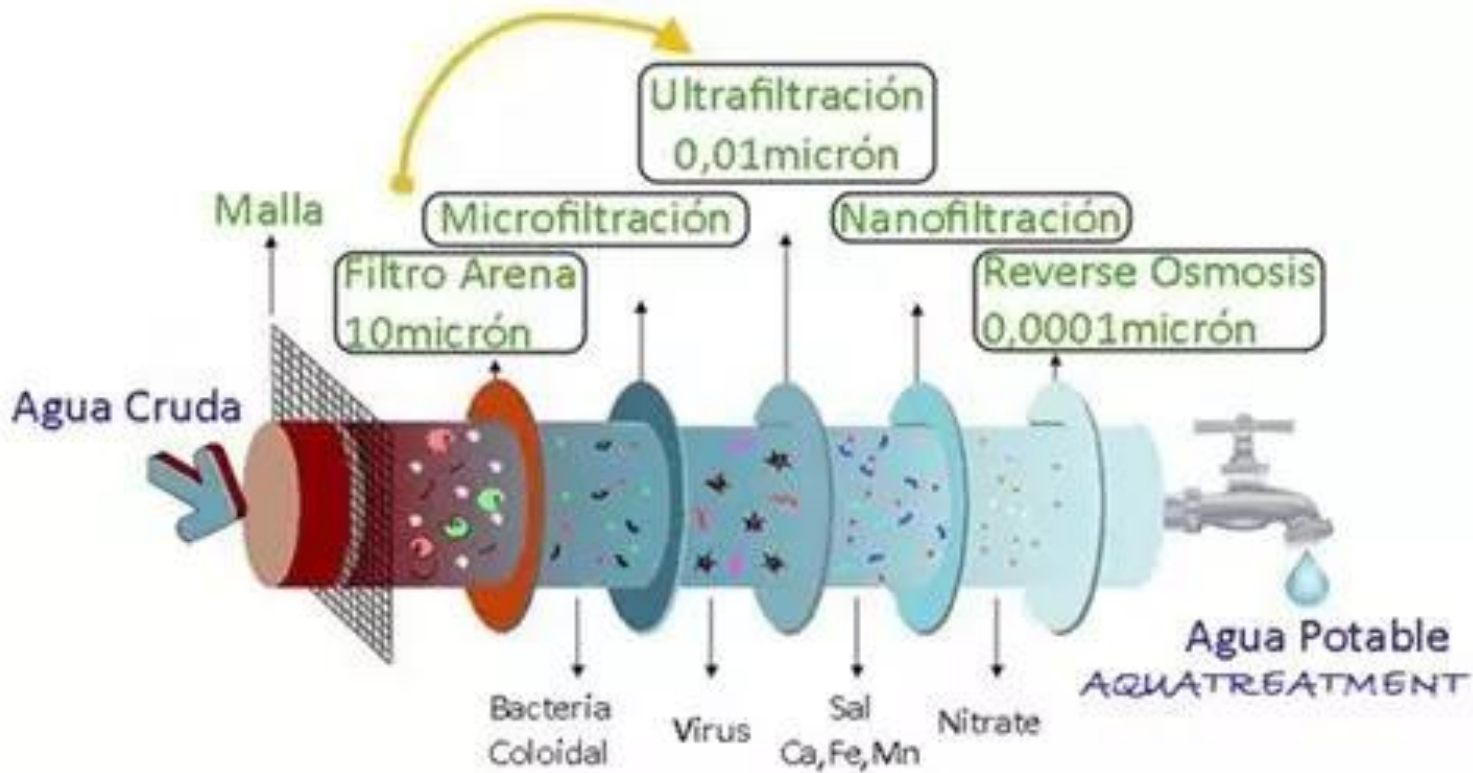
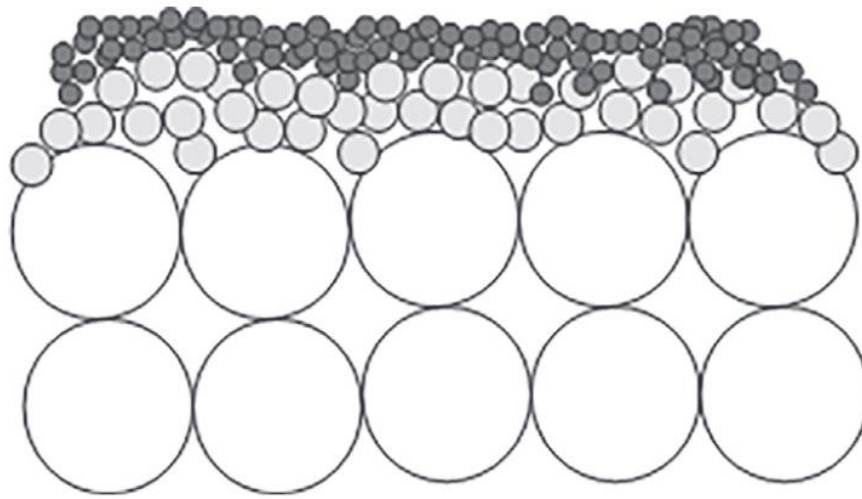
- A escala nano, tenemos distintas propiedades
- Lo nano importa en macro
- Materiales capaces de sentir, responder, actuar
- Lo nano es barato

MEMBRANAS NANOESTRUCTURADAS

Membranas **diseñadas a escala nanométrica** que permiten **controlar el transporte de moléculas y partículas** de **manera precisa**.



Kim and
Bruggen,
Environ.
Pollut.
(2010)



OBJETIVOS:

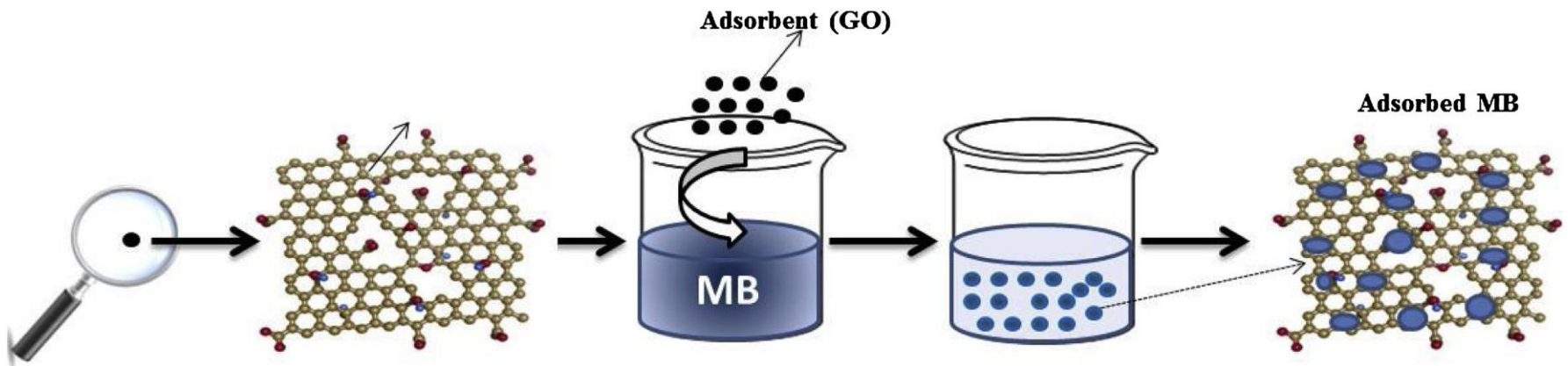
- ✓ **Filtración de contaminantes:** Eliminación de **partículas, microorganismos, virus, pesticidas, metales pesados y compuestos orgánicos, fármacos, microplásticos, etc.** (*tratamiento de aguas residuales, potabilización de agua*)
- ✓ **Desalación de agua:** Eliminación de **sales y minerales** en procesos de ósmosis inversa o nano-filtración.

VENTAJAS:

- **Alta especificidad:** filtración selectiva a nivel molecular, logrando ***eliminar contaminantes específicos***
- **Eficiencia energética:** la nano-filtración ***consume menos energía*** que métodos como la destilación térmica para desalación.
- **Mayor durabilidad:** su estructura nanométrica puede ser más ***resistente al ensuciamiento (fouling)***.

NANOPARTÍCULAS PURIFICADORAS

Presentan *alta reactividad*, *grandes áreas superficiales* y *propiedades específicas* que permiten la **eliminación** eficiente de contaminantes de diversa naturaleza, como **microorganismos**, **metales pesados y compuestos orgánicos**.



NANOPARTÍCULAS PARA PURIFICACIÓN DE H₂O (1/2)

NANOPARTÍCULAS METÁLICAS

Ag *antimicrobianas*

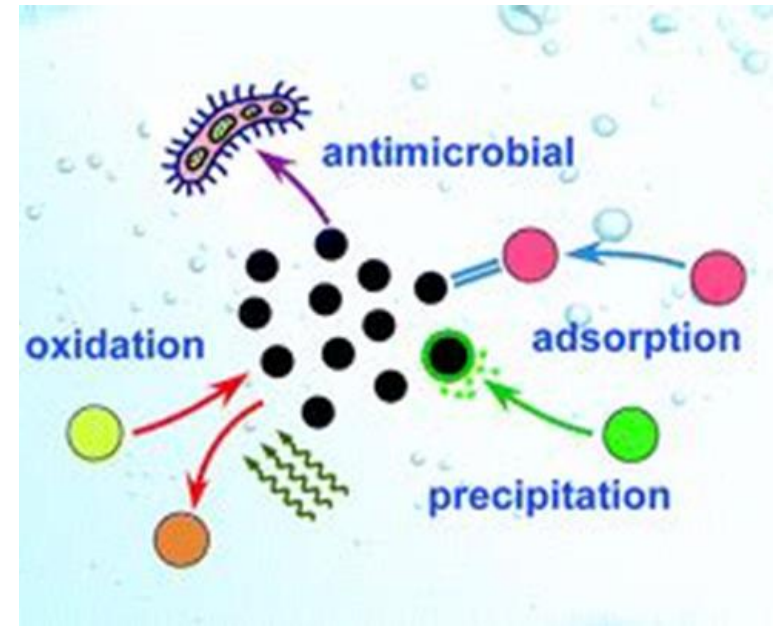
Fe⁰ *reduce* metales pesados (As, Cr);
Remediación de *pesticidas*.

OXIDOS METÁLICOS

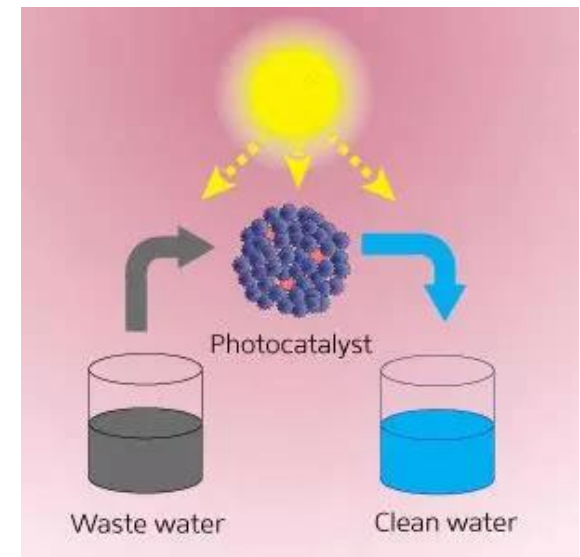
TiO₂ *fotocatalizador*; degrada
contaminantes orgánicos bajo luz UV.

ZnO *Antimicrobiano y fotocatalizador*.
Adsorbe metales pesados y compuestos
orgánicos.

Fe₃O₄: Magnético. *Adsorbe* As, Pb, y
contaminantes orgánicos.



Simeonidis, Environ Sci-Wat Res (2016)



NANOPARTÍCULAS PARA PURIFICACIÓN DE H₂O (2/2)

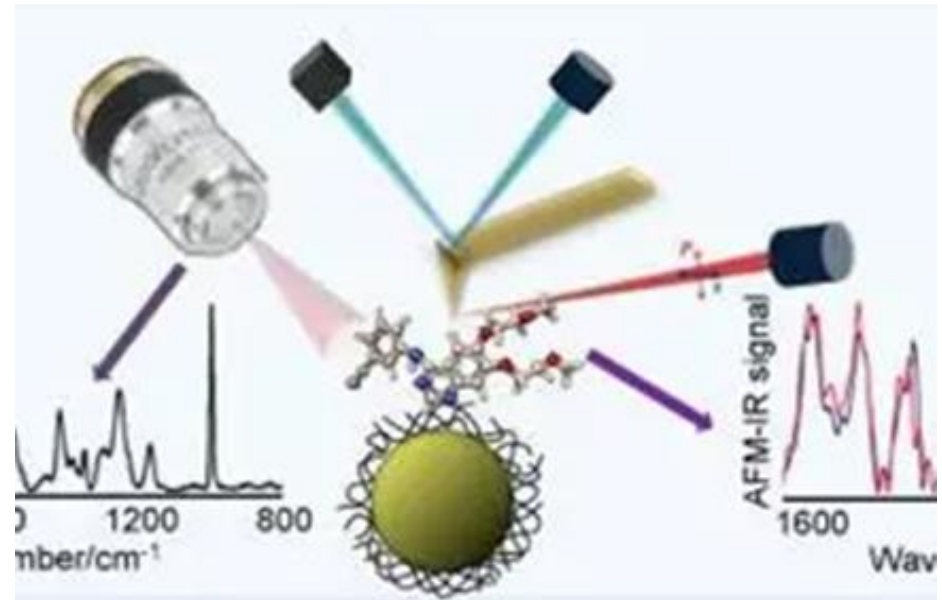
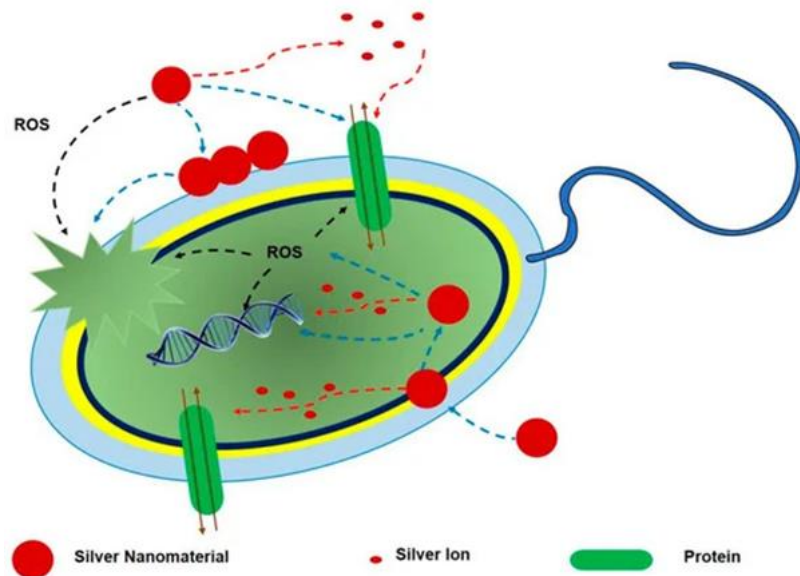
NANOMATERIALES DE CARBONO

Nanotubos de carbono: Adsorben contaminantes orgánicos e inorgánicos; eliminan bacterias.

Grafeno y óxido de grafeno adsorben metales pesados, fármacos

NANOPARTÍCULAS FUNCIONALIZADAS

Modificadas para *adsorber contaminantes específicos*, fosfatos o nitratos.



Zhao et al, Cancer Letters (2023)

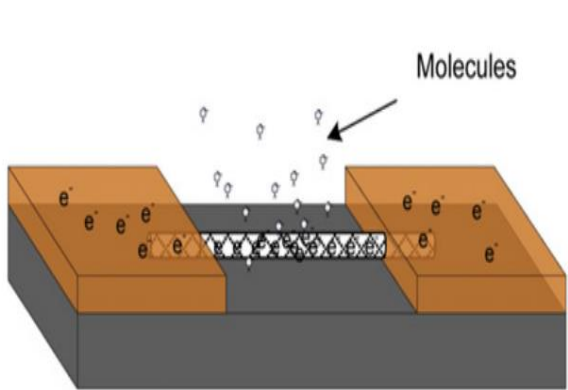
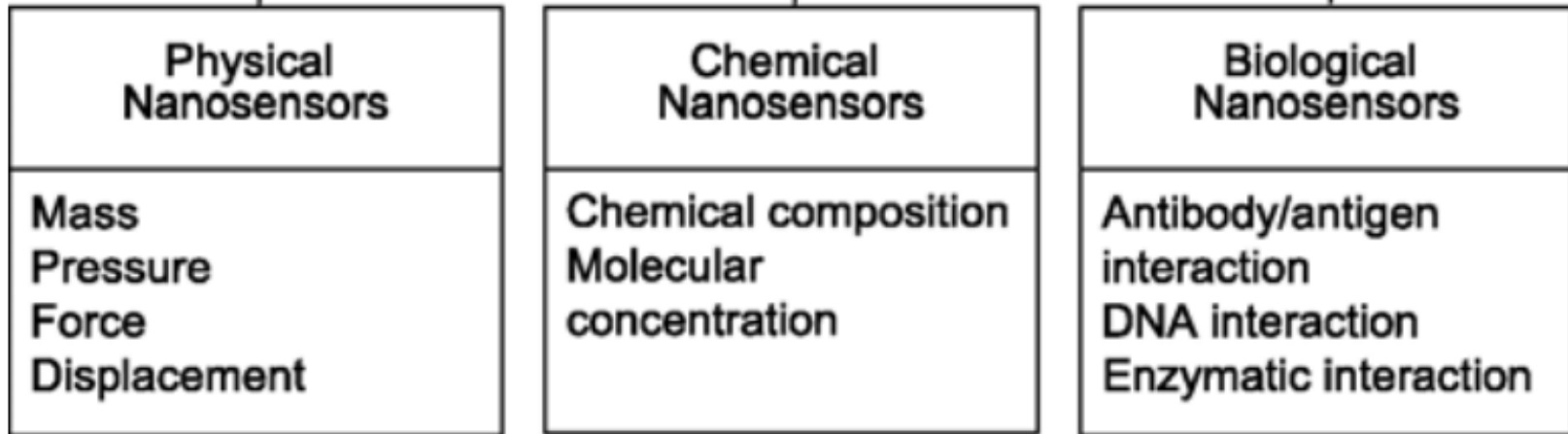
NANOSENSORES

Nanosensor: sensor que utiliza *nanomateriales* (*nanopartículas, nanotubos, grafeno o puntos cuánticos*) para detectar **cambios físicos, químicos o biológicos** en un sistema, convirtiéndolos en *señales eléctricas, ópticas o mecánicas*.

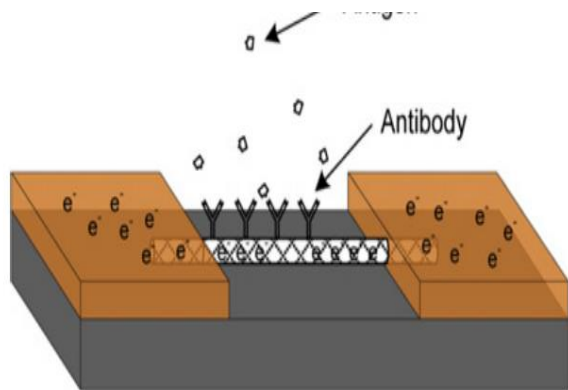
VENTAJAS:

- **Alta sensibilidad**: Detectan contaminantes a *nivel de ppb o menor*.
- **Rápida respuesta**: Permiten el *monitoreo en tiempo real*.
- **Especificidad**: Diseñados para detectar *contaminantes específicos*.
- **Compactos y portátiles**: Adecuados para aplicaciones en *campo*.
- **Multidetector**: Detectan *múltiples contaminantes simultáneamente*.

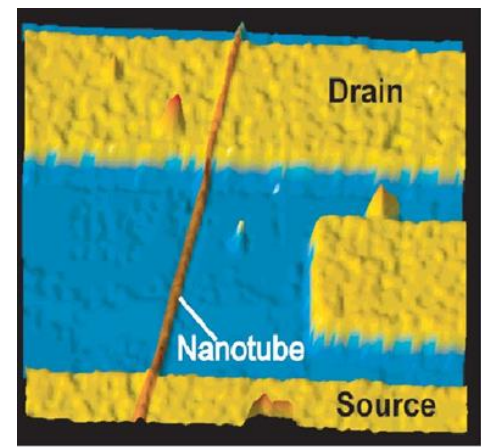
Types of Nanosensors

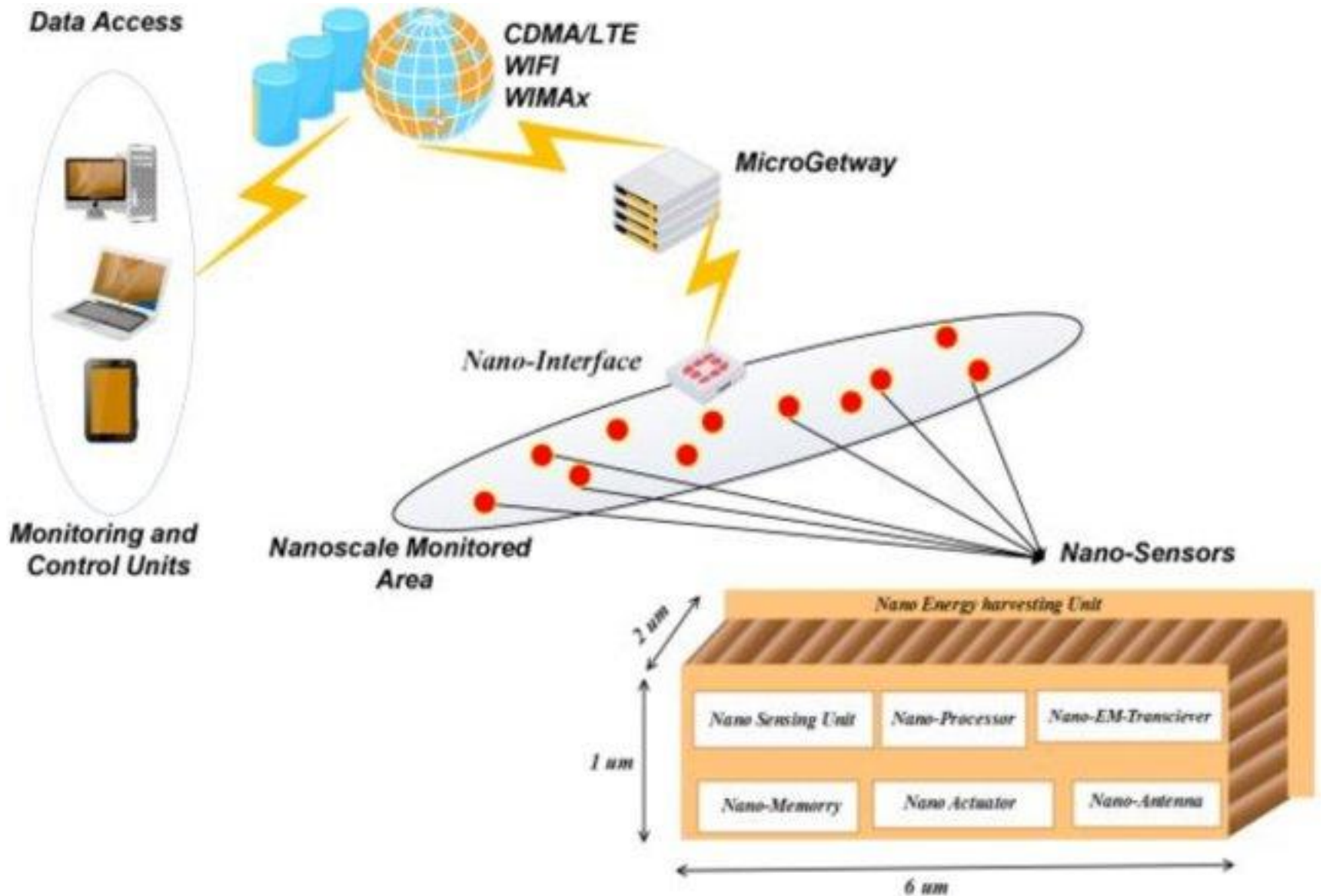


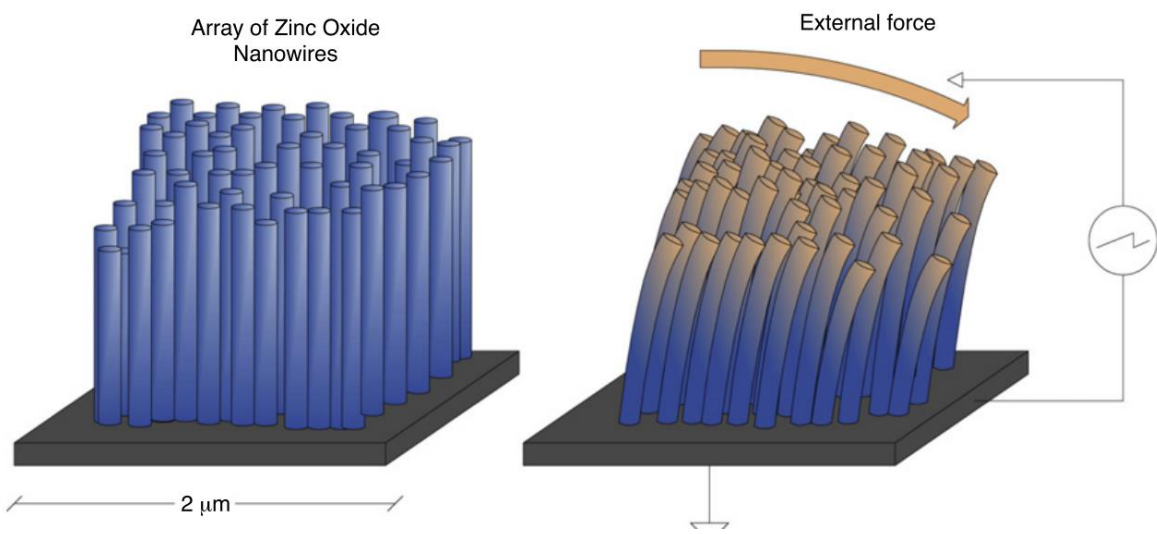
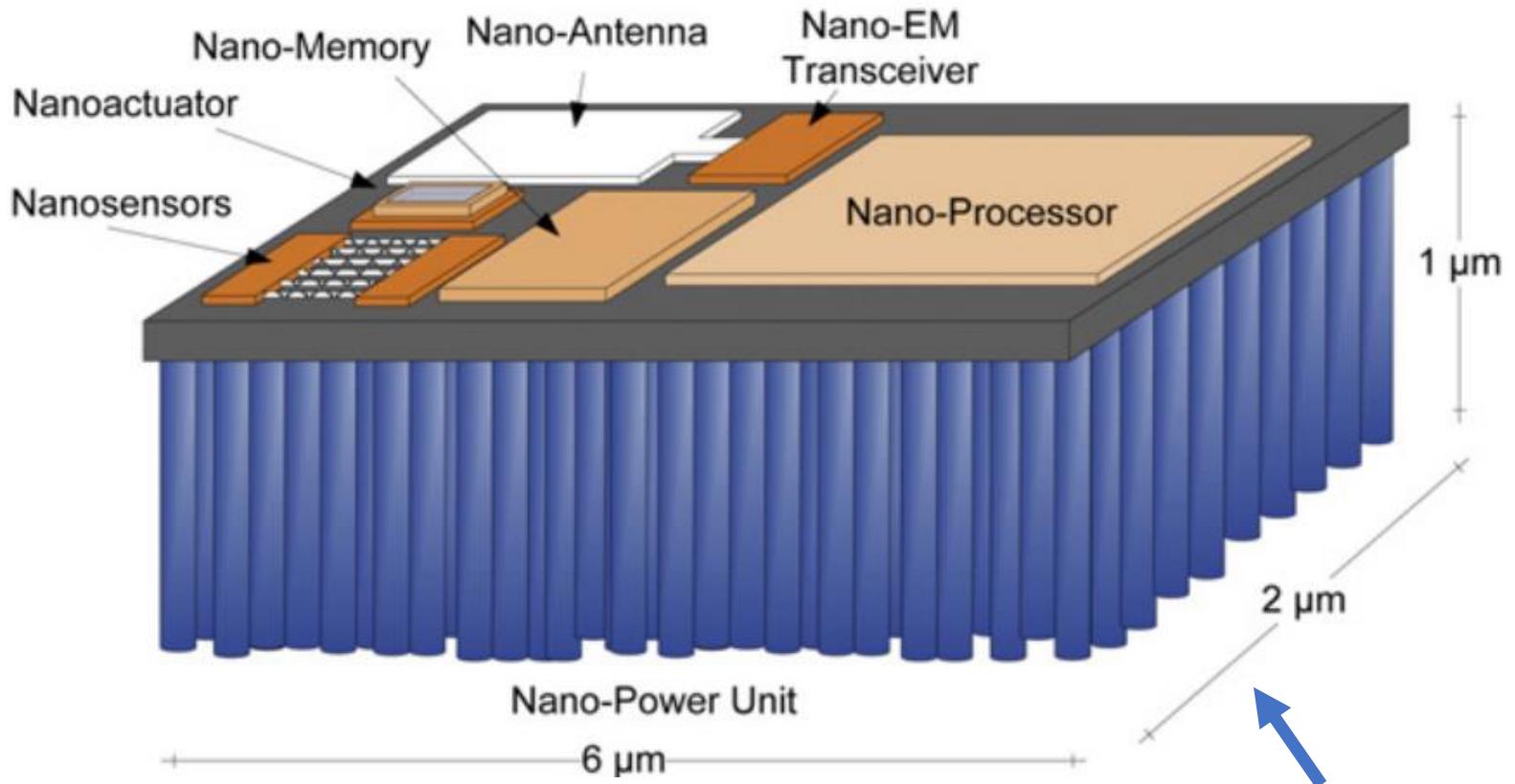
(c) Chemical nanosensor.



(d) Biological nanosensor.







NANOGENERADOR

Akyildiz and Jornet, Nano Communication Networks (Elsevier), 2010.



Sentinel 2 ESA Programa Copérnico

Algorithm for monitoring water quality parameters in optical systems based on artificial intelligence data mining. *Su et al. Sci Rep (2024)*

Tecnología de detección optoelectrónica: teledetección hiperespectral, espectroscopía de absorción atómica, espectrometría de absorción molecular.



Agricultural sewage



Industrial waste water



Living sewage

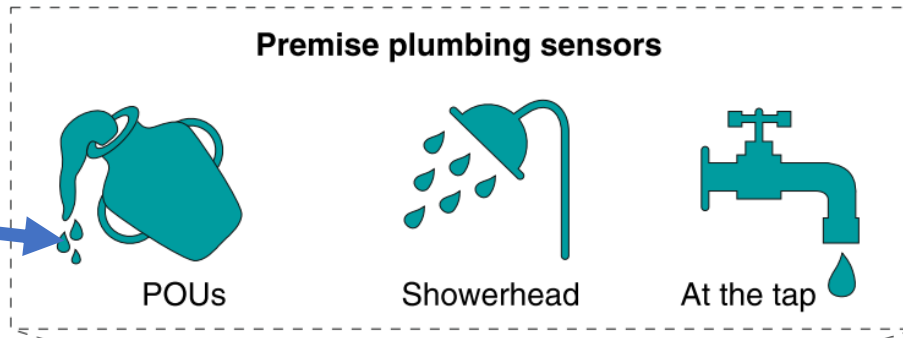


Industrial waste water



Vikesland, Nat.
Nanotecnol. (2018)

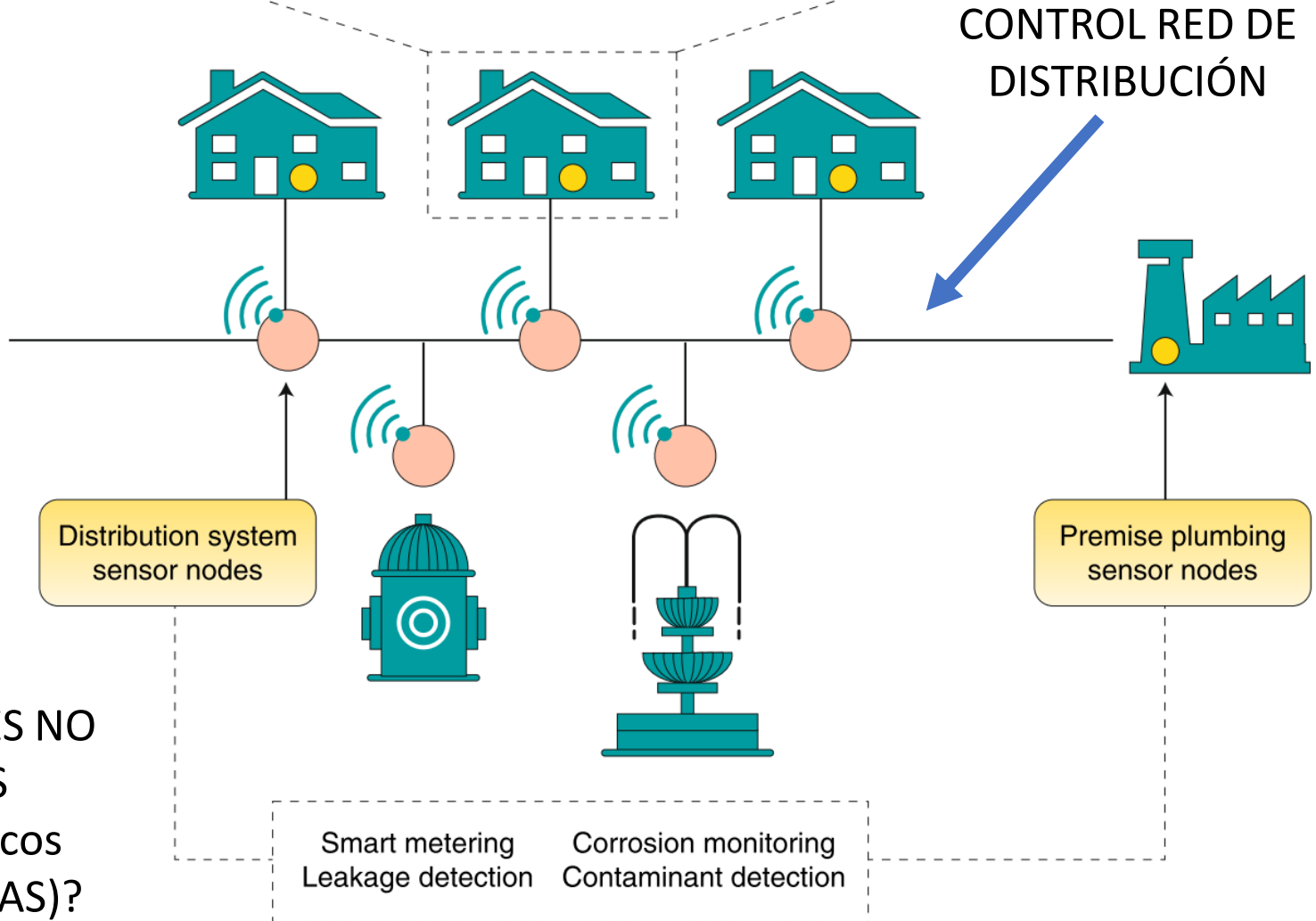
TRATAMIENTOS
POINT-OF-USE



CONTROL RED DE
DISTRIBUCIÓN



Water treatment plant



CONTAMINANTES NO
REGULADOS
¿Químicos tóxicos
persistentes (PFAS)?



SMALLOPS (España): Valorización de residuos y subproductos oleícolas a través de la obtención de nanopartículas y biogás.

Depurar el agua con lo que la contamina utilizando nanotecnología sostenible

[/ Noticias / Por Smallops](#)

La 'startup' española Smallops es la primera en producir materiales para descontaminar el agua utilizando la nanotecnología a partir del alpechín, un residuo de la producción de aceite de oliva. Lo que potencialmente puede contaminar el agua si no se gestiona adecuadamente, en manos de Smallops puede ser una solución a la contaminación hídrica.

Seleccionada por la Fundación Repsol al Fondo de Emprendedores 24/9/2024

LÍDER GLOBAL EN TECNOLOGÍA DE NANOBURBUJAS

4^M

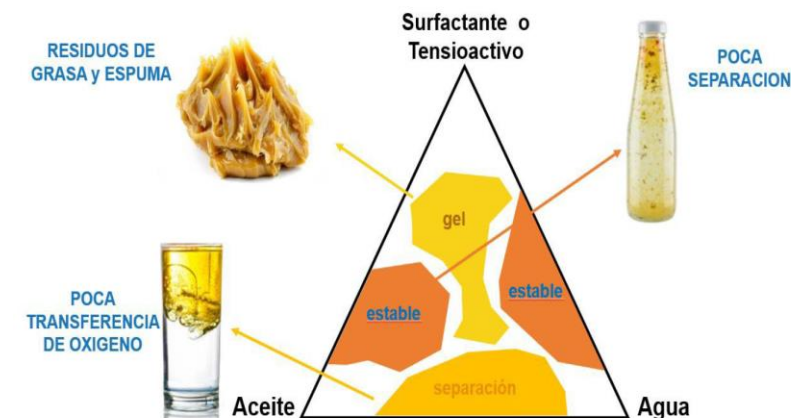
Millones de litros de agua tratados por minuto

3000

Generadores de Nanoburbujas Instalados

LAS NANOBURBUJAS DE MOLEAER

Permiten a
producir más utilizando menos agua, menos energía y
menos químicos



Tratamiento de aguas residuales y tensioactivos:



Figura 5: Las concentraciones de tensioactivos, aceites y agua desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de emulsiones estables, escoria y "fatbergs".

•Start Date: 1st February 2019

•Duration: 48 months

Total budget: 4,36 million € (co-funded by the EU and the Indian Government)

HORIZON
2020

LOW-cost innovative Technology for water quality monitoring and water resources management for Urban and rural water Systems in India

<https://www.lotus-india.eu/index.php/project/>

Fact Sheet

Results in Brief

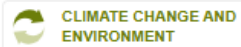
Reporting

Results



A high-tech, low-cost way to monitor water contaminants

The LOTUS project uses carbon nanotube technology to offer real-time monitoring of water supplies, helping to prevent deadly outbreaks of waterborne disease.



Project Information

LOTUS

Grant agreement ID: 820881

[Project website](#)

DOI

[10.3030/820881](https://doi.org/10.3030/820881)

- ❖ Cuando se exponen al agua, los **compuestos químicos se adsorben en los nanotubos**, se modifica su resistencia eléctrica, y se **puede medir la concentración del compuesto**.
- ❖ El sistema LOTUS convierte las **señales analógicas de los sensores en digitales**, que se procesan y transmiten al **módulo de gestión de datos en la nube**. Una **interfaz de usuario** provee herramientas de visualización fáciles de usar.

CONCLUSIONES

***Nanotecnología e ingeniería de
nuevos materiales:
Ciencia que Cambia el Mundo***



Nanotecnología basada en SPM

