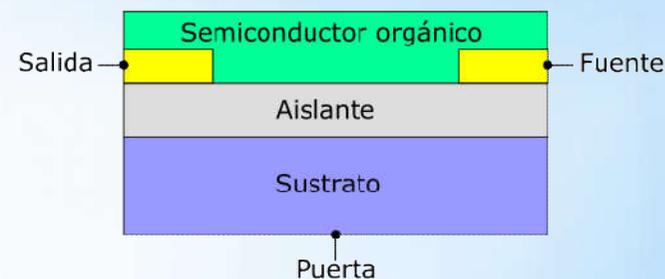
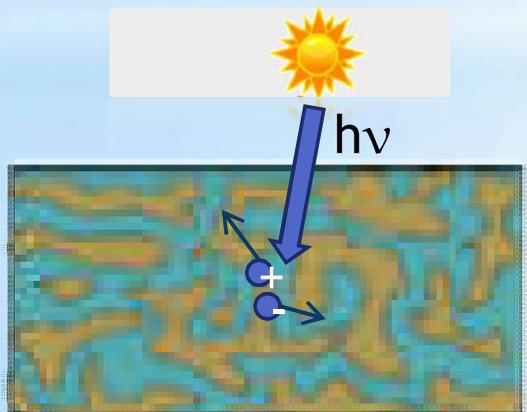


Polímeros: nanoestructuración y aplicaciones



INTRODUCCIÓN

- Materia blanda condensada: polímeros.



- Nanoestructuración

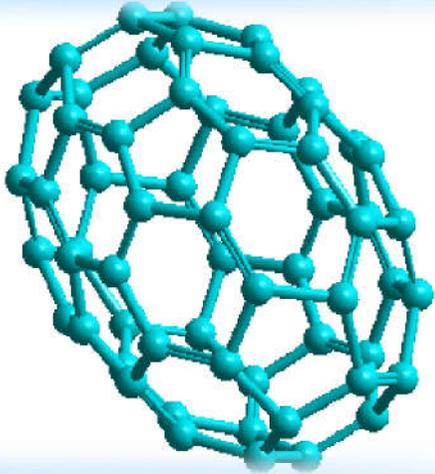


- Técnicas de nanoestructuración



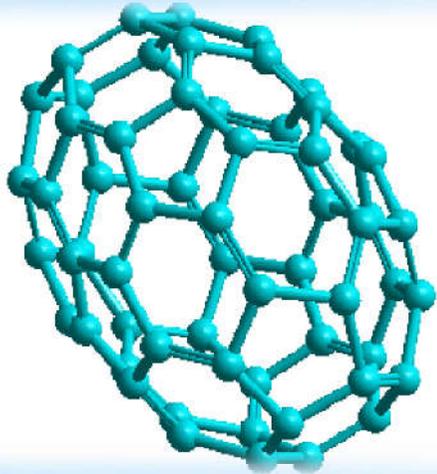
- Caracterización

MATERIA CONDENSADA BLANDA



- Materiales 'fácilmente' deformables

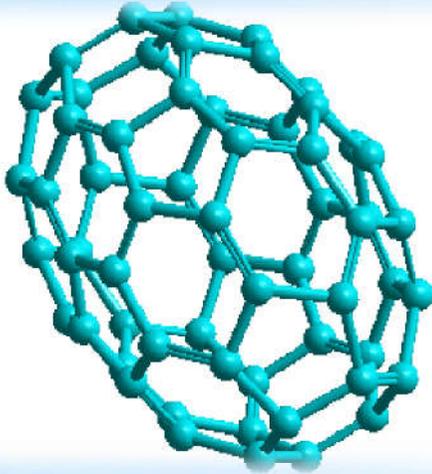
MATERIA CONDENSADA BLANDA



- Materiales 'fácilmente' deformables
- Nanoestructuras

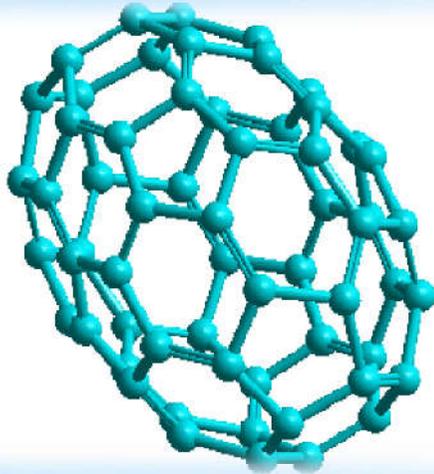


MATERIA CONDENSADA BLANDA



- Materiales ‘fácilmente’ deformables
- Nanoestructuras
- Polímeros, geles, coloides, cristales líquidos...

MATERIA CONDENSADA BLANDA

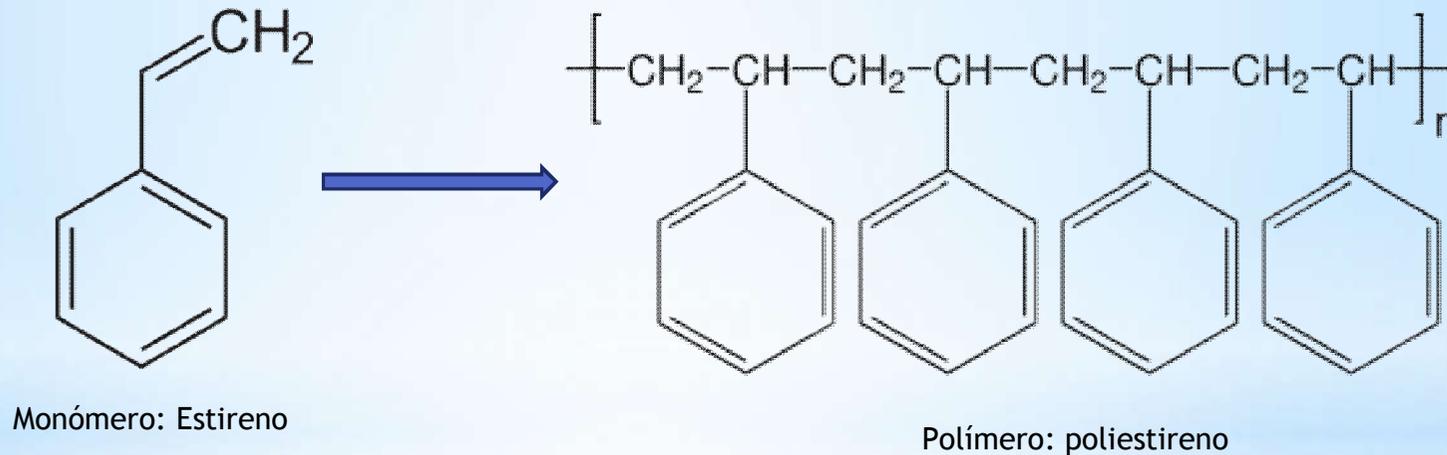


- Materiales 'fácilmente' deformables
- Nanoestructuras
- Polímeros, geles, coloides, cristales líquidos...

Soft and Polymeric Matter Group

POLÍMEROS

Un polímero es una **macromolécula** compuesta de N unidades de repetición.



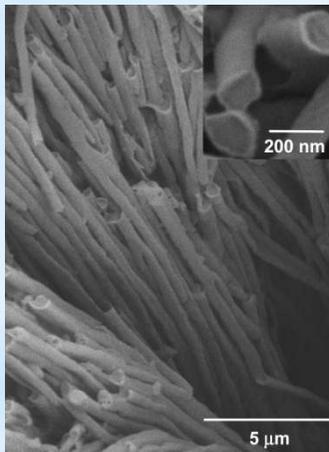
Propiedades del material:

- Estructura química
- Peso molecular
- Cristalinidad
- Copolímero, mezclas...
- **Confinamiento geométrico**

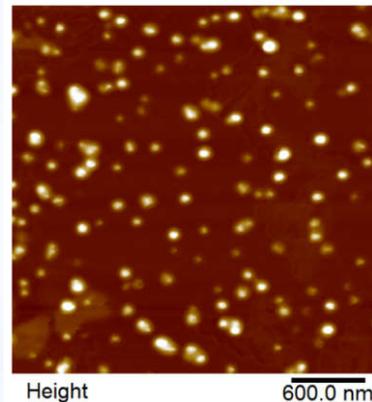
NANOCIENCIA

- La investigación en nanotecnología es uno de los campos más activos de la actualidad. El **confinamiento de polímeros en nanoestructuras** es de enorme interés para la electrónica, energía, medicina o biotecnología.

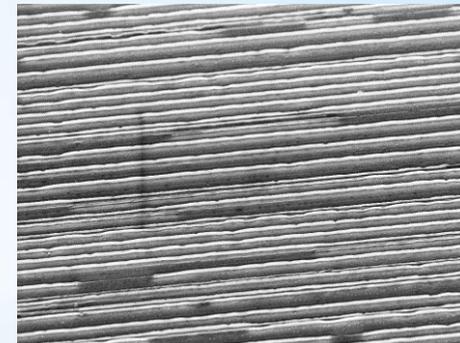
NANOFIBRAS



NANOPARTÍCULAS



GRATING

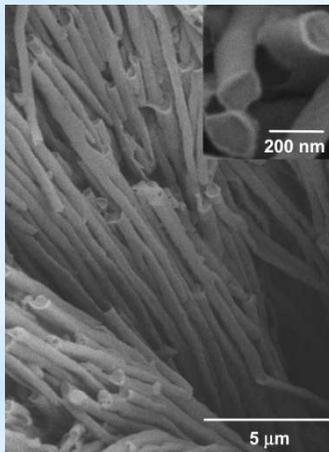


- Para polímeros que tengan propiedades eléctricas -como ferroelectricidad o conductividad-, éstas dependen enormemente del **empaquetamiento** de sus moléculas.

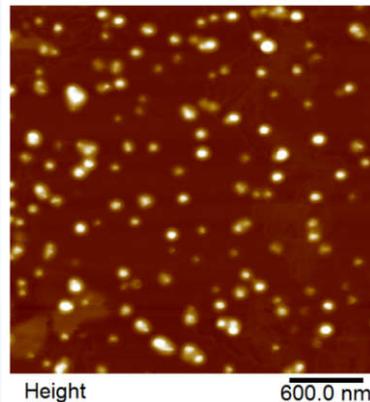
NANOCIENCIA

- La investigación en nanotecnología es uno de los campos más activos de la actualidad. El **confinamiento de polímeros en nanoestructuras** es de enorme interés para la electrónica, energía, medicina o biotecnología.

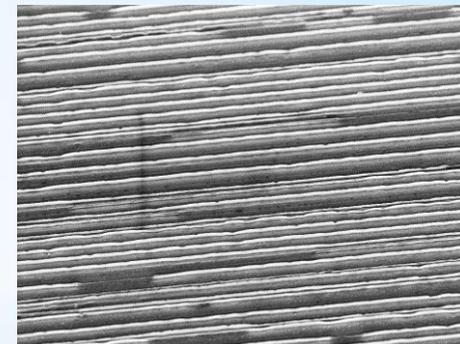
NANOFIBRAS



NANOPARTÍCULAS



GRATING



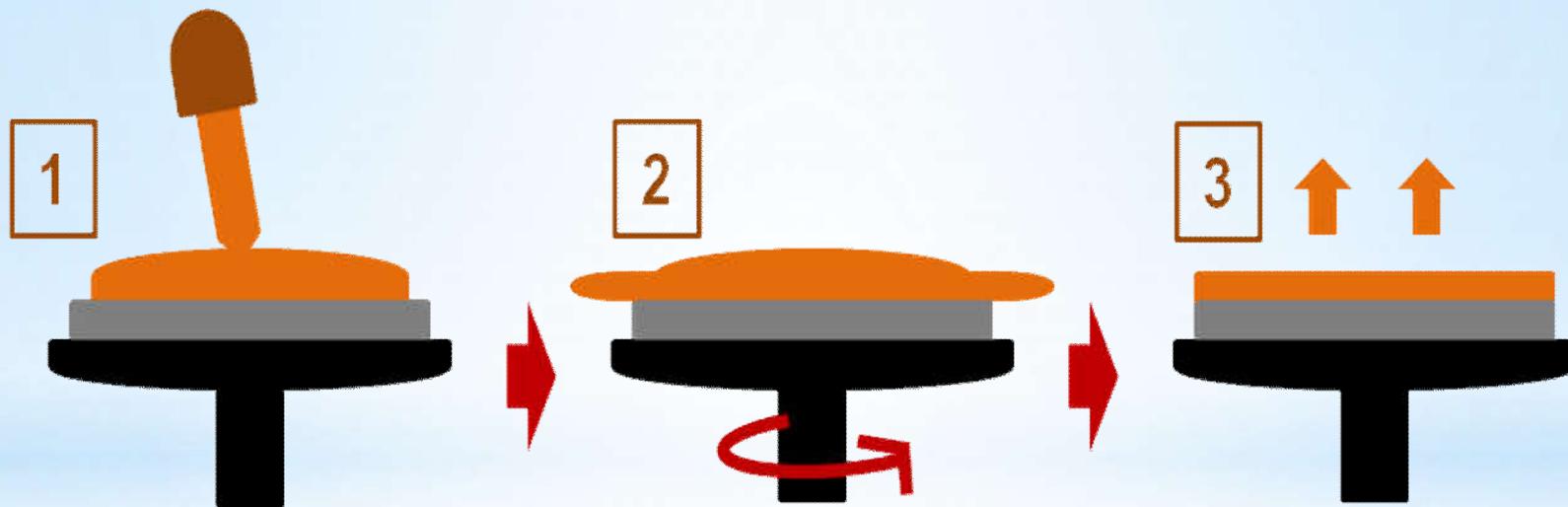
- Para polímeros que tengan propiedades eléctricas -como ferroelectricidad o conductividad-, éstas dependen enormemente del **empaquetamiento** de sus moléculas.

TÉCNICAS DE NANOESTRUCTURACIÓN

- Nanoestructuración en 2 dimensiones (superficies) o en 3 dimensiones (volúmenes).

TÉCNICAS DE NANOESTRUCTURACIÓN

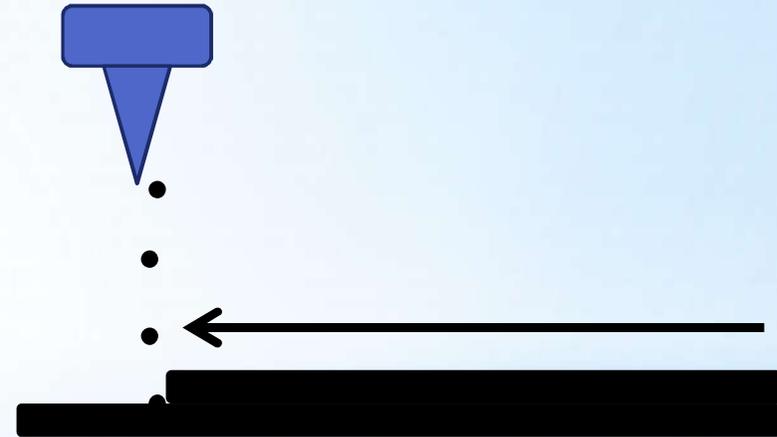
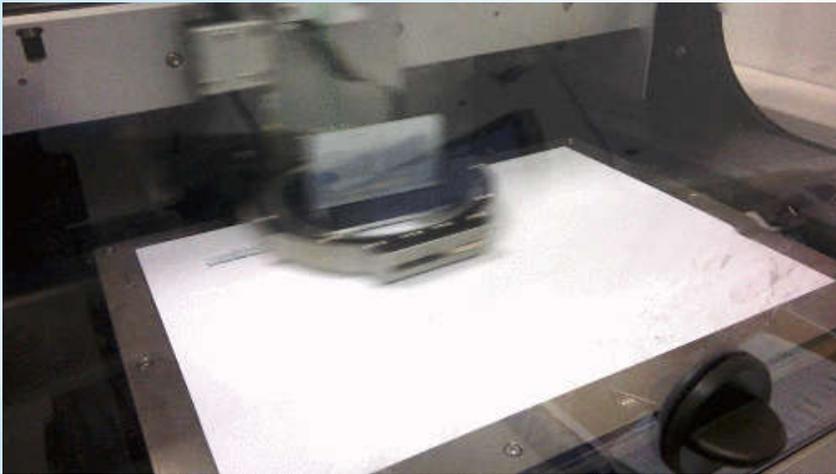
- Nanoestructuración en 2 dimensiones (superficies) o en 3 dimensiones (volúmenes).
- Superficies (películas delgadas): spin-coating,



Espesor de las películas: $10\text{nm} - > 10^2\text{ nm}$

TÉCNICAS DE NANOESTRUCTURACIÓN

- Nanoestructuración en 2 dimensiones (superficies) o en 3 dimensiones (volúmenes).
- Superficies (películas delgadas): spin-coating, ink-jet.



Espesor de las películas: 100nm - > 1 μ m

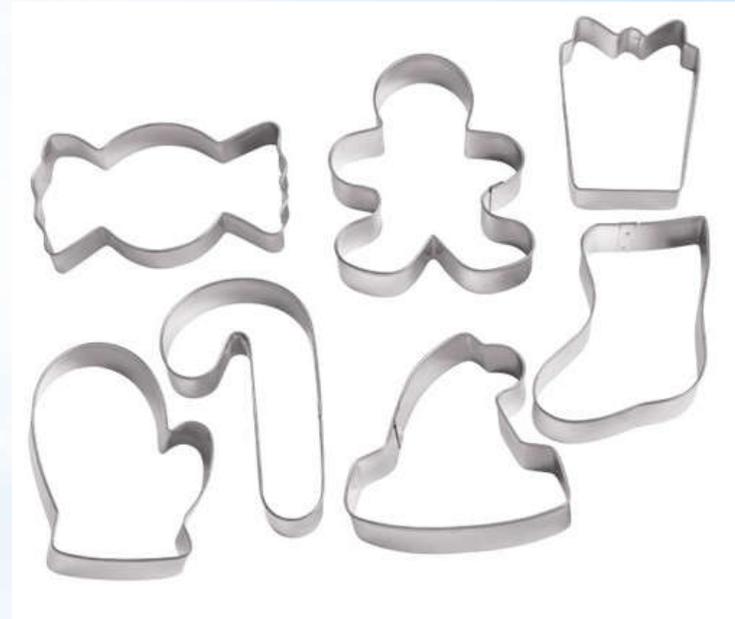
TÉCNICAS DE NANOESTRUCTURACIÓN

- Nanoestructuración en 2 dimensiones (superficies) o en 3 dimensiones (volúmenes).
- Superficies (películas delgadas): spin-coating, ink-jet.
- Post-tratamiento de superficies: láser,



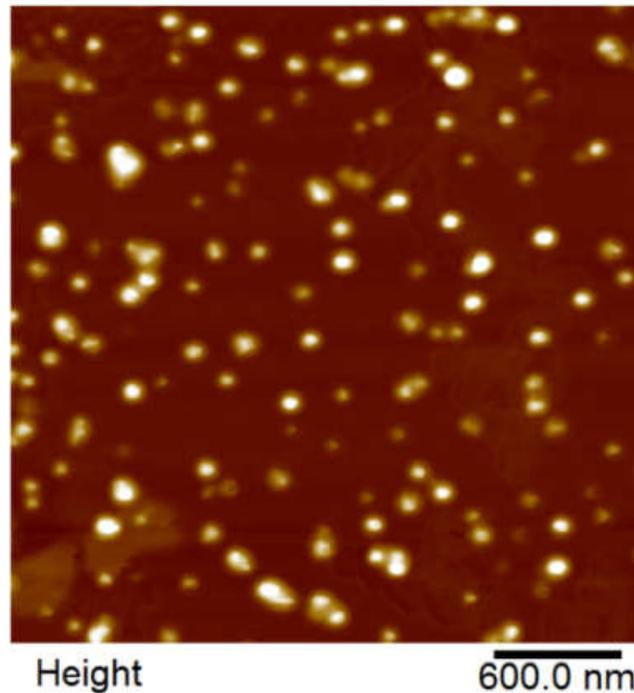
TÉCNICAS DE NANOESTRUCTURACIÓN

- Nanoestructuración en 2 dimensiones (superficies) o en 3 dimensiones (volúmenes).
- Superficies (películas delgadas): spin-coating, ink-jet.
- Post-tratamiento de superficies: láser, litografía de nanoimpresión.



TÉCNICAS DE NANOESTRUCTURACIÓN

- Nanoestructuración en 2 dimensiones (superficies) o en 3 dimensiones (volúmenes).
- Superficies (películas delgadas): spin-coating, ink-jet.
- Post-tratamiento de superficies: láser, litografía de nanoimpresión.
- Nanoesferas.

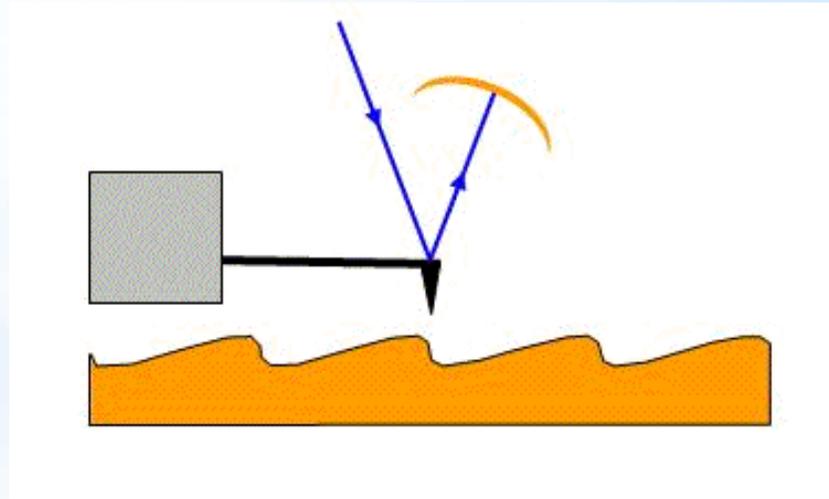


CARACTERIZACIÓN: Atomic Force Microscopy (AFM)

- Microscopio de sonda de barrido (1986), evolución del microscopio de efecto túnel.
- Resolución nanométrica.
- Topografía de superficies (3D), corriente eléctrica, propiedades mecánicas...

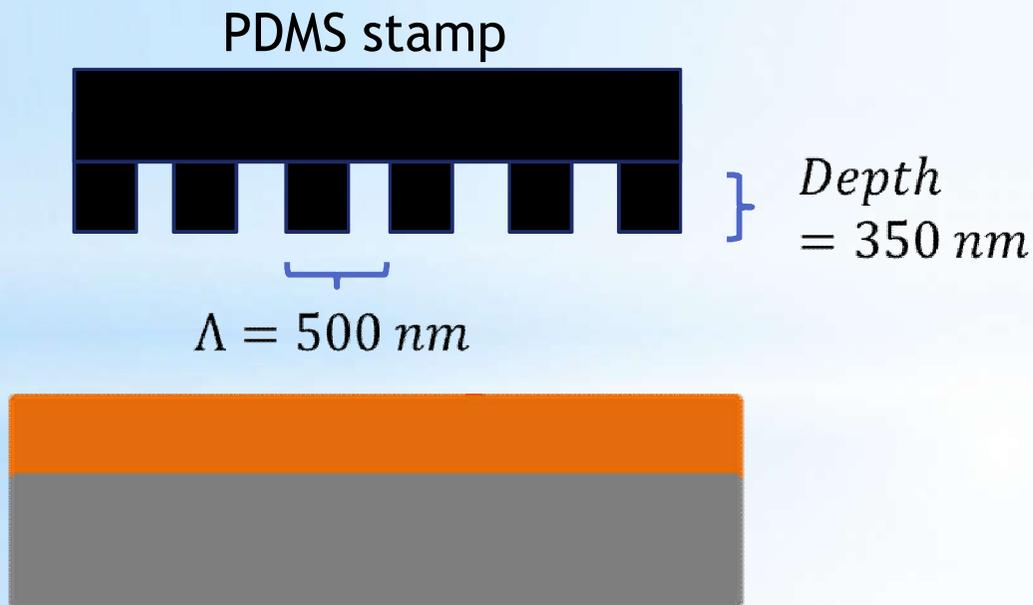


Modo tapping (contacto intermitente)



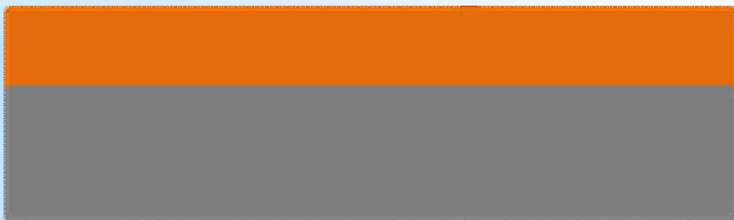
MÉTODOS: nanolitografía de impresión

- Nanoimprint Lithography (NIL): moldeo de una superficie aplicando una presión sobre el material previo tratamiento térmico.



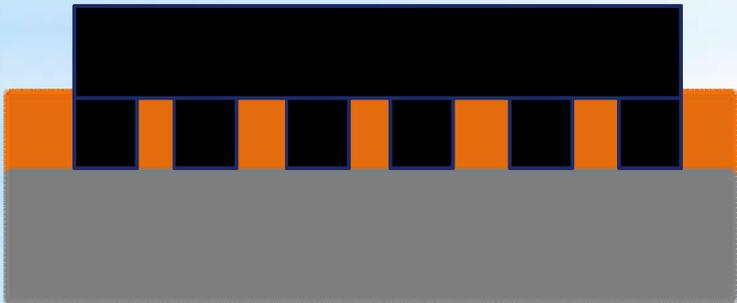
MÉTODOS: nanolitografía de impresión

- Nanoimprint Lithography (NIL): moldeo de una superficie aplicando una presión sobre el material previo tratamiento térmico.



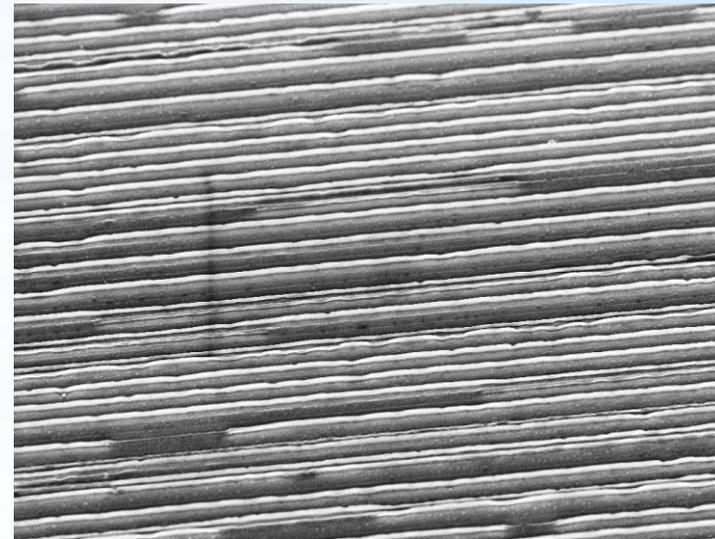
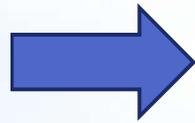
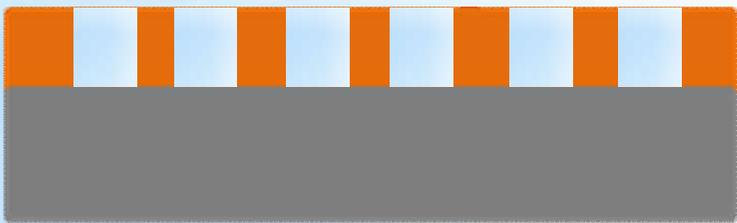
MÉTODOS: nanolitografía de impresión

- Nanoimprint Lithography (NIL): moldeo de una superficie aplicando una presión sobre el material previo tratamiento térmico.



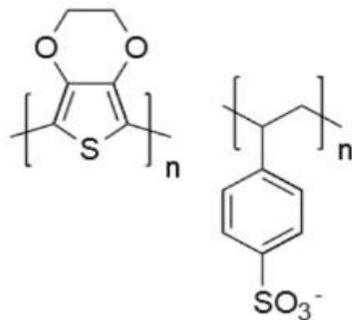
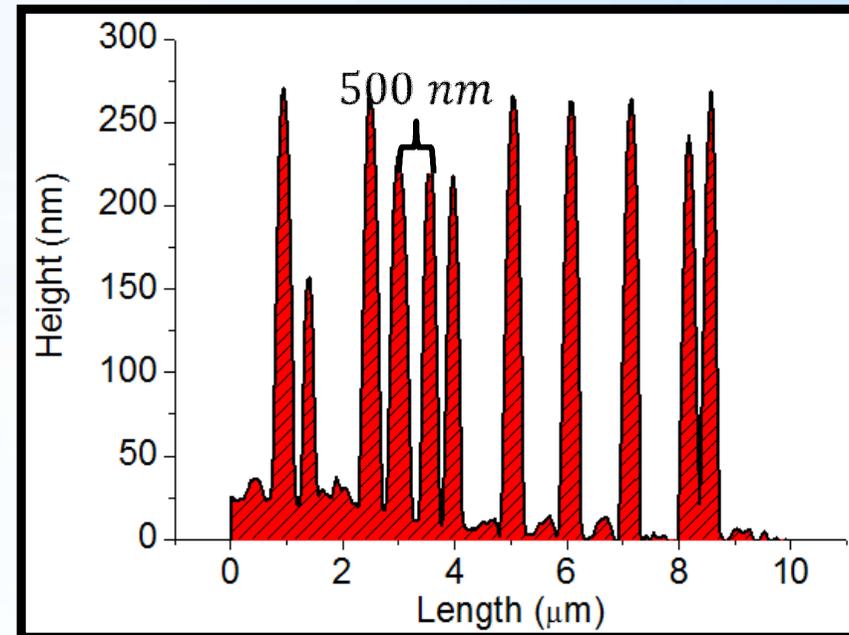
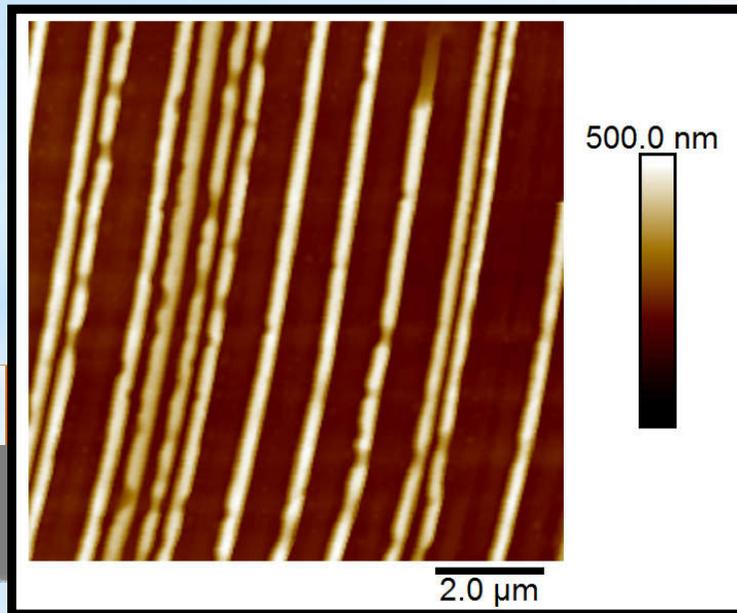
MÉTODOS: nanolitografía de impresión

- Nanoimprint Lithography (NIL): moldeo de una superficie aplicando una presión sobre el material previo tratamiento térmico.



MÉTODOS: nanolitografía de impresión

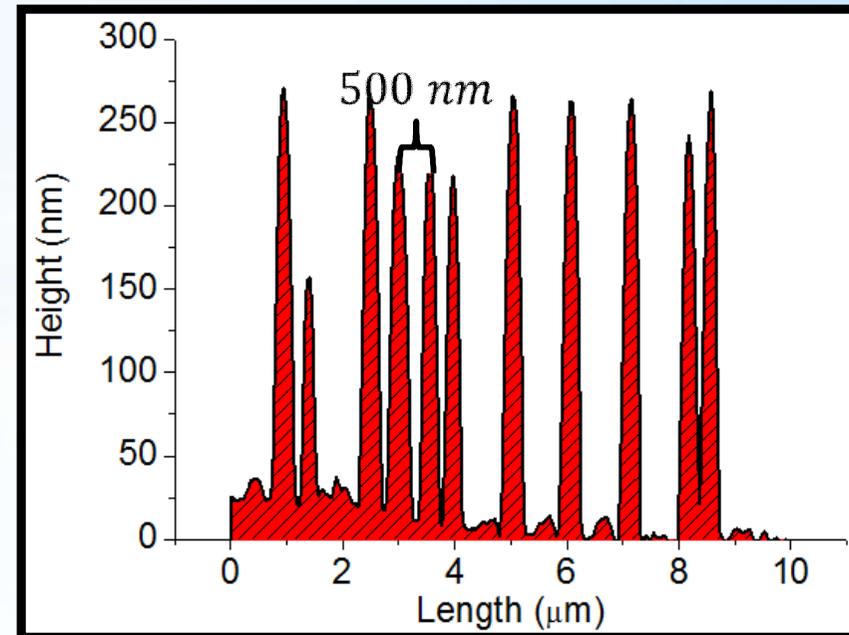
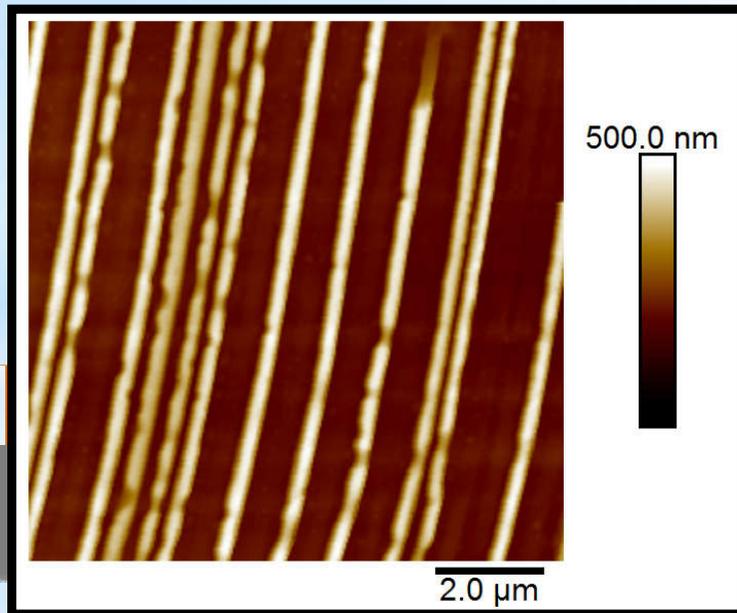
- Nanoimprint Lithography (NIL): moldeo de una superficie aplicando una presión sobre el material previo tratamiento térmico.



PEDOT:PSS, conducting polymer

MÉTODOS: nanolitografía de impresión

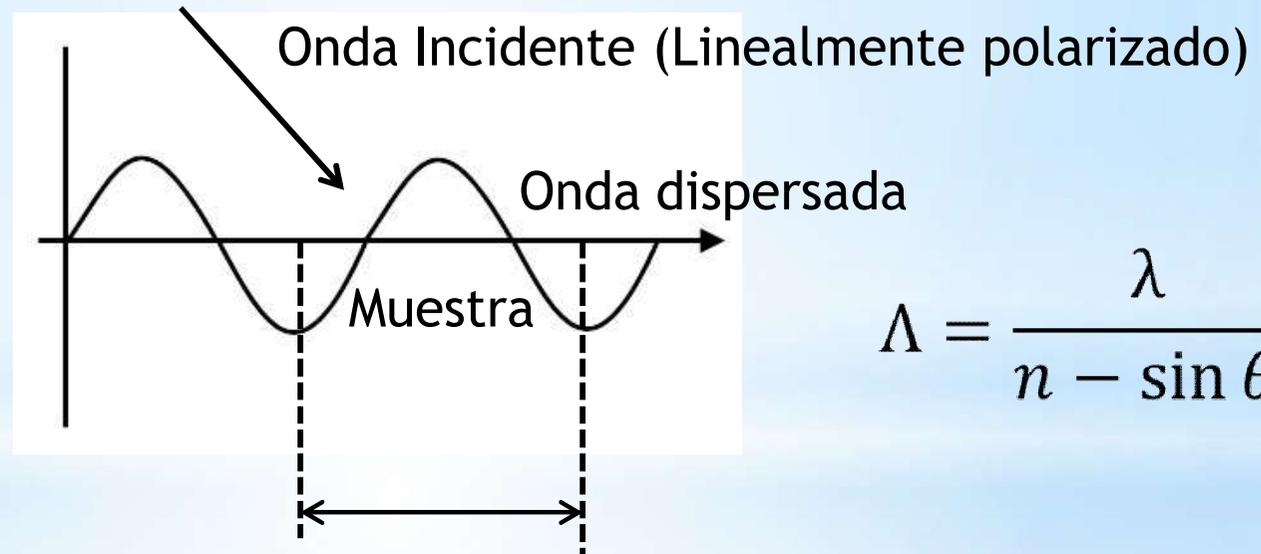
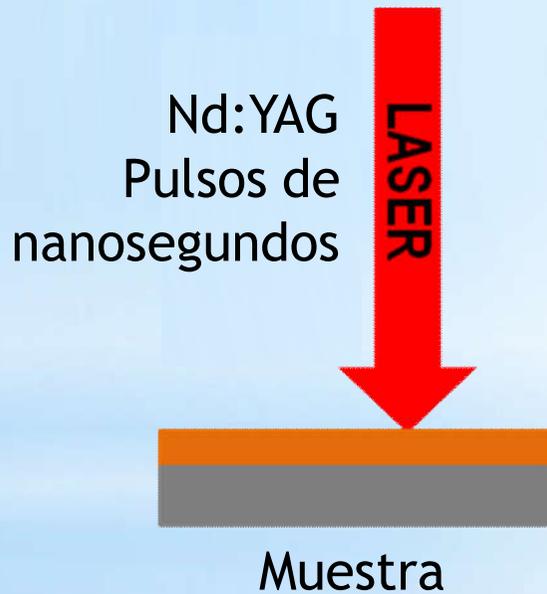
- Nanoimprint Lithography (NIL): moldeo de una superficie aplicando una presión sobre el material previo tratamiento térmico.



- Proceso efectivo
 - Tratamiento térmico del material
 - Sala blanca, fabricación de moldes

MÉTODOS: Nanoestructuración por Láser

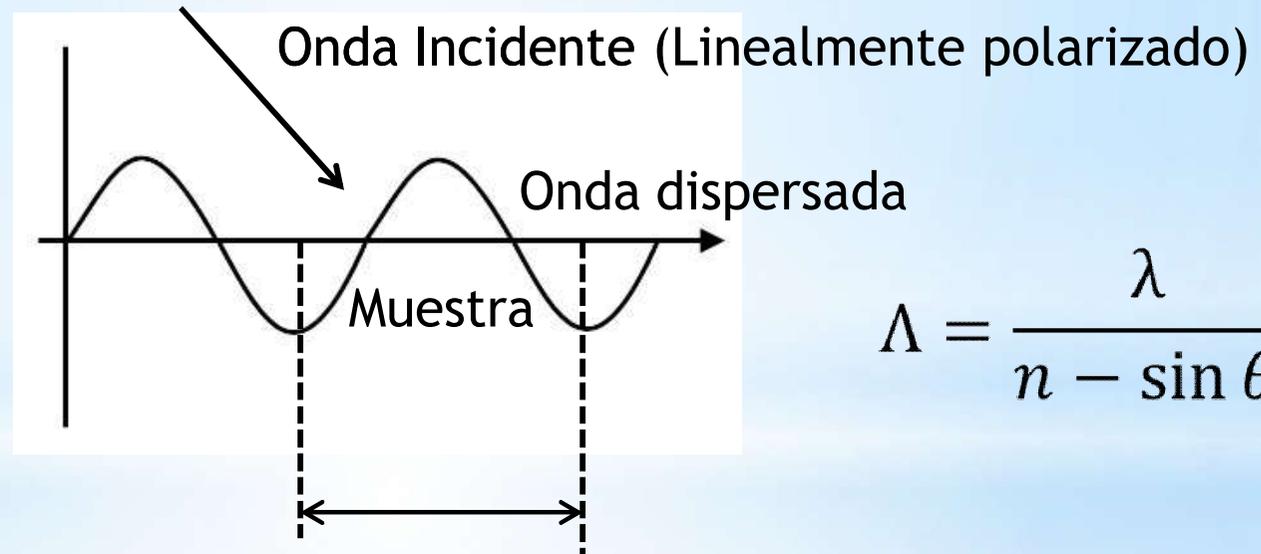
- Laser Induced Periodic Surface Structures (LIPSS)



$$\Lambda = \frac{\lambda}{n - \sin \theta}$$

MÉTODOS: Nanoestructuración por Láser

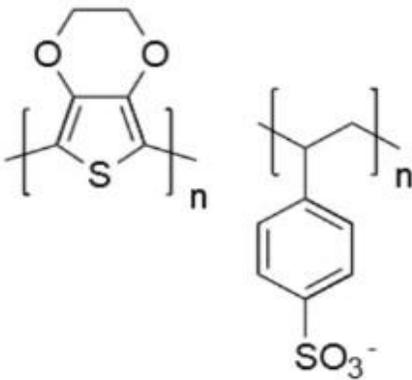
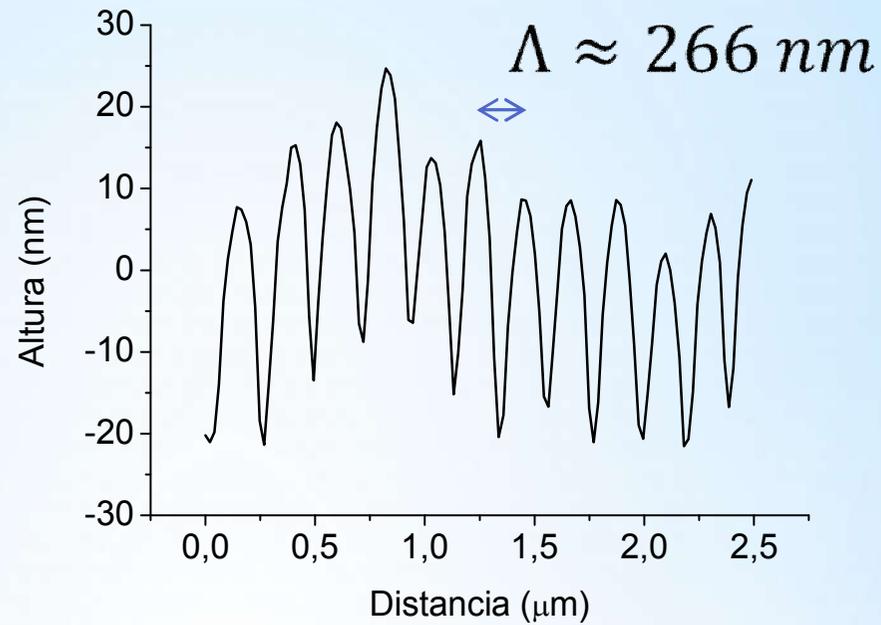
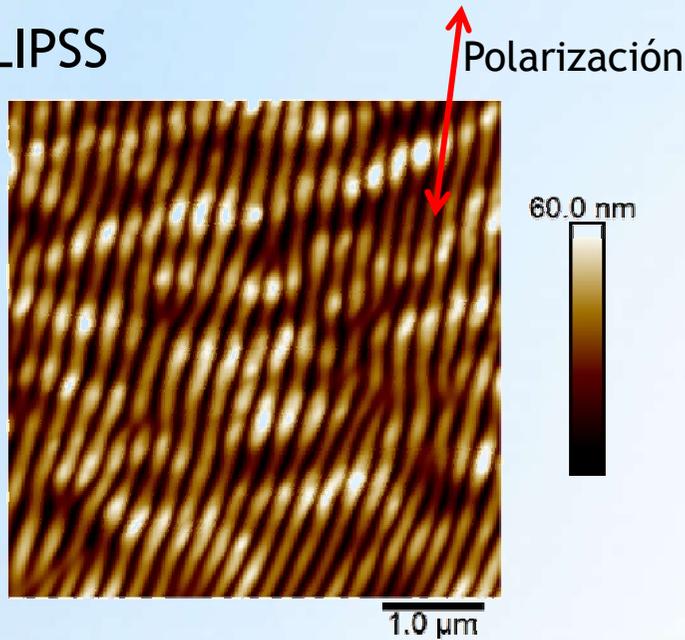
- Laser Induced Periodic Surface Structures (LIPSS)



- No ablación (reorganización)
- Aumento de la superficie efectiva
- Absorción del material, efecto del sustrato

CARACTERIZACIÓN: Atomic Force Microscopy (AFM)

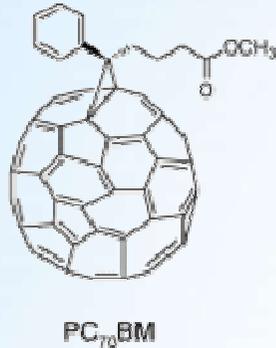
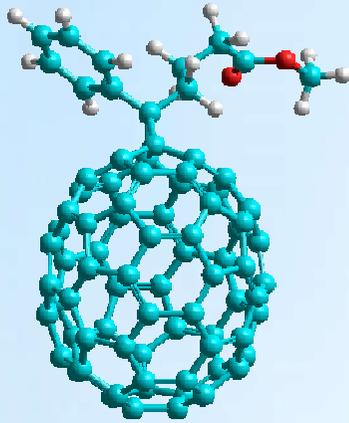
• LIPSS



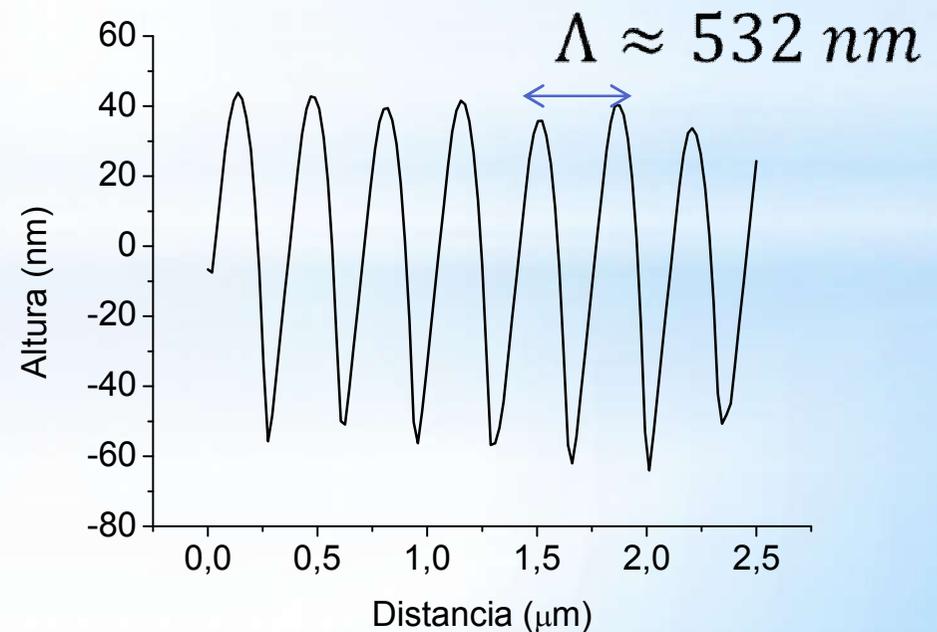
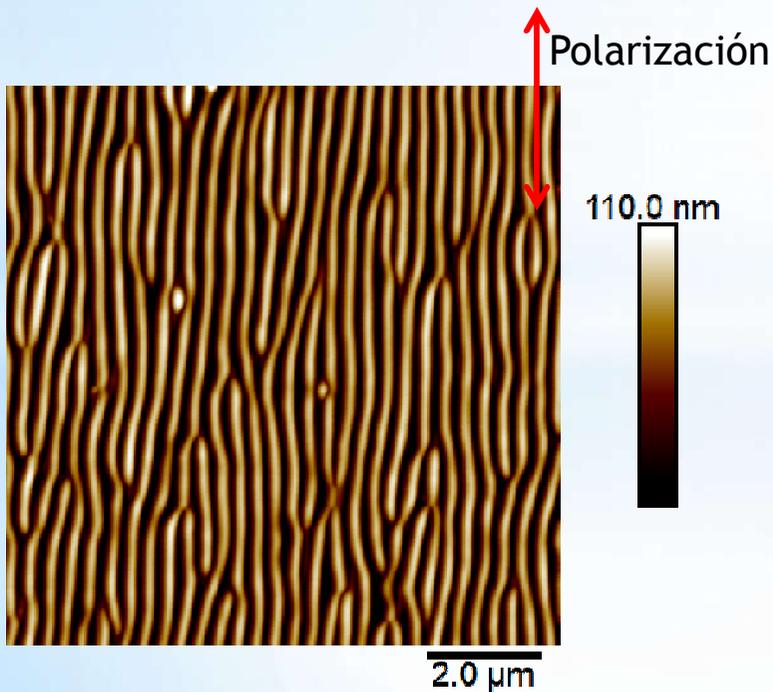
PEDOT:PSS, conducting polymer

CARACTERIZACIÓN: Atomic Force Microscopy (AFM)

- LIPSS

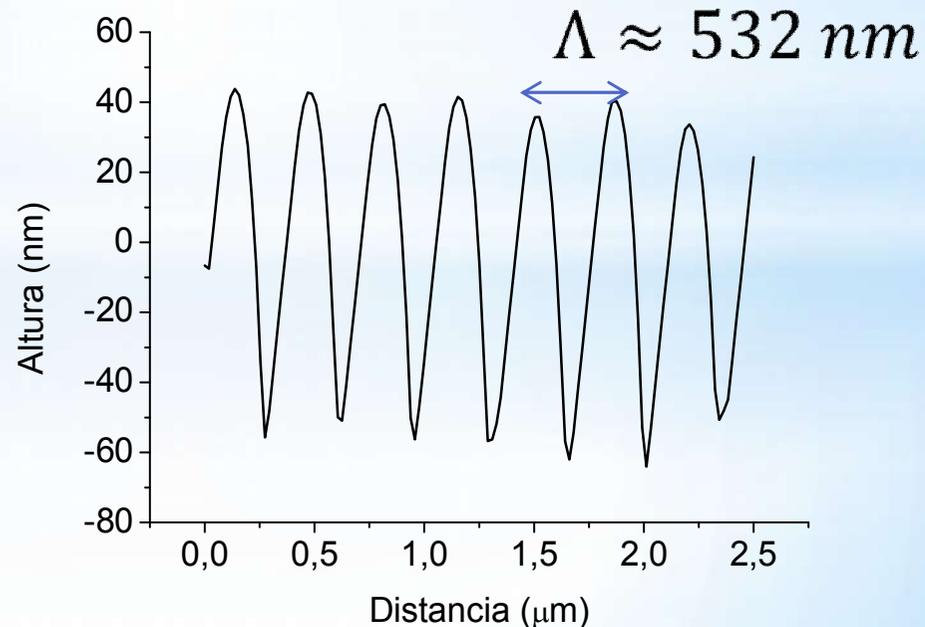
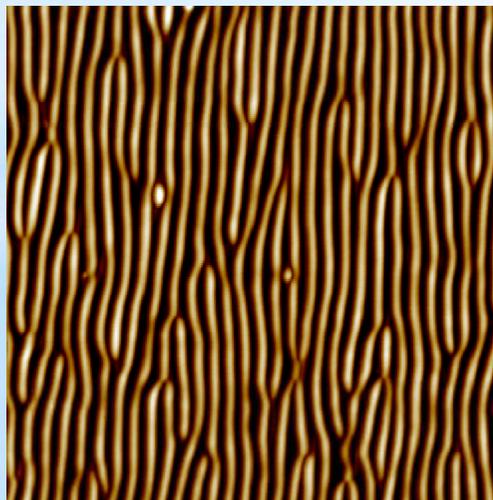
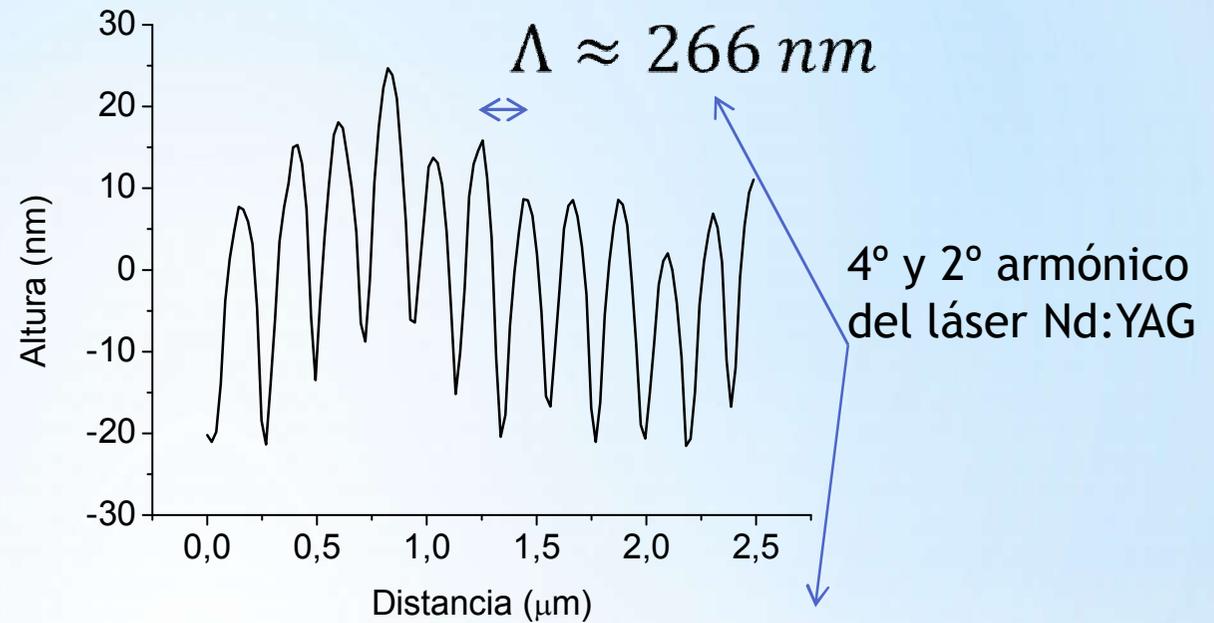
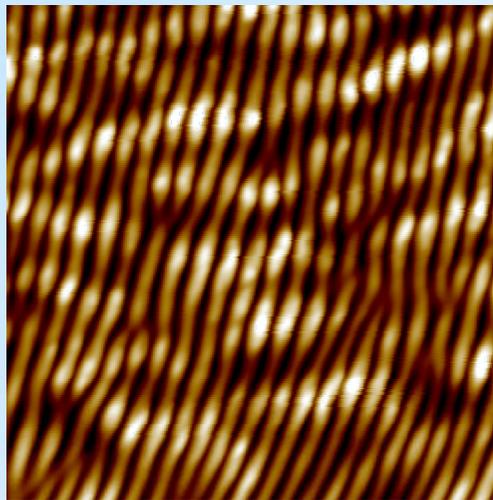


PC₇₀BM LIPSS: fullereno semiconductor



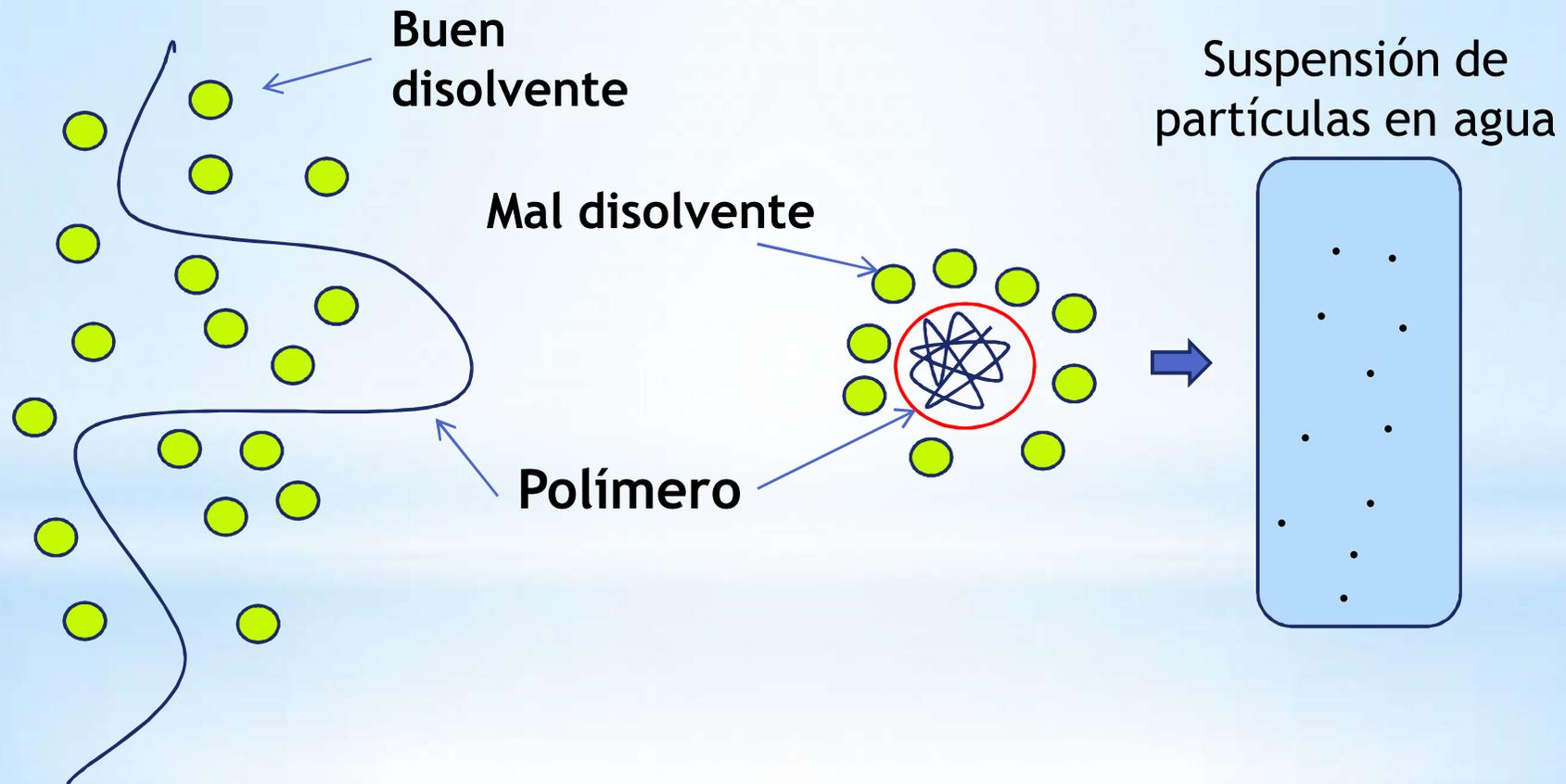
CARACTERIZACIÓN: Atomic Force Microscopy (AFM)

- LIPSS



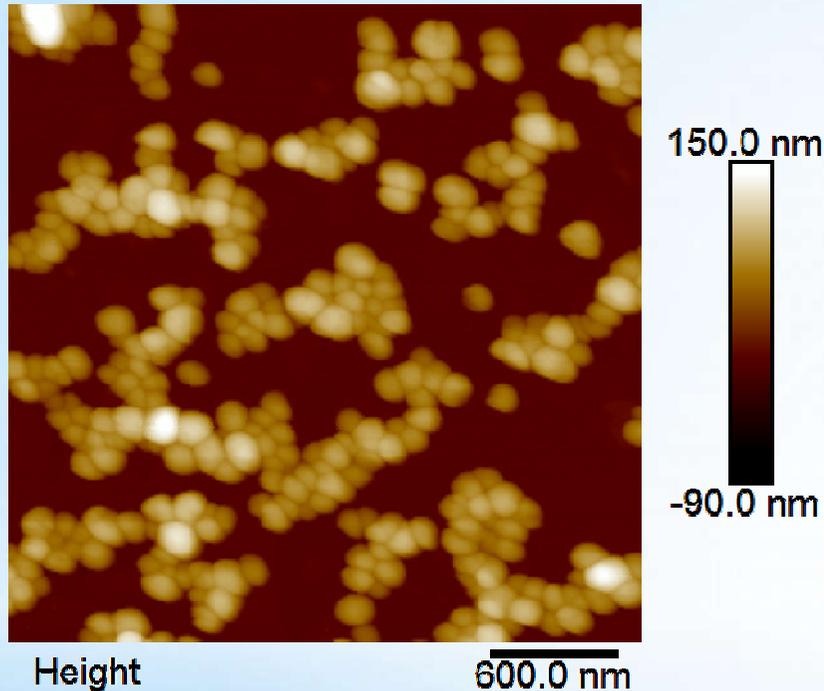
MÉTODOS: nanoprecipitación

- **Nanopartículas:** esferas de polímero de tamaño nanométrico a partir de un proceso de precipitación controlado desde la disolución.

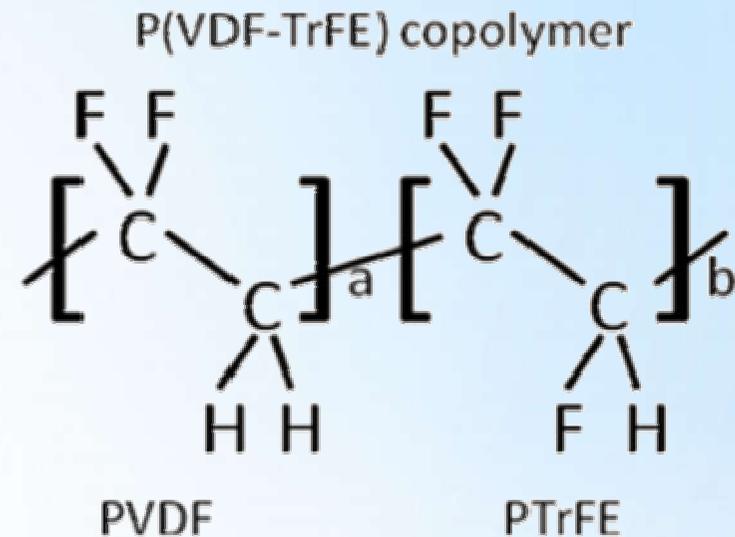


CARACTERIZACIÓN: Atomic Force Microscopy (AFM)

- Nanopartículas

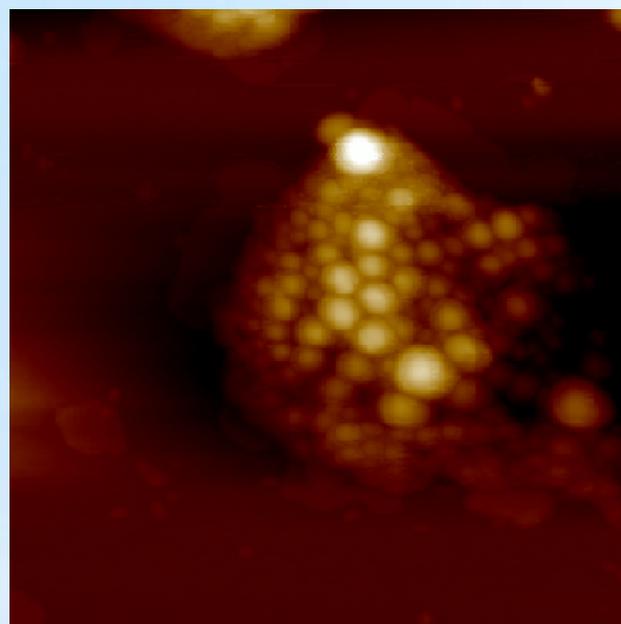


P(VDF-TrFE) Nanopartículas:
copolímero ferroeléctrico
Diámetro promedio = 100 nm



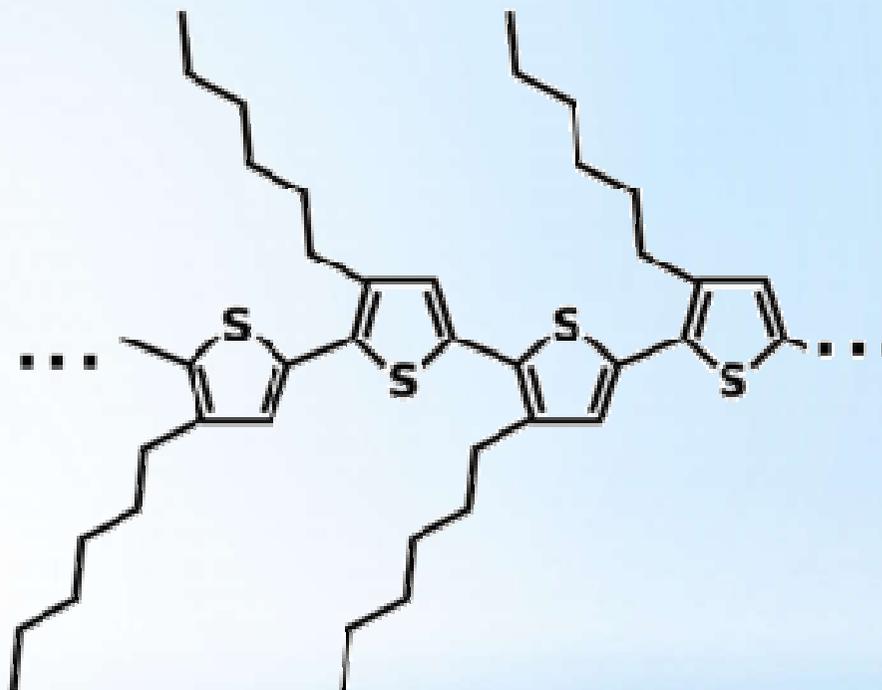
CARACTERIZACIÓN: Atomic Force Microscopy (AFM)

- Nanopartículas



180.0 nm

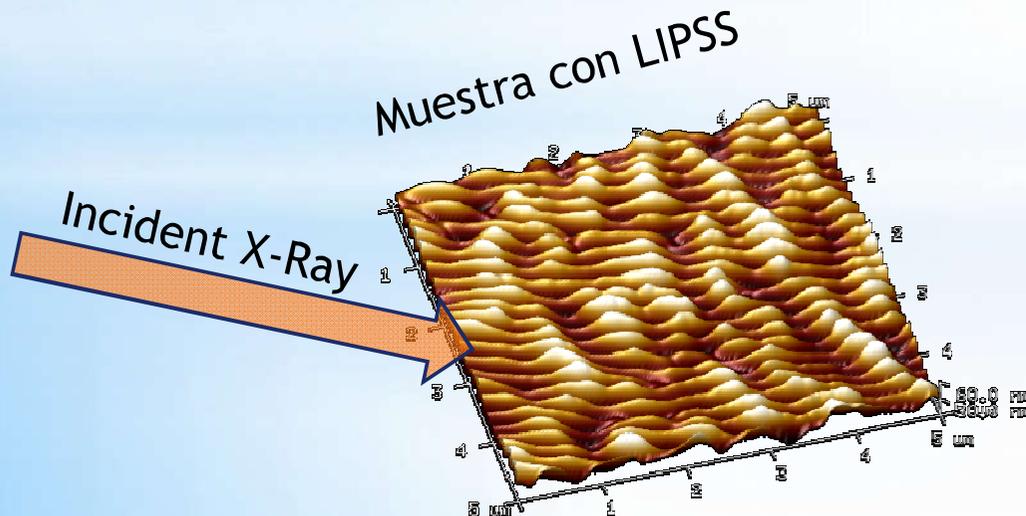
60.0 nm



P3HT Nanopartículas: polímero semiconductor
Diámetro promedio = 40 nm

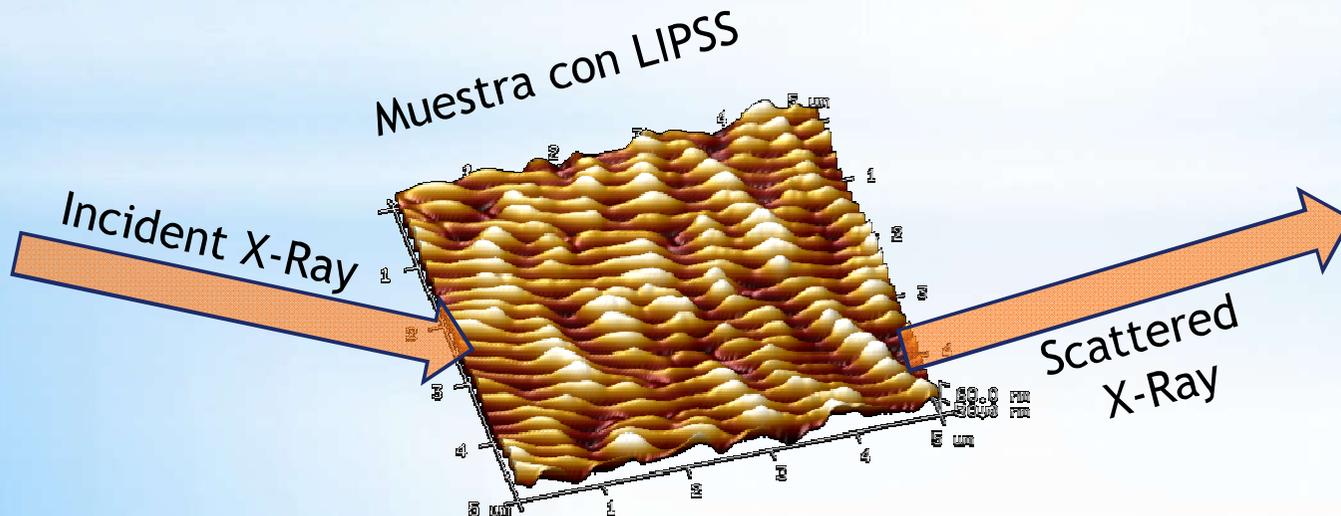
CARACTERIZACIÓN: Radiación Sincrotrón

- El uso de las instalaciones de radiación sincrotrón puede darnos mucha información sobre estas estructuras.
- Medidas en incidencia rasante a ángulo bajo nos dan información promedio del orden de nanoestructuras periódicas.



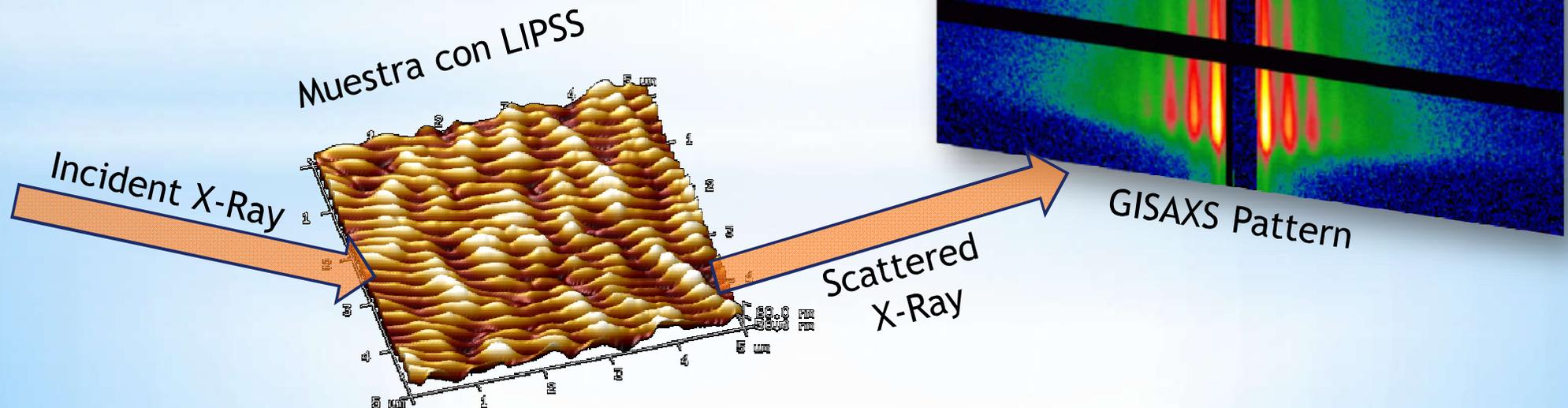
CARACTERIZACIÓN: Radiación Sincrotrón

- El uso de las instalaciones de radiación sincrotrón puede darnos mucha información sobre estas estructuras.
- Medidas en incidencia rasante a ángulo bajo nos dan información promedio del orden de nanoestructuras periódicas.



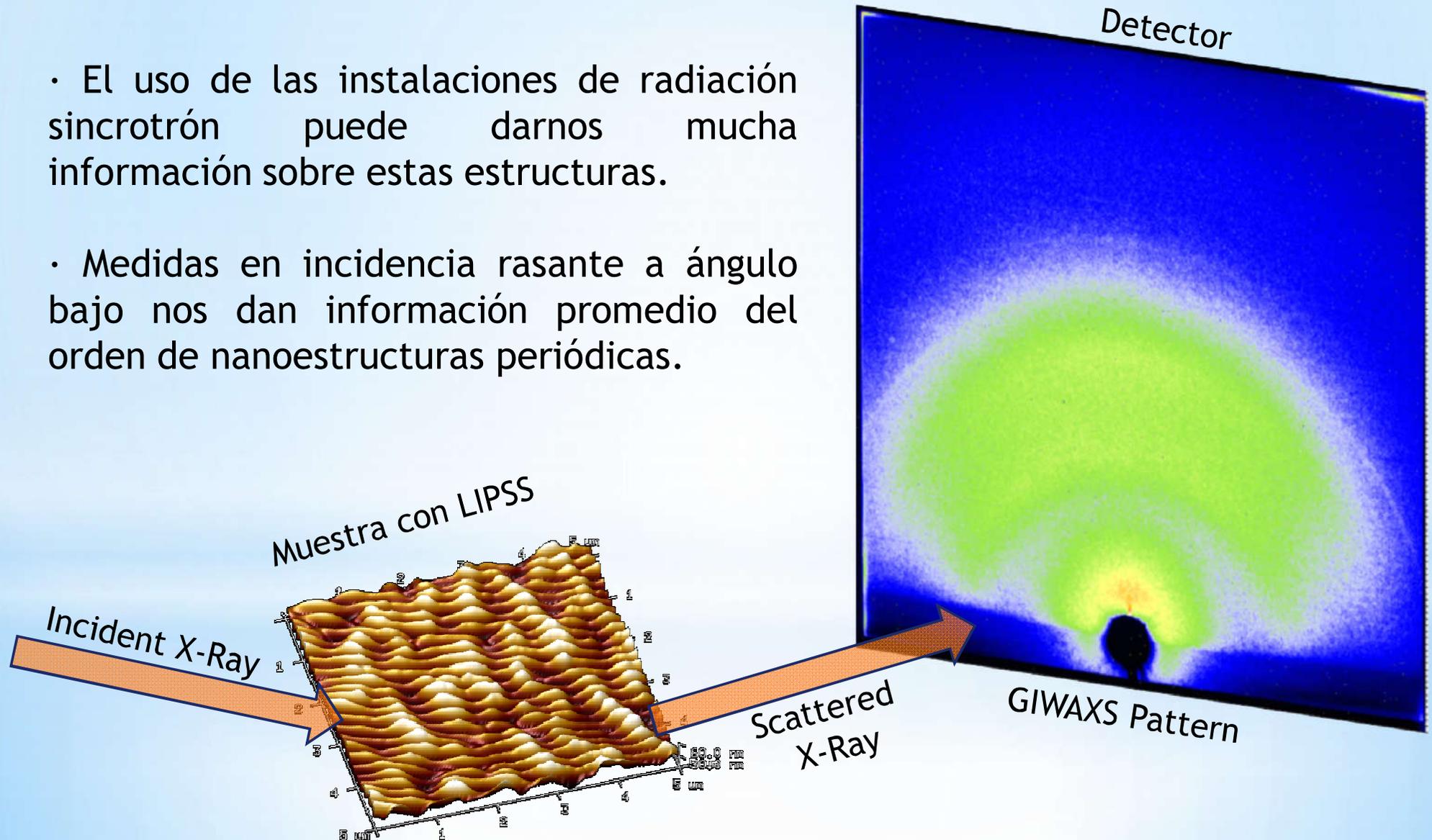
CARACTERIZACIÓN: Radiación Sincrotrón

- El uso de las instalaciones de radiación sincrotrón puede darnos mucha información sobre estas estructuras.
- Medidas en incidencia rasante a ángulo bajo nos dan información promedio del orden de nanoestructuras periódicas.



CARACTERIZACIÓN: Radiación Sincrotrón

- El uso de las instalaciones de radiación sincrotrón puede darnos mucha información sobre estas estructuras.
- Medidas en incidencia rasante a ángulo bajo nos dan información promedio del orden de nanoestructuras periódicas.



RESUMEN

- Polímeros: los polímeros son materiales de una gran versatilidad debido a la gran gama de propiedades generados por su estructura funcional.
- Nanoestructuración: confinar polímeros en la escala nanométrica puede generar cambios en la estructura mesoscópica del material induciendo así propiedades modificadas o nuevas.
- Técnicas: nanoprecipitación, tratamientos láser y nanolitografía son métodos rápidos y efectivos para generar nanoestructuras. Aunque el NIL requiere el uso de sala blanca.
- La miniaturización de dispositivos orgánicos es de gran interés para los campos de la ingeniería energética o electrónica.

Polímeros: nanoestructuración y aplicaciones

Edgar Gutiérrez¹, Ismael Gabaldón², Mari Cruz García-Gutiérrez¹, Álvaro Rodríguez-Rodríguez¹, Jing Cui¹, Tiberio A. Ezquerro¹, Amelia Linares¹, Esther Rebollar³, Aïda Varea², Albert Cirera², Anna Vilà², Jaime Hernández⁴, Isabel Rodríguez⁴ Aurora Nogales¹.

¹Instituto de Estructura de la Materia (IEM), Serrano 121, 28006, Madrid.

²Universitat de Barcelona (UB), Facultat de Física, Carrer de Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona.

³Instituto de Química-Física Rocasolano (IQFR), Serrano 119, 28006, Madrid.

⁴IMDEA Nanociencia, Ciudad Universitaria de Cantoblanco, 28049 Madrid.

¡Gracias por vuestra atención!

edgar.gutierrez@iem.cfmac.csic.es



Soft and Polymeric Matter Group



<http://www.softmatpol.iem.csic.es/index.html>