



Istituto Officina  
dei Materiali

## Roberto GOTTER, PhD Senior Development Scientist



# CONVENZIONE CNR-CONFINDUSTRIA

- CNR intende recepire le esigenze di R&D delle imprese
- Utilizza come canale di interlocuzione Confindustria

Roma, 20 Febbraio 2013, PATTO PER LA RICERCA E INNOVAZIONE

fra  Consiglio Nazionale delle Ricerche

e  CONFINDUSTRIA

- favorire progetti di R&D congiunti (programmi europei, nazionali e regionali);
- promuovere la creazione di nuove attività imprenditoriali e di nuovi prodotti ad alto contenuto tecnologico;
- integrare le priorità industriali con il patrimonio delle nuove conoscenze, favorendo lo sviluppo di reti innovative (cluster) nei settori in cui sono presenti contestualmente competenze scientifiche e tecnologiche;
- qualificare la domanda di innovazione delle PMI;
- individuare nuovi strumenti di trasferimento tecnologico (lab-sharing);



# LA STORIA

- 1984: Laboratorio TASC (Tecnologie Avanzate per Superfici e Catalisi) dell'INFM (Istituto Nazionale per la Fisica della Materia)
- 1988: Laboratorio Nazionale TASC: facility di sintesi dei materiali da implementare presso il nascente sincrotrone Elettra (arriverà poi a gestire 6 beamlines)
- 2003 passaggio nel CNR: TASC (Tecnologie Avanzate e nano-Science)
- 2010 IOM-CNR Istituto Officina dei Materiali del CNR





Istituto Officina  
dei Materiali



Quartier generale in Trieste

**80** staff permanente CNR

**100** staff permanente associato

Studenti Phd, post-doc ecc.

**IOM@Trieste** campus Elettra

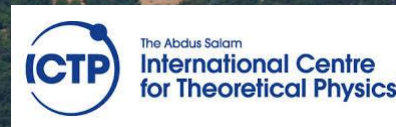
**IOM@Trieste** campus SISSA (teoria)

**IOM@Cagliari** (teoria)

**IOM@Grenoble** sorgenti europee di  
radiazione di sincrotrone e di neutroni

**IOM@Perugia**



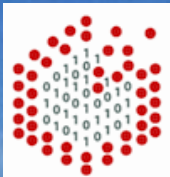




## DEMOCRITOS – MOdeling Center for Research In Atomistic Simulation

Centro interdisciplinare per la simulazione numerica  
di materiali nanostrutturati e sistemi biologici

E-infrastructure (HPC/GRID/CLOUD) per la simulazione numerica



[www.democritos.it](http://www.democritos.it)



GILDA Beamline @ESRF (European Synchrotron Radiation Facility)

BRISP @ ILL (Insitute Laue Langevin – sorgente di neutroni)

IN13 @ ILL





## FACILITY

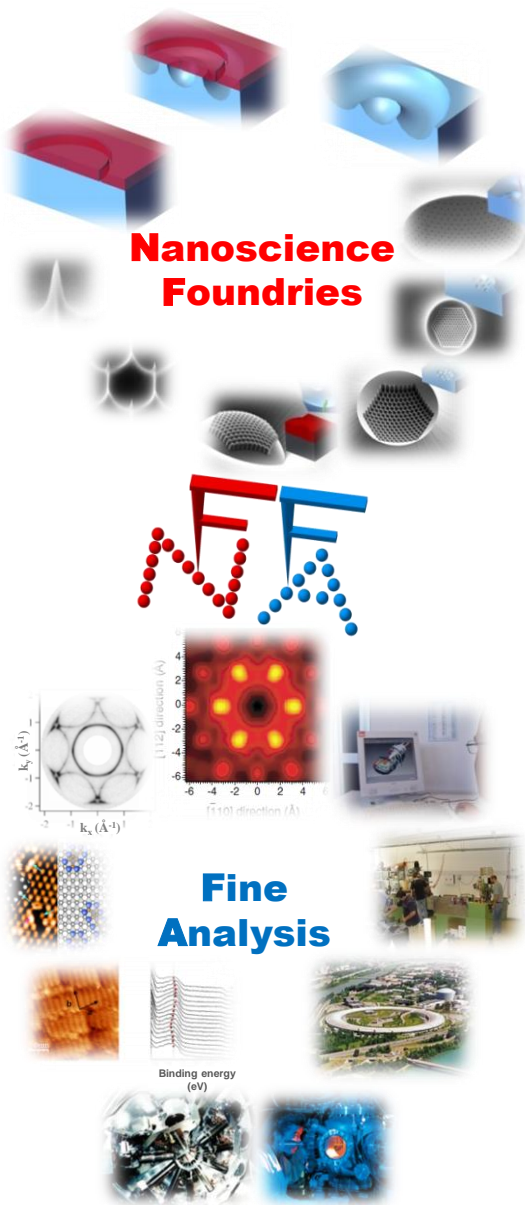
infrastruttura con accesso ai laboratori a un'utenza esterna

## JOINT-EFFORT

unione di competenze e capacità strumentali complementari  
di analisi (vedere-capire) e sintesi (fare-costruire)  
sulla base del principio del “business at walking distance”







**coniugare il fare con il vedere**

## **NFFA**

iniziativa a livello europeo:

- FP7 “design study” 3M€ (2009-2011)
- Dimostratore fondi MIUR 3.5 M€ (2012-2015)
- H2020 “integrating actions” 10M€ (2015-2019)

**coniugare la ricerca con l’industria**

## **LAB-SHARING** in NFFA su scala EU

- Lavorare insieme, nello stesso posto, su obiettivi condivisi
- Nuovi modelli di IPR per avvicinare le PMI alle grandi facilities
- Formare nuovo personale per R&D

**declinazione locale della vision NFFA**

## **OPEN-LAB**

Infrastruttura a sostegno della competitività dell’industria con:

- a) spazi riservati all’interno delle grandi infrastrutture di ricerca
- b) accesso assistito ai grandi strumenti e alle competenze
- c) collaborazione per l’acquisizione competitiva di finanziamenti per la realizzazione congiunta di progetti di R&D



## • ANALISI FINE DELLA MATERIA

Radiazione di sincrotrone

Centro di microscopia elettronica

Microscopie a scansione di sonda

## • MICRO E NANO FABBRICAZIONE

Litografie (elettronica, ottica, raggi X, ionica)

Nano imprinting (stampaggio)

Nano manipolazione

## • SINTESI DI MATERIALI NANO STRUTTURATI

Crescita di nanofili, nanotubi, film sottili

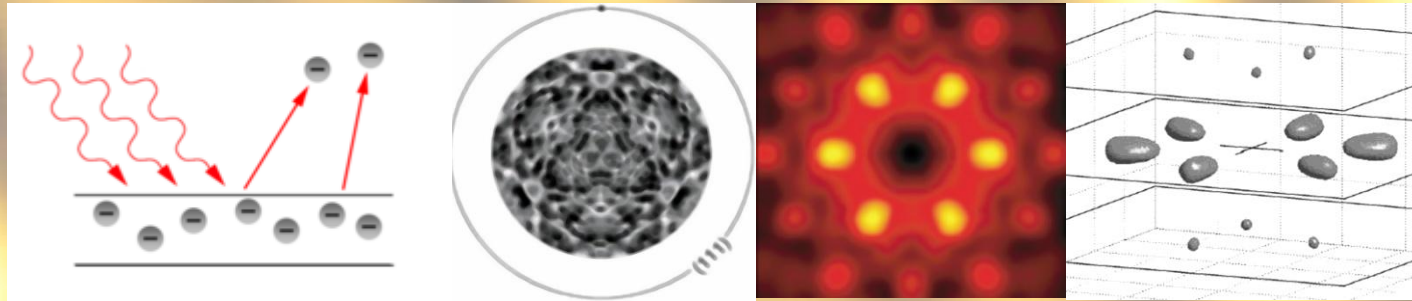
## • SIMULAZIONI NUMERICHE E MODELLIZZAZIONE TEORICA

Materiali funzionalizzati, sistemi biologici

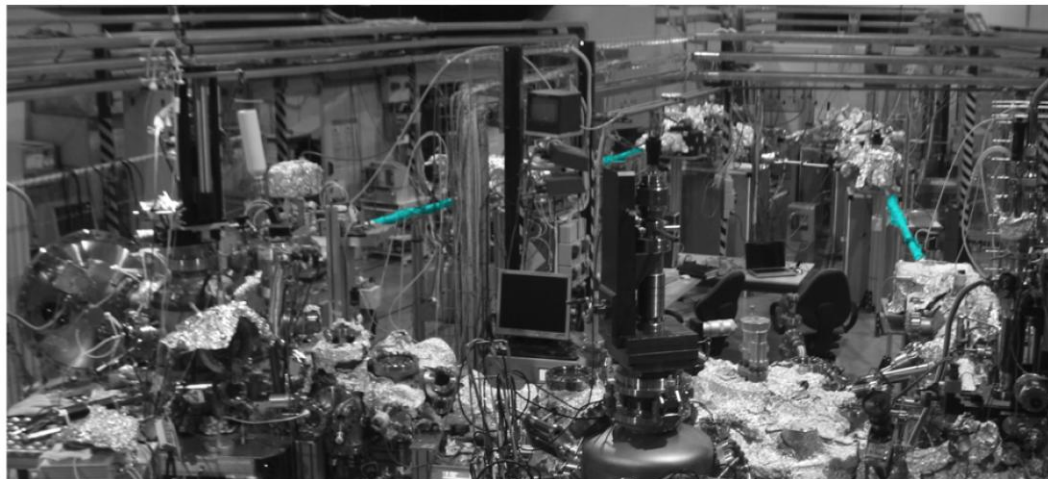


## RADIAZIONE DI SINCROTRONE E NEUTRONI

**spettroscopia di fotoelettroni a raggi-X**

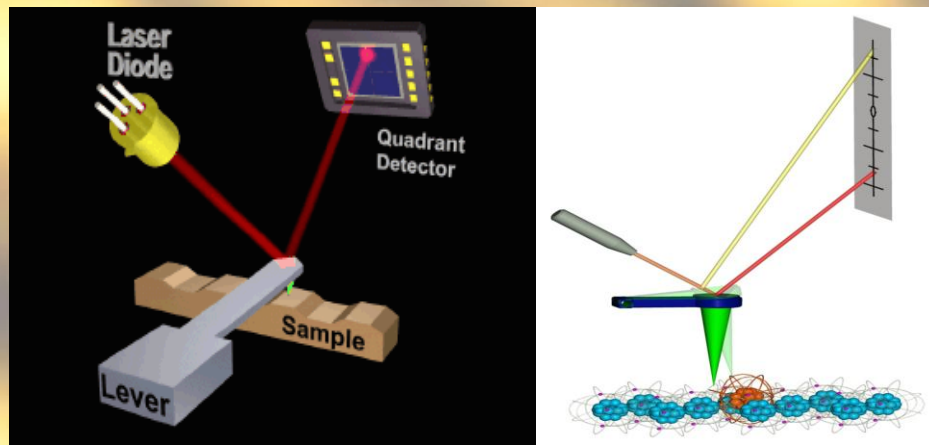


**Ricostruzione olografica della struttura atomica di una superficie cristallina Al(111) ottenuta con i fotoelettroni.**



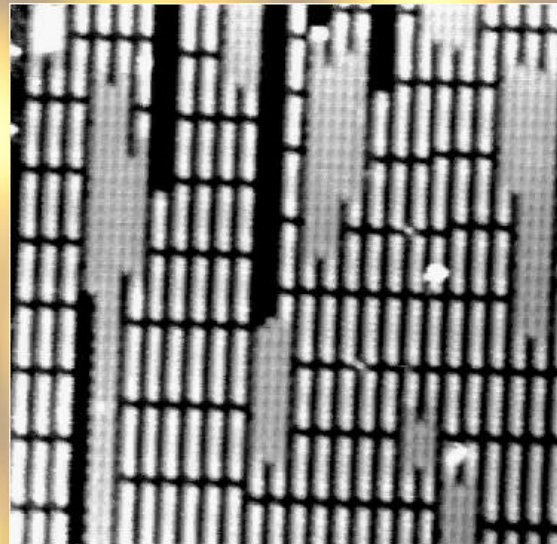
## MICROSCOPIE A SCANSIONE DI SONDA (SPM)

### Microscopio a Forza Atomica (AFM)



**Il primo spin-off del TASC-INFM**

### Microscopio a Scansione a effetto Tunnel (STM)



**Filmato fast STM di  
una reazione  
chimica su una  
superficie**



## Litografie:

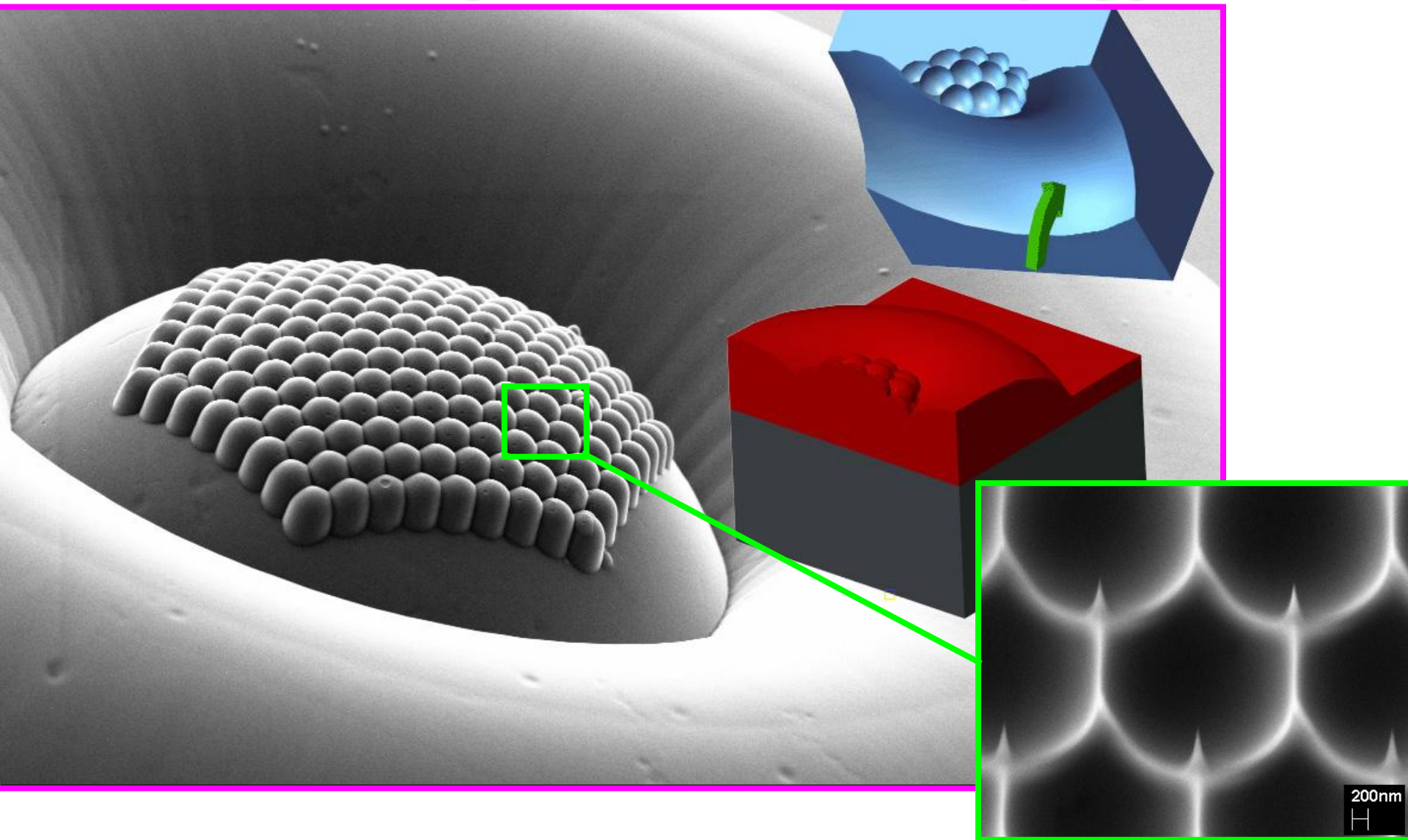
Elettronica  
Ionica (FIB Focused Ion Beam)  
Raggi X  
Ottica UV  
Stampaggio (NIL Nano-Imprinting  
Lithography)

## Etching:

In soluzione  
Plasma isotropo  
Plasma anisotropo

# MICRO NANO FABBRICAZIONE

## dalla litografia al nano stampaggio

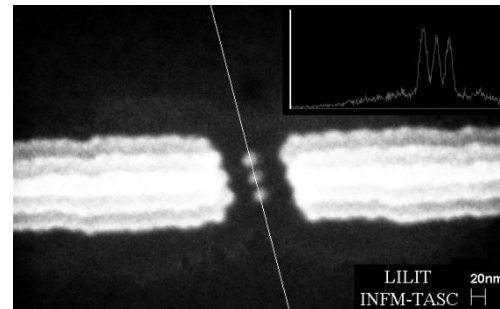
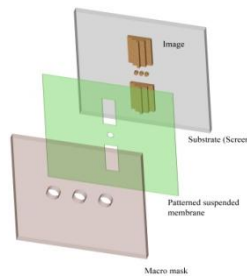
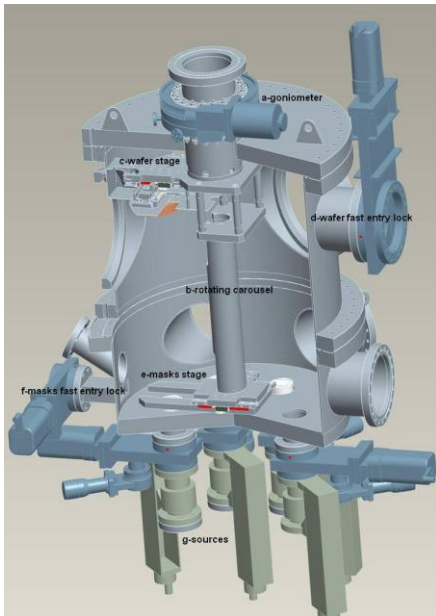
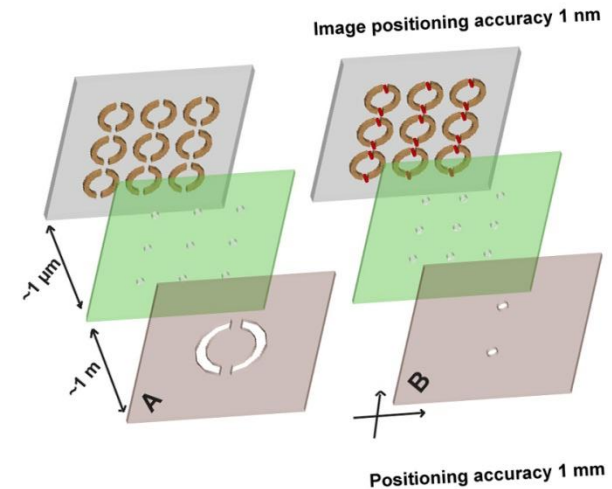
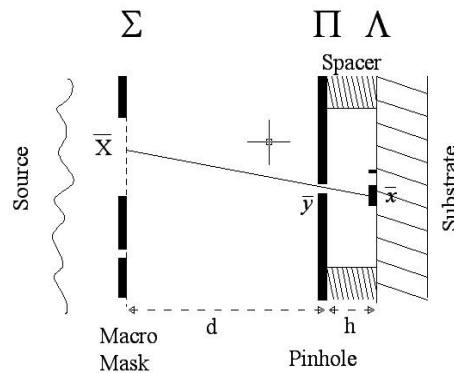




# Tecnologia MaD (brevetto IOM)

Sfrutta il principio del pinhole della camera fotografica per proiettare evaporazioni molecolari con risoluzione e riproducibilità dell'ordine del nanometro, sovrapponendo materiali diversi.

A monte è richiesta una precisione meccanica solamente della frazione di millimetro!!

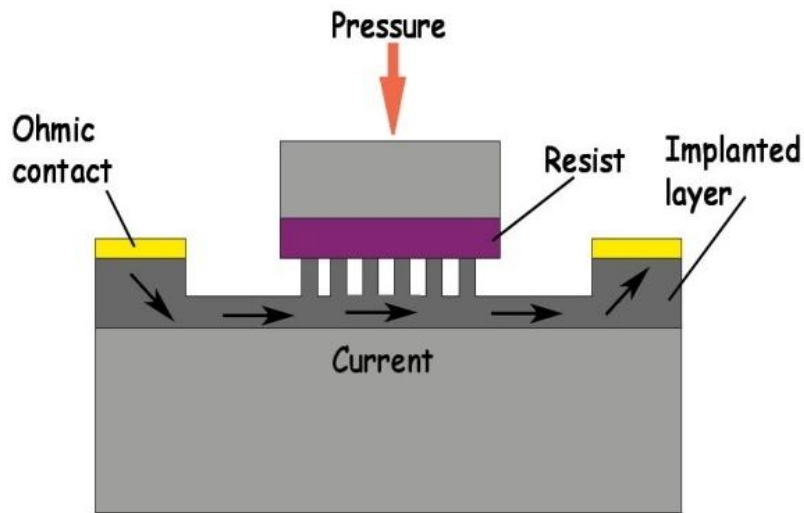


# Tecnologia ThunderNIL (brevetto IOM)

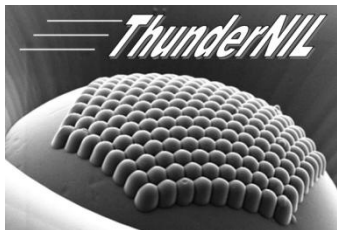
Attualmente un ciclo di microstampaggio a caldo richiede tempi dell'ordine del **minuto**.

Nella T-NIL un singolo impulso elettrico (**< 100  $\mu$ s**) ad alta energia (2000 V, 500 A) è iniettato in uno strato nanometrico conduttivo sulla superficie dello stampo.

L'indentazione delle forme ha luogo in un ciclo termico dell'ordine del **millisecondo**



reticolo esteso ( $>1 \text{ cm}^2$ ) nano-stampato in 100  $\mu$ s



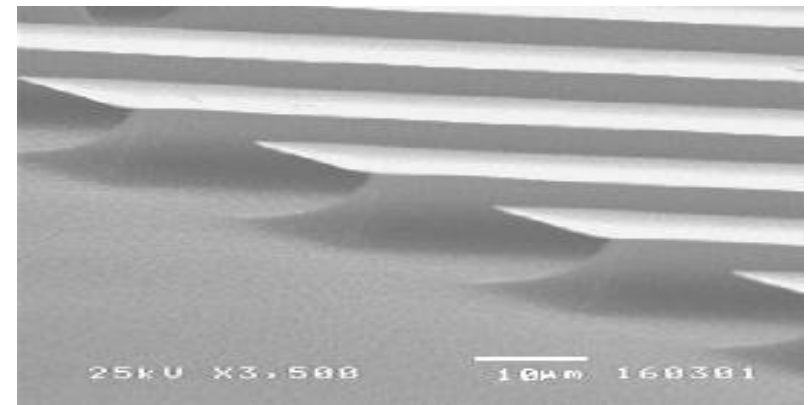
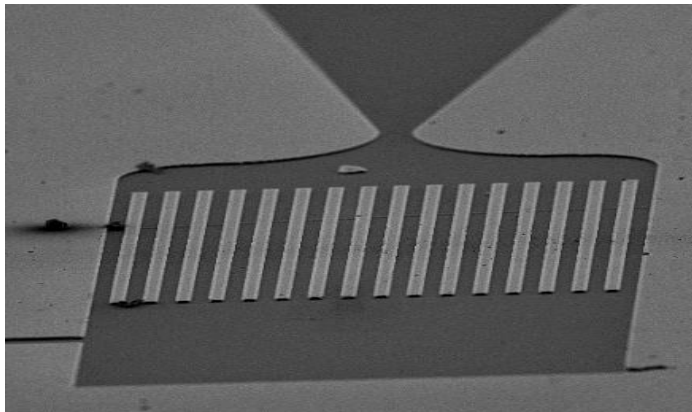
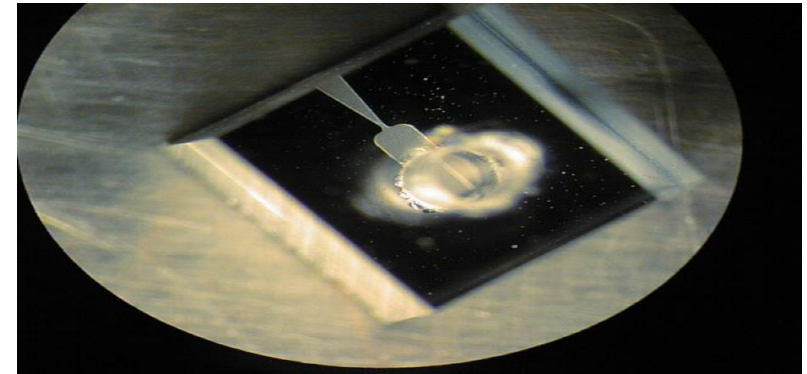
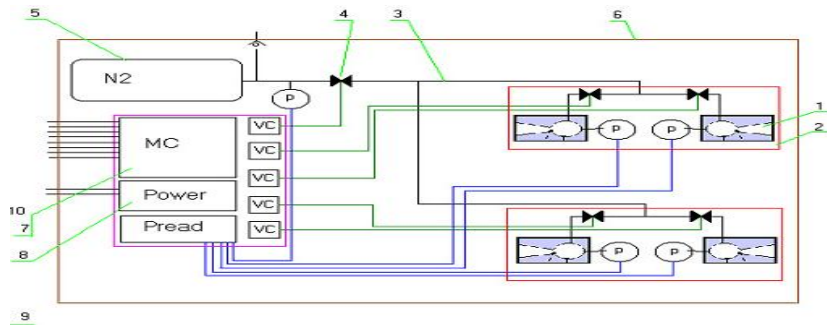
**ThunderNIL** s.r.l.

spin-off di IOM

vincitore di Veneto Nanochallenge 2008



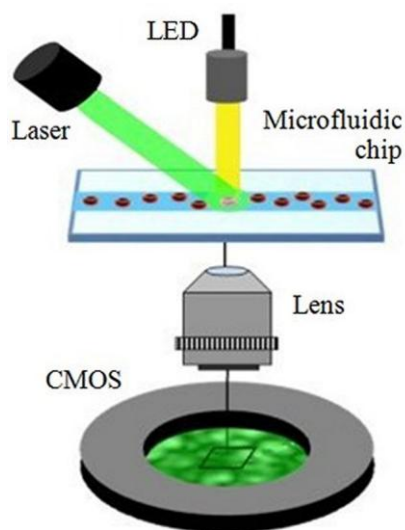
## camera di espansione e ugello di scarico del motore a reazione in un chip di 0.8 mm



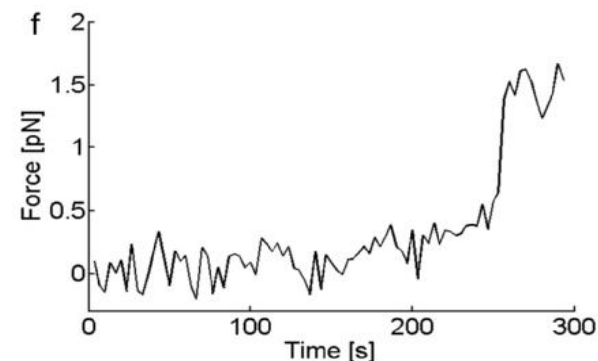
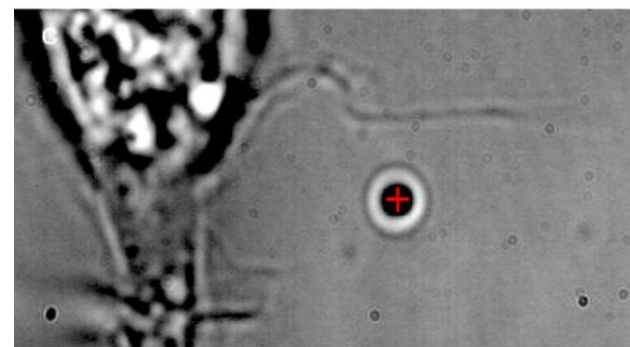
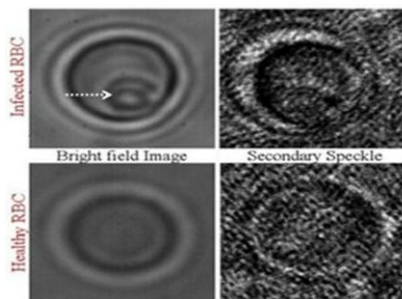
**nano manipolazione con pinzette ottiche  
(optical tweezers): raggi laser utilizzati per  
intrappolare micro-sonde e  
tastare globuli rossi e neuroni**



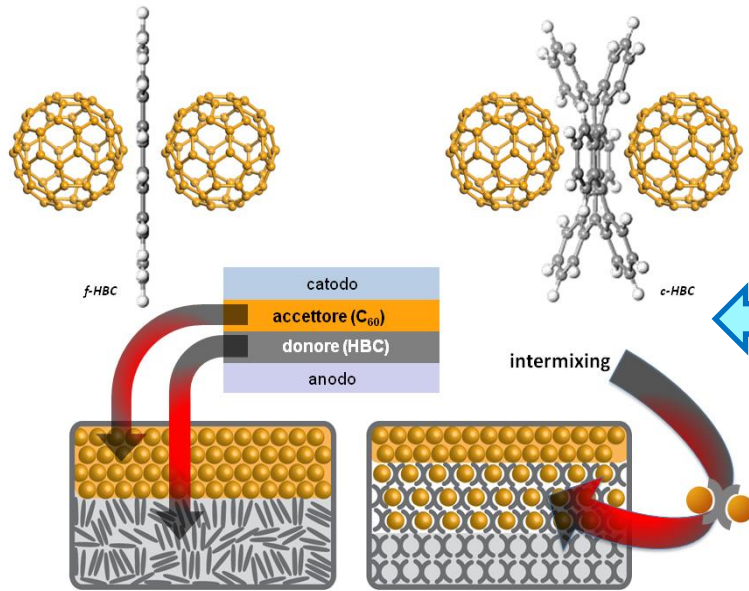
crescita dei  
neuroni



dispositivo per la diagnosi della malaria





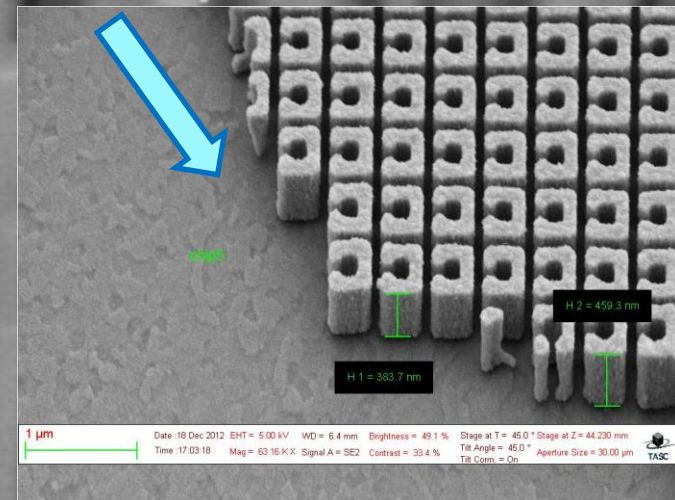
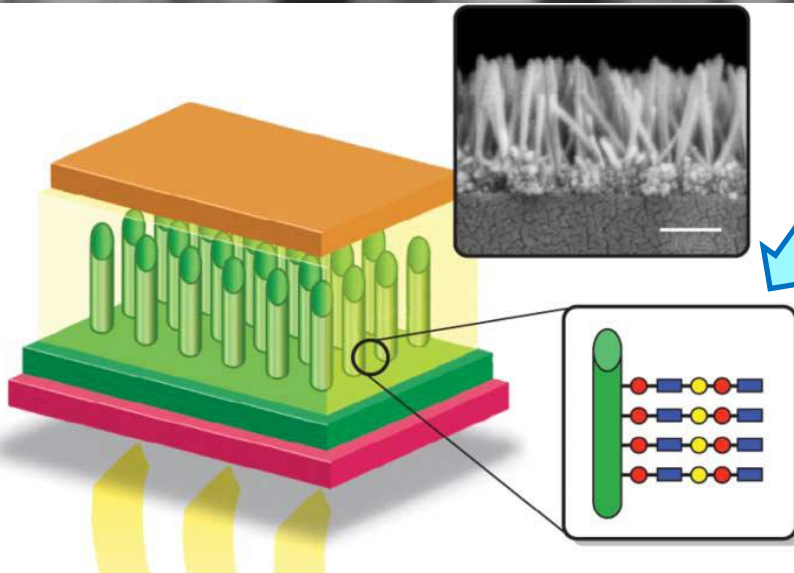


contatti elettrici e trasduttori con

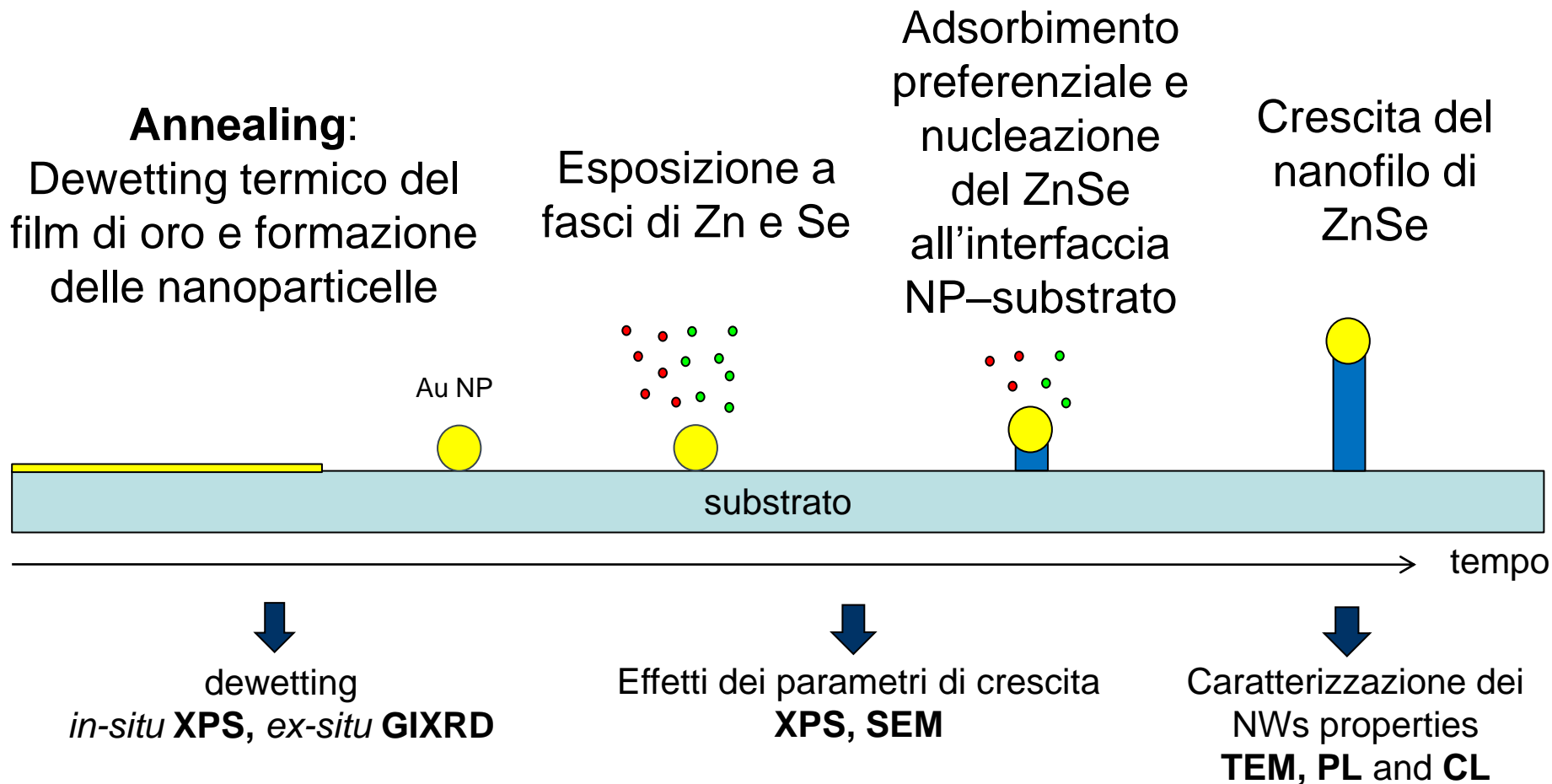
molecole (fotovoltaico organico)

nanofili (sensoristica)

metamateriali plasmonici



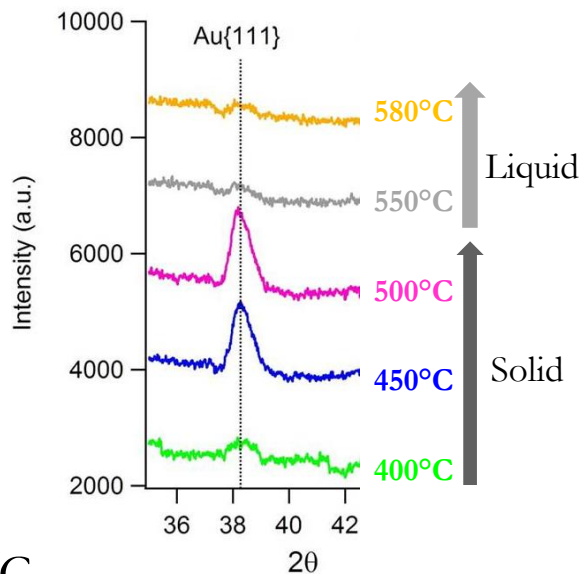
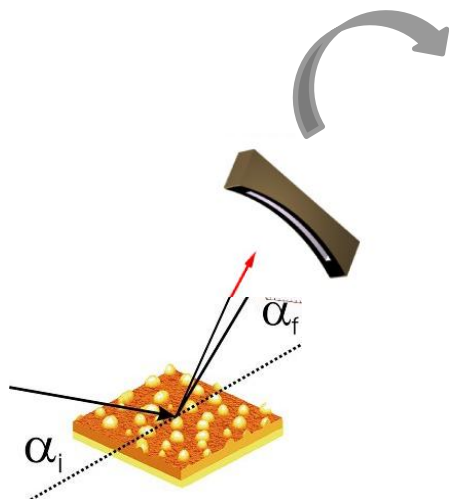
## Tecnica di sintesi MBE (Molecular Beam Epitaxy) assistita da nanoparticelle (NPs) di oro (Au)





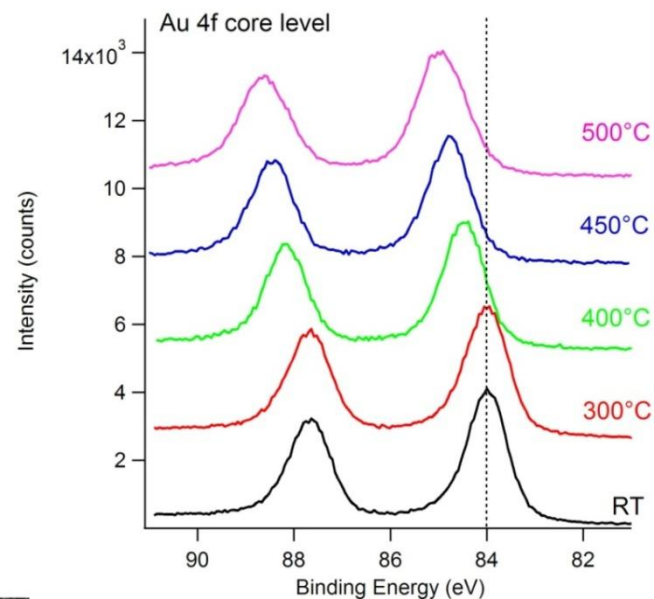
# DEWETTING DEL FILM DI ORO

**XRD**

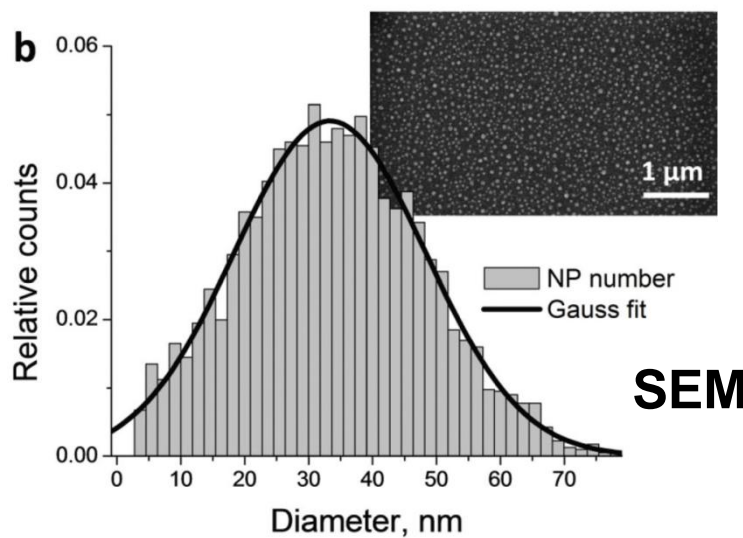


Solido fino a 500 °C

**XPS**

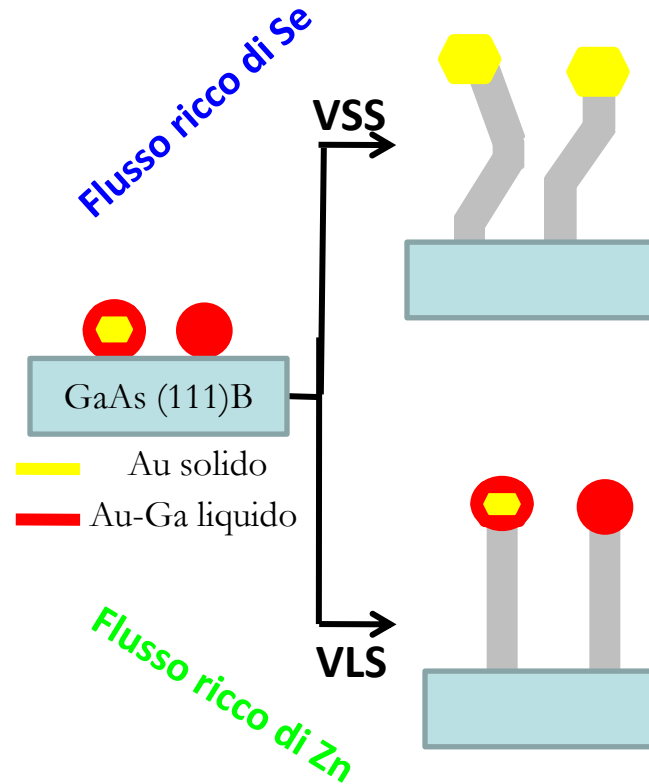
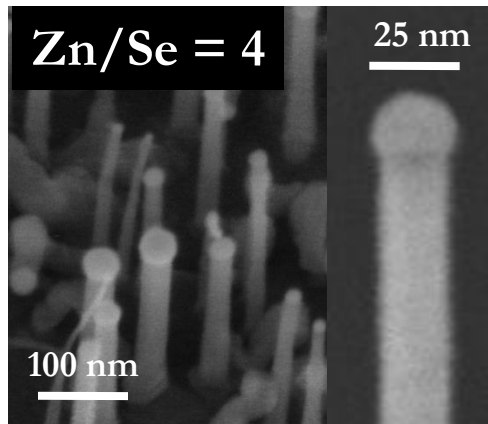
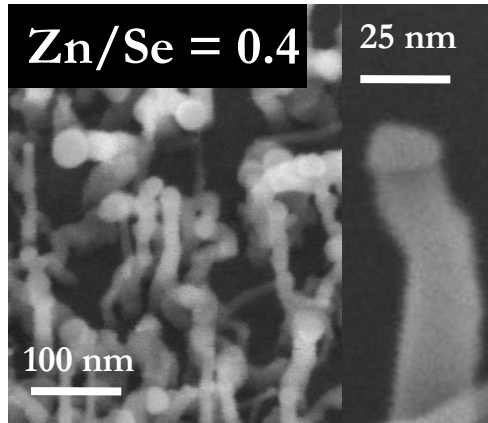


Lega Au-Ga in superficie  
liquida fino a 450 °C



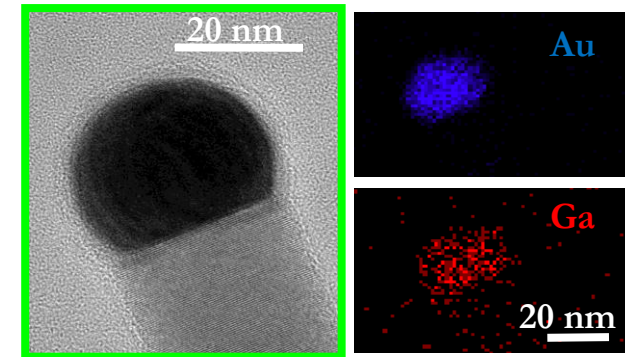
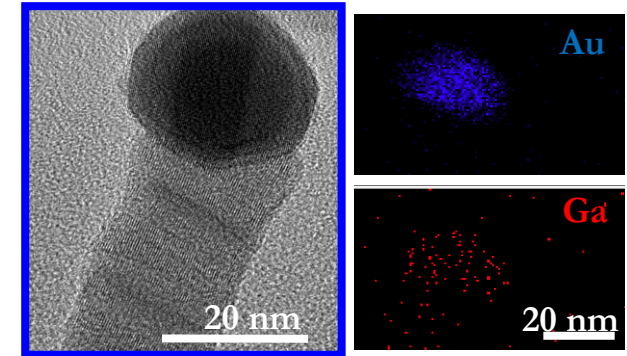
**SEM**

## SEM



## TEM/EDX

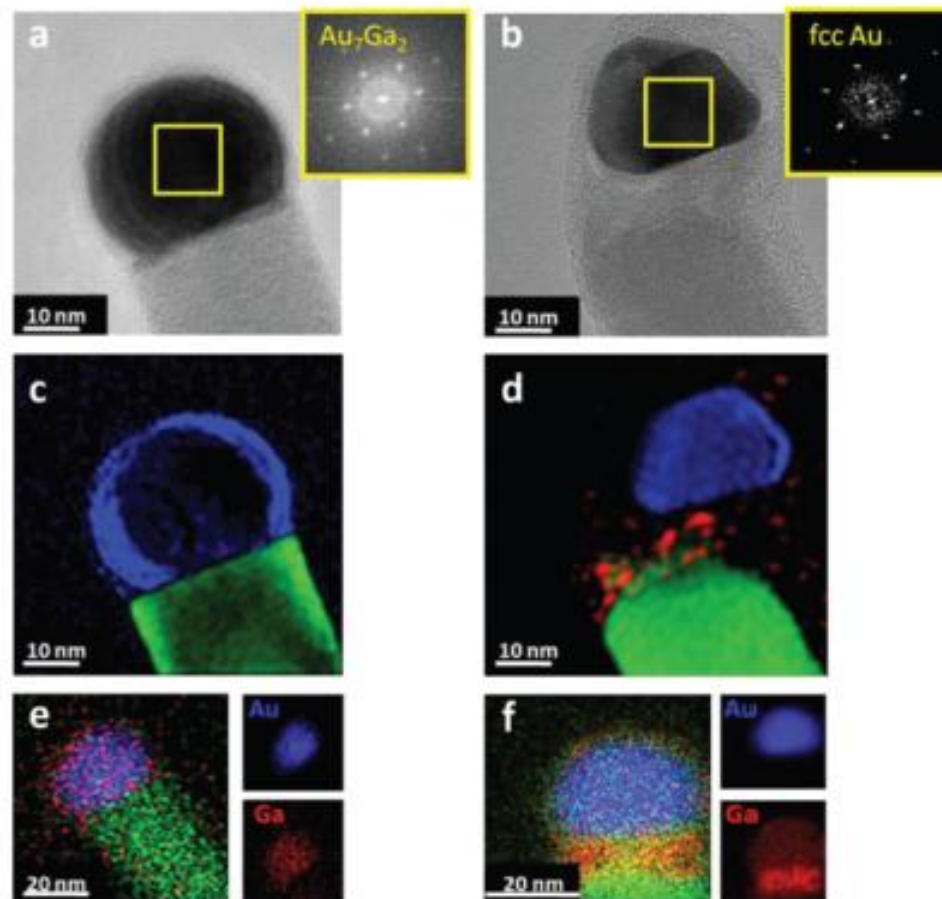
Worm-like NWs, Au fcc NP



Straight NWs,  $Au_7Ga_2$  alloy NP

V. Zannier et al, *Nanoscale* 6 (2014) 8392

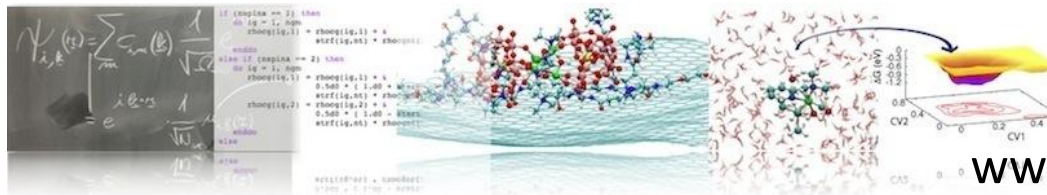




TEM e FFT

Blue: fcc Au  
Verde: hex ZnSe

Mappe EDX



[www.democritos.it](http://www.democritos.it)

## SIMULAZIONE NUMERICA DI MATERIALI E PROCESSI PER

- la SALUTE – design di farmaci
- l'ENERGIA E l'AMBIENTE – materiali per fotovoltaico e celle a combustibile
- la CHIMICA INDUSTRIALE – progettazione e ottimizzazione processi

## \* METODI NUMERICI E SOFTWARE SCIENTIFICO PER IL CALCOLO PARALLELO

[www.quantum-espresso.it](http://www.quantum-espresso.it)



## \* E-infrastructure (HPC/GRID/CLOUD) per la simulazione numerica

PRODUCTION CLUSTER: 512 core HPC cluster for production.8 blade system each with 64 cores ad 128GB RAM  
CLOUD facility: 40 core testing infrastructure based on Openstack

## \* CORSI DI FORMAZIONE IN CALCOLO SCIENTIFICO

## \* eXact lab – spin off

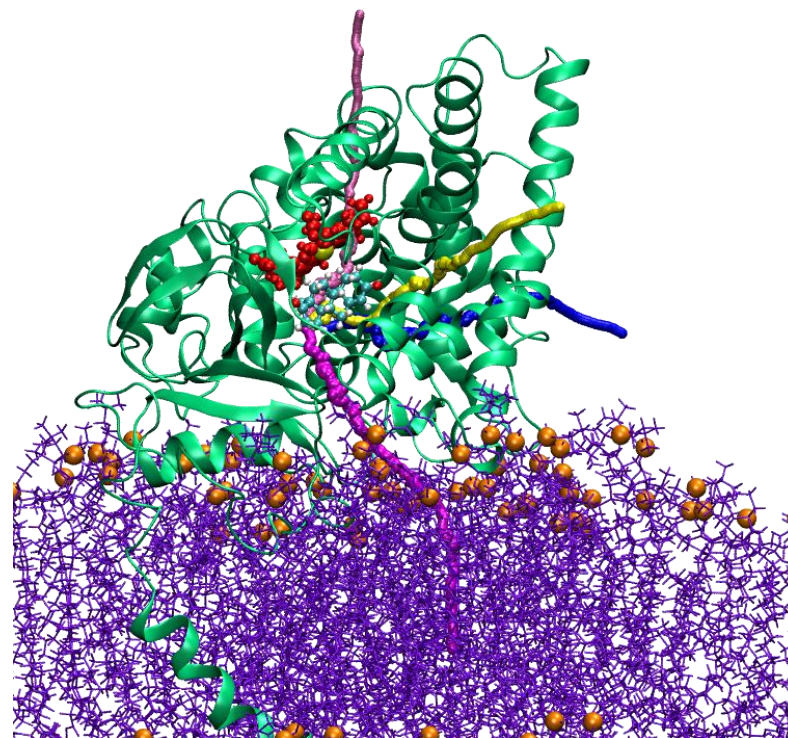
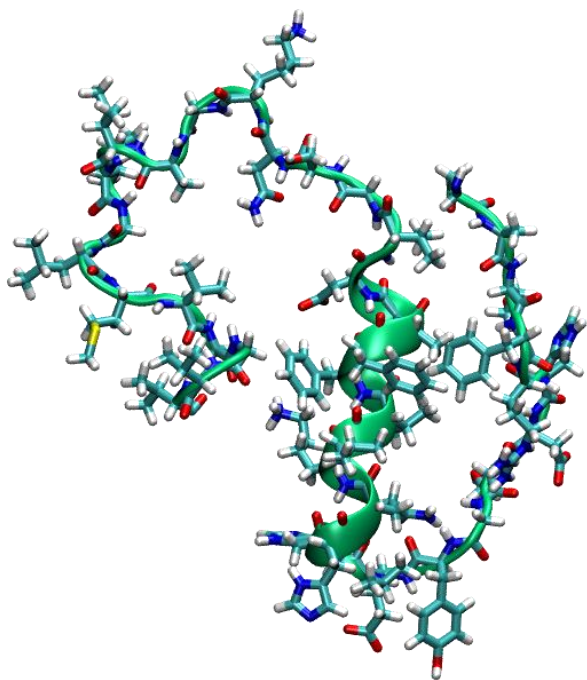


[www.mhpc.it](http://www.mhpc.it)

[www.exact-lab.it](http://www.exact-lab.it)

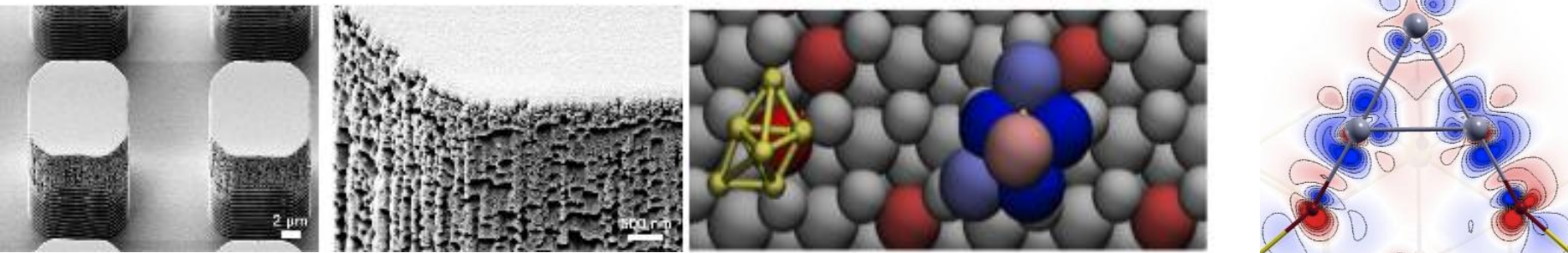


## DRUG DESIGN PER IL CANCRO E L'ALZHEIMER



Simulazioni di DINAMICA MOLECOARE dell'interazione e reazione tra molecole biologiche, enzimi e farmaci

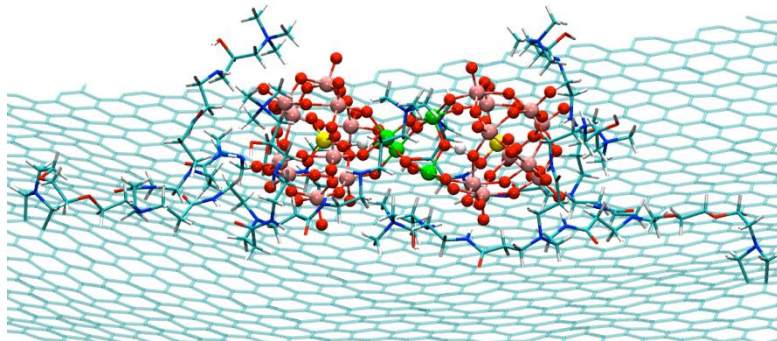
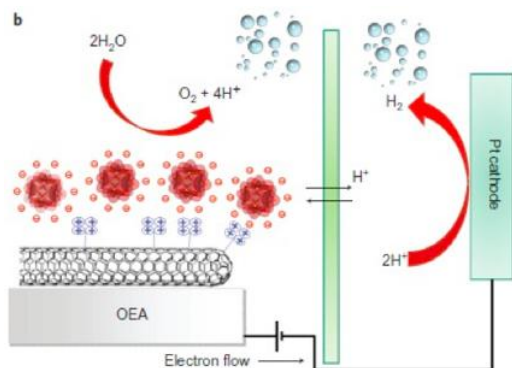
## CELLE A COMBUSTIBILE



Materiali per celle a combustibile PEM (Polymer Electrolyte Membrane)

Identificazione dei siti attivi agli elettrodi per ridurre e sostituire Pt come elemento attivo

## MATERIALI PER LA CONVERSIONE E UTILIZZO DI ENERGIA SOLARE



Nuovi materiali per fotosintesi artificiale

Celle elettrolitiche per la conversione diretta di energia solare in energia chimica

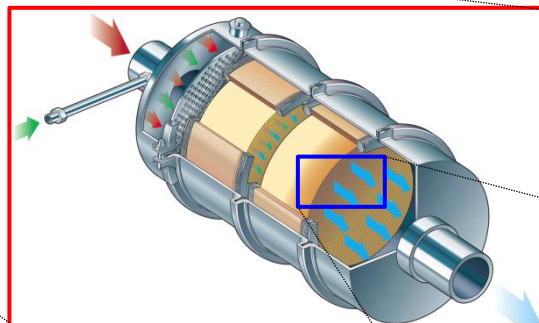


## SIMULAZIONI MULTISCALE DI PROCESSI CATALITICI INDUSTRIALI

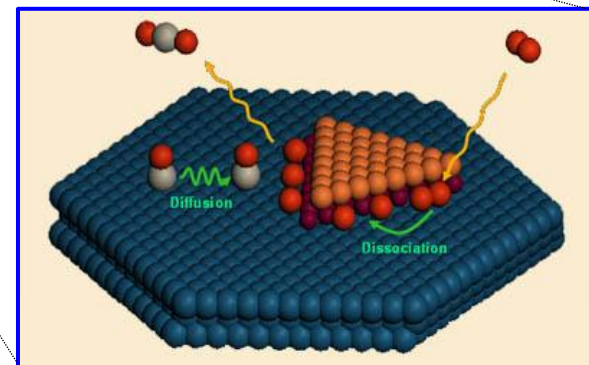
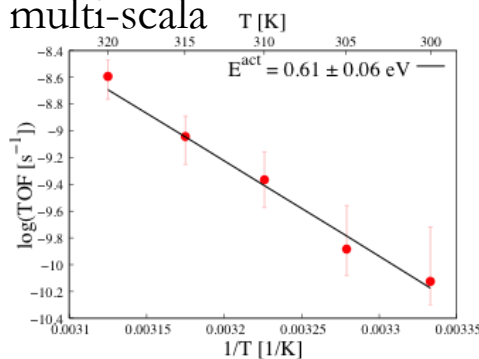
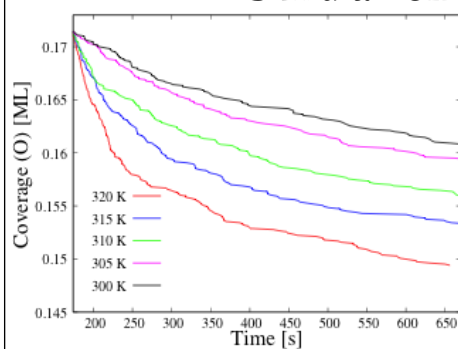


Progettazione ed ottimizzazione di processi catalitici industriali:

- conversione gas naturale in combustibili liquidi
- ossidazioni selettive
- conversione di  $\text{CO}_2$



Simulazioni multi-scala





## CAPIRE I DETTAGLI DELLE FINITURE SUPERFICIALI PER REALIZZARE I SUCCESSIVI TRATTAMENTI



2  $\mu\text{m}^*$   
EHT = 5.00 kV WD = 6 mm Signal A = SE2 Stage at T = 45.3° Stage at Z = 44.804 mm  
Mag = 7.81 KX TASC



20  $\mu\text{m}^*$   
EHT = 5.00 kV WD = 7 mm Signal A = SE2 Stage at T = 0.0° Stage at Z = 44.804 mm  
Mag = 927 X TASC



**ANCHE PER FARE UN BUON PANE  
BISOGNA GUARDARE I DETTAGLI**





Istituto Officina  
dei Materiali

**ICRI 2014 - Plenary Session 3: Innovation potential of RIs**  
**Key messages from panellists - Jean Moulin**

We should move from a paradigm of "Technology Transfer" to one of "Knowledge Transfer". The science knowledge of industry needs to be increased, especially in a context of fast technological progress and needs of "co-creation" of solutions by scientists and industry.



Consiglio Nazionale delle Ricerche