



**LAUREA MAGISTRALE IN**  
**BIOINGEGNERIA**

20 aprile 2015

- **Cosa fa l'Ingegnere Biomedico**

- **Manifesto**

- **Laboratori didattici**

Dott. Andrea Facchinetti

Dott. Emanuele Carniel

Dott.ssa Zimi Sawacha

- **Trend tecnologici, aziende e mercato occupazionale**

Prof. Alfredo Ruggeri

- **Esperienze di inserimento nel mondo del lavoro**

Dott.ssa Arianna Cocchiglia (*Consorzio Arsenal, Treviso*)

Dott. Fabio Lissa (*St. Jude Medical, Milano*)

Dott.ssa Roberta Mazzucco (*Inventis Srl, Padova*)

Dott. Enea Poletti (*Centervue, Padova*)

Dott. Christopher Tomelleri (*REHA Technologies, Olten CH*)

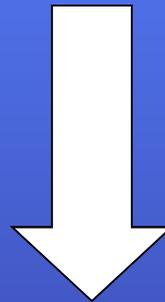


# BIOINGEGNERIA

*L'Ingegneria Biomedica o Bioingegneria è una disciplina che, mediante l'integrazione delle scienze ingegneristiche (elettronica, informatica, meccanica, chimica) con quelle biomediche, consente di migliorare le conoscenze in ingegneria, biologia e medicina, ed inoltre di migliorare la cura della salute umana*

# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

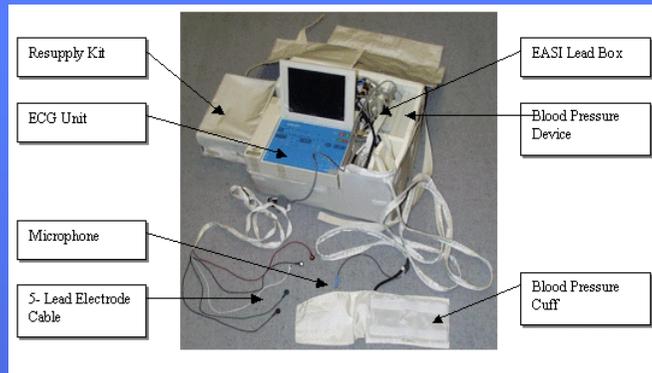
*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*



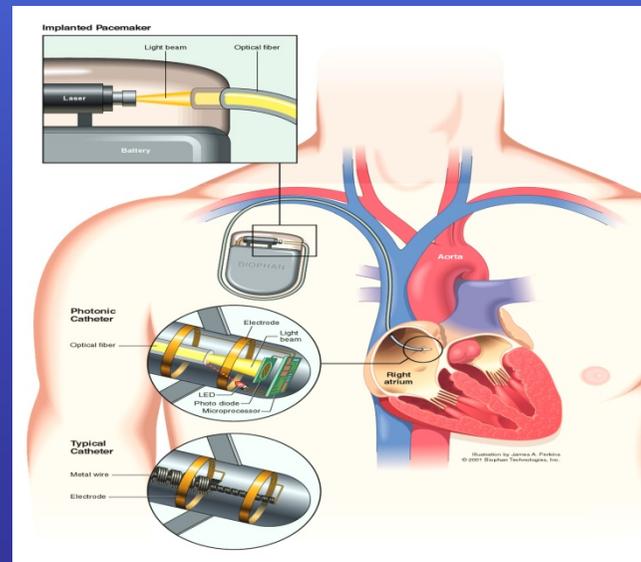
## ESEMPIO 1

**SVILUPPARE STRUMENTAZIONE E DISPOSITIVI  
DIAGNOSTICI E TERAPEUTICI A TECNOLOGIA AVANZATA**

## ESEMPIO 1a: strumentazione di misura per elettrocardiografia

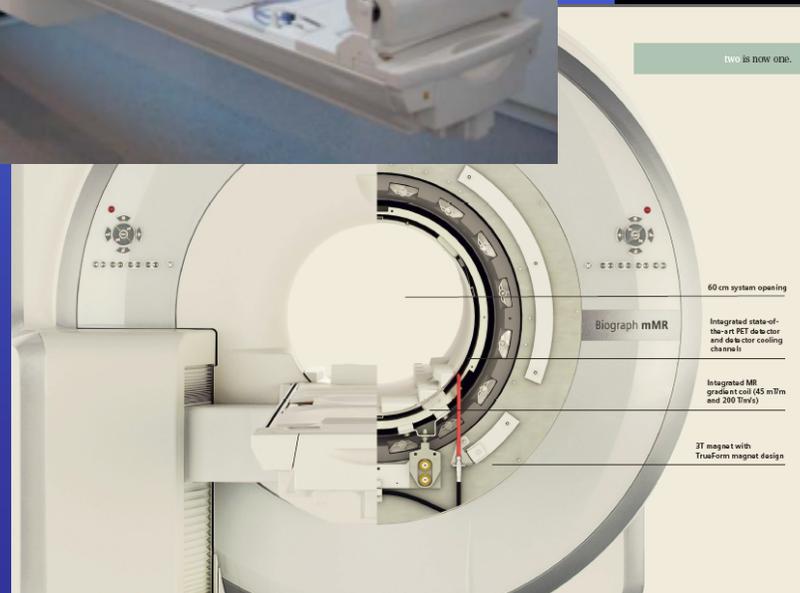


## ESEMPIO 1b: pacemaker per il controllo della pulsatilita' cardiaca

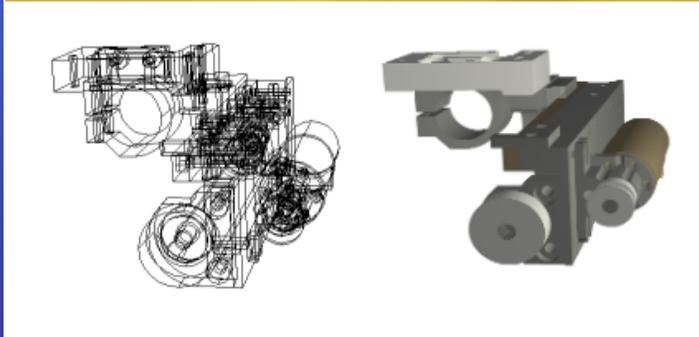
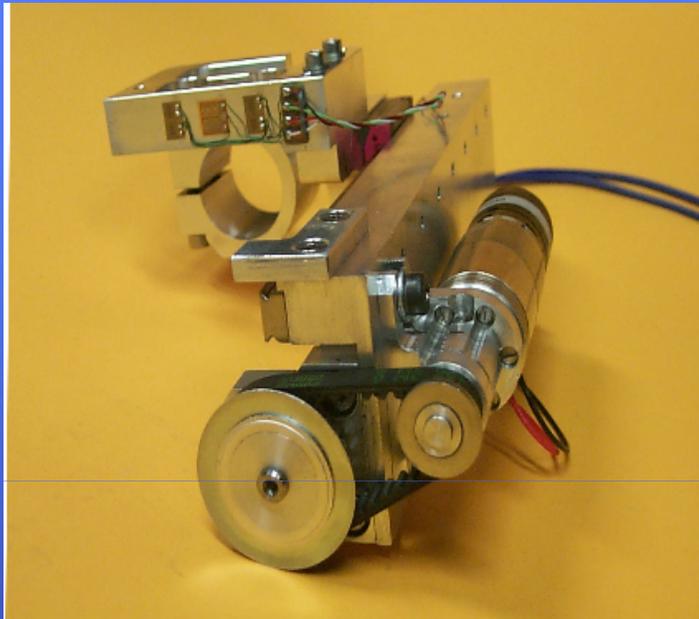


# ESEMPIO 1c: Strumentazione per Bioimmagini PET

## MR/PET SIEMENS Biograph mMR



# ESEMPIO 1d: dispositivi meccanici robotizzati per interventi chirurgici e riabilitazione



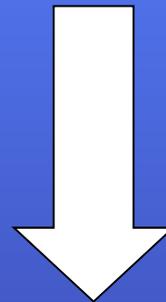
The screenshot displays a surgical navigation software interface with several panels and controls:

- Microscope View:** A large central window showing a close-up of surgical tissue with a green arrow pointing to a specific area.
- OR View:** A smaller window in the top right showing a wide-angle view of the operating room with surgeons and equipment. Below it are "Zoom In" and "Zoom Out" buttons.
- Surgical Plan:** A button located below the OR View window.
- Snapshot Facility:** A button located below the OR View window.
- Iliacal Trajectory:** A panel on the bottom left showing a 3D model of a skull with a red trajectory line. It includes a "Load Images..." button and a "Load Substances..." button.
- Coordinate Data:** A panel in the center-right showing numerical values for "Current", "Target", and "Entry" coordinates.

Current:	85.3	186.7	77.0
Target:	120.5	184.5	68.0
Entry:	85.3	186.7	77.0
- Move Robot to Trajectory:** A button located below the coordinate data panel.
- Imaging Windows:** A grid of four windows showing different cross-sections of the skull: "Axial", "Coronal", "Sagittal", and "Oblique".
- Navigation Controls:** A vertical stack of buttons on the far right: "Enlarge" (with a checkbox), "Zoom", "Slice", "Window", and "Center".

# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*

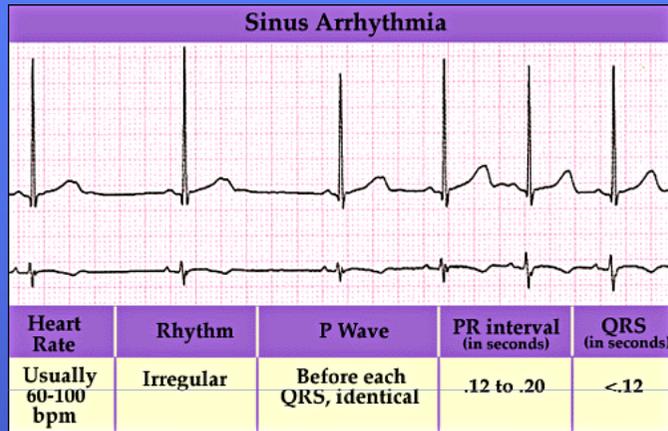
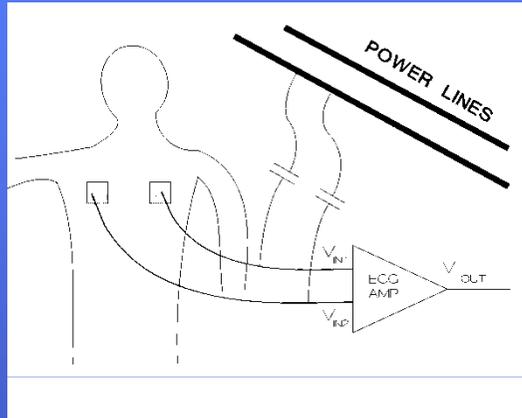


## **ESEMPIO 2**

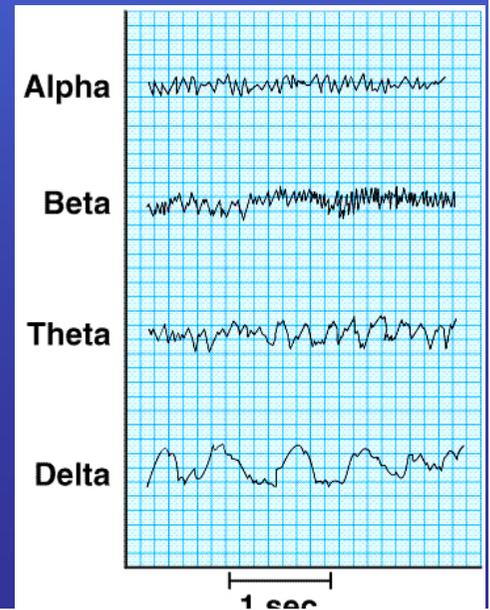
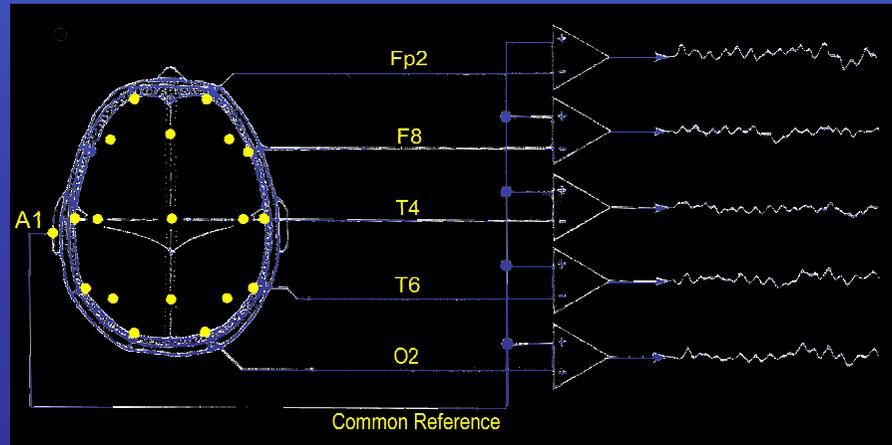
**SVILUPPARE METODI DI ELABORAZIONE E TRATTAMENTO  
DI DATI, SEGNALI E IMMAGINI BIOLOGICHE E MEDICHE**

# ESEMPIO 2a: Elaborazione di segnali

## Elettrocardiogramma (es. diagnosi aritmie)

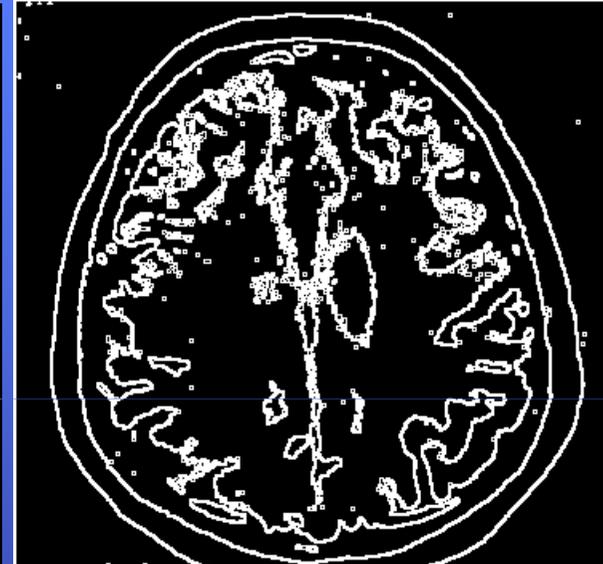
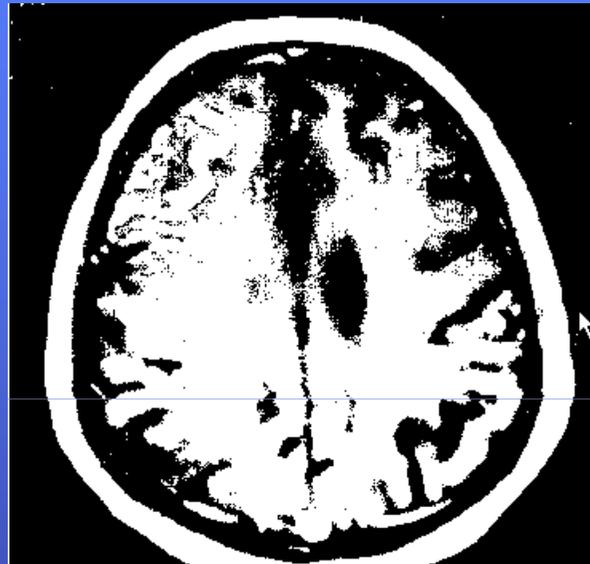
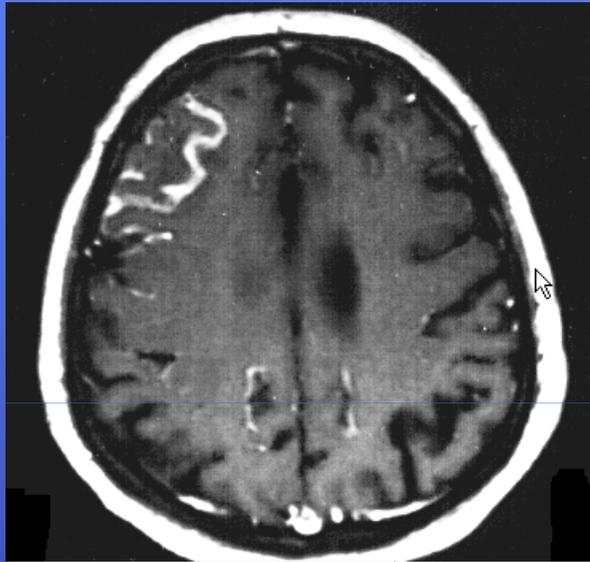


## Elettroencefalogramma (es. diagnosi epilessia)



## ESEMPIO 2b: Elaborazione di immagine

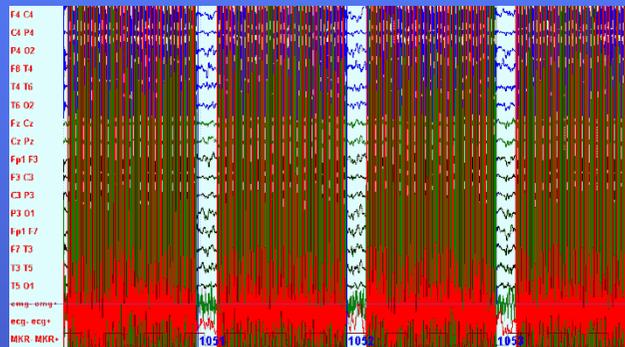
TAC: estrazione dei ventricoli cerebrali



# ESEMPIO 2c: Integrazione segnali/immagini

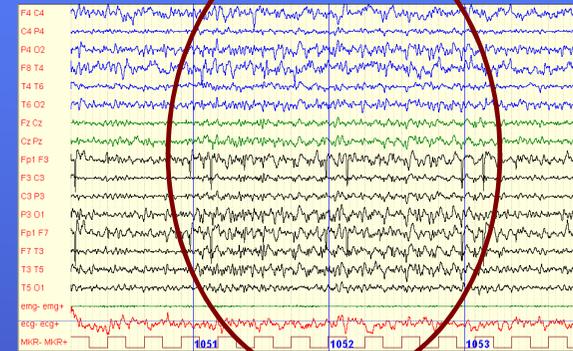
EEG (ottima risoluzione temporale) / fMRI (ottima risoluzione spaziale)

EEG durante fMRI

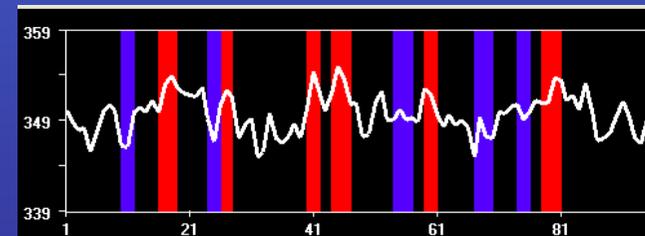


Sottrazione artefatto

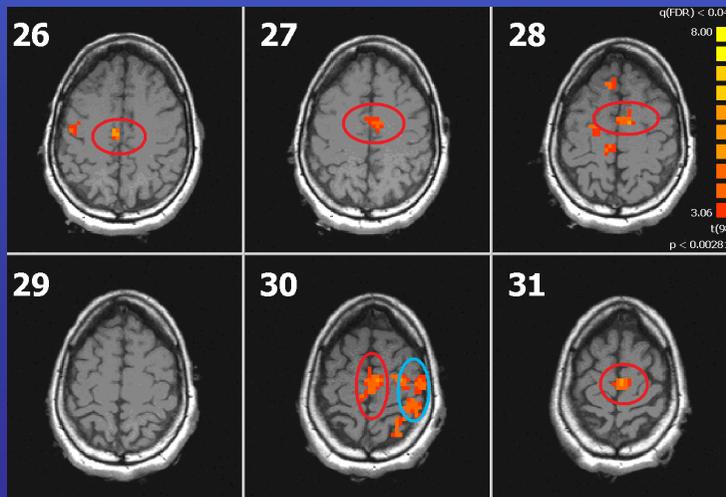
EEG filtrato



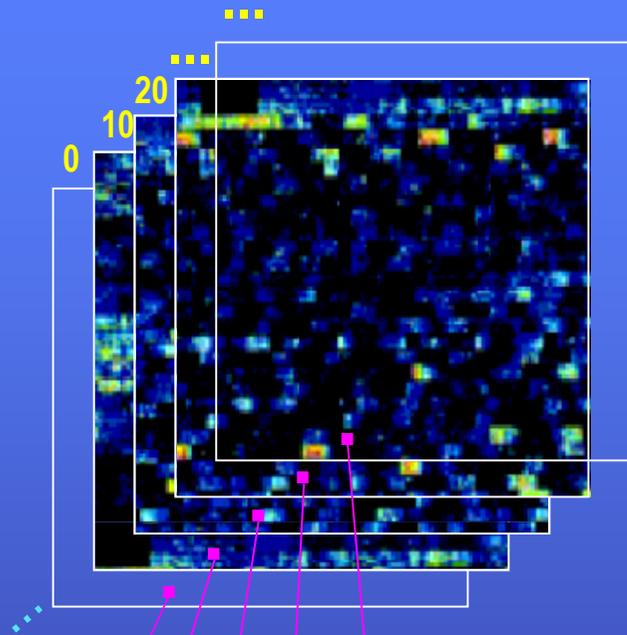
Protocollo



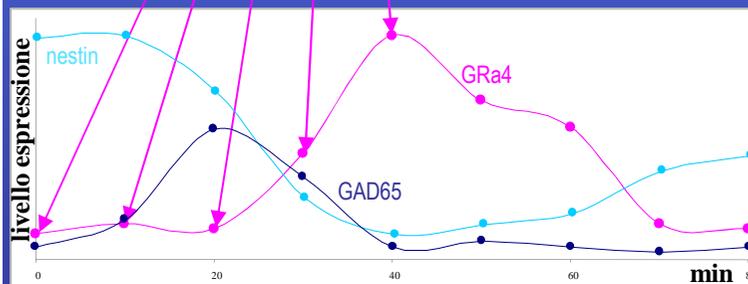
Attivazione fMRI



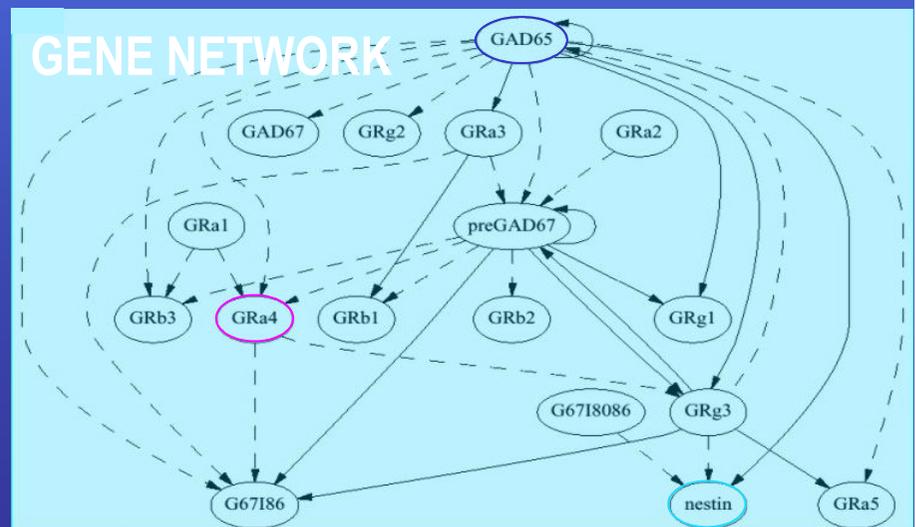
## ESEMPIO 2d: Elaborazione di segnali high-throughput



Esperimenti in vitro/ misure con Microarray a livello dell'intero genoma

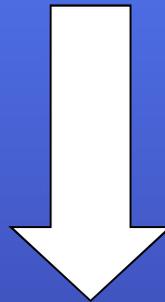


## Rete di regolazione genica



# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

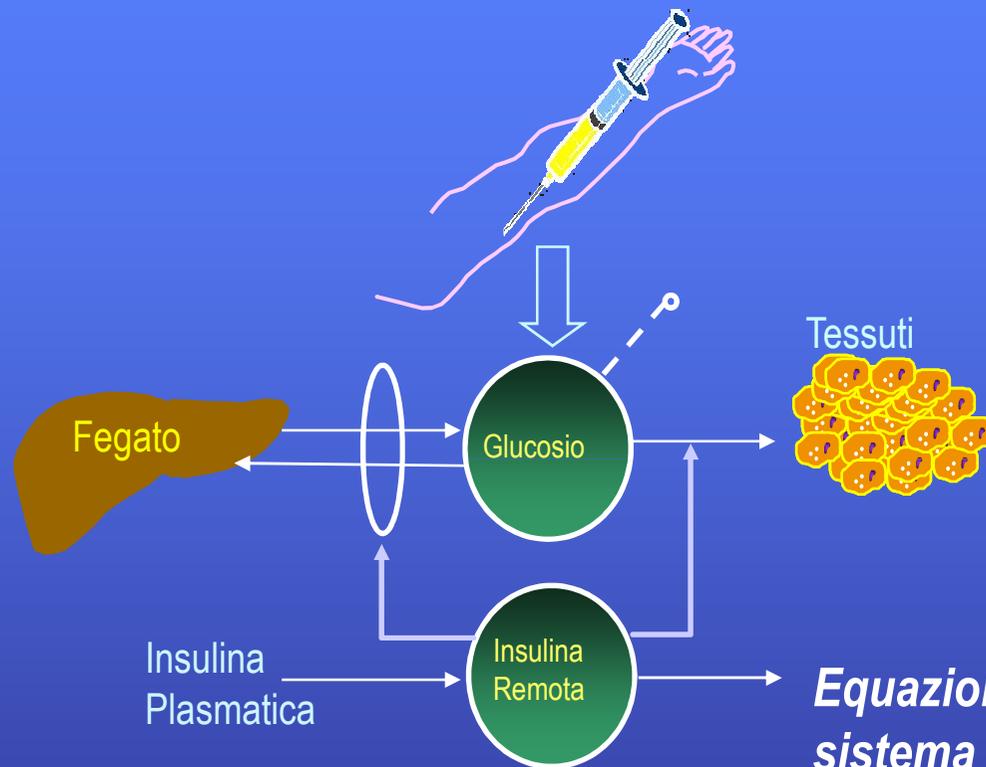
*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*



## **ESEMPIO 3**

**STUDIARE SISTEMI BIOLOGICI MEDIANTE L'USO  
DI METODI E MODELLI FISICO-MATEMATICI**

## ESEMPIO 3a: Modello per stimare quanto bene l'insulina regola il glucosio (malattia del diabete)



*Equazioni differenziali che descrivono il sistema glucosio-insulina*

$$dG(t)/dt = -[S_G + X(t)] G(t) + S_G G_b \quad G(0) = G_b$$

$$dX(t)/dt = -p_2 [X(t) - S_1 (I(t) - I_b)] \quad X(0) = 0$$

# ESEMPIO 3b: Imaging con Risonanza Magnetica dell'emodinamica cerebrale per stimare flusso e volume del sangue nel cervello

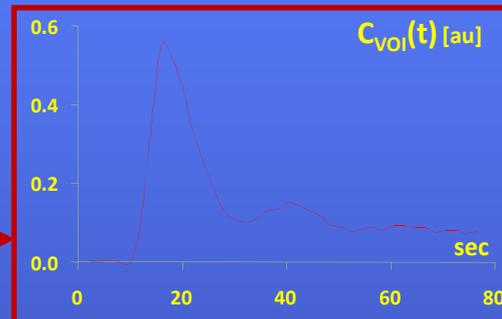
## ACQUISIZIONE



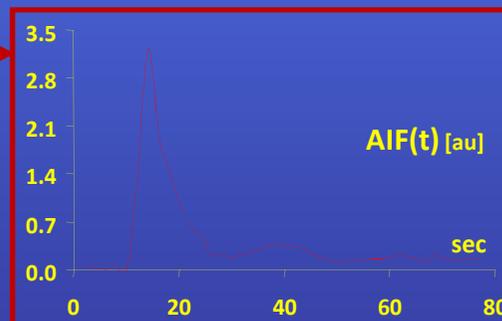
DSC-MRI  
(immagini di risonanza)

## POST-PROCESSING

Tissue Concentration



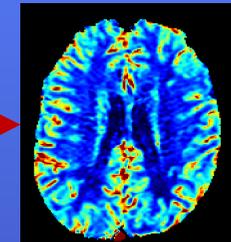
Arterial Concentration



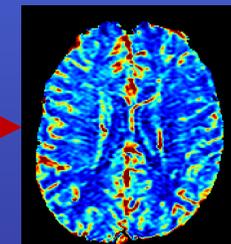
livello di voxel

MODELLI  
MATEMATICI

Mappa  
flusso ematico

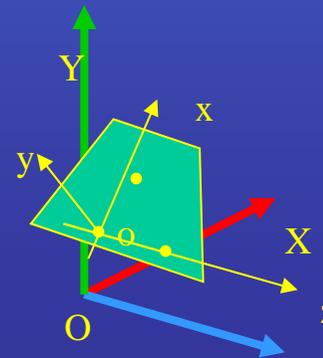
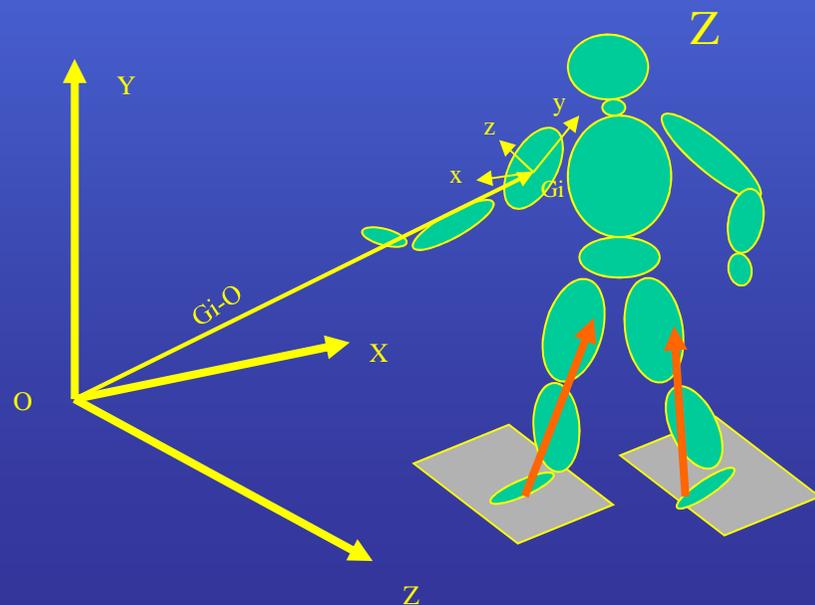
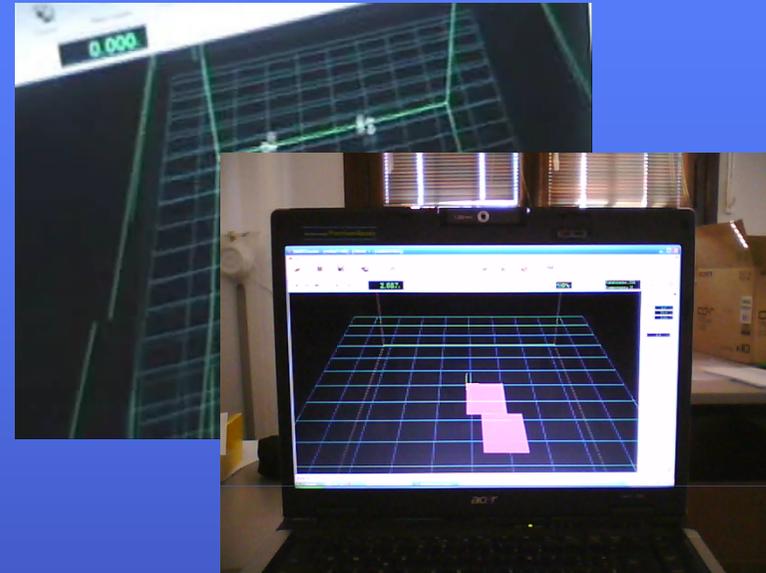
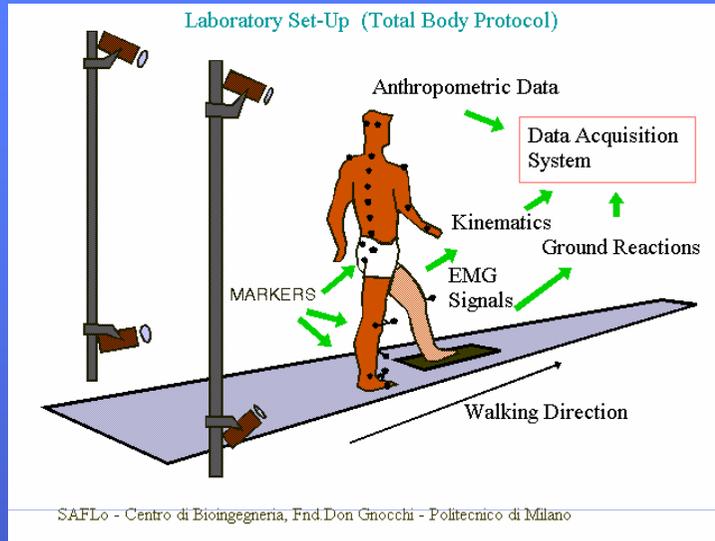


Mappa  
volume ematico



Ad es: uso nello studio delle  
malattie neurodegenerative  
(Alzheimer, Parkinson, ...)

# ESEMPIO 3c: Modelli biomeccanici per lo studio del movimento umano

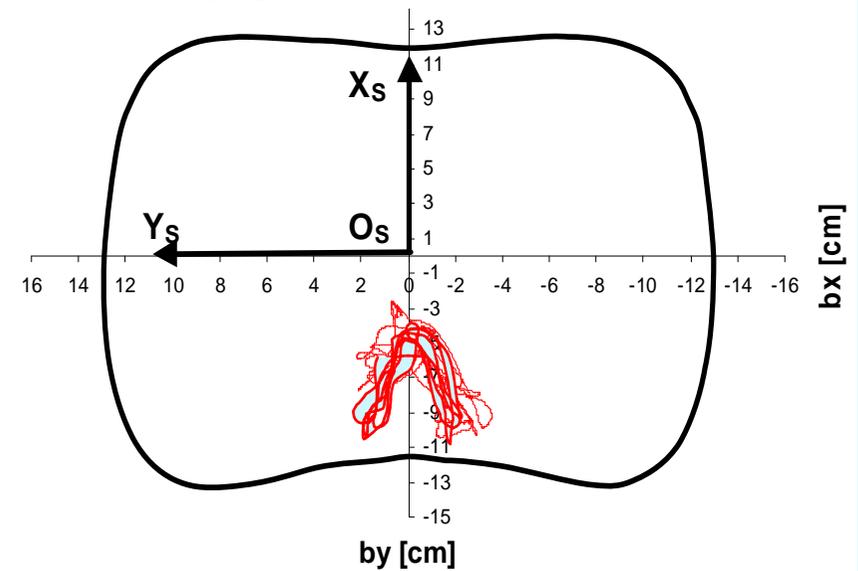


$$\begin{cases} x(\cos\alpha_x, \cos\alpha_y, \cos\alpha_z) \\ y(\cos\beta_x, \cos\beta_y, \cos\beta_z) \\ z(\cos\gamma_x, \cos\gamma_y, \cos\gamma_z) \\ o(o_x, o_y, o_z) \end{cases}$$

## ESEMPIO 3d: Applicazione di modelli biomeccanici all'ottimizzazione del gesto sportivo

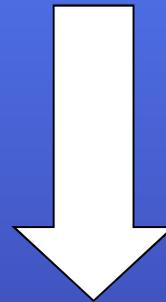


Variazione del Centro di Pressione al Sedile durante 10 pagaiate



# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*



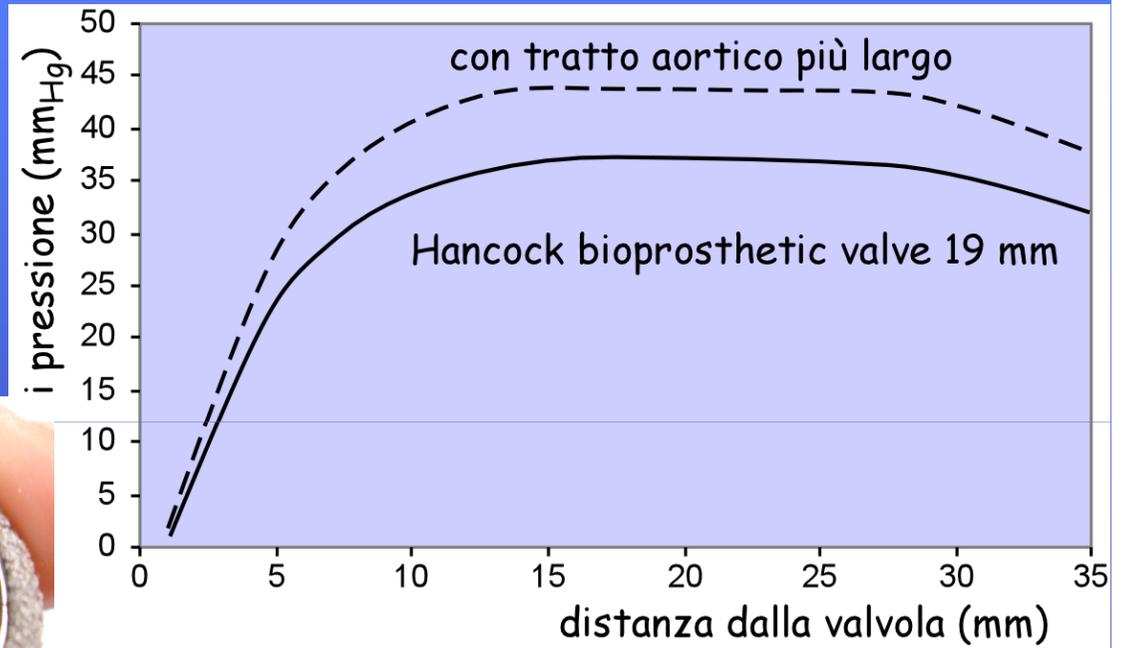
## **ESEMPIO 4**

**SVILUPPARE TECNOLOGIE PER LA DISABILITA', PROTESI E ORGANI ARTIFICIALI**

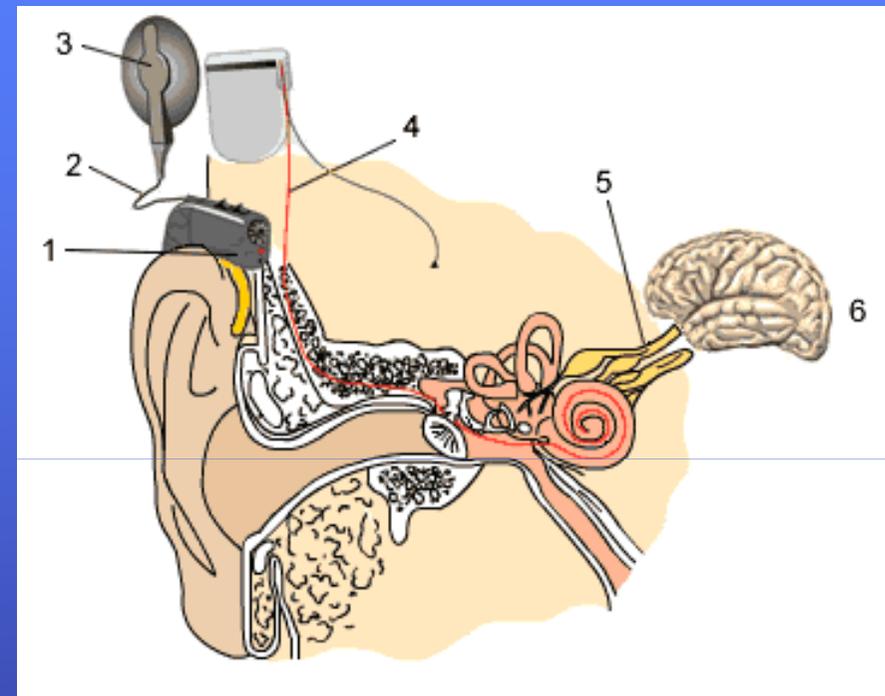
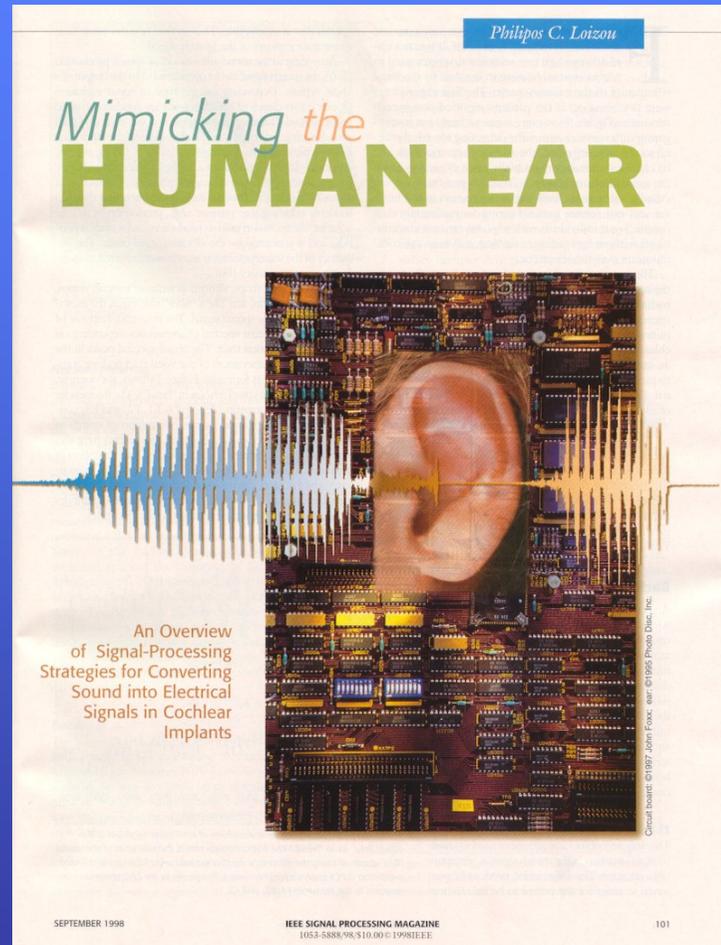
## ESEMPIO 4a: Protesi arti



## ESEMPIO 4b: Protesi di valvola cardiaca

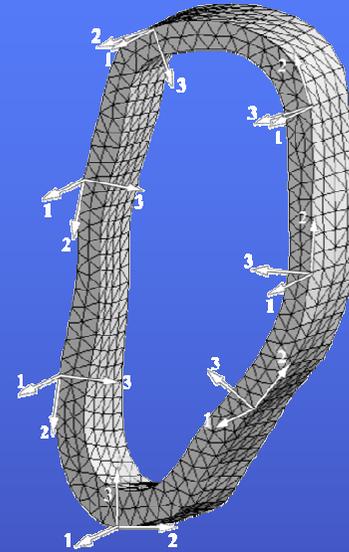
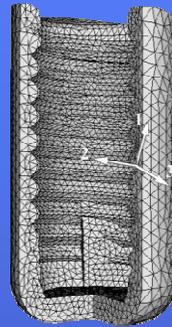
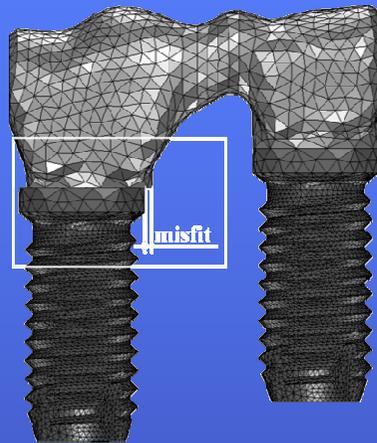


# ESEMPIO 4c: Impianto cocleare (“orecchio bionico”) per sordi profondi



# ESEMPIO 4d: Analisi dei problemi di interazione protesica dentale

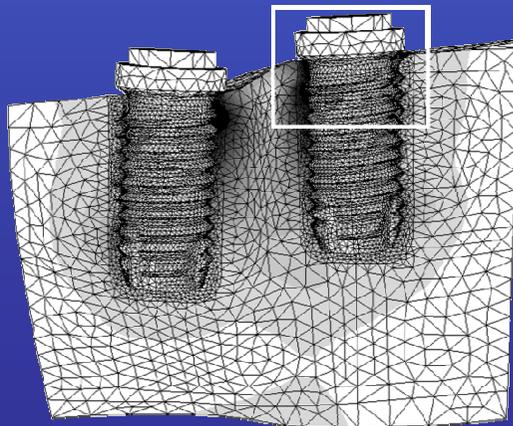
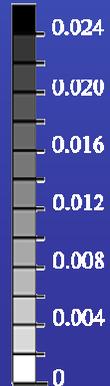
modello numerico del sistema implantare comprendente barra di accoppiamento ed impianti



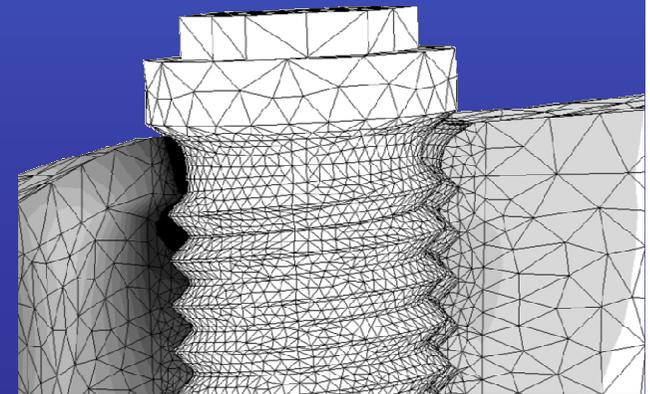
Caratterizzazione meccanica del tessuto osseo del sito implantare

campo degli spostamenti, nell'ipotesi di assenza di integrazione tra tessuto e impianto

U (mm)

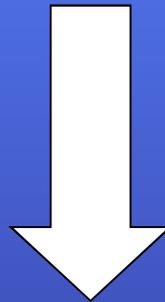


dettaglio del processo di distacco tra tessuto e impianto



# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*



## ESEMPIO 5

**STUDIO DI BIOMATERIALI E INGEGNERIA DEI TESSUTI  
BIOLOGICI**

# ESEMPIO 5a: Sintesi di **pelle artificiale** per curare lesioni alla cute

## Basic principles of Tissue engineering

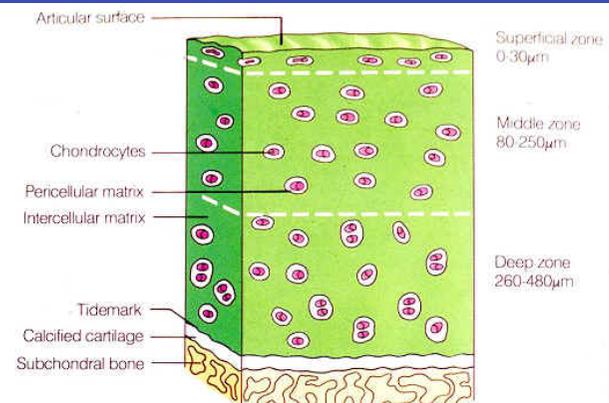
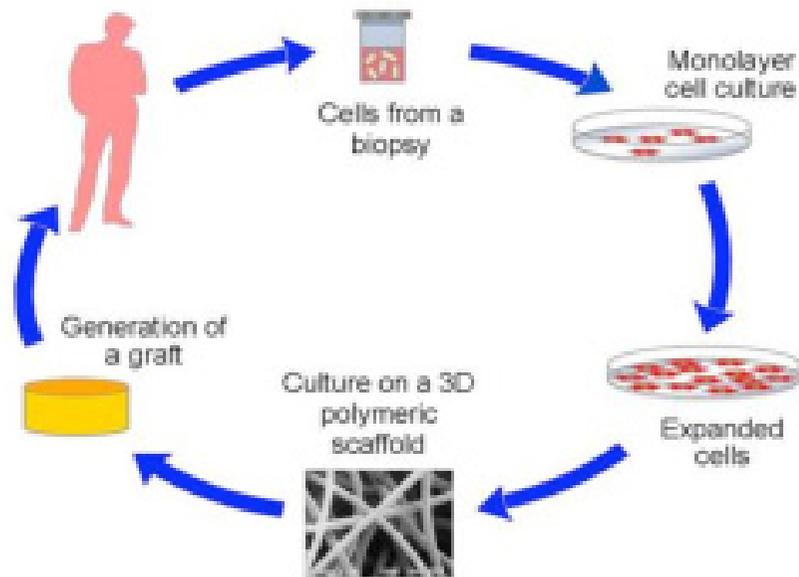
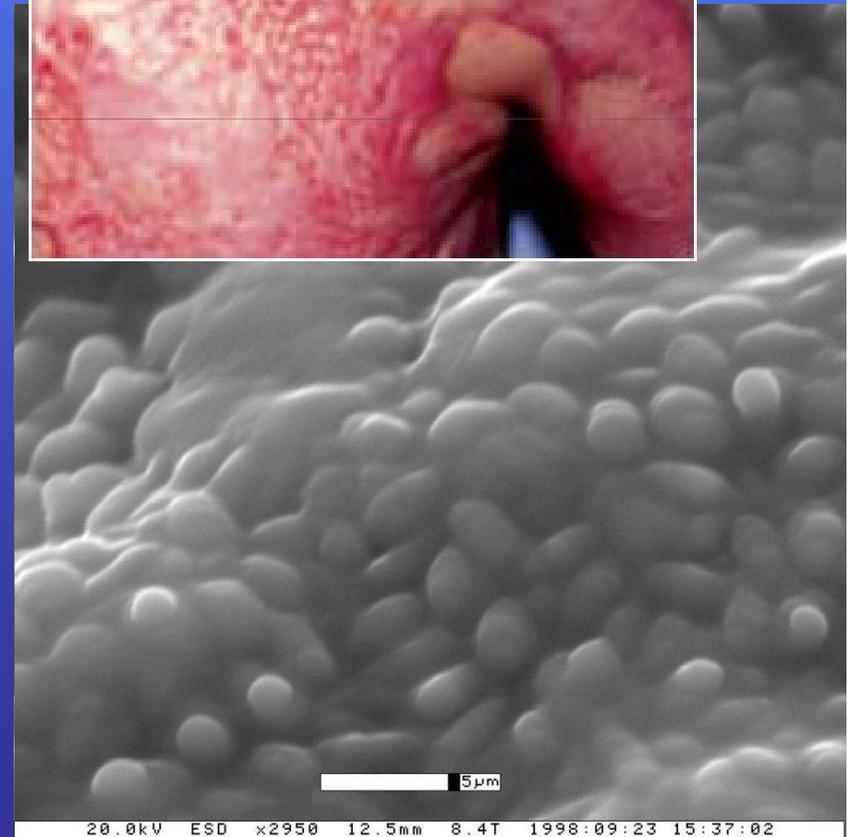
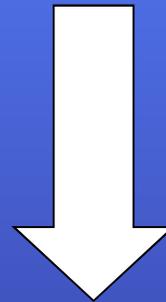


Fig. 2. Schematic drawing of articular cartilage showing changes in organization with depth from the articular surface to the subchondral bone.



# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

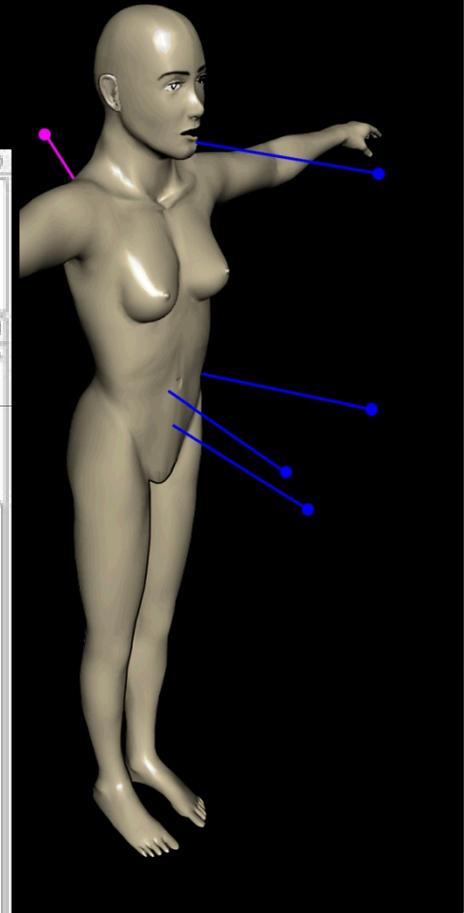
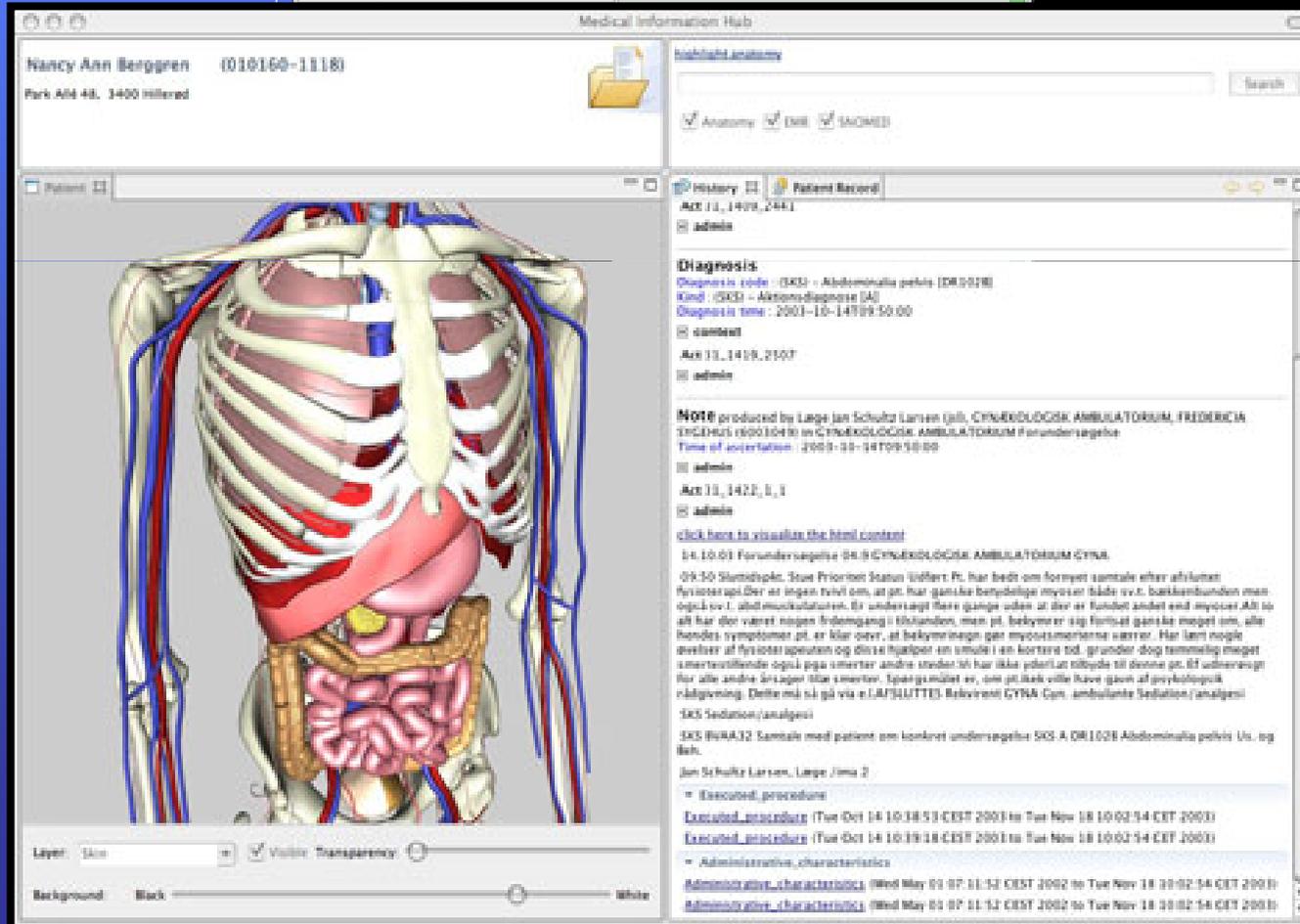
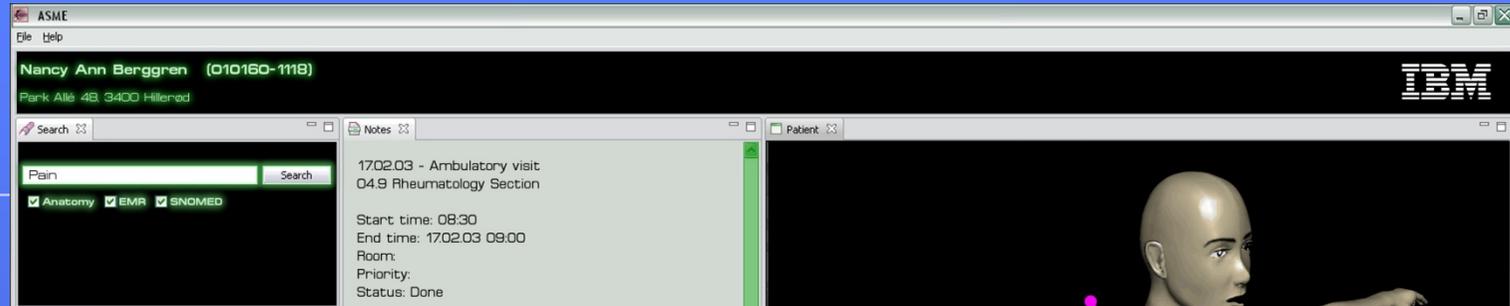
*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*



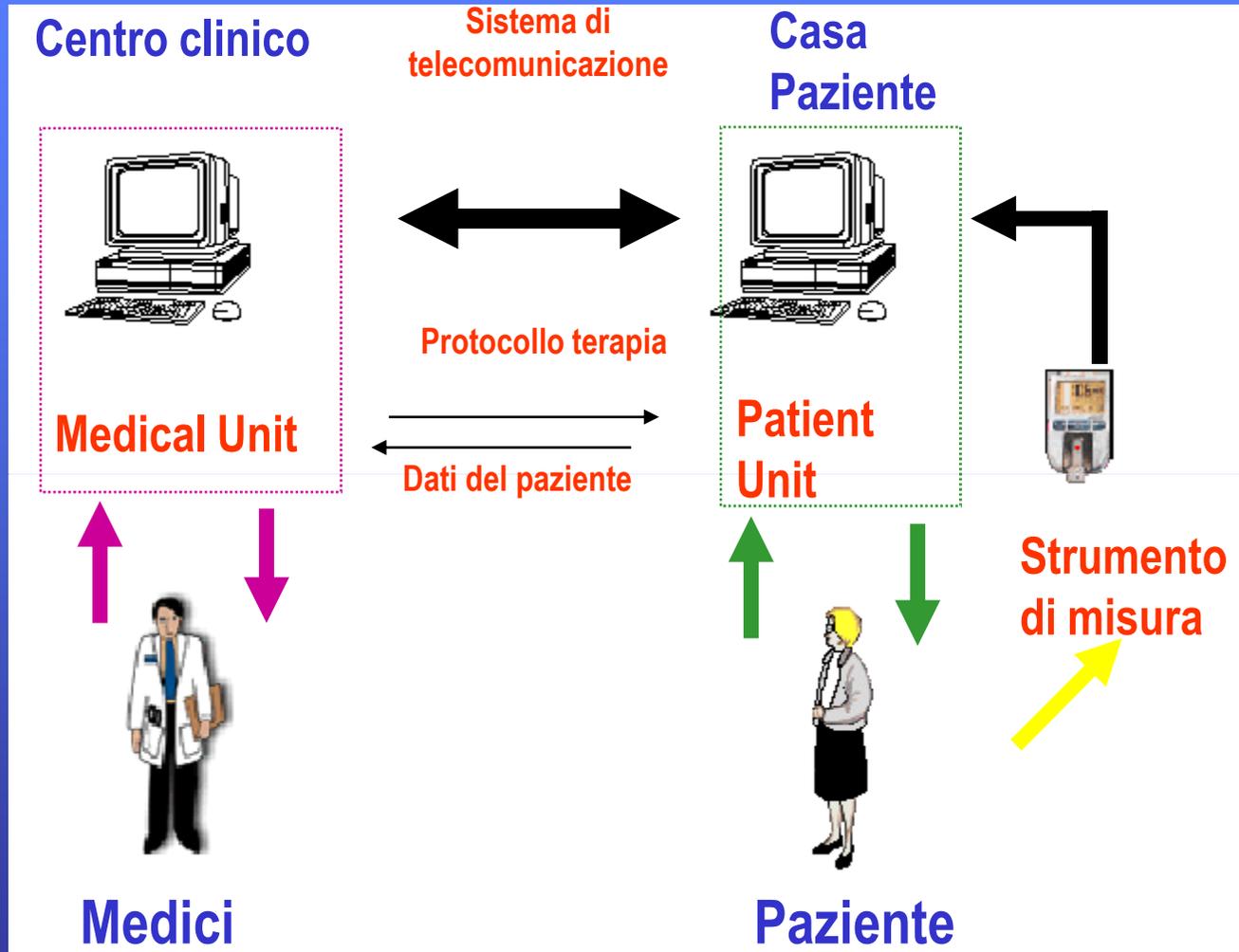
## **ESEMPIO 6**

**SVILUPPO DI TECNOLOGIE DELL'INFORMATICA E DELLE  
TELECOMUNICAZIONI PER LA SANITA'**

# ESEMPIO 6a: gestione informatizzata di dati sanitari

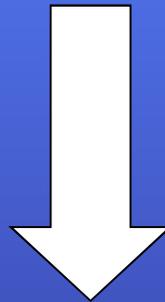


# ESEMPIO 6b: sistemi di Telemedicina



# COSA FA L'INGEGNERE BIOMEDICO

*L'Ingegnere Biomedico opera all'interno del sistema sanitario, nel mondo della ricerca e della produzione e rappresenta una figura indispensabile per molti compiti*



## **ESEMPIO 7**

**MIGLIORARE LA QUALITA' DEL SERVIZIO SANITARIO**

## ESEMPIO 7a: valutazione, acquisto e manutenzione di apparecchiature



**Biologia e medicina offrono sempre nuovi problemi di grande interesse che possono essere affrontati con i metodi dell'ingegneria : la biologia è il nuovo paradigma dell'Ingegneria come lo sono stati, nel recente passato, l'elettronica e l'informatica**



**L'ingegnere Biomedico opera in diversi ambiti: tecnologico, industriale, scientifico, clinico e ospedaliero, allo scopo di**

**Comprendere/ Formalizzare/ Risolvere**

**problematiche di interesse biologico/medico**

# LAUREE IN INGEGNERIA BIOMEDICA IN ITALIA



● laurea triennale & magistrale

● solo laurea magistrale

● solo laurea triennale

# PERCHE' A PADOVA : Storia



- 1968: Corso di “Elettronica Biomedica”, primo dell’area Bioingegneria in Italia
- 1992: Indirizzo di Ingegneria Biomedica nella Laurea in Ingegneria Elettronica
- 1994: Diploma Universitario di Ingegneria Biomedica (attivo fino al 2000)
- 2000: Corso di laurea triennale (Ing. Biomedica) e specialistica (Bioingegneria)
- 1984: Dottorato di Ricerca in Bioingegneria

# PERCHE' A PADOVA:

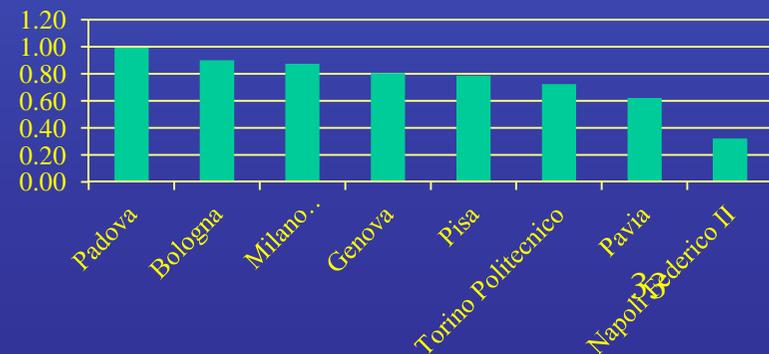
**Docenti coinvolti in attività di ricerca a livello internazionale**



## DIPARTIMENTI UNIVERSITARI

- Ingegneria dell'Informazione
- Ingegneria Industriale
- Tecnica e Gestione dei Sistemi industriali
- Ingegneria Civile, Edile e Ambientale
- Scienze Biomediche
- Medicina Molecolare

### Valutazione ANVUR dei prodotti di ricerca nel settore Bioingegneria



1° anno

ESAMI COMUNI A TUTTI I 4 CORSI DI LAUREA TRIENNALE DELL'AREA DELL'INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

2-3° anno

**LAUREE TRIENNALI  
IN INGEGNERIA BIOMEDICA  
ELETTRONICA  
INFORMATICA  
("CANALI PROFESSIONALIZZANTI")**

LAUREA TRIENNALE IN  
INGEGNERIA  
DELL'INFORMAZIONE  
("CANALE FORMATIVO")

Previo "recupero"  
di alcuni esami

**LAUREA  
MAGISTRALE IN  
BIOINGEGNERIA**

4-5° anno

**DOTTORATO**

altri  
3 anni

**MONDO DEL LAVORO**

**LAUREA  
MAGISTRALE IN BIOINGEGNERIA  
MANIFESTO DEGLI STUDI  
COORTE 2015-2016**

## CARATTERIZZANTI

### Almeno 45 CFU tra :

- ✓ INFORMATICA MEDICA
- ✓ ELABORAZIONE SEGNALI BIOLOGICI
- ✓ MODELLI E CONTROLLO SIST BIOL (INGLESE)
- ✓ STRUMENTAZIONE BIOMEDICA (INGLESE)
- ✓ BIOMATERIALI E TESSUTI BIOLOGICI
- ✓ BIOMECCANICA (DA L- IBM)
- ✓ MECCANICA DEI TESSUTI BIOLOGICI

### 24 CFU tra:

- ✓ ANALISI DI DATI BIOLOGICI
- ✓ BIOIMMAGINI
- ✓ BIOINGEGNERIA PER LA GENOMICA
- ✓ MACHINE LEARNING PER LA BIOING (INGLESE)
- ✓ NEUROINGEGNERIA
- ✓ BIOING DEL MOVIMENTO E RIABILITAZIONE
- ✓ BIOMECCANICA COMPUTAZIONALE
- ✓ MECCANICA DEI BIOMATERIALI
- ✓ MECCANICA DELLE STRUTTURE BIOLOGICHE

## AFFINI

### Almeno 15 CFU tra :

- ✓ BIOLOGIA E FISIOLOGIA (INGLESE)
- ✓ BIOTECNOLOGIE MEDICHE (INGLESE)
- ✓ FLUIDODINAMICA PER LA BIOING (INGLESE)
- ✓ FONDAMENTI DI MECCANICA (DA L-IBM)
- ✓ ROBOTICA MEDICA
- ✓ BIOSENSORI

36

## A SCELTA

15 CFU

## PROVA FINALE

21 CFU

## MANIFESTO

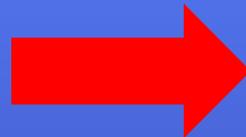
Nessun corso obbligatorio

Ampie possibilità di scelta

Due corsi da L-IBM

Sei corsi in lingua inglese

Molti corsi hanno  
prerequisiti



## PIANO DI STUDI

**Flessibile** lo studente potrà seguire un percorso:

- in linea con la sua preparazione
- ben caratterizzato relativamente alle materie fondamentali
- orientato verso ambiti diversi di specializzazione

Consultare i programmi degli insegnamenti e le note alla compilazione dei piani di studio

# Prova finale : progetto di ricerca

## Presso nostri laboratori :



Modelli - Segnali - Immagini

Bioingegneria del movimento

Meccanica dei materiali biologici

Bioingegneria Chimica

Fluidodinamica Cardiovascolare

NeurochipLab

Dip Ing dell'Informazione

Dip Ing dell'Informazione

Dip Ing Industriale

Dip Ing Industriale

Dip Ing Civile, Edile ed Ambientale

Dip Scienze Biomediche

## Presso centri di ricerca nazionali e internazionali

Nell'ambito di stage presso aziende nazionali ed estere,  
società di servizi, servizio sanitario nazionale

**Sul sito:**

<http://www.dei.unipd.it>

alla voce : studiare

orientamento

**QUESTE SLIDES**

**+**

**PER OGNI CORSO:**

**CONTENUTI**

**MODALITA' DIDATTICHE**

# LABORATORI DIDATTICI

## INFORMATICI

Dott. Andrea Facchinetti

## BIOMECCANICA

Dott. Emanuele Carniel

## BIOINGEGNERIA DEL MOVIMENTO

Dott.ssa Zimi Sawacha

