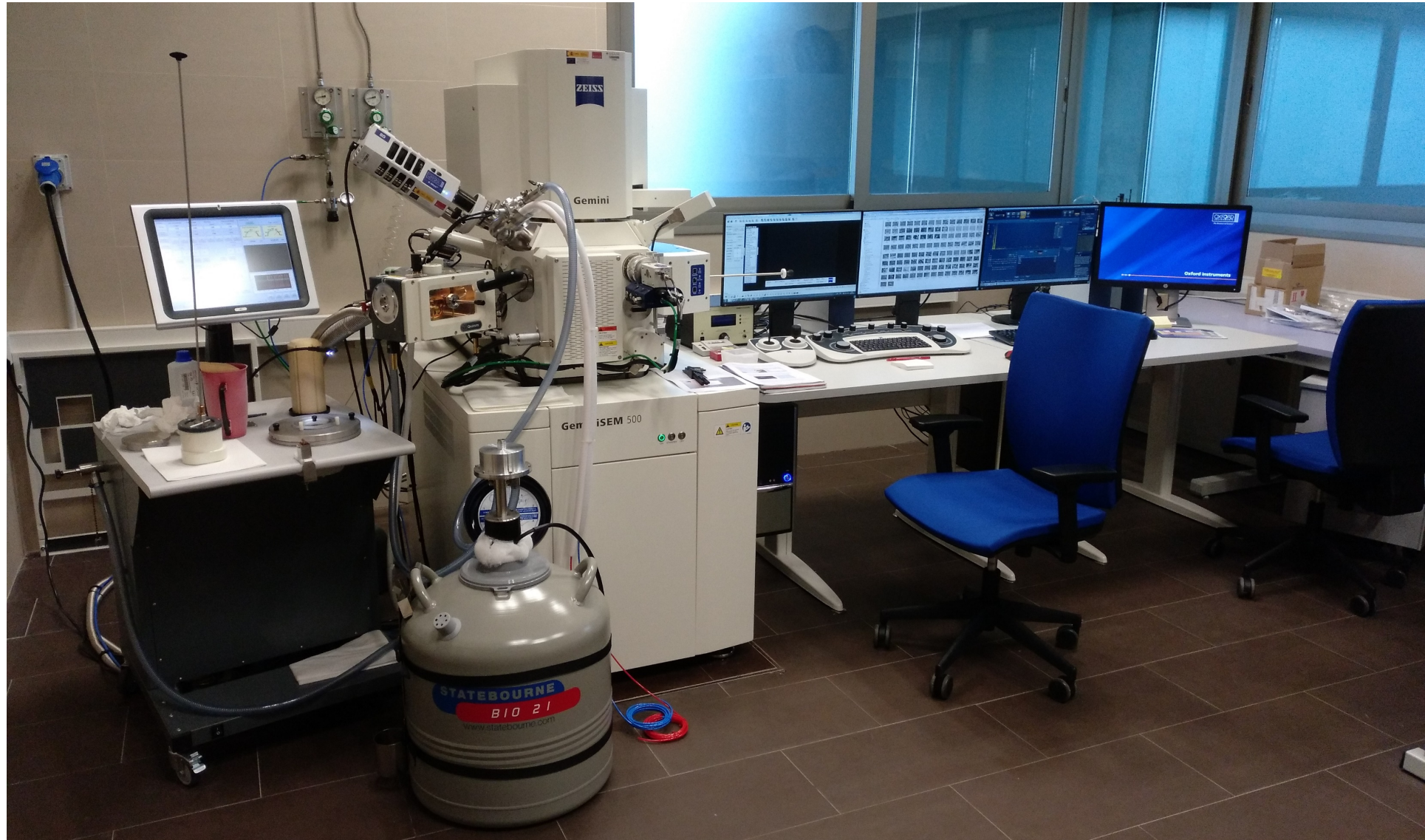


# MICROSCOPIA ELECTRONICA

Eduardo Prado García-Consuegra

# DATOS TECNICOS DEL HRSEM



# DATOS TECNICOS DEL HRSEM

ESPECIFICACIONES TECNICAS	ZEISS GeminiSEM 500
Tipo de emisión de campo térmico, estabilidad mejor que 0.2% / h	
Voltaje de aceleración	0.02-30 Kv
Intensidad de corriente	3 pA-20nA
Resolución máxima de imagen	Hasta 32k × 24k pixels
Magnificación	50 – 2,000,000



# DATOS TECNICOS DEL HRSEM

ESPECIFICACIONES TECNICAS	ZEISS GeminiSEM 500
Detectores disponibles	Detector de electrones secundario Everhart Thornley (SE2) (detector con fotomultiplicador acoplado para la detección SE)
	Detector Inlens (electrones secundarios)
	Nano VP con Detector VPSE de alta eficiencia (30 Pa)
	Inlens Energy seleccionado Backscatter detector (EsB) (electrones electro dispersados)
	Detector STEM (aSTEM 4)
	Detector EDS 80 mm <sup>2</sup> Oxford (espectroscopia de dispersión de energía)
	Detector EBSD (difracción de retro dispersión de electrones) Investigación de la orientación cristalina.



# DATOS TECNICOS DEL HRSEM

ESPECIFICACIONES TECNICAS	ZEISS GeminiSEM 500
Técnicas acopladas	Cryo-SEM Modelo: PP3010 Quorum
	Placa calefactora de hasta 1050 °C Kammrath Weiss GmbH



# INFORMACIÓN SOBRE TÉCNICAS

## DETECTORES DISPONIBLES

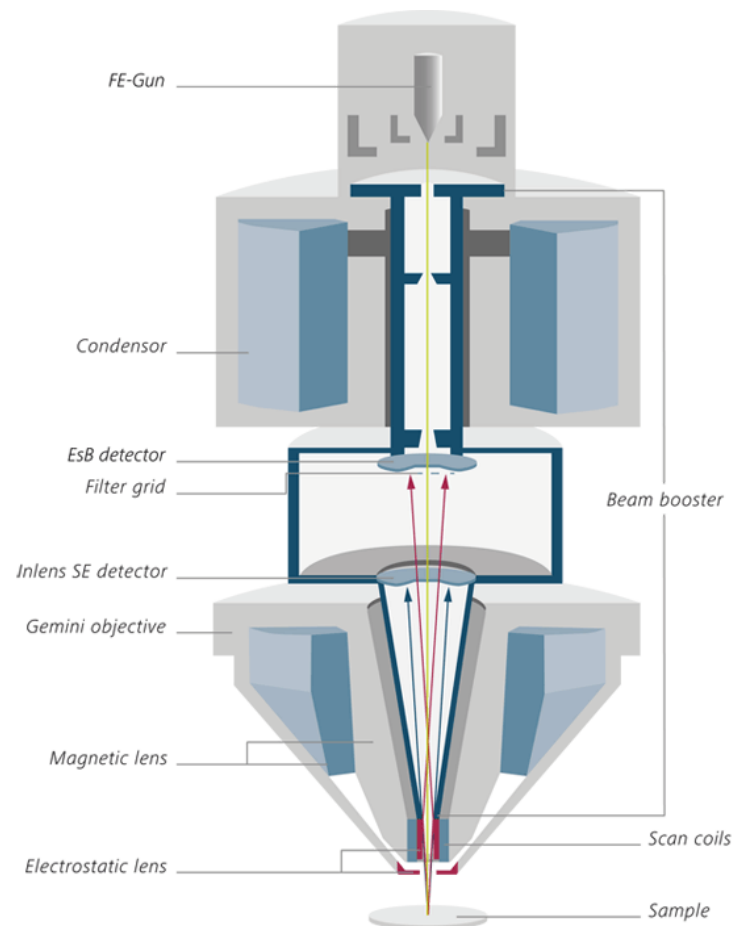
Detector de electrones secundario Everhart Thornley (**SE2**)  
(detector con fotomultiplicador acoplado para la detección SE)

Detector **Inlens** (electrones secundarios)

Nano VP con Detector **VPSE** de alta eficiencia (30 Pa)

Inlens Energy seleccionado Backscatter detector (**EsB**)  
(electrones electro dispersados)

Detector STEM (aSTEM 4)



# INFORMACIÓN SOBRE TÉCNICAS

## DETECTORES DISPONIBLES

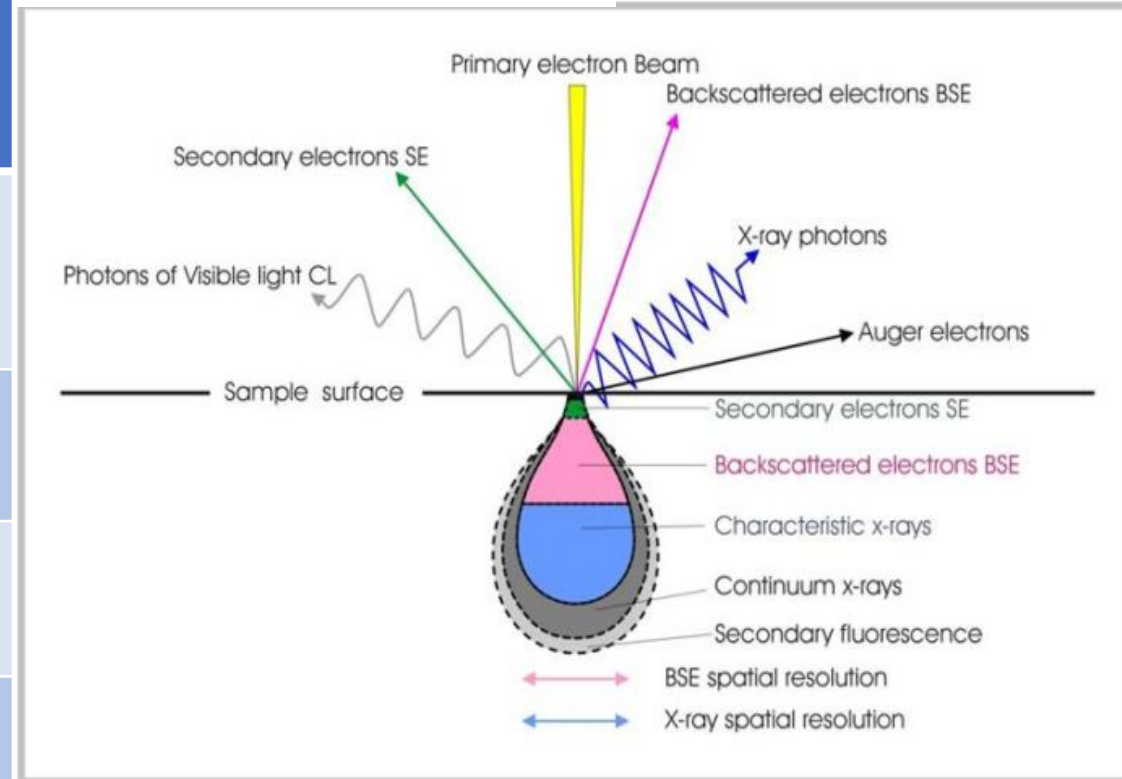
Detector de electrones secundario Everhart Thornley (**SE2**)  
(detector con fotomultiplicador acoplado para la detección SE)

Detector **Inlens** (electrones secundarios)

Nano VP con Detector **VPSE** de alta eficiencia (30 Pa)

Inlens Energy seleccionado Backscatter detector (**EsB**)  
(electrones electro dispersados)

Detector STEM (aSTEM 4)



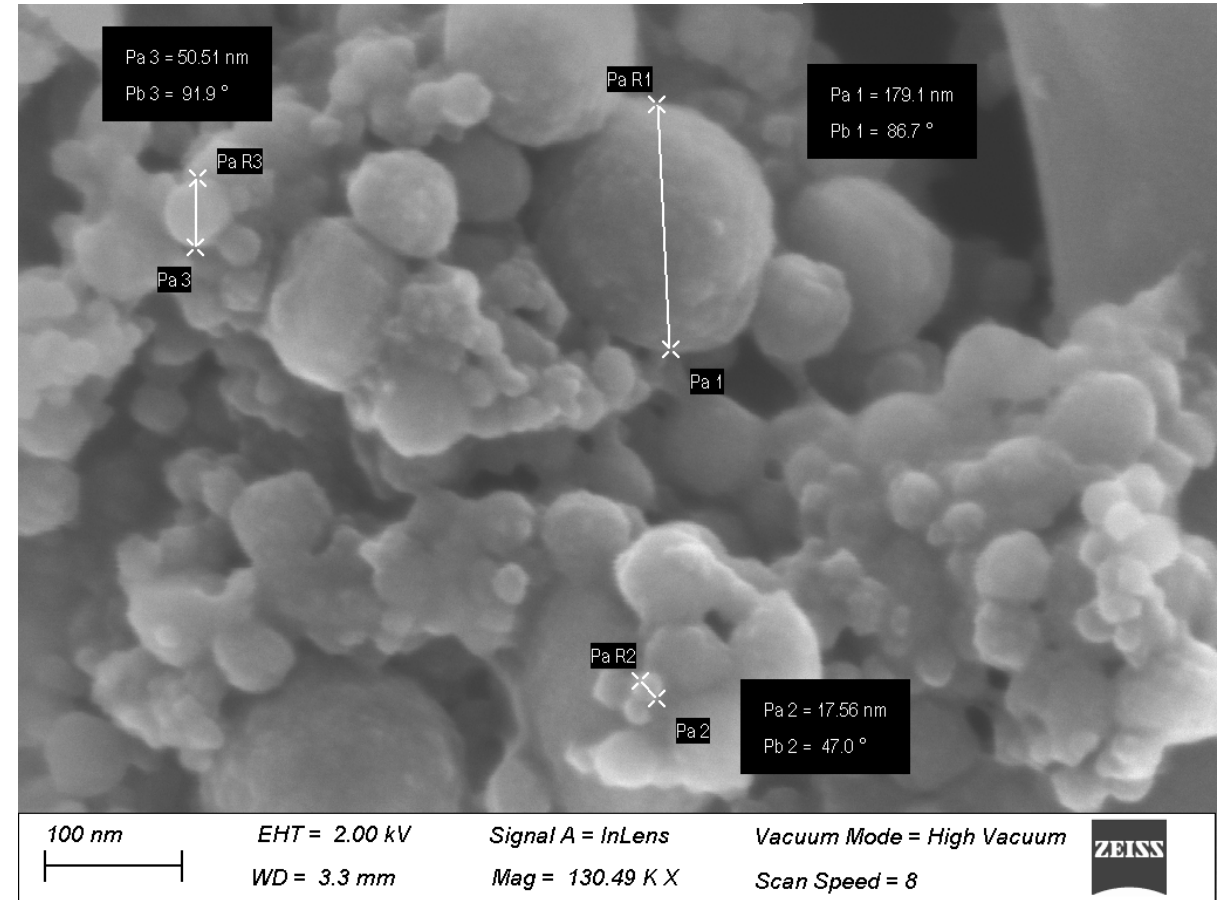
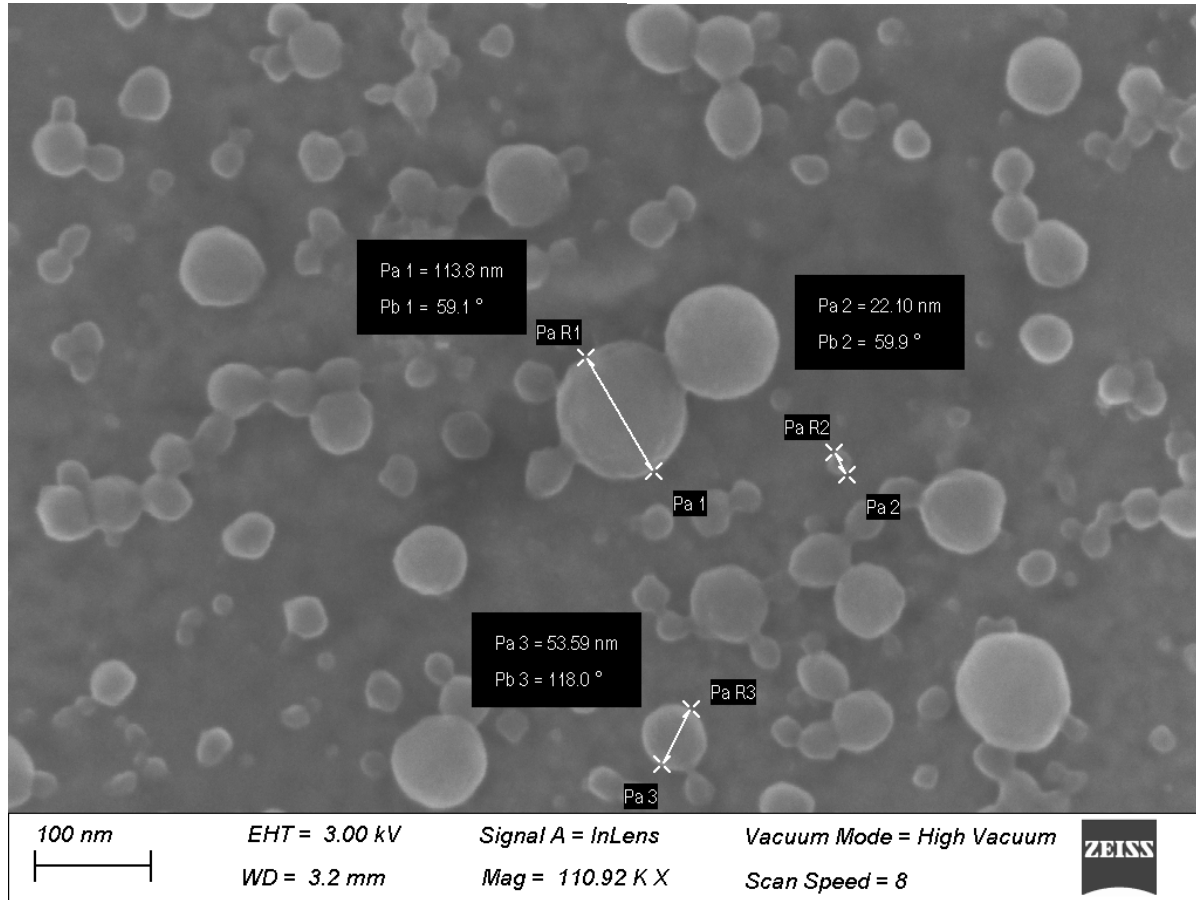
# DETECTOR INLENS

- Detector de electrones secundarios *Inlens esta* situado en el interior de la columna de electrones.
- Utiliza los electrones secundarios de baja energía y ofrece las imágenes de mayor resolución.
- Es muy sensible a las características superficiales de la muestra, por lo que es muy adecuado para la caracterización superficial de cualquier material.
- Ofrece su mejor rendimiento a bajos potenciales de aceleración, (< 5 kV), por lo que es muy recomendable para trabajar con muestras sensibles al haz electrónico y para minimizar el efecto de carga en muestras no conductoras.

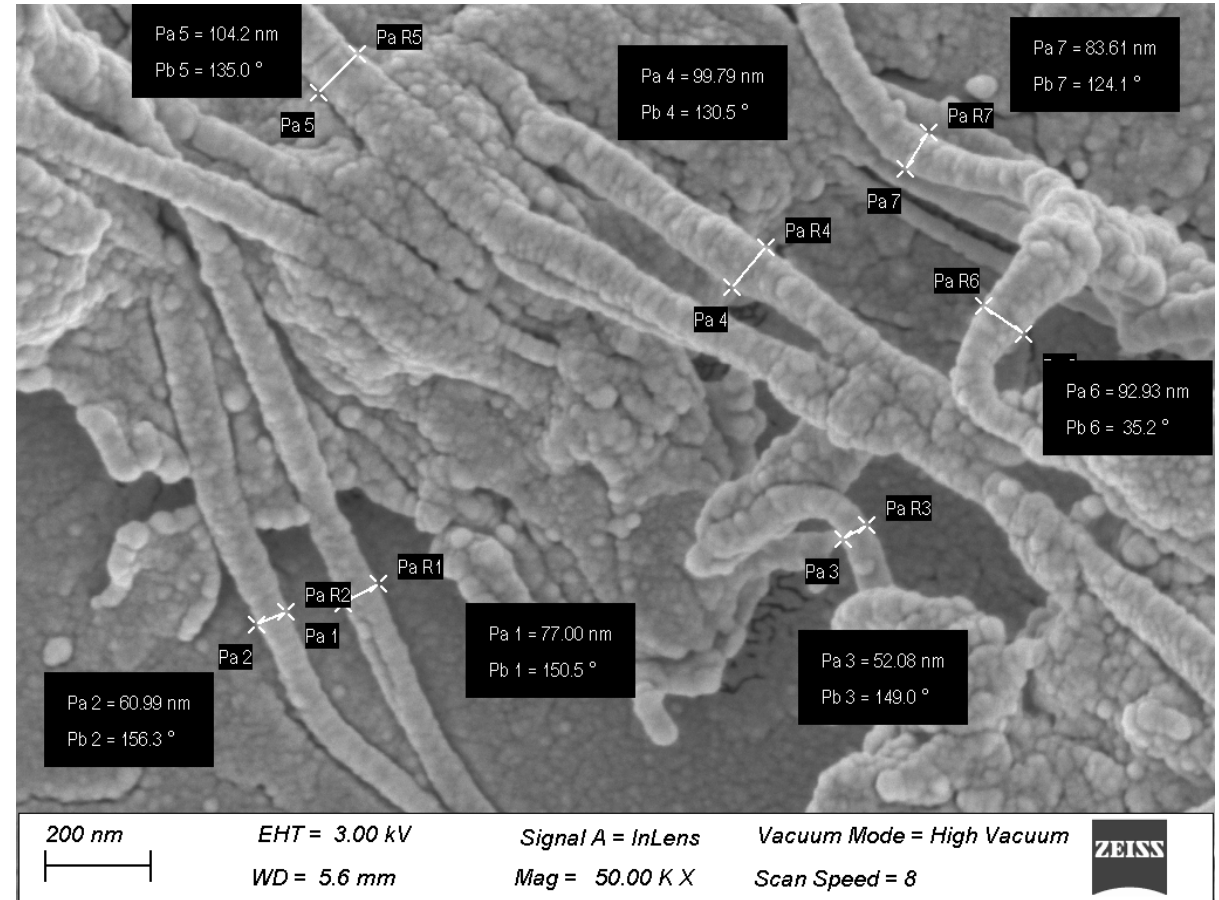
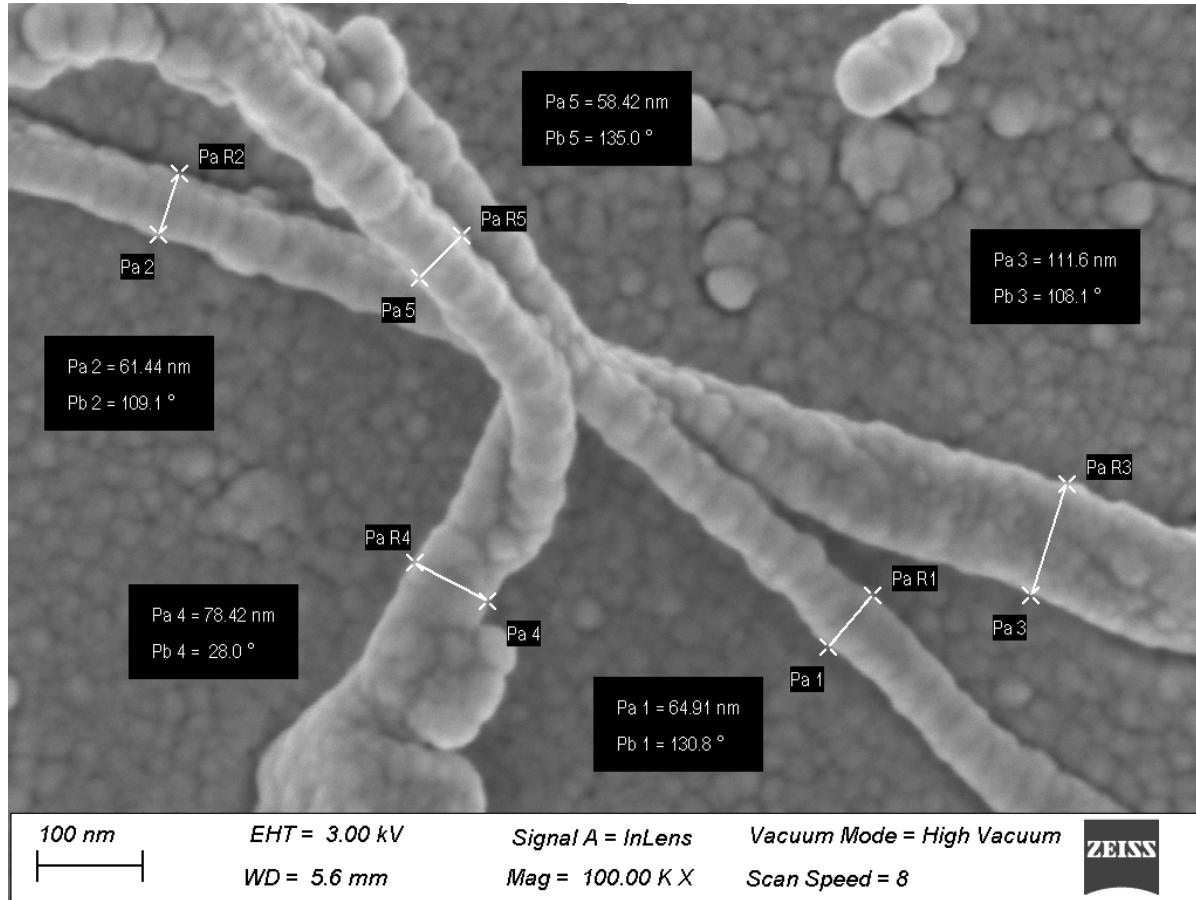




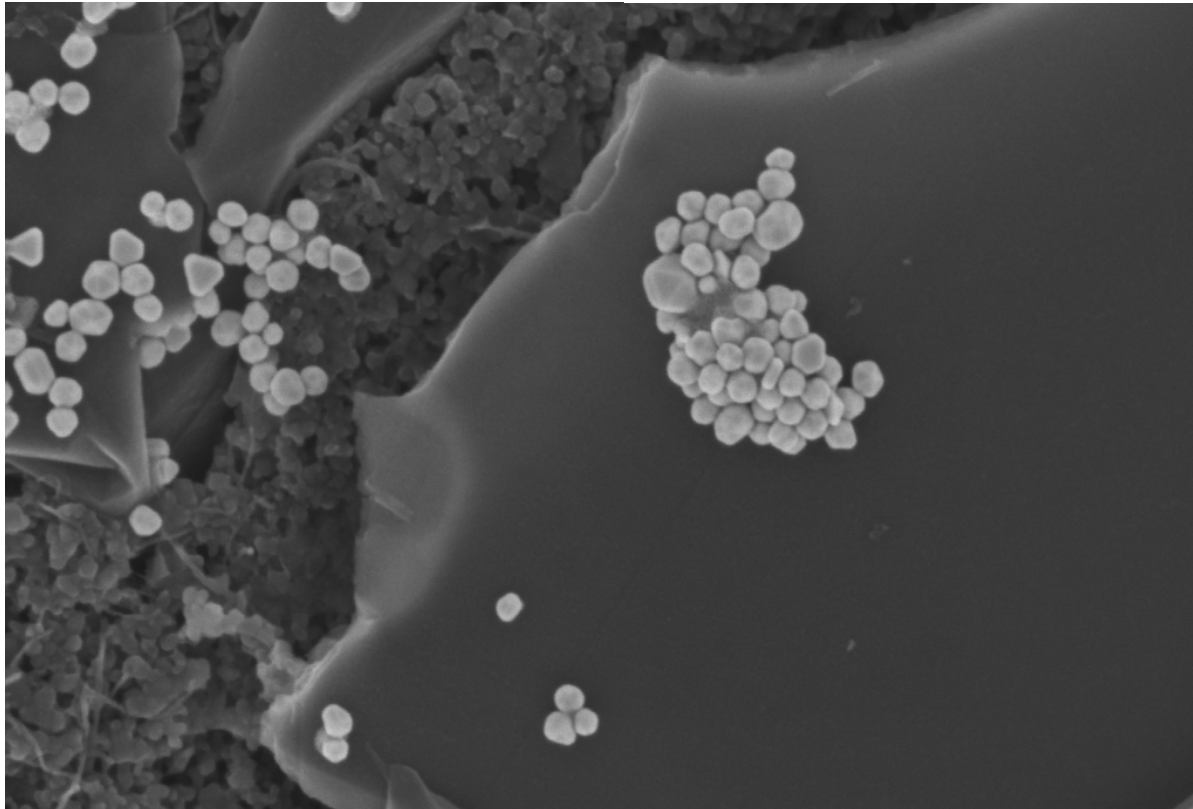
# DETECTOR INLENS



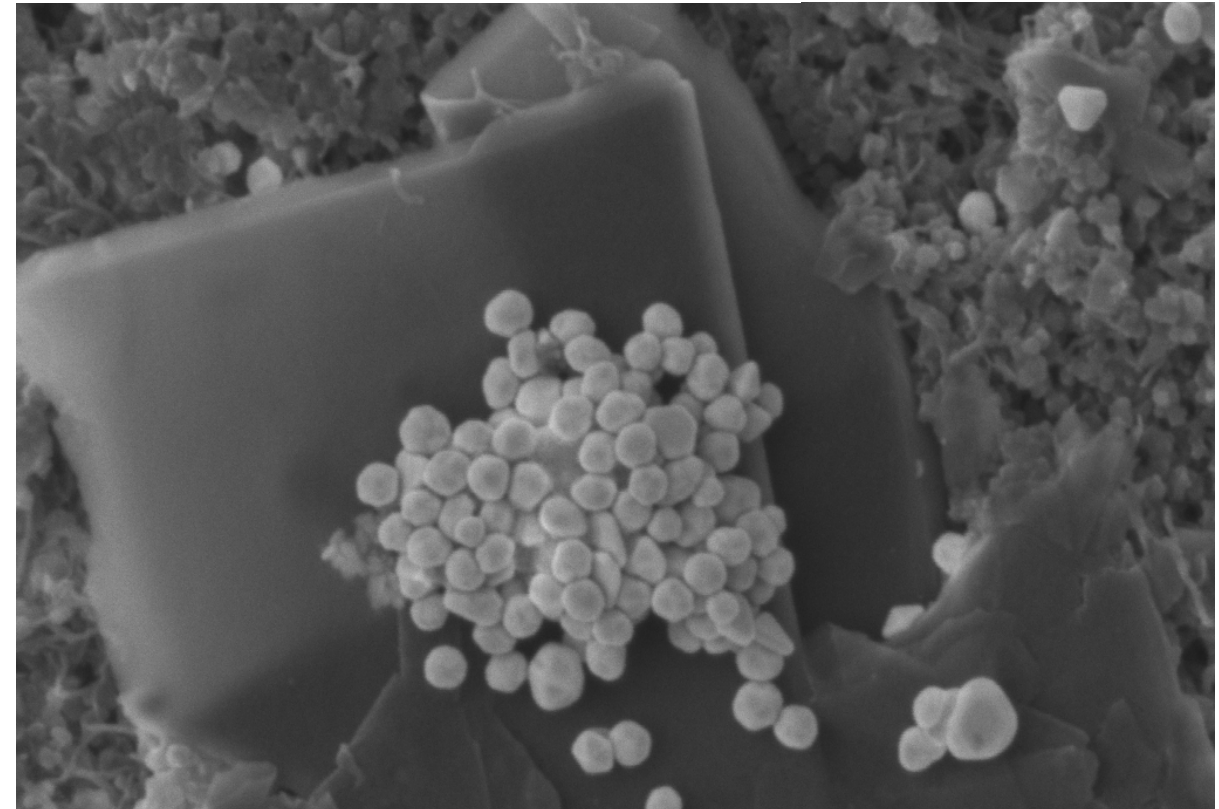
# DETECTOR INLENS



# DETECTOR INLENS



200 nm | EHT = 2.00 kV | Signal A = InLens | Vacuum Mode = High Vacuum | ZEISS  
WD = 5.1 mm | Mag = 49.58 K X | Scan Speed = 8



200 nm | EHT = 2.00 kV | Signal A = InLens | Vacuum Mode = High Vacuum | ZEISS  
WD = 9.6 mm | Mag = 50.62 K X | Scan Speed = 8

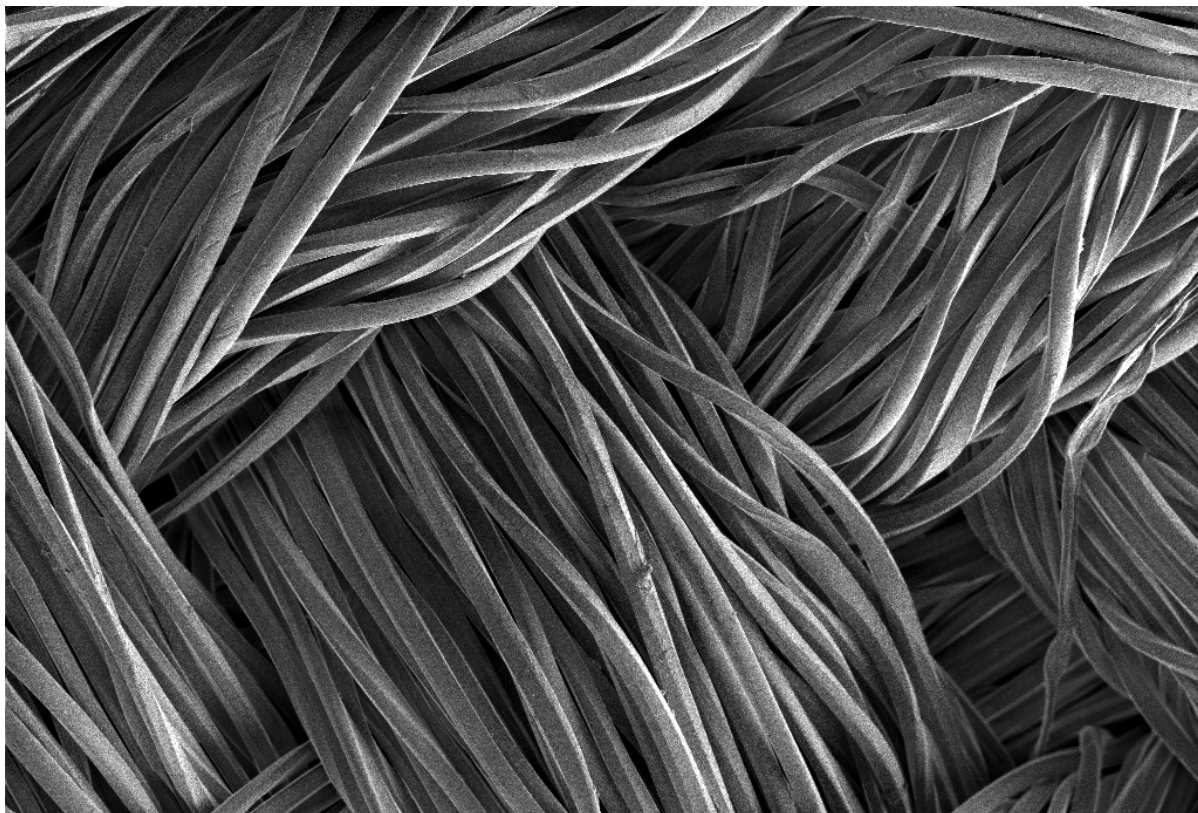


# DETECTOR SE2

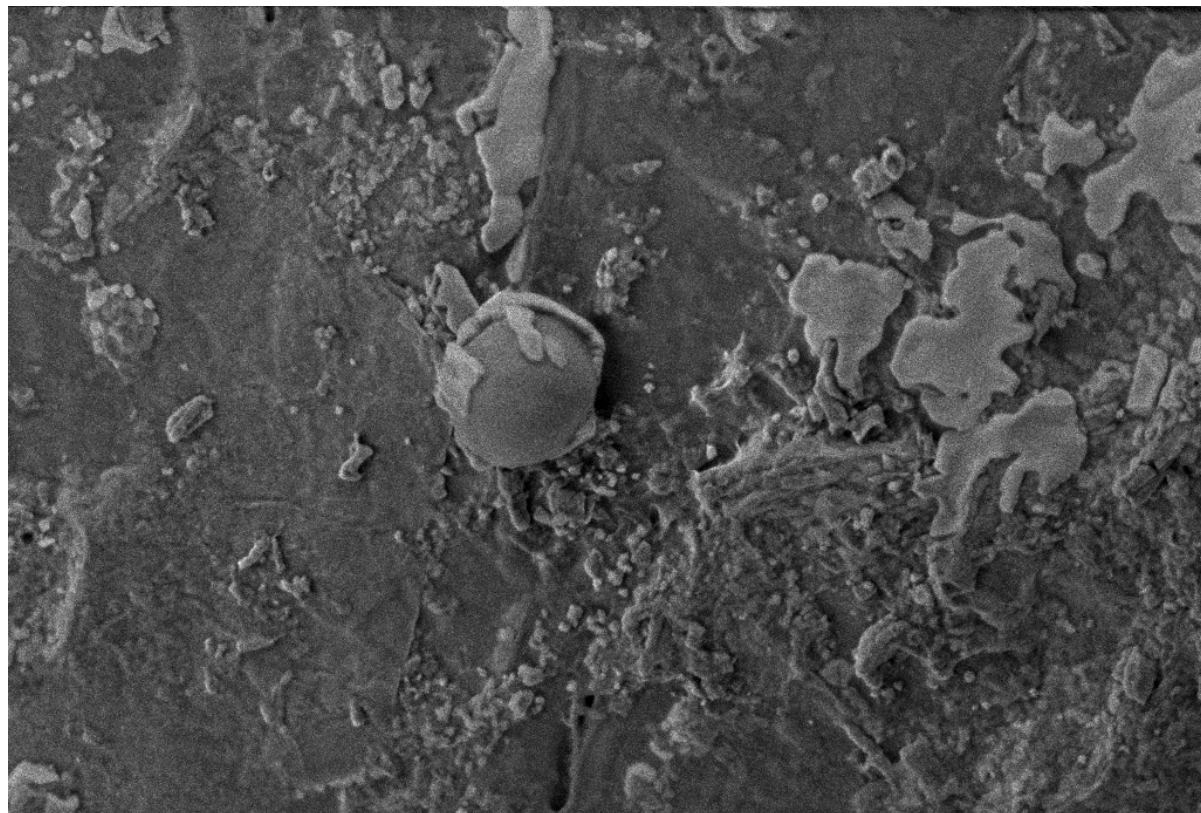
- El detector de electrones secundarios *SE2* ofrece la imagen SEM típica de la topografía de la superficie de la muestra con una gran profundidad de campo.
- Es el más adecuado para obtener resoluciones medias y bajas con potenciales de aceleración altos.
- Se utiliza principalmente para navegar por la muestra a bajos aumentos buscando puntos de interés y para estudiar muestras con mucha información topográfica.



# DETECTOR SE2



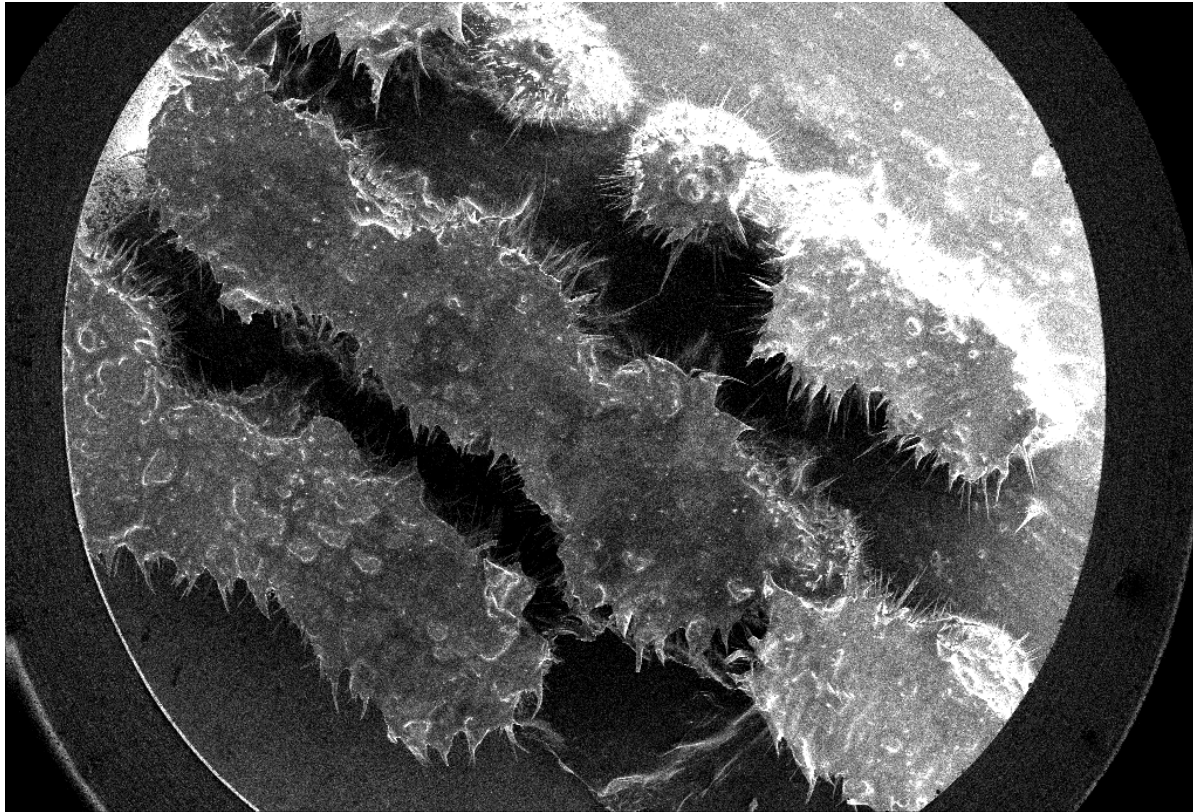
100  $\mu$ m      EHT = 1.00 kV      Signal A = SE2      Vacuum Mode = High Vacuum      ZEISS  
 WD = 4.1 mm      Mag = 115 X      Scan Speed = 7



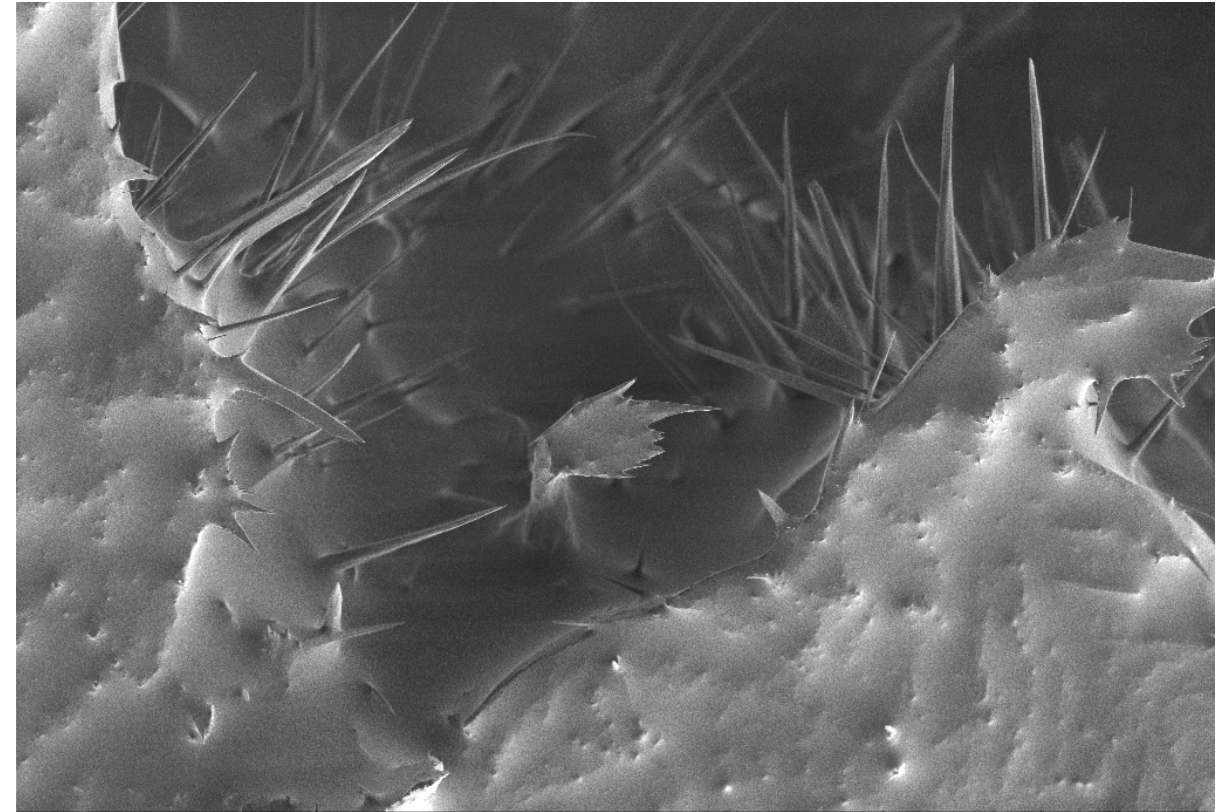
200 nm      EHT = 1.00 kV      Signal A = SE2      Vacuum Mode = High Vacuum      ZEISS  
 WD = 5.5 mm      Mag = 19.48 K X      Scan Speed = 7



# DETECTOR INLENS-SE2



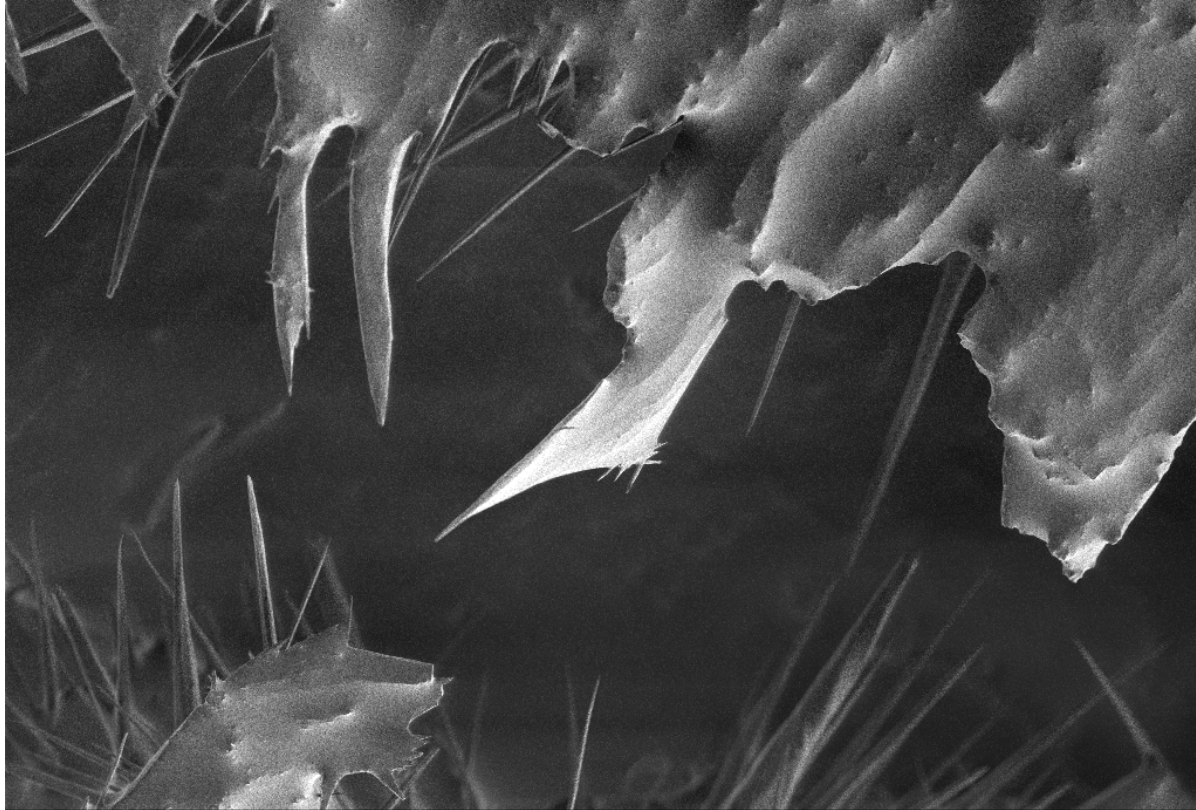
300  $\mu$ m | EHT = 3.00 kV | Signal A = SE2 | Vacuum Mode = High Vacuum | ZEISS  
 WD = 4.3 mm | Mag = 24 X | Scan Speed = 5




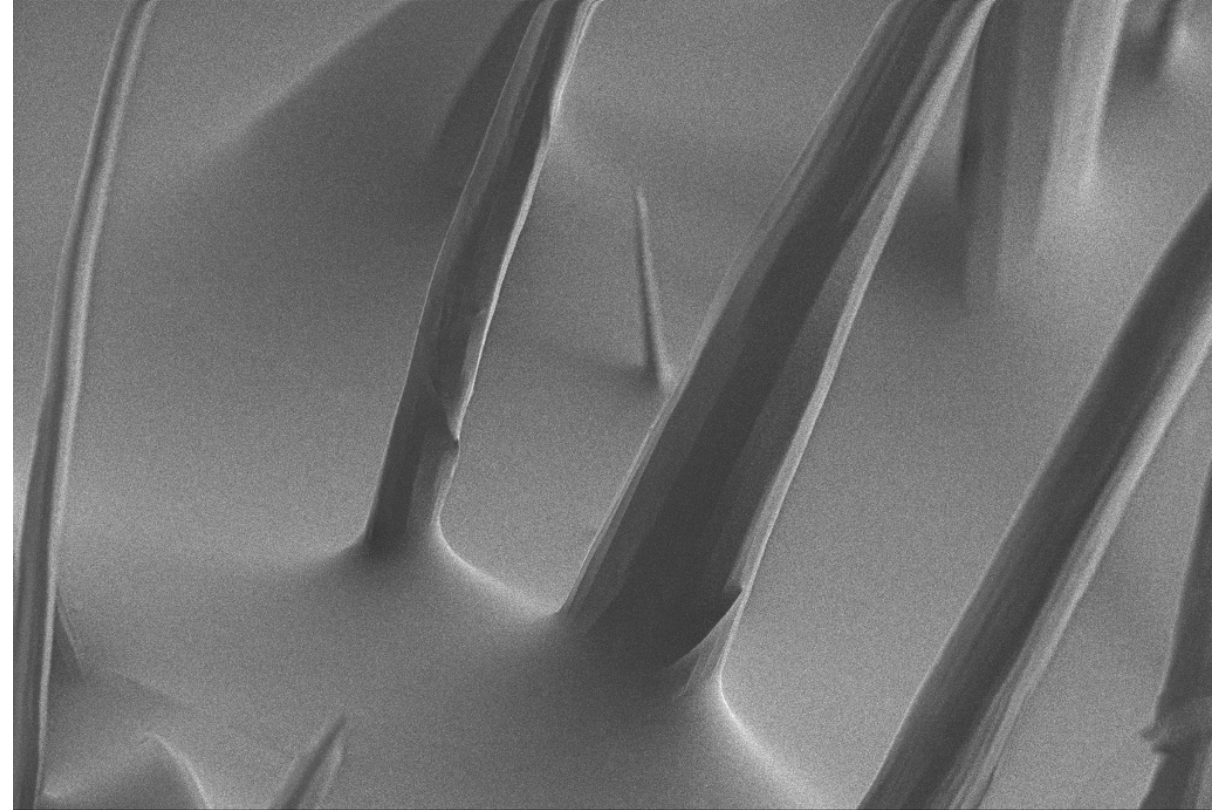
20  $\mu$ m | EHT = 0.500 kV | Signal A = InLens | Vacuum Mode = High Vacuum | ZEISS  
 WD = 4.4 mm | Mag = 243 X | Scan Speed = 8




# DETECTOR INLENS-SE2



20  $\mu$ m  
 EHT = 0.500 kV  
 Signal A = InLens  
 Vacuum Mode = High Vacuum  
 WD = 4.4 mm  
 Mag = 233 X  
 Scan Speed = 7  




2  $\mu$ m  
 EHT = 0.500 kV  
 Signal A = InLens  
 Vacuum Mode = High Vacuum  
 WD = 4.4 mm  
 Mag = 2.53 K X  
 Scan Speed = 8  




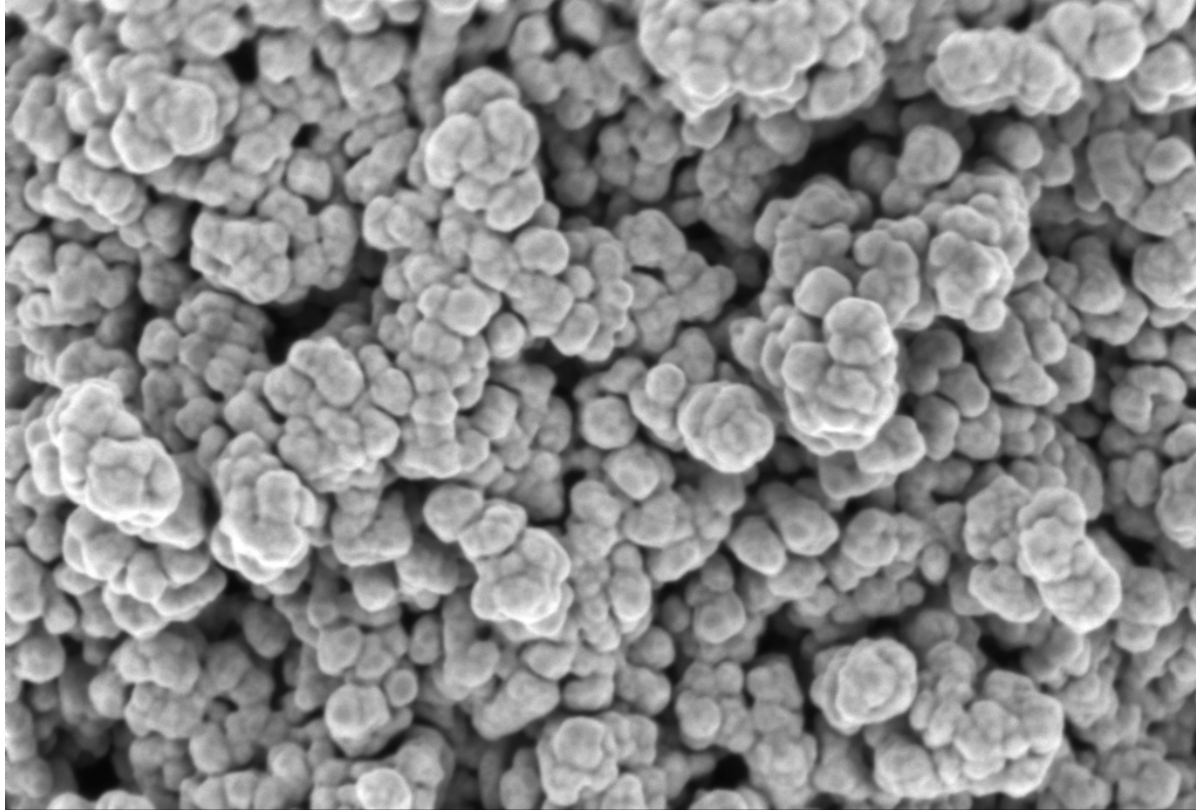
# DETECTOR ESB


- El detector de electrones retro dispersados *ESB* es independiente del detector de secundarios *Inlens*, lo que le permite ofrecer señal de retro dispersados pura, sin ninguna contaminación de electrones secundarios y a muy bajo potencial de aceleración.
- Proporciona más contraste en Z que ningún otro detector de retro dispersados, y es el único que puede seleccionar los electrones en función de su energía, lo que posibilita diferenciar elementos que se distinguen en solo unos pocos átomos.
- Además es capaz de trabajar a muy bajo voltaje (en el mismo rango que el detector *Inlens* de secundarios), por lo que es ideal para muestras sensibles.

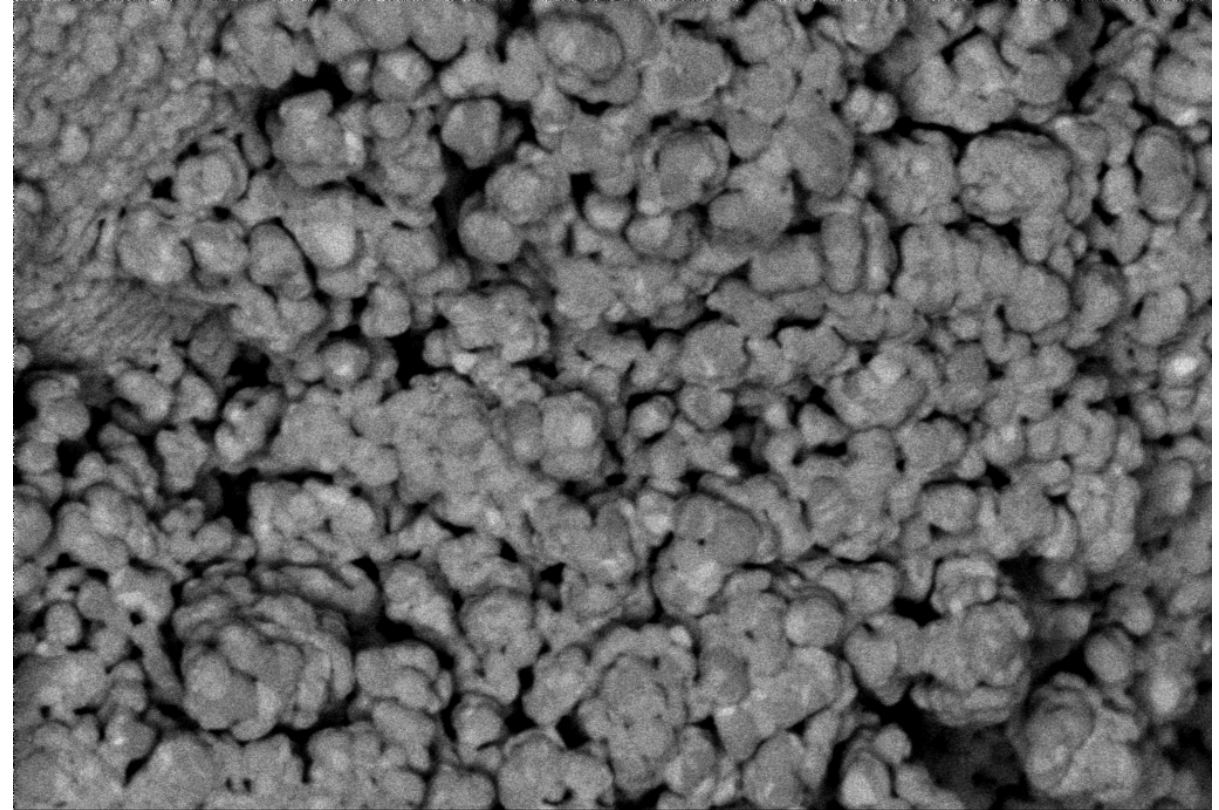




# DETECTOR ESB



200 nm EHT = 1.00 kV Signal A = InLens Chamber = 0.00e+00 Pa  
 |-----| WD = 3.8 mm Mag = 73.94 K X Vacuum Mode = High Vacuum  
 Scan Speed = 2 



200 nm EHT = 1.00 kV Signal A = ESB Chamber = 0.00e+00 Pa  
 |-----| WD = 2.6 mm Mag = 73.00 K X Vacuum Mode = High Vacuum  
 Scan Speed = 5 

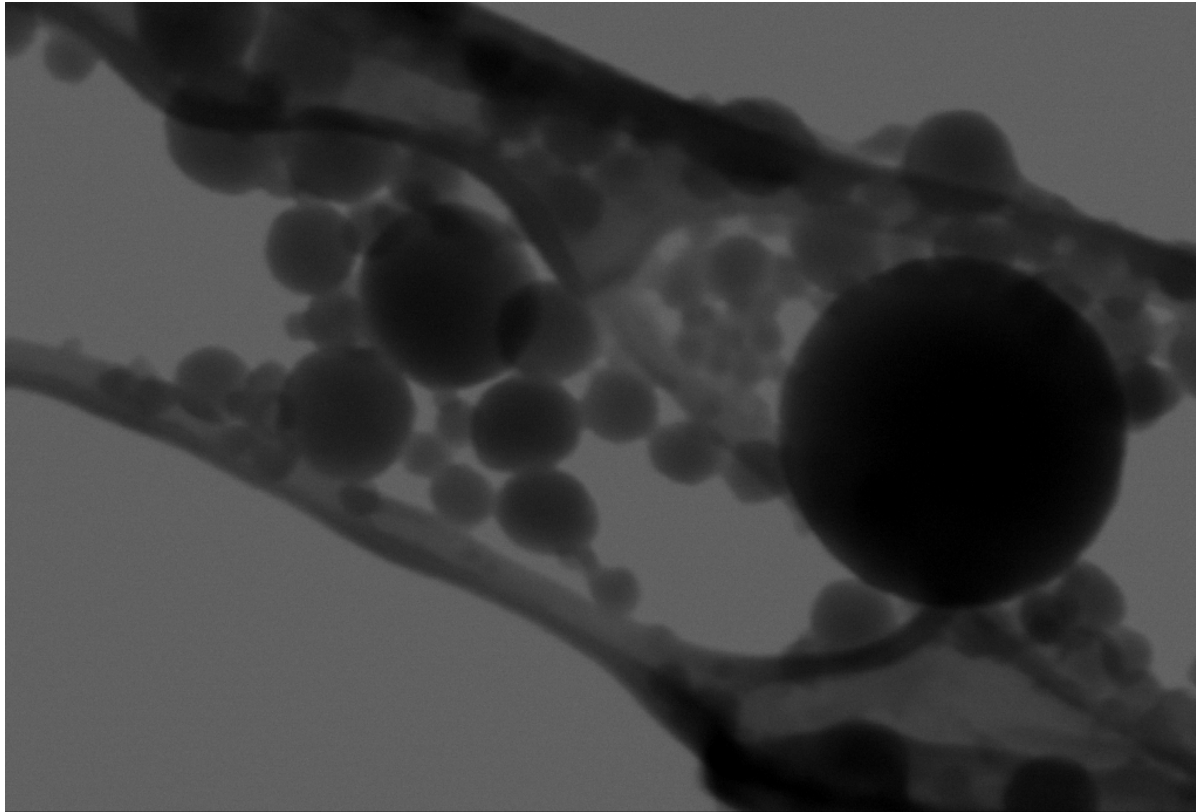


# DETECTOR STEM

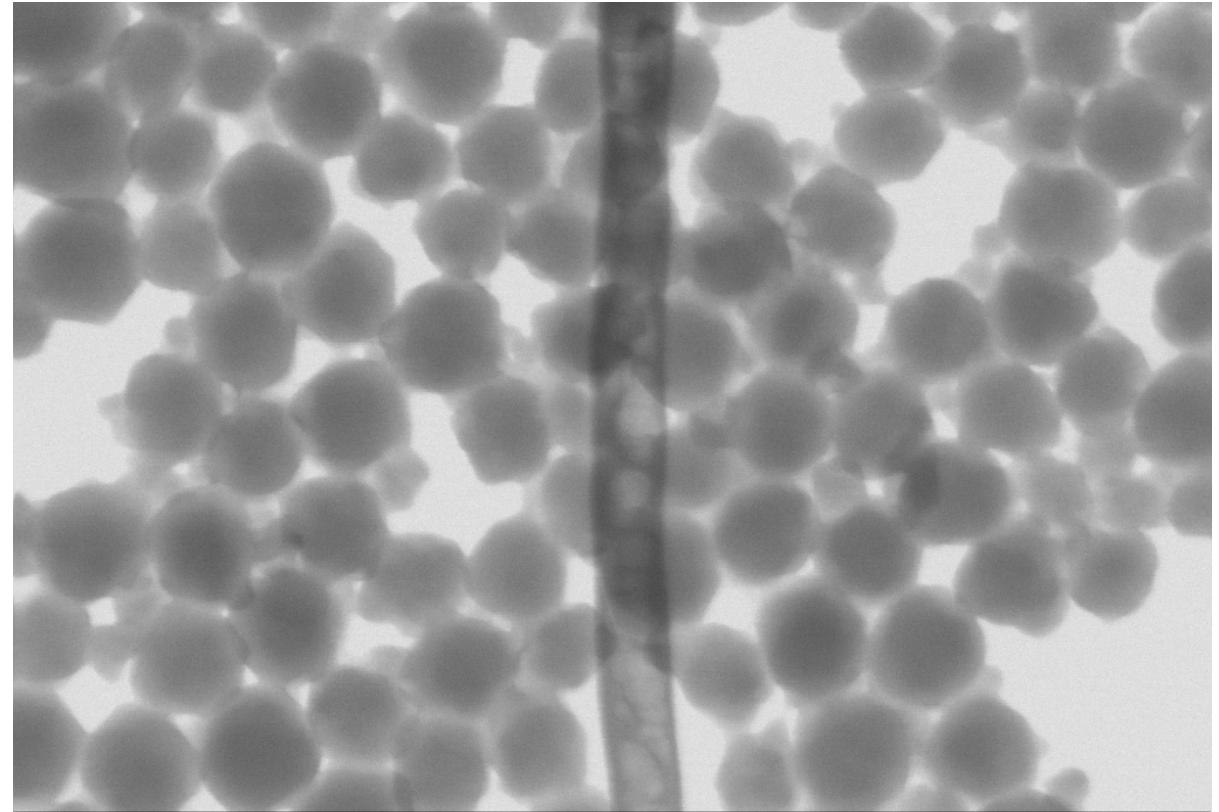
- El detector TEM aprovecha los fenómenos físico-atómicos que se producen cuando un haz de electrones suficientemente acelerado colisiona con una muestra delgada convenientemente preparada.
- Cuando los electrones colisionan con la muestra, en función de su grosor y del tipo de átomos que la forman, parte de ellos son dispersados selectivamente, es decir, hay una gradación entre los electrones que la atraviesan directamente y los que son totalmente desviados.
- Todos ellos son conducidos y modulados por unas lentes para formar una imagen final sobre una CCD (charge-coupled device) que puede tener miles de aumentos.



# DETECTOR STEM



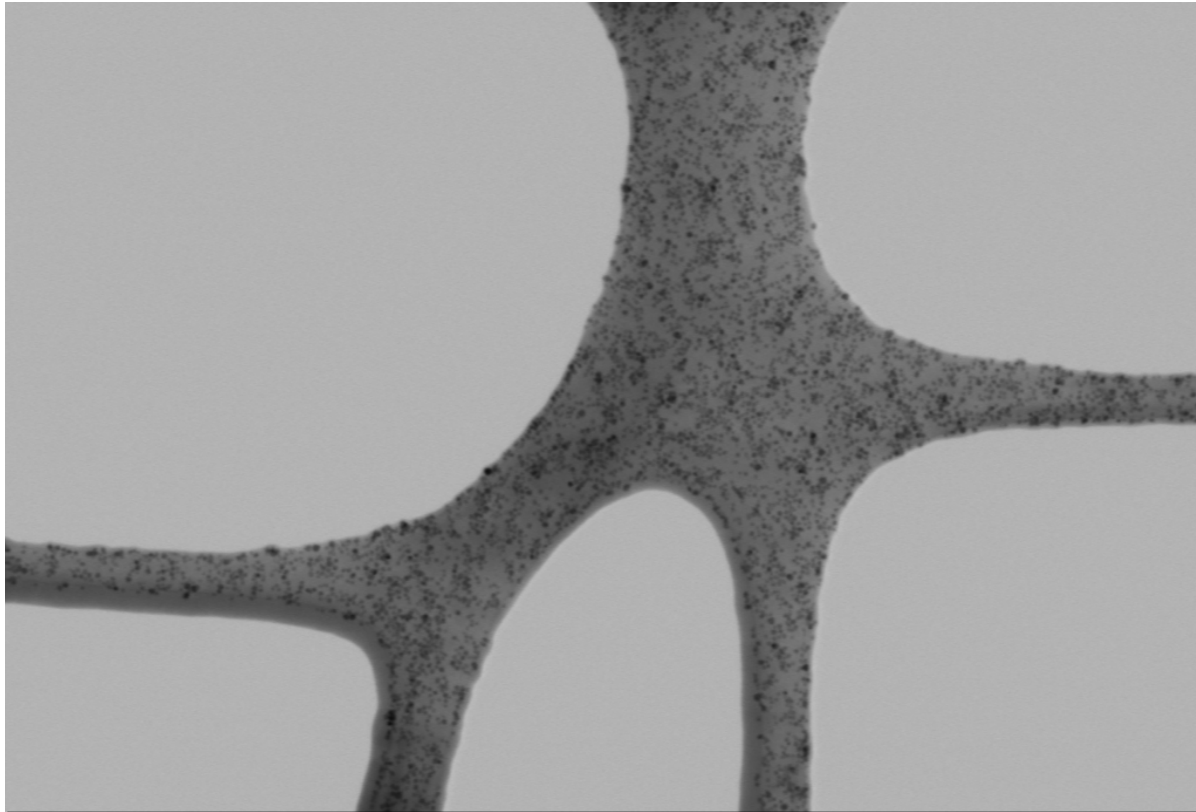
100 nm	EHT = 20.00 kV	Signal A = aSTEM1	Vacuum Mode = High Vacuum	
	WD = 3.3 mm	Mag = 104.26 K X	Scan Speed = 8	



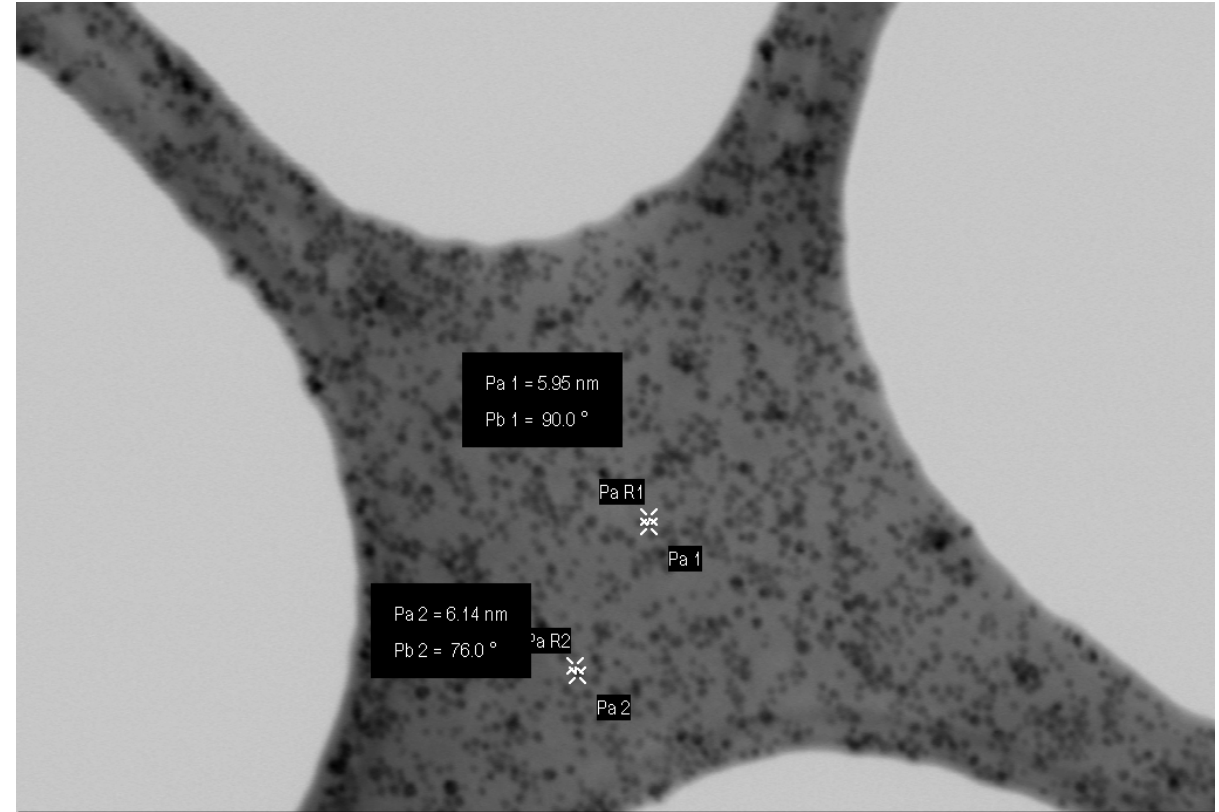
100 nm	EHT = 20.00 kV	Signal A = aSTEM1	Vacuum Mode = High Vacuum	
	WD = 3.4 mm	Mag = 115.65 K X	Scan Speed = 8	



# DETECTOR STEM



100 nm | EHT = 27.00 kV | Signal A = aSTEM1 | STEM Seg. Mode = BF  
 | | WD = 3.5 mm | Mag = 67.52 K X | Scan Speed = 3



100 nm | EHT = 27.00 kV | Signal A = aSTEM1 | STEM Seg. Mode = BF  
 | | WD = 3.5 mm | Mag = 150.00 K X | Scan Speed = 3

Pa 1 = 5.95 nm  
 Pb 1 = 90.0 °

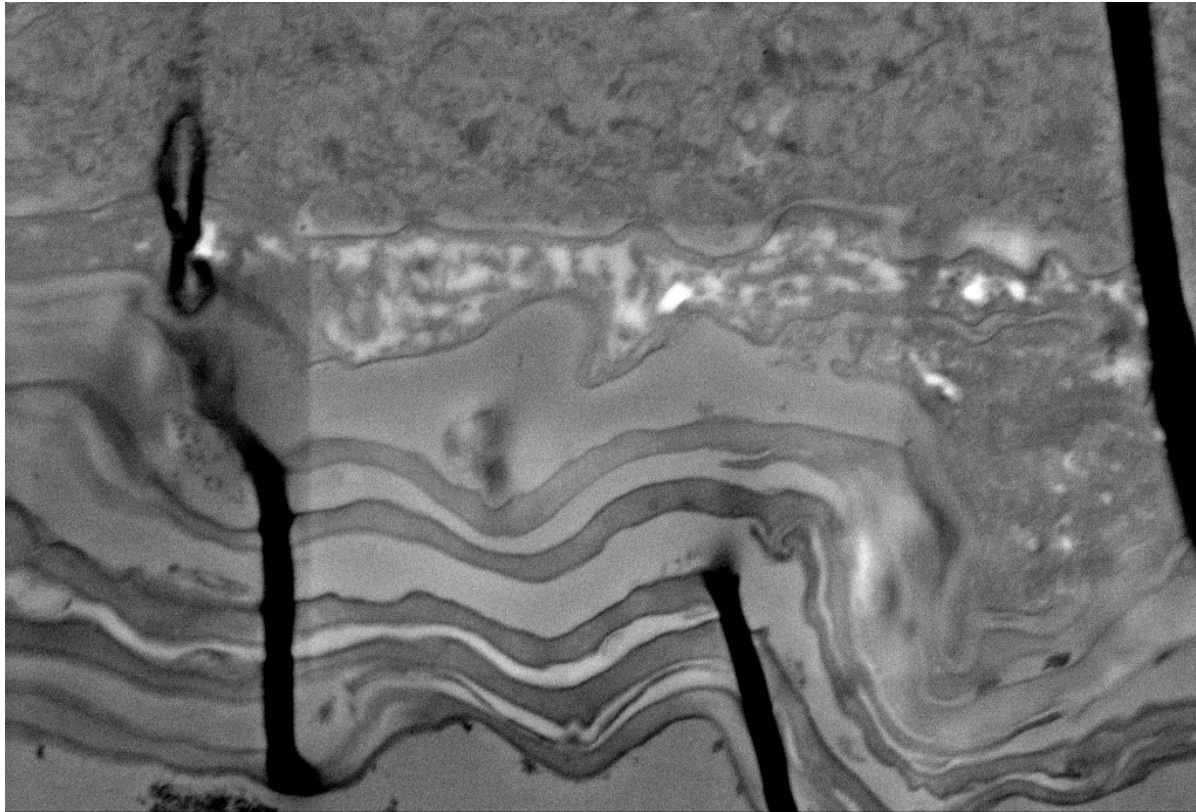
Pa R1  
 Pa 1

Pa 2 = 6.14 nm  
 Pb 2 = 76.0 °

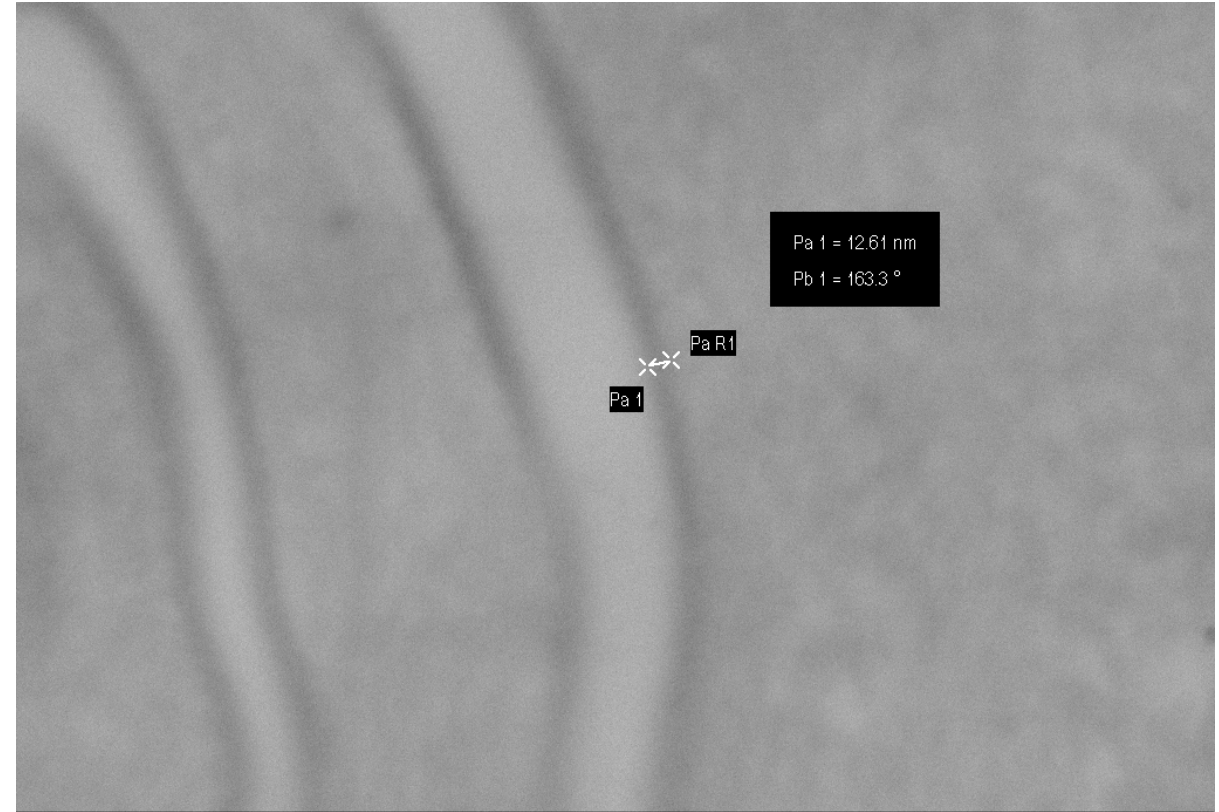
Pa R2  
 Pa 2



# DETECTOR STEM



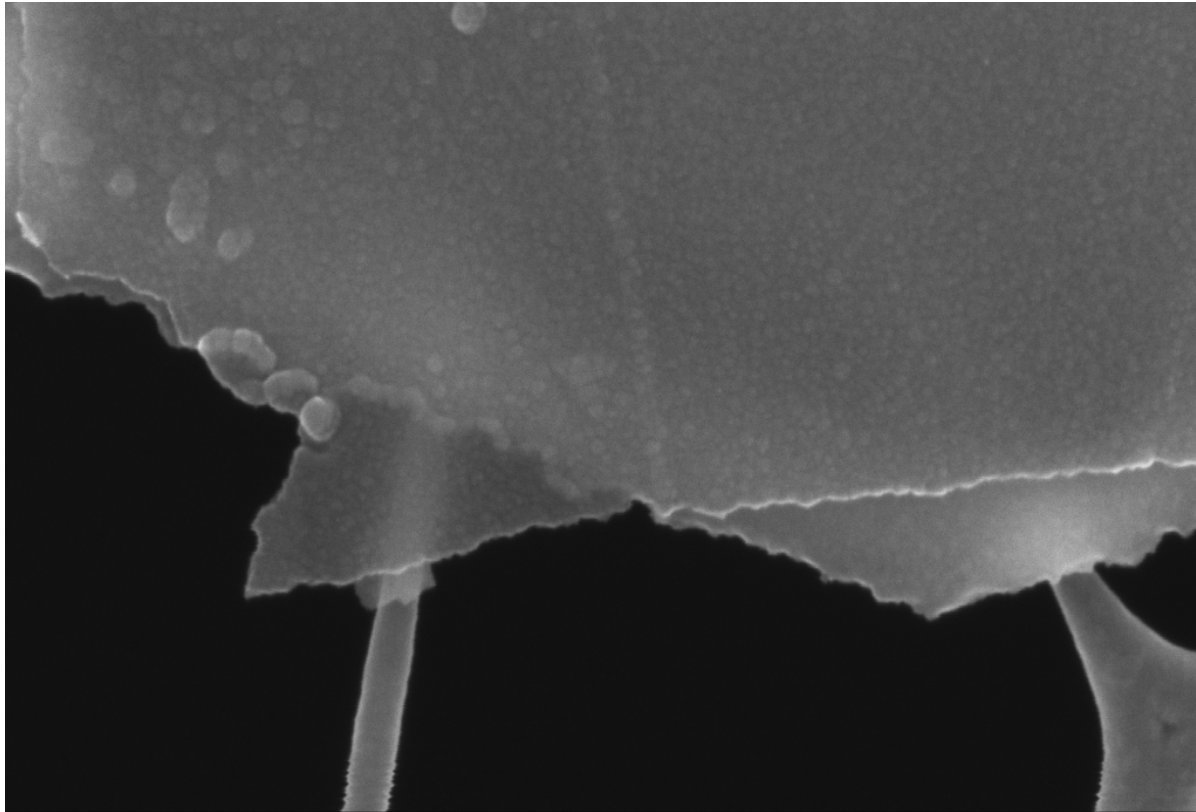
1  $\mu$ m | EHT = 15.00 kV | Signal A = aSTEM1 | Vacuum Mode = High Vacuum | ZEISS  
 | WD = 3.4 mm | Mag = 13.27 K X | Scan Speed = 7



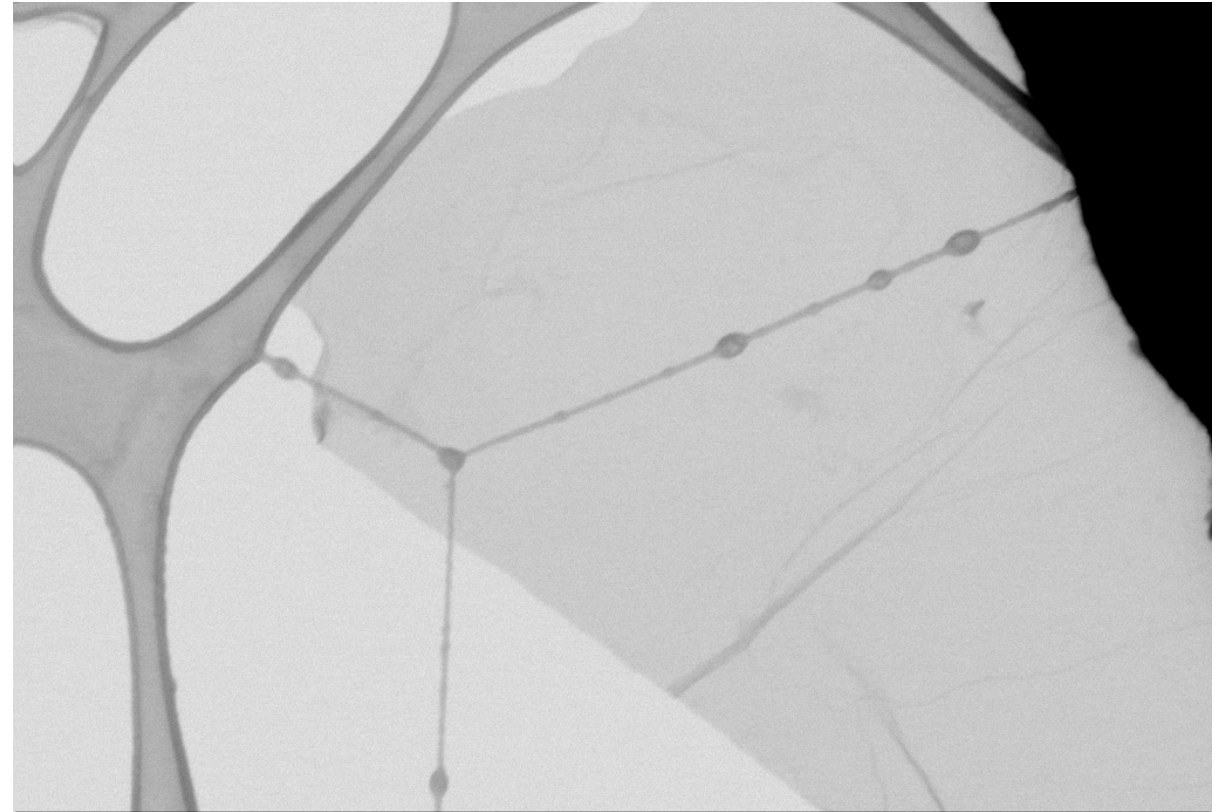
20 nm | EHT = 15.00 kV | Signal A = aSTEM1 | Vacuum Mode = High Vacuum | ZEISS  
 | WD = 3.4 mm | Mag = 184.82 K X | Scan Speed = 7



# DETECTOR INLENS-STEM



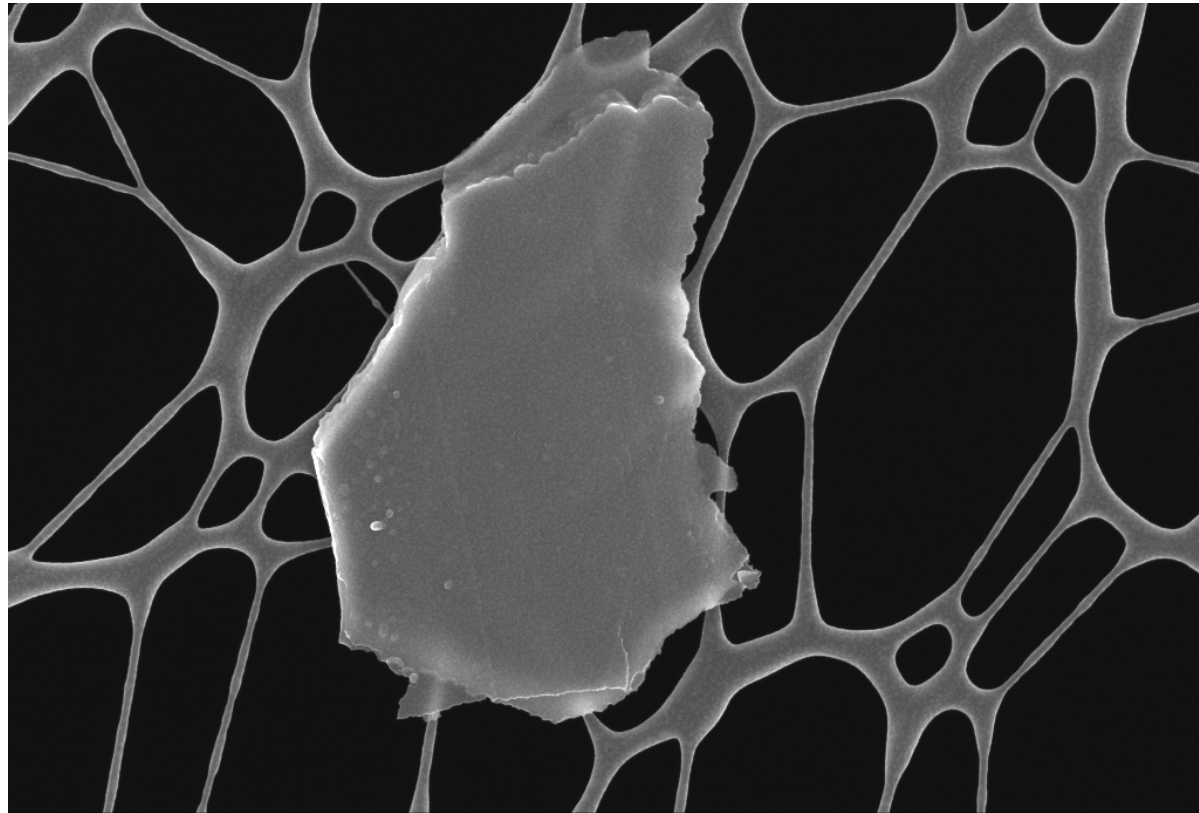
100 nm | EHT = 3.00 kV | Signal A = InLens | Vacuum Mode = High Vacuum  
 |-----| | WD = 3.3 mm | Mag = 65.98 K X | Scan Speed = 8 | ZEISS



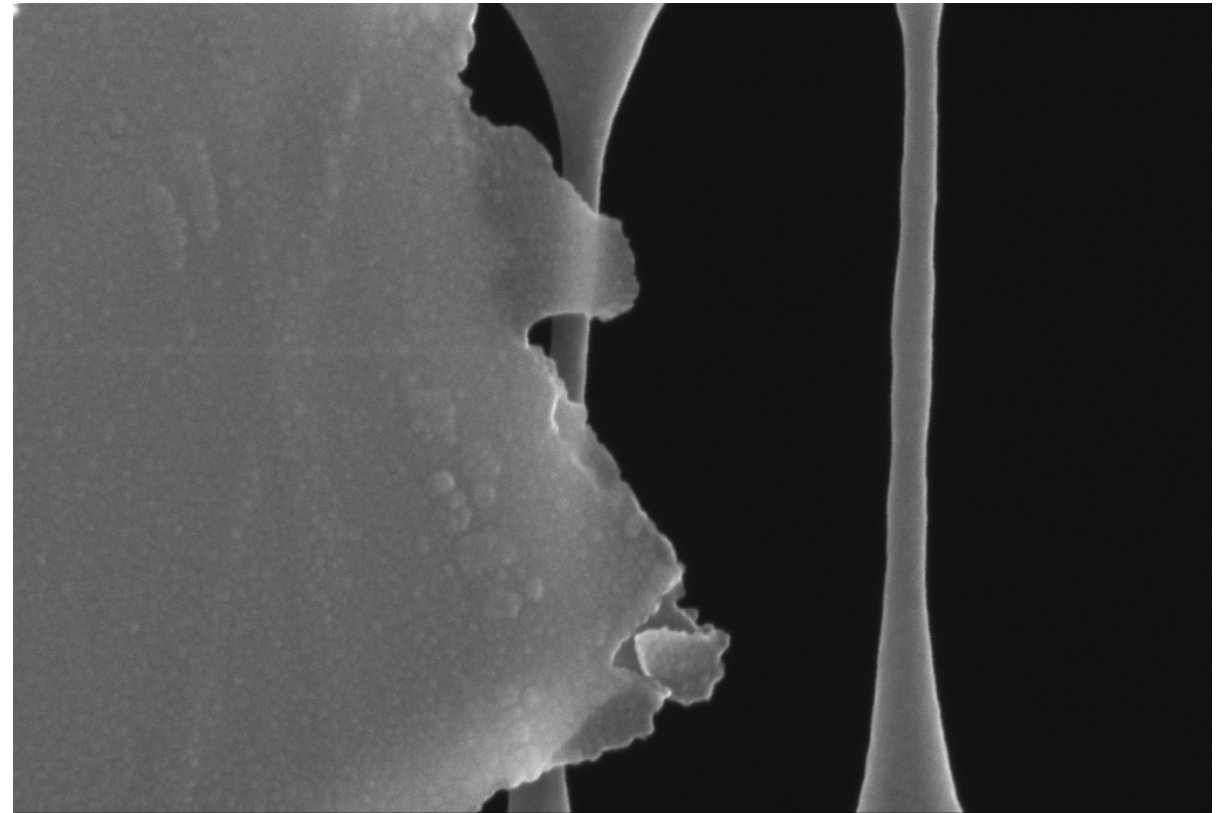
200 nm | EHT = 25.00 kV | Signal A = aSTEM1 | Vacuum Mode = High Vacuum  
 |-----| | WD = 3.4 mm | Mag = 37.71 K X | Scan Speed = 8 | ZEISS



# DETECTOR INLENS-STEM



300 nm      EHT = 3.00 kV      Signal A = InLens      Vacuum Mode = High Vacuum  
 WD = 3.3 mm      Mag = 15.23 K X      Scan Speed = 8      ZEISS



100 nm      EHT = 3.00 kV      Signal A = InLens      Vacuum Mode = High Vacuum  
 WD = 3.3 mm      Mag = 60.09 K X      Scan Speed = 8      ZEISS



# DATOS TECNICOS DEL HRSEM

## DETECTORES DISPONIBLES

Detector **EDS** 80 mm<sup>2</sup> Oxford (espectroscopia de dispersión de energía)

Detector **EBSD** (difracción de retro dispersión de electrones) Investigación de la orientación cristalina.



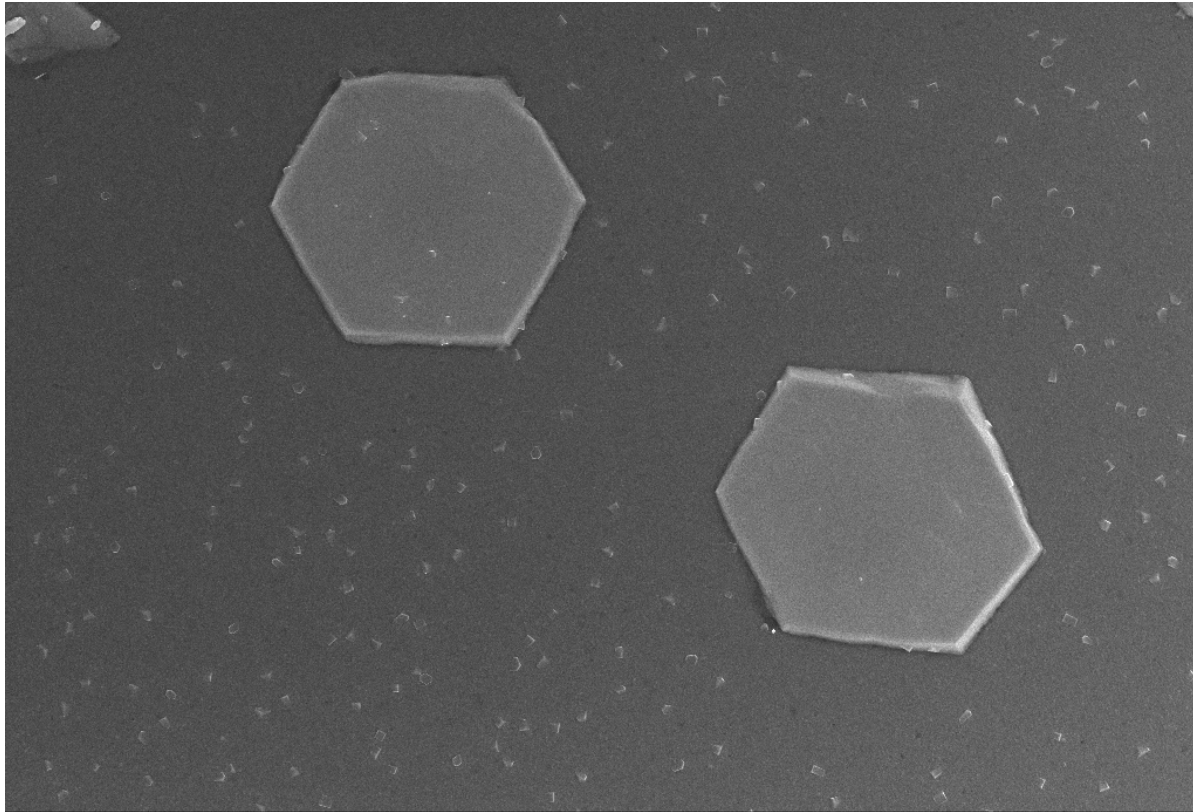


# EDS

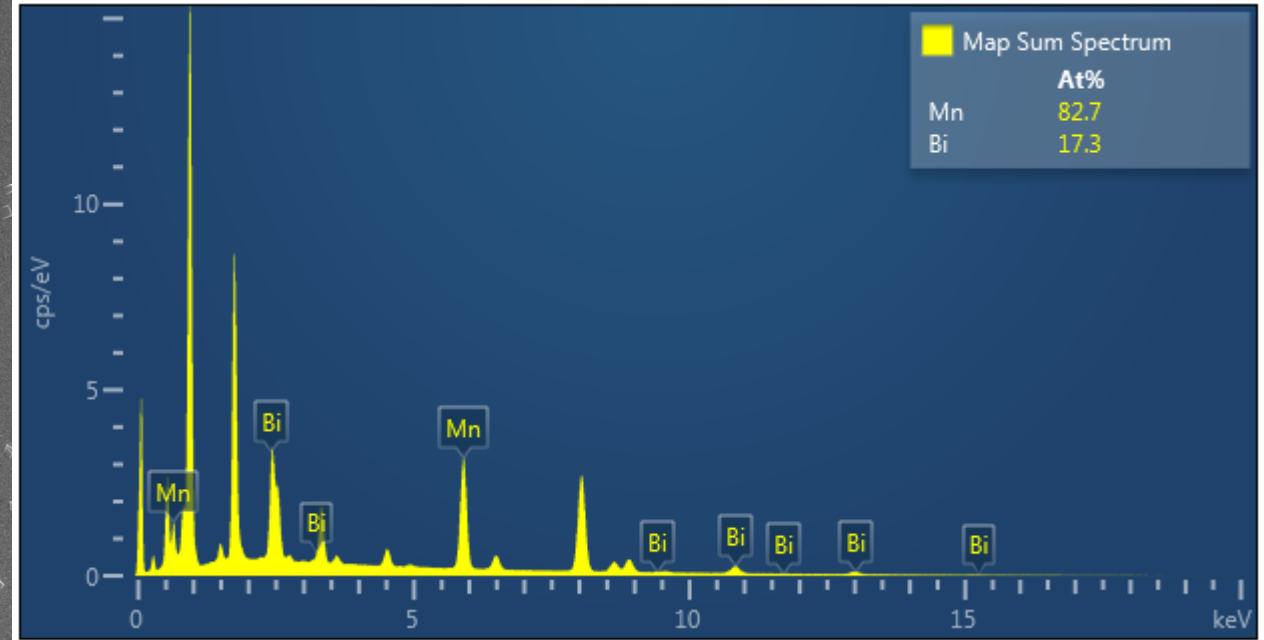
- El detector de energía dispersiva de Rayos X, *EDS* (Energy Disperse Spectrometer) recibe los Rayos X procedentes de cada uno de los puntos de la superficie sobre los que pasa el haz de electrones.
- Como la energía dispersada de los Rayos X es característica de cada elemento químico, proporciona información analítica cualitativa y cuantitativa de puntos, líneas o áreas seleccionadas en la superficie de la muestra.
- Esta técnica se conoce como Microanálisis por EDS.



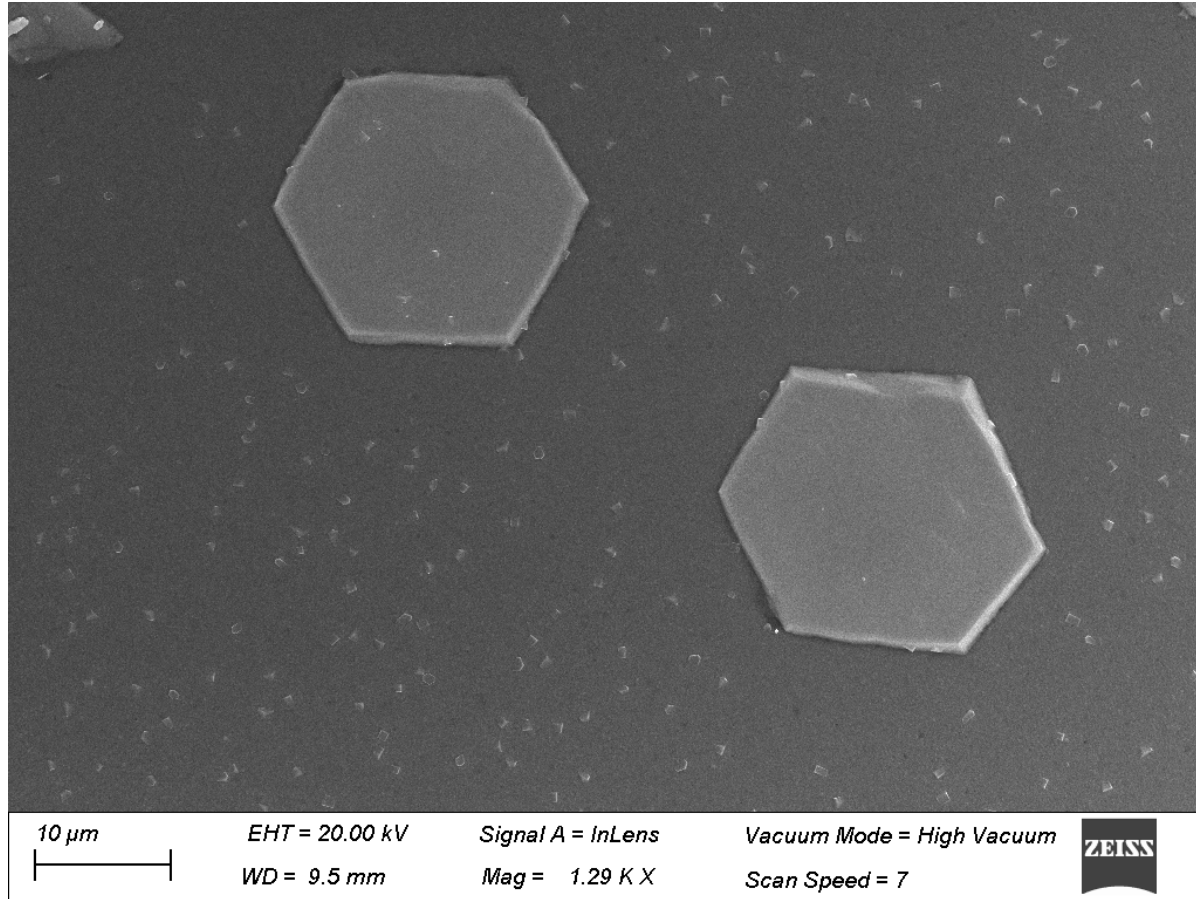
# EDS



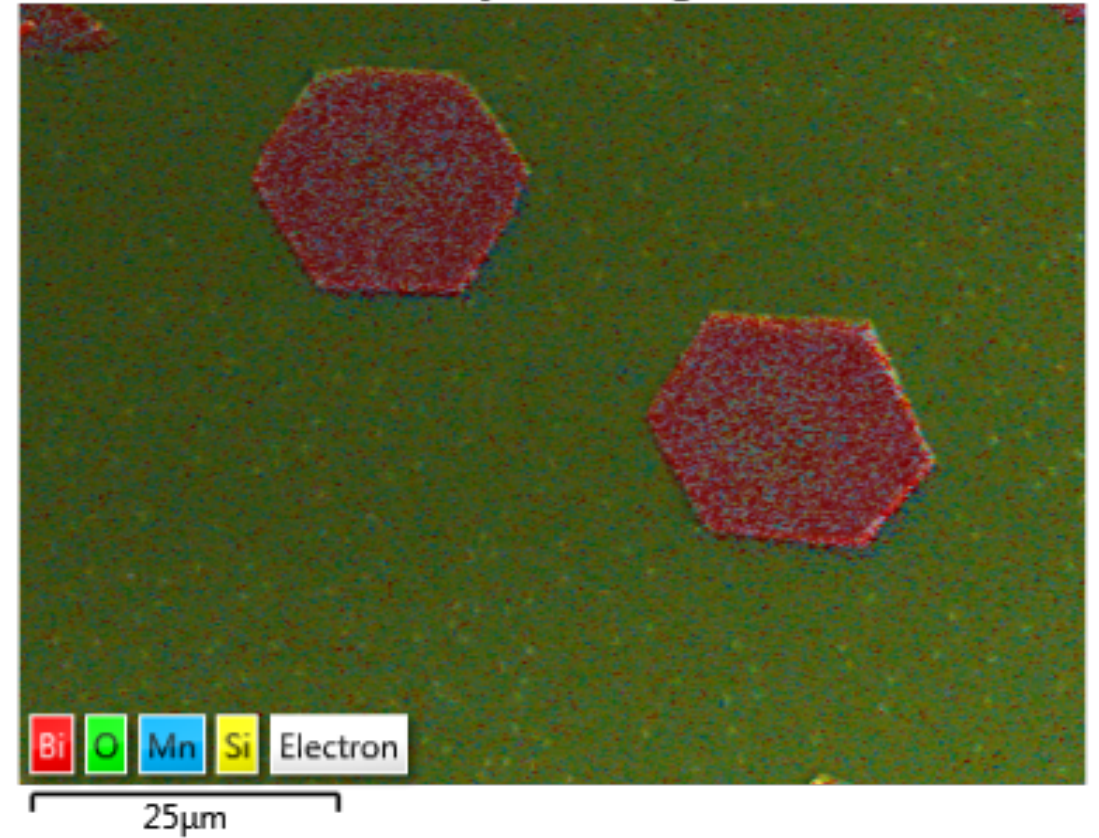
10  $\mu$ m      EHT = 20.00 kV      Signal A = InLens      Vacuum Mode = High Vacuum      ZEISS  
 WD = 9.5 mm      Mag = 1.29 K X      Scan Speed = 7



# EDS



EDS Layered Image 2



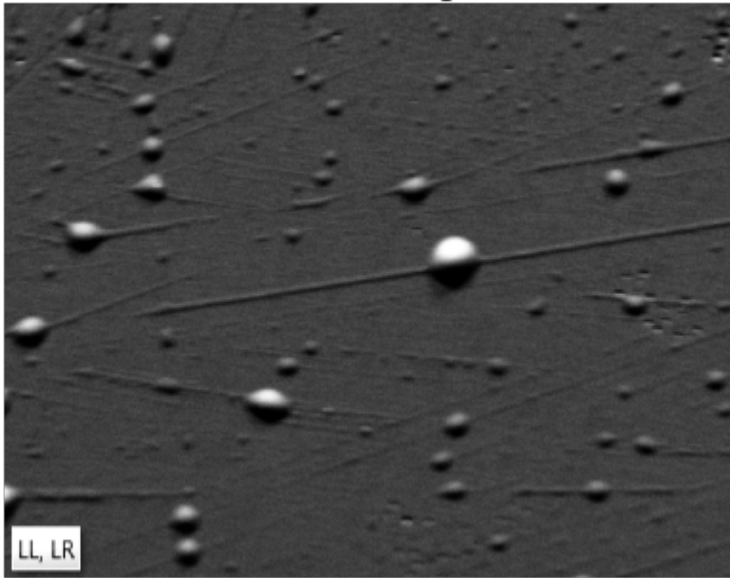
# EBSD

- La difracción de retrodispersión electrónica (EBSD) es una técnica basada en microscopía electrónica de barrido (SEM) que proporciona información cristalográfica sobre la microestructura de una muestra.
- En EBSD, un haz de electrones estacionario interactúa con una muestra cristalina inclinada y los electrones difractados forman un patrón que puede detectarse con una pantalla fluorescente.
- El patrón de difracción está compuesto por varias **bandas de Kikuchi** y es característico de la estructura y orientación del cristal en la región de la muestra donde se generó.
- Por lo tanto, el patrón de difracción se puede usar para determinar la orientación del cristal, discriminar entre diferentes fases cristalográficamente, caracterizar los límites de grano y proporcionar información sobre la perfección cristalina local.

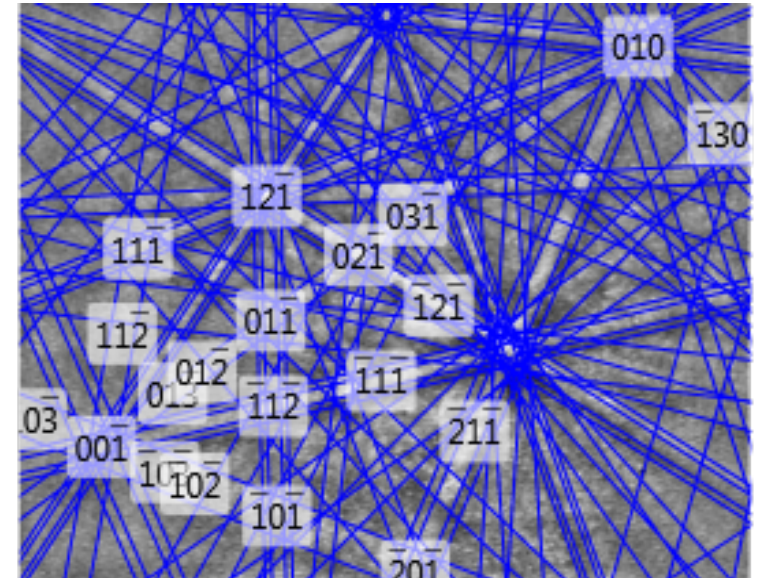
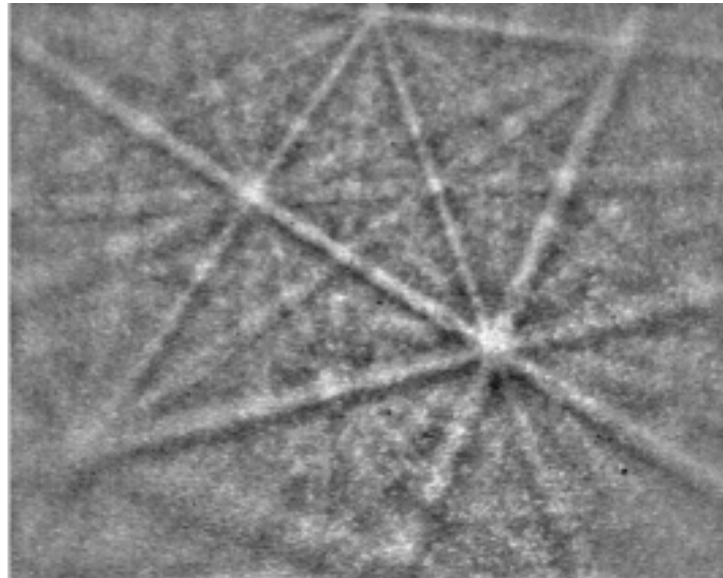


# EBSD

FSD Mixed Image 3



10 μm

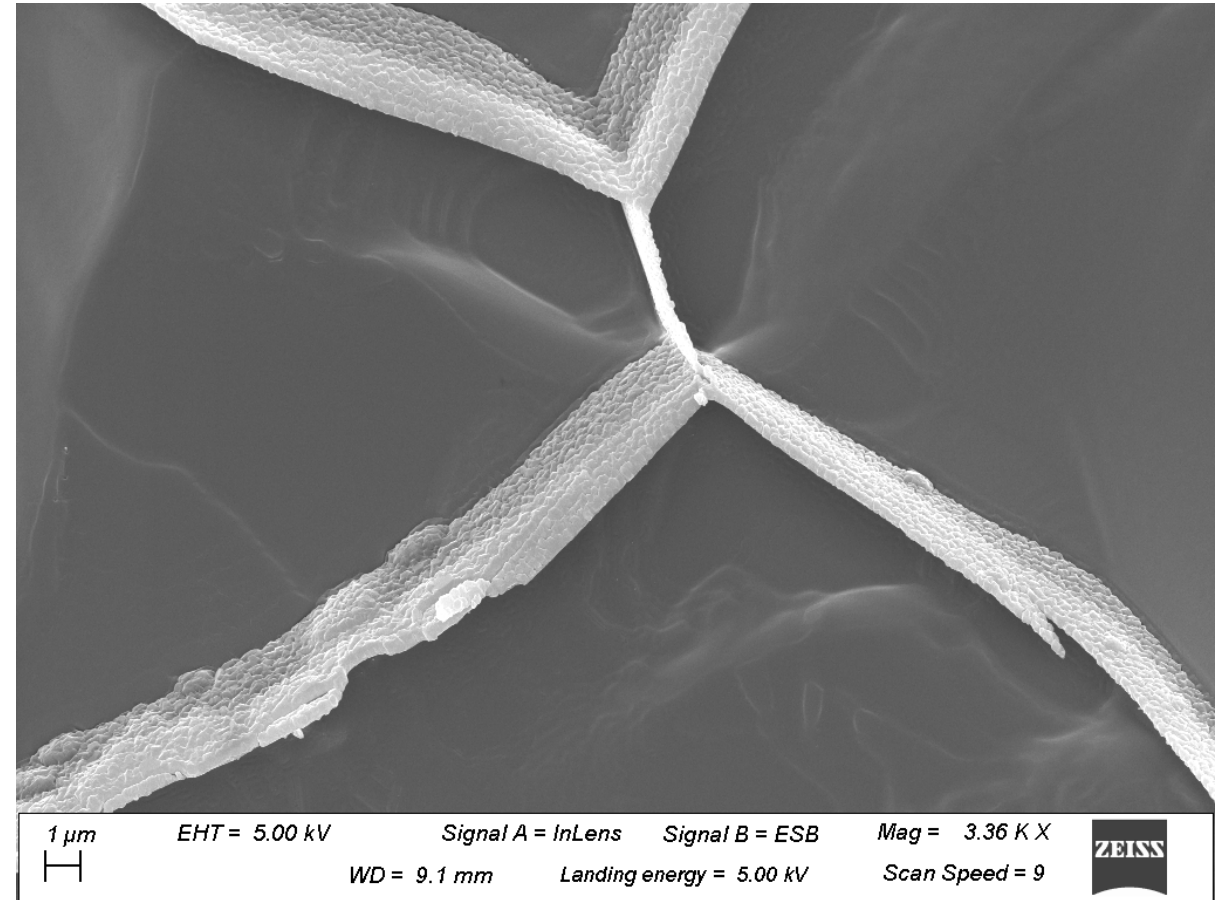
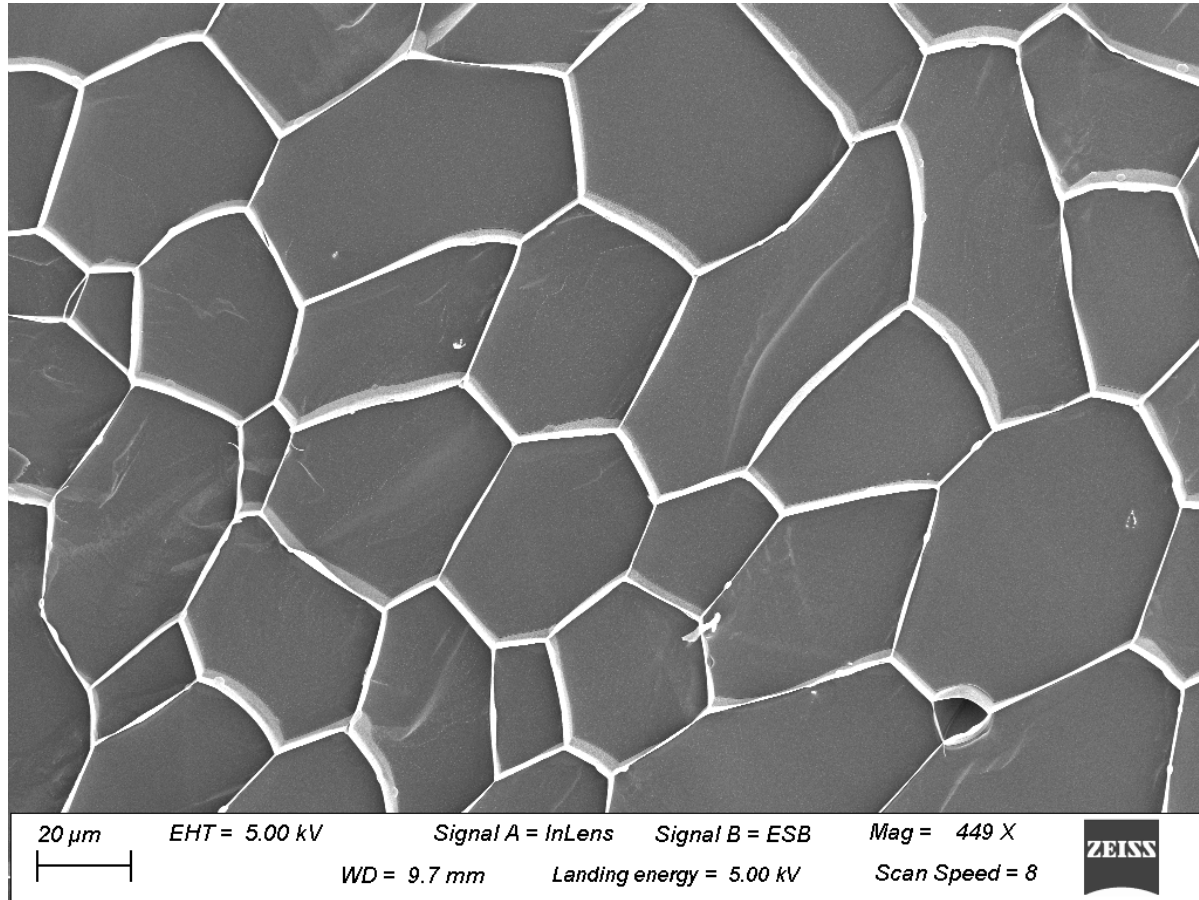


# CRYO SEM

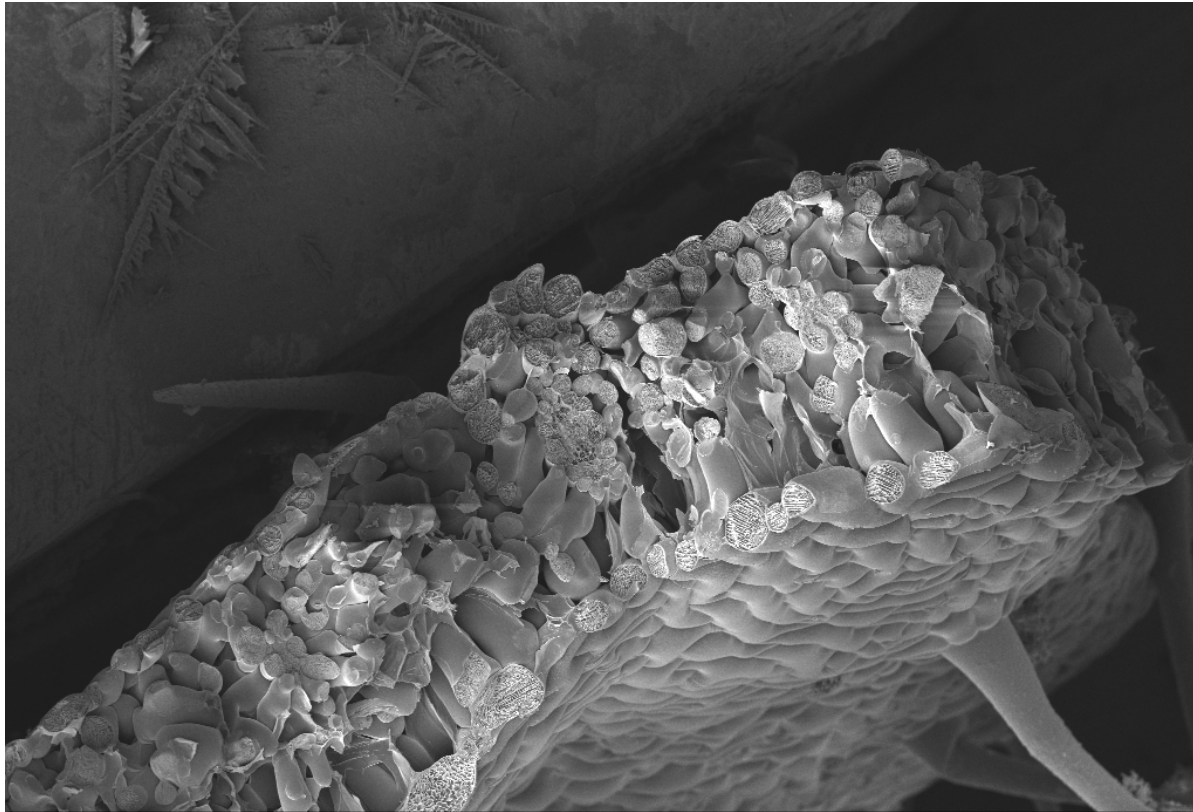
ESPECIFICACIONES TECNICAS	ZEISS GeminiSEM 500
Técnicas acopladas	Cryo-SEM Modelo: PP3010 Quorum
	Placa calefactora de hasta 1050 °C Kammrath Weiss GmbH



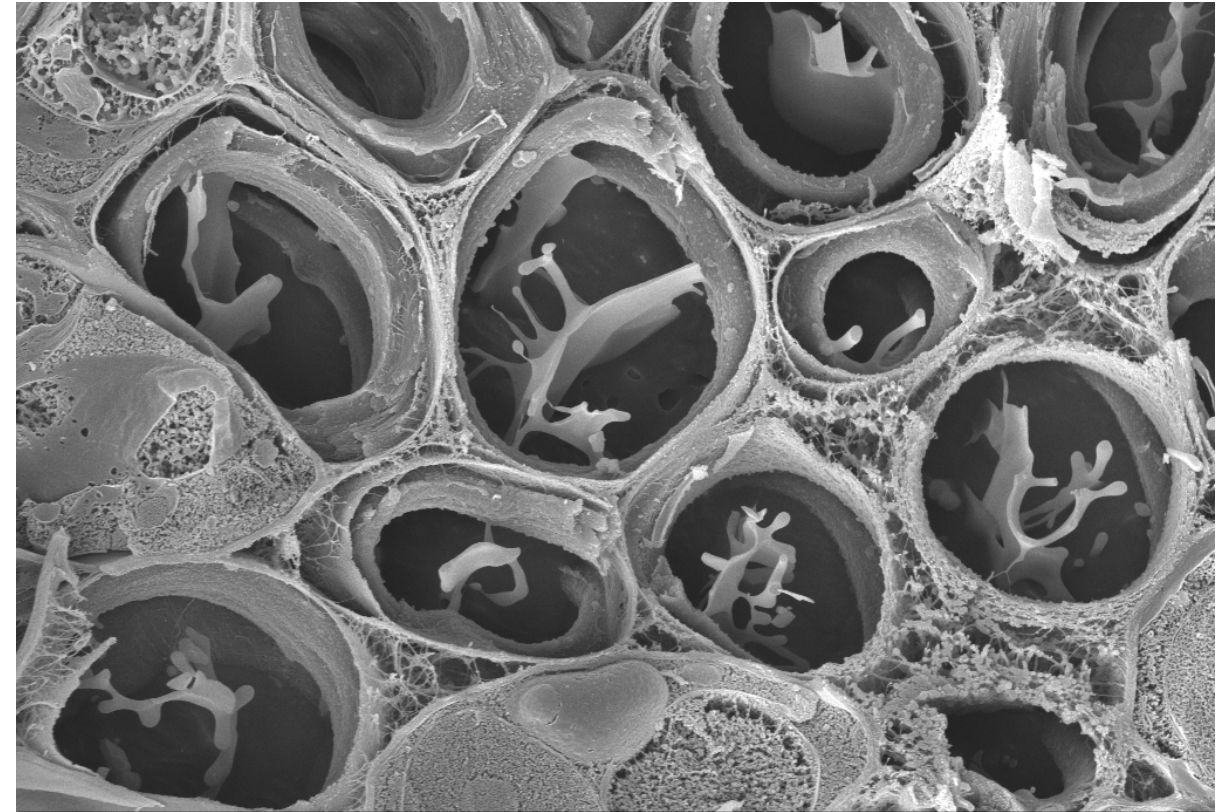
# CRYO SEM



# CRYO SEM



100  $\mu\text{m}$  | EHT = 5.00 kV | Signal A = InLens | Vacuum Mode = High Vacuum | ZEISS  
WD = 8.3 mm | Mag = 100 X | Scan Speed = 8

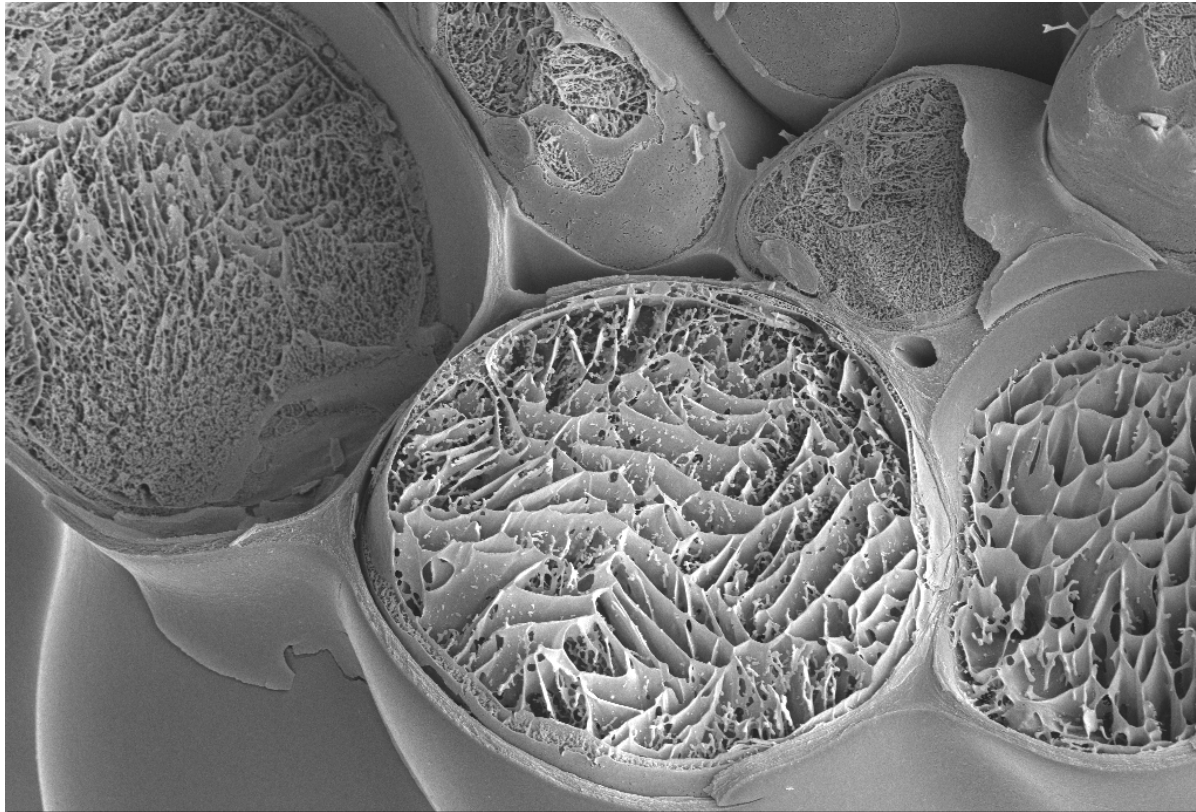


2  $\mu\text{m}$  | EHT = 5.00 kV | Signal A = InLens | Vacuum Mode = High Vacuum | ZEISS  
WD = 8.3 mm | Mag = 5.00 K X | Scan Speed = 8

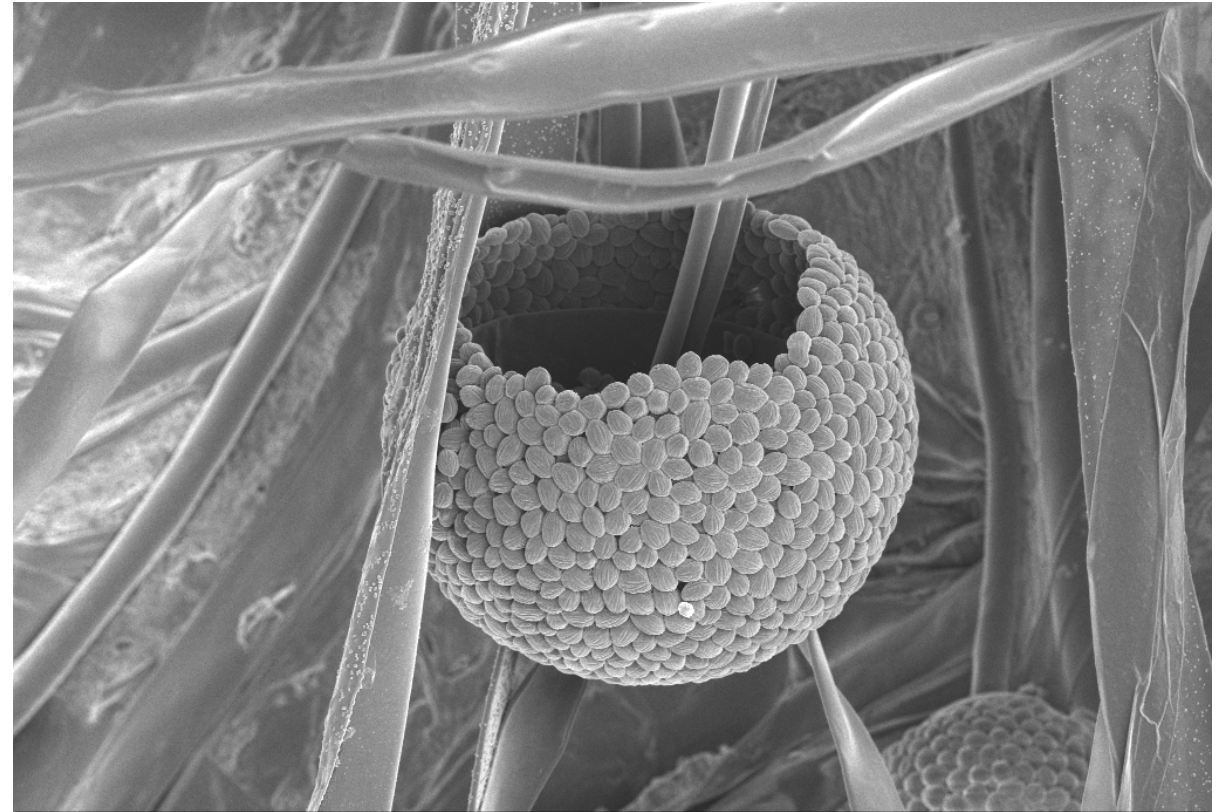




# CRYO SEM



2  $\mu$ m  
EHT = 5.00 kV  
WD = 7.0 mm  
Signal A = InLens  
Mag = 2.00 K X  
Vacuum Mode = High Vacuum  
Scan Speed = 8  
ZEISS



10  $\mu$ m  
EHT = 5.00 kV  
WD = 9.0 mm  
Signal A = InLens  
Signal B = ESB  
Landing energy = 5.00 kV  
Mag = 500 X  
Scan Speed = 8  
ZEISS





**GRACIAS POR SU ATENCION**

