



Anno 2013

Politecnico di MILANO >> Sua-Rd di Struttura: "Elettronica, Informazione e Bioingegneria"

C.1.b Grandi attrezzature di ricerca<sup>(1)</sup>

N.1 - Ad uso esclusivo della struttura (scheda inserita dalla Struttura)

|   |   |
|---|---|
| Nome o Tipologia  | Meccatronica e Robotica   |
| Responsabile scientifico                                  | ROCCO Paolo   |
| Descrizione <sup>(2)</sup>                                | Robot industriale con controllore aperto: Robot ABB IRB140 e Robot COMAU SmartSix<br>Prototipo di robot a due bracci ridondanti: Robot ABB FRIDA (comodato)<br>Veicolo QUAD strumentato per guida autonoma: Yamaha Grizzly 700 ATV (comodato)   |
| Classificazione ESFR <sup>(3)</sup>                       | Physical Sciences and Engineering   |
| Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto <sup>(4)</sup> | Internazionali  |
| Anno di attivazione della grande attrezzatura             | 2009  |
| Utenza  | Interna allateneo   |
| Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura    | Progetti di ricerca, Collaborazioni scientifiche, Prestazioni a tariffario, Contratti di ricerca  |
| Altre informazioni utili <sup>(5)</sup>                   | Il laboratorio MERLIN (MEchatronics and Robotics Laboratory for INnovation) supporta le attività di ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico del Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria nei settori della meccatronica, della robotica industriale e del controllo del moto.<br>Le principali attività sperimentali condotte nel laboratorio sono le seguenti:<br>- Pianificazione e controllo del moto avanzati di robot industriali<br>- Controllo dell'interazione di robot industriali con l'ambiente mediante sensori di forza e visione<br>- Interazione sicura uomo-robot mediante sensori di presenza e distanza<br>- Sorveglianza attiva della cella robotica<br>- Controllo di manipolatori robotici a due bracci<br>- Nuovi metodi di programmazione dei robot industriali basati sull'apprendimento per dimostrazione<br>- Manipolazione robotica mobile<br>- Controllo di traiettoria di veicoli autonomi<br>- Controllo antiribaltamento di veicoli autonomi<br>- Controllo di motori per applicazioni varie (elettrodomestici, periferiche di computer)<br>- Simulazione e controllo di sistemi robotici avanzati (manipolatori robotici aerei)<br>- Simulazione avanzata di sistemi meccatronici complessi (macchine utensili, centri di lavoro) |
| Area Scientifica di Riferimento:                          | 09  |

N.2 - Ad uso esclusivo della struttura (scheda inserita dalla Struttura)

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| Nome o Tipologia                    | Misure ottiche ed elettroniche  |
| Responsabile scientifico            | SVELTO Cesare   |
| Descrizione <sup>(2)</sup>          | Laser mode-locking a erbio in fibra a 1.55 um (Menlo Systems):3 uscite con potenza media sopra i 10 mW e impulsi da circa 80 fs<br>Laser a Nd:YAG NPRO a 1.064 um (Innolight): 2W CW TEM00 single-frequency (donazione INFM)<br>Strumentazione ottica (power&energy-meter, Fabry-Perot, ottica e meccanica di precisione, etc.) (donazione INFM)<br>3 Tavoli ottici antivibranti (donazione INFM) |
| Classificazione ESFR <sup>(3)</sup> | Physical Sciences and Engineering   |

|   |   |
|---|---|
| Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto <sup>(4)</sup> | Regionali/Nazionali   |
| Anno di attivazione della grande attrezzatura             | 1993  |
| Utenza  | Interna allateneo   |
| Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura    | Progetti di ricerca, Collaborazioni scientifiche, Prestazioni a tariffario, Contratti di ricerca  |
| Altre informazioni utili <sup>(5)</sup>                   | <p>Presso il Laboratorio di Misure del DEIB si conducono ricerche a carattere scientifico e tecnologico nell'ambito della strumentazione elettronica ed optoelettronica di misura.</p> <p>I ricercatori che operano nel Laboratorio studiano e sviluppano nuovi metodi e strumenti per la caratterizzazione elettromagnetica, dalle frequenze elettriche sino alle frequenze ottiche.</p> <p>Le principali attività di ricerca riguardano:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- caratterizzazione di oscillatori ottici ed elettronici con misure nel dominio del tempo e della frequenza;</li> <li>- implementazione hardware/software di sistemi di controllo;</li> <li>- laser stabilizzati e campioni di frequenza;</li> <li>- interferometria ottica e misura di vibrazioni;</li> <li>- prototipi di sensori ottici per applicazioni industriali;</li> <li>- misure ottiche e sensori elettro-ottici;</li> <li>- stabilizzazione attiva di oscillatori laser;</li> <li>- tarature di misuratori di potenza ottica;</li> <li>- scansione laser di superfici e ricostruzione di immagini 3D;</li> <li>- elaborazione di immagini biomedicali;</li> <li>- misure di velocità nei fluidi;</li> <li>- caratterizzazione elettromagnetica di sistemi e dispositivi.</li> </ul> |
| Area Scientifica di Riferimento:                          | 09  |

### N.3 - Ad uso esclusivo della struttura (scheda inserita dalla Struttura)

|   |  |
|---|--|
| Nome o Tipologia  | Analisi della Postura e del Movimento Luigi Divieti  |
| Responsabile scientifico                                  | CRIVELLINI Marcello, GALLI Manuela   |
| Descrizione <sup>(2)</sup>                                | <p>sistema optoelettronico ELITE 2002 (BTS, It): sistema a marker passivi (8 TVC, f= 100Hz) per la rilevazione cinematica del movimento (movimenti total body)</p> <p>sistema optoelettronico SMART (BTS, IT): sistema a marker passivi (6 TVC, f= 50 Hz) per la rilevazione cinematica del movimento (movimenti fini)</p> <p>2 piattaforme di forza (AMTI, CH): sensori strain-gauge (f= 500 hZ/1000 HZ) per la rilevazione dello scambio di forze al terreno</p> <p>2 sistemi EMG (BTS, It): sistemi EMG a 8 canali per la rilevazione del segnale elettrico associato alla contrazione muscolare</p> <p>Laser Scan RODIM</p>  |
| Classificazione ESFR <sup>(3)</sup>                       | Physical Sciences and Engineering  |
| Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto <sup>(4)</sup> | Interni  |
| Anno di attivazione della grande attrezzatura             | 1992   |
| Utenza  | Interna allateneo  |
| Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura    | Prestazioni a tariffario, Contratti di ricerca   |
| Altre informazioni utili <sup>(5)</sup>                   | <p>L'attività del Laboratorio si divide in:</p> <p>1) Ricerca/ricerca applicata alla clinica: questa attività è focalizzata principalmente sulla definizione ed implementazione di set-up sperimentali per quantificare movimenti specifici, sulla definizione di normalità di riferimento, sull'identificazione e calcolo di parametri per applicazioni cliniche. In questo modo ci si propone di fornire alla clinica degli strumenti che permettano di quantificare il grado di limitazione funzionale, di migliorare il processo decisionale del trattamento riabilitativo ottimale e di quantificare gli effetti di un trattamento nel tempo in diverse condizioni patologiche (Paralisi Cerebrale Infantile, Sindrome di Down, Malattia di Parkinson, protesi di arto inferiore, disturbi dell'alimentazione, ictus, emiplegia, atassia e altre patologie).</p> <p>2) Didattica: diversi corsi della laurea in Ingegneria Biomedica, sia di primo livello sia magistrale, e della Scuola di Dottorato in Bioingegneria sono svolti presso il Laboratorio Luigi Divieti. Vengono tenute sia lezioni che sessioni pratiche oltre che la preparazione di tesi. In particolare, presso il Laboratorio vengono tenute lezioni (e/o esercitazioni) per i seguenti corsi:<br/> Laboratorio di valutazione funzionale Prof. Manuela Galli;<br/> Valutazione funzionale e riabilitazione motoria Prof. Manuela Galli;<br/> Analisi e organizzazione dei sistemi sanitari Prof. Marcello Crivellini;<br/> Tecnologie per l'analisi e la virtualizzazione motoria Prof. Giorgio Santambrogio.</p> <p>3) Training/consulenze: viene fornito supporto ai laboratori di analisi del movimento che svolgono la loro attività in ambito clinico e si organizzano corsi per operatori di laboratorio e aziende che si occupano di analisi del</p> |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>movimento.</p> <p>4) Servizio alla clinica: è dedicato agli istituti clinici che non dispongono al loro interno di un laboratorio di analisi del movimento ma che hanno la necessità di valutare i loro pazienti mediante analisi quantitative del movimento. In questo caso le valutazioni vengono svolte presso il Laboratorio Luigi Divieti a fronte di convenzioni/accordi ufficiali.</p> <p>Anche se l'attività del Laboratorio è principalmente focalizzata sull'applicazione dell'analisi del movimento in ambito clinico, negli ultimi anni le attività si sono rivolte anche alla valutazione del gesto sportivo, all'ergonomia e alle applicazioni industriali</p> |
| <b>Area Scientifica di Riferimento:</b> | 09  |

#### N.4 - Ad uso esclusivo della struttura (scheda inserita dalla Struttura)

|   |   |
|---|---|
| <b>Nome o Tipologia</b>   | MEMS e Microsensori   |
| <b>Responsabile scientifico</b>                                 | LANGFELDER Giacomo  |
| <b>Descrizione<sup>(2)</sup></b>                                | <p>Camera pulita completa di impianti per il controllo della qualità dell'aria</p> <p>Probe station Karl Suss: Aria filtrata in sovrappressione</p> <p>N.2 Pompa turbomolecolare a vuoto Pfeiffer</p> <p>Camera a vuoto per test dispositivi e rivelatori Alcatel/Vacuum Systems più criostato</p> <p>Semiconductor parameter analyzer Agilent B1500 A</p> <p>Oscilloscopi digitali tipo: Agilent MSO 9104A, Tektronix TDS784D, ecc.</p> <p>Generatori di segnali tipo: Stanford DGS35, Agilent 33250A, ecc</p> <p>Microscopio metallografico Zeiss</p> <p>Tavolo rotante ACUTRONIC</p> <p>generatore campo magnetico MICROMAGNETIC</p>   |
| <b>Classificazione ESFR<sup>(3)</sup></b>                       | Physical Sciences and Engineering   |
| <b>Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto<sup>(4)</sup></b> | Internazionali, Altri Fondi   |
| <b>Anno di attivazione della grande attrezzatura</b>            | 2011  |
| <b>Utenza</b>   | Interna all'ateneo  |
| <b>Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura</b>   | Progetti di ricerca, Collaborazioni scientifiche, Prestazioni a tariffario, Contratti di ricerca  |
| <b>Altre informazioni utili<sup>(5)</sup></b>                   | <p>Le attività del laboratorio riguardano l'ideazione, il design e la caratterizzazione di sensori miniaturizzati di svariate quantità fisiche, nonché lo sviluppo di circuiti di lettura e, quindi, l'integrazione degli stessi in sistemi elettronici. In particolare, a partire dal 2006 l'attività si è focalizzata sui sensori micro- e nano-elettromeccanici MEMS e NEMS (accelerometri, giroscopi, magnetometri, trasduttori ultrasonici, elettrometri), sui sensori di immagine CMOS, sui circuiti di front-end ad essi associati, e sulle relative tecniche di caratterizzazione e qualifica.</p> <p>Il laboratorio ha a disposizione tools di simulazione agli elementi finiti di sensori MEMS e dispositivi elettronici, nonché tools di simulazione circuitale a livello di schede e di circuiti integrati (ASIC). Il laboratorio dispone inoltre di strumentazione specifica per la caratterizzazione di MEMS multi-parametro (tavoli rotanti, generatori di campi magnetici), e di strumentazione custom appositamente sviluppata per la caratterizzazione elettromeccanica di MEMS capacitivi. Il laboratorio ha possibilità di testare sensori su wafer (probe station) o singolari (wire bonding), sia aperti che in package. Dispone inoltre di banchi di caratterizzazione spettrometrica e colorimetrica di sensori di immagine o di colore.</p> <p>Il laboratorio ha capacità di progettazione di schede multistrato e di montaggio su di esse dei componenti, anche SMD. Le capacità di realizzazione in casa dei circuiti stampati è invece limitata a due livelli.</p> <p>L'interconnessione dei sensori con i circuiti (su scheda o integrati) avviene tramite wire bonding.</p> <p>I settori applicativi spaziano dall'elettronica consumer (sensori per dispositivi mobile, gaming, fotocamere digitali), all'elettronica per automotive (accelerometri e giroscopi per sistemi di sicurezza nei veicoli) e al campo biomedico (sensori impiantabili MEMS ultra-low-power).</p> <p>Le attività del laboratorio sono per la maggior parte inquadrate in contratti industriali di ricerca, accordi di collaborazione con istituzioni scientifiche, progetti europei, e hanno prodotto negli ultimi dieci anni una ottantina di pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali e su atti di congressi internazionali, oltre a qualche brevetto.</p> |
| <b>Area Scientifica di Riferimento:</b>                         | 09  |

#### N.5 - Ad uso esclusivo della struttura (scheda inserita dalla Struttura)

|   |   |
|---|---|
| <b>Nome o Tipologia</b>   | Neuroingegneria e robotica medica - NearLab   |
| <b>Responsabile scientifico</b>                                 | FERRIGNO Giancarlo  |
| <b>Descrizione<sup>(2)</sup></b>                                | <p>Lightweight Robot + Fast Research Interface: KUKA LWR4+</p> <p>Industrial Serial Robot 6DoF: Kawasaki FS03N</p> <p>Parallel Surgical Minirobot MAZOR 6 DoF: Mars Robot</p> <p>Medical Robot 6 DoF: PathFinder</p> <p>Spatial localiser: Certus</p> <p>Movement analyser qualified for parabolic flights: SMART micro-G</p> <p>Robotic arm upper limb exoskeleton: ARMEO SPRING - Hocoma</p> <p>Table mounted eye tracker: T60 - Tobii</p> <p>Electrophysiological setup for non-invasive extracellular multisite neuronal recording with microelectrode arrays: USB-ME64 system - Multi Channel Systems</p>  |
| <b>Classificazione ESFR<sup>(3)</sup></b>                       | Physical Sciences and Engineering   |
| <b>Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto<sup>(4)</sup></b> | Internazionali  |
| <b>Anno di attivazione della grande attrezzatura</b>            | 2004  |
| <b>Utenza</b>   | Interna allateneo   |
| <b>Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura</b>   | Progetti di ricerca   |
| <b>Altre informazioni utili<sup>(5)</sup></b>                   | <p>Il Laboratorio si occupa della ricerca nei seguenti campi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- robotica medica: biomeccanica delle articolazioni, tecniche di sensor fusion per la localizzazione spaziale in chirurgia navigata, sistemi di pianificazione avanzata di interventi neurochirurgici, sistemi di controllo cooperato e in telemanipolazione per chirurgia robotica, strumentazione chirurgica, tecniche di intelligenza artificiale applicate alla robotica.</li> <li>- ingegneria per le neuroscienze: tecnologie robotiche ibride per la neuroriabilitazione e per l'indipendenza del disabile e dell'anziano; studio biomeccanico, con simulazioni robotiche e con neuroimmagini del controllo e dell'apprendimento motorio; progettazione di interfacce bioartificiali in ambito neurobiologico.</li> </ul> |
| <b>Area Scientifica di Riferimento:</b>                         | 09  |

N.6 - Ad uso esclusivo della struttura (scheda inserita dalla Struttura)

|   |   |
|---|---|
| <b>Nome o Tipologia</b>                   | Tecnologie Biomediche - TBMLab  |
| <b>Responsabile scientifico</b>           | PEDOTTI Antonio   |
| <b>Descrizione<sup>(2)</sup></b>          | <p>Sistema optoelettronico analisi movimento 3D + software dedicati: 9 TVC, SMART-E 120 Hz</p> <p>Piattaforma forza: Quarzi triassiali</p> <p>Scala sensorizzata: Prototipo HW-SW</p> <p>OEP + software dedicato: 8 TVC</p> <p>Elettromiografo: 8 canali telemetrici (ex Fondazione Don Gnocchi)</p> <p>Cabina pletismografica instrumentata: Prototipo HW-SW</p> <p>Spirometro + Metabolic Analyser: V max</p> <p>Box condizionamento segnali flusso pressione: Shirecil + prototipo</p> <p>Set n. 3 Ecografi: Pie-Medical e GE</p> <p>ELITE + software dedicati: 8 TVC - 50 HZ</p> <p>Sistema per valutazione stiffness articolare: Prototipo HW-SW</p> <p>Postazione lavoro per valutazioni ergonomiche: Maquette prototipale</p> <p>Set up sperimentale per posizionamento in radioterapia inclusivo di motion capture e scansione laser: Prototipo HW-SW (convenzione Fondazione CNAO)</p> <p>Workstation per planning chirurgico: Prototipo HW-SW</p> <p>Workstation per navigazione e pianificazione in chirurgia funzionale: Polaris + HW-SW dedicati</p> <p>Laboratorio sviluppo prototipi meccanici - elettronici (hardware e firmware): Varie strumentazioni e sistemi sviluppo</p> <p>Set di 5 ventilatori domiciliari: Respironics - Resmed prototipi adattati a feedback (in comodato a IRCCS San Luigi Gonzaga)</p> <p>Set di strumentazione per diagnosi e monitoraggio respirazione: Jaeger IOS + prototipi sperimentali RESHOME + RESPRO</p> <p>Set di 2 ventilatori per ventilazione in ICU neonatale: Sensormedics alta frequenza e acutronic fabian (prototipo)</p> <p>Ventilatore Intensive Care per adulti: VELA-care fusion prototipo modificato con FOT</p> <p>Microscopio forza atomica e OMTC inclusivo di parte ottica, controllo e sostegno: Prototipo HW-SW</p> |
| <b>Classificazione ESFR<sup>(3)</sup></b> | Physical Sciences and Engineering   |

|   |  |
|---|--|
| <b>Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto<sup>(4)</sup></b> | Interni, Internazionali, Altri Fondi   |
| <b>Anno di attivazione della grande attrezzatura</b>            | 1992   |
| <b>Utenza</b>   | Interna allateneo, Esterna allateneo   |
| <b>Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura</b>   | Progetti di ricerca, Contratti di ricerca  |
| <b>Altre informazioni utili<sup>(5)</sup></b>                   | <p>Presso il TBM Lab - Laboratorio Tecnologie Biomediche, articolato in quattro diversi laboratori, si sviluppano metodi e tecnologie innovative per migliorare la conoscenza e la cura del paziente in diversi campi del settore biomedico.</p> <p>I laboratori sono i seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cart - Computer Aided RadioTherapy</li> </ul> <p>Il Laboratorio CART si occupa dell'ottimizzazione del trattamento dei tumori in radioterapia e chirurgia. Le principali attività del laboratorio riguardano la pianificazione ed il monitoraggio del trattamento del tumore sia in radioterapia ed adroterapia che in ambito chirurgico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- LaRes - Laboratorio di Analisi della Respirazione</li> </ul> <p>Le attività di ricerca del LaRes sono nel campo della Bioingegneria del Sistema Respiratorio. La missione del LaRes è di creare innovazione in medicina respiratoria attraverso lo sviluppo di metodologie e tecnologie per l'analisi, la valutazione funzionale ed il trattamento delle malattie respiratorie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- MBMC - Movement Biomechanics and Motor Control</li> </ul> <p>Il MBMC Lab si concentra sulla biomeccanica e l'analisi del movimento umano. Le nostre attività comprendono lo sviluppo e l'applicazione di nuove metodologie per quantificare il movimento umano e la loro domanda per la valutazione clinica, la pianificazione chirurgica, simulazione virtuale e design ergonomico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- TechRes - Laboratorio di Tecnologie per la Respirazione</li> </ul> <p>TechRes Lab sviluppa soluzioni ingegneristiche innovative per la respirazione. TechRes Lab progetta e sviluppa metodi, modelli e applicazioni ingegneristiche innovative per lo studio della respirazione e delle patologie dell'apparato respiratorio.</p> |
| <b>Area Scientifica di Riferimento:</b>                         | 09   |

N.7 - Ad uso esclusivo della struttura (scheda inserita dalla Struttura)

|   |   |
|---|---|
| <b>Nome o Tipologia</b>   | Rivelatori di radiazione ed elettronica a basso rumore  |
| <b>Responsabile scientifico</b>                                 | CASTOLDI Andrea   |
| <b>Descrizione<sup>(2)</sup></b>                                | <p>tubo X collimato (X-Beam Powerflux PC from X-ray Optical Systems, Inc.) e alimentatore alta tensione: anodo Mo, 50 kV, 1mA, accoppiato con ottica policapillare parallela</p> <p>sistemi di rivelazione per imaging e spettroscopia per raggi X completo di sistema di movimentazione e sw di controllo (custom con PI): banco ottico anti-vibrante, sistema multi-slitte micrometriche con controller Newport, rivelatori per spettroscopia X e imaging X, ottiche policapillari per raggi X per collimazione e focalizzazione, sistema di refrigerazione apparato, alimentatori stabilizzati, sistema di acquisizione digitale, moduli elettronica nucleare, sala di irraggiamento e sala di acquisizione.</p> <p>sistema laser IR per caratterizzazione 2D rivelatori in stanza buia dedicata con camera per schermatura elettromagnetica: 2 laser IR con testa laser intercambiabile a diverse lambda (904nm, 705nm); microscopio Olympus con obiettivi ULWD (fino a 20mm) e per VIS/IR; banco ottico anti-vibrante Newport, sistema multi-slitte micrometriche con controller Newport, Videocamera VIS/IR per allineamenti e centraggio, armadi rack strumentazione sala di test e sala di acquisizione.</p> <p>Camera climatica con dito freddo di condensazione (range da -70C a +300C) per test in temperatura dispositivi e sistemi: ATS-FAAR</p> <p>Oscilloscopi digitali larga banda e mixed signal: Tipo Tektronix MSO 5034, Tektronix DPO4104, Tektronix TDS540D, etc.</p> <p>Generatori di segnali: impulsatori, generatori di funzione arbitraria: 2 Stanford DGS35, 1 Agilent 33250A, etc.</p> <p>Strumentazione per elettronica nucleare: alimentatori basso rumore, moduli NIM elettronica, ADC per spettroscopia, shaper basso rumore, alimentatori alte tensioni, etc.</p> <p>Strumentazione per caratterizzazione dispositivi a semiconduttore: 2 elettrometri Keithley, Agilent LCR meter, Keithley picoammeter, Keithley SMU per misure I-V, voltmetri digitali 14 bits</p> <p>Sistema di digitalizzazione multicanale VME con FW dedicato: digitalizzatori SIS3301 (12 e 14 bit 100MS/s), digitalizzatori SIS3350 (12 bit 500MS/s), SIS3150 e SIS9300 (14 bit, 100 MS/s con ADSP-TS101S TigerSHARC DSP) fino a circa 100 canali.</p> |
| <b>Classificazione ESFR<sup>(3)</sup></b>                       | Physical Sciences and Engineering   |
| <b>Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto<sup>(4)</sup></b> | Altri Fondi   |
| <b>Anno di attivazione della grande attrezzatura</b>            | 1999  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Utenza</b>   | Interna allateneo  |
| <b>Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura</b> | Progetti di ricerca, Collaborazioni scientifiche, Prestazioni a tariffario, Contratti di ricerca   |
| <b>Altre informazioni utili<sup>(5)</sup></b>                 | <p>Nel laboratorio "Elettronica: Rivelatori di Radiazione ed Elettronica a Basso Rumore" l'attività di ricerca riguarda i rivelatori di radiazione ionizzante e di particelle cariche. L'attività copre l'intero percorso di innovazione dei sistemi basati su tali rivelatori spaziando dallo sviluppo di nuovi dispositivi allelettronica a basso rumore per l'acquisizione e l'elaborazione ottimale dei segnali provenienti dai rivelatori per poi arrivare a strumenti completi per una specifica applicazione.</p> <p>Il laboratorio nasce dall'attività pionieristica di Emilio Gatti nel campo dei rivelatori di radiazione ionizzante e delle tecniche di trattamento dei segnali da essi forniti. Nel 1983, Emilio Gatti ha inventato insieme a Pavel Rehak (del Brookhaven National Laboratory, BNL, USA) il Rivelatore a Deriva a Semiconduttore (Silicon Drift Detector, SDD). Da quella data il laboratorio collabora allo sviluppo di nuovi rivelatori di radiazione a semiconduttore spesso basati sul concetto del SDD diventando un centro di riferimento, a livello internazionale, nel campo dei rivelatori di radiazione e della strumentazione associata.</p> <p>Parte importante dell'attività di ricerca riguarda il progetto e la caratterizzazione sperimentale di una vasta classe di circuiti VLSI dedicati alla lettura e al trattamento dei segnali da rivelatori di radiazione ionizzante e fotorivelatori ottici.</p> <p>Il laboratorio è coinvolto in svariati ambiti applicativi tra cui: lo sviluppo di camere per raggi gamma ad elevata risoluzione spaziale per applicazioni in medicina nucleare e fisica nucleare; innovativi strumenti per la spettroscopia ad alta risoluzione e limaging X per l'analisi dei materiali, per esperimenti con luce di sincrotrone e sorgenti Free Electron Laser di raggi X e per applicazioni in astronomia; rivelatori ad elevata risoluzione a temperatura ambiente realizzati con semiconduttori composti (SiC, GaAs, CdTe, CdZnTe); sistemi di rivelazione per limaging di particelle cariche in esperimenti di fisica nucleare.</p> |
| <b>Area Scientifica di Riferimento:</b>                       | 09   |

#### N.8 - Ad uso esclusivo della struttura (scheda inserita dalla Struttura)

|   |  |
|---|--|
| <b>Nome o Tipologia</b>   | Intelligenza artificiale e robotica - AIRLab   |
| <b>Responsabile scientifico</b>                                 | BONARINI Andrea  |
| <b>Descrizione<sup>(2)</sup></b>                                | <p>Sistemi sensoriali di vario tipo: telecamere, laser range finder, sonar, inertial measurement unit, ecc.</p> <p>Robot manipolatori</p> <p>Robot mobili</p> <p>Server</p> <p>Sistema visivo OPTITRACK</p>  |
| <b>Classificazione ESFR<sup>(3)</sup></b>                       | Physical Sciences and Engineering  |
| <b>Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto<sup>(4)</sup></b> | Internazionali   |
| <b>Anno di attivazione della grande attrezzatura</b>            | 1994   |
| <b>Utenza</b>   | Interna allateneo  |
| <b>Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura</b>   | Progetti di ricerca, Collaborazioni scientifiche, Prestazioni a tariffario, Contratti di ricerca   |
| <b>Altre informazioni utili<sup>(5)</sup></b>                   | <p>Il laboratorio è stato fondato nel 1973 da Marco Somalvico per il supporto alle attività di ricerca e didattica di ricercatori, docenti e studenti nei settori dell' Intelligenza Artificiale, della Robotica e della Visione Artificiale. In particolare, le principali attività che vi si svolgono riguardano:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Progettazione e sviluppo di robot autonomi per applicazioni di servizio, industriali, di intrattenimento, per esplorazione, per edutainment e per riabilitazione</li> <li>- Sistemi di prototipizzazione rapida di robot</li> <li>- Sviluppo di robot biomimetici e umanoidi</li> <li>- Benchmarking di robot autonomi</li> <li>- Visione artificiale per applicazioni robotiche e industriali</li> <li>- Analisi e interpretazione dati sensoriali e fusione multi-sensoriale</li> <li>- Analisi intelligente di dati, inclusi bio-segnali</li> <li>- Agenti autonomi e sistemi multi-agente, con applicazioni nei sistemi di contrattazione automatica, nei sistemi museali, nell'interpretazione dei dati sensoriali, nell'esplorazione e l'operazione in ambienti sconosciuti, nel supporto alle funzionalità del corpo umano, nel monitoraggio, supervisione e controllo ambientale</li> <li>- Modelli di comunicazione tra agenti</li> <li>- Social software e semantic web</li> <li>- Interfacce uomo-macchina intelligenti, incluse interfacce computer-cervello (Brain-Computer Interfaces BCI) e interfacce emotive</li> <li>- Applicazioni di soft computing: controllo fuzzy, modelli fuzzy, reti neurali, algoritmi genetici</li> <li>- Data mining</li> <li>- Apprendimento automatico</li> <li>- Teoria dei Giochi Computazionali (Algorithmic Games)</li> <li>- Sistemi basati sulla conoscenza per applicazioni di supporto alle decisioni, diagnosi, modellazione e predizione di nuovi composti</li> </ul> |

|   |   |
|---|---|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- E-Science e bio-informatica</li> <li>- Affective computing e rilevamento delle emozioni</li> <li>- Progettazione di videogames e robogames, con uso di tecniche di intelligenza computazionale</li> </ul> <p>Presso le 3 sedi del laboratorio sono a disposizione piu' di 20 robot (sia su ruote, sia volanti, sia biomimetici, in larga parte realizzati all'interno del laboratorio) un'officina meccanica ed elettronica, e una ricca dotazione di sensori e 51 sistemi di elaborazione che include, tra l'altro, un'appartamento domotico, e un sistema per l'analisi precisa del movimento (Optitrack).</p> |
| <b>Area Scientifica di Riferimento:</b> | 09  |

N.9 - Ad uso esclusivo della struttura (scheda inserita dalla Struttura)

|   |  |
|---|--|
| <b>Nome o Tipologia</b>   | Compatibilità elettromagnetica "C.E.S.A.R.E."  |
| <b>Responsabile scientifico</b>                                 | D'AMICO Michele  |
| <b>Descrizione<sup>(2)</sup></b>                                | Camera semianecoica: Energia elettrica<br>Attrezzature per EMC   |
| <b>Classificazione ESFR<sup>(3)</sup></b>                       | Physical Sciences and Engineering  |
| <b>Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto<sup>(4)</sup></b> | Regionali/Nazionali  |
| <b>Anno di attivazione della grande attrezzatura</b>            | 1997   |
| <b>Utenza</b>   | Esterna allateneo  |
| <b>Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura</b>   | Progetti di ricerca, Collaborazioni scientifiche, Prestazioni a tariffario, Contratti di ricerca   |
| <b>Altre informazioni utili<sup>(5)</sup></b>                   | <p>Il laboratorio CE.S.A.R.E. (CEntro Studi Applicazioni Radio Elettriche) nasce in risposta alle crescenti problematiche di compatibilità elettromagnetica che molte aziende hanno dovuto affrontare negli ultimi anni. Il principale intento è quello di fornire assistenza alla piccola e media impresa in merito a problematiche di compatibilità elettromagnetica, la valutazione dell'esposizione umana a campi elettromagnetici ambientali oltre alla formazione del personale tecnico.</p> <p>Nel settore della compatibilità elettromagnetica, il laboratorio è disponibile sia per effettuare misure di pre-qualifica, sia per interventi a livello di progettazione, per collaborare alla risoluzione di eventuali problemi riscontrati su di un prototipo, mettendo a disposizione le conoscenze e l'esperienza dei docenti e dei tecnici del DEI.</p> <p>Il laboratorio CE.S.A.R.E. è dotato di una camera semianecoica (di dimensioni 7 x 4 x 3,5 m e frequenze di funzionamento comprese tra i 26 MHz e i 18 GHz) per prove di compatibilità elettromagnetica a 3 m, corredata della strumentazione necessaria per effettuare le prove di emissione e di immunità radiata e condotta in conformità alle normative vigenti.</p> <p>Il laboratorio è situato presso il Polo Scientifico Tecnologico Lombardo (PSTL) di Busto Arsizio.</p> |
| <b>Area Scientifica di Riferimento:</b>                         | 09   |

N.10 - Ad uso esclusivo della struttura (scheda inserita dalla Struttura)

|   |   |
|---|---|
| <b>Nome o Tipologia</b>                   | PoliCom - Optical Communications Lab  |
| <b>Responsabile scientifico</b>           | MARTINELLI Mario  |
| <b>Descrizione<sup>(2)</sup></b>          | <p>Bit Error Rate Tester + Pattern Generator Tektronix: 2 Max bit-rate: 12.5 Gb/s<br/> Amplificatori a fibra drogata Erbium EDFA: 35 amplificatori di linea, Booster con Pout fino a 23dBm e preamplificatori Rack con 64 diodi laser: 2 Spaziatura: 25GHz<br/> Linea in fibra ottica per telecomunicazioni con differenti mappa di dispersione: Lunghezza: 2.000 km<br/> Sorgente Raman: Potenza: 5 Watt<br/> Sorgenti laser accordabili in lunghezza d'onda: Banda di tunabilità: NIR<br/> Oscilloscopio "real-time" Tektronix: Sampling rate: 20Gsample/s x 2 canali. Banda 12GHz<br/> Oscilloscopio campionario: 2 Banda: 30 GHz<br/> Componenti passivi in fibra ottica: Attenuatori, accoppiatori, filtri, isolatori, circolatori, rotatori di Farady<br/> Analizzatore di spettro ottico: 2 Risoluzione: 20pm<br/> Laser Femtosecondo: IR<br/> Laser MOPO: IR<br/> Strumento tester marca ANRITSU</p> <p>(Strumentazione ex CORECOM)</p> |
| <b>Classificazione ESFR<sup>(3)</sup></b> | Physical Sciences and Engineering   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto<sup>(4)</sup></b> | Regionali/Nazionali   |
| <b>Anno di attivazione della grande attrezzatura</b>            | 2009  |
| <b>Utenza</b>   | Interna all'ateneo  |
| <b>Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura</b>   | Progetti di ricerca, Collaborazioni scientifiche, Prestazioni a tariffario, Contratti di ricerca  |
| <b>Altre informazioni utili<sup>(5)</sup></b>                   | <p>PoliCom (POLItecnico Comunicazioni Ottiche Milano) è un Laboratorio del Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria, DEIB, che opera con personale strutturato e con assegnisti, dottorandi e collaboratori del dipartimento.</p> <p>Il Laboratorio PoliCom è nato per consolidare, coordinare e promuovere le competenze del Dipartimento nell'area delle Comunicazioni Ottiche con un approccio multidisciplinare e integrato.</p> <p>Il Laboratorio PoliCom è nato sulla continuità di CoreCom (il Consorzio di Comunicazioni Ottiche del Politecnico di Milano e della Pirelli Cavi e Sistemi che, secondo quanto programmato, ha cessato le attività nel 2008 dopo 13 anni dalla fondazione, e da cui ha ereditato le attrezzature di laboratorio e parte del Personale di Ricerca. L'attività di ricerca del Laboratorio PoliCom si concentra nello sviluppo e sperimentazione di nuove soluzioni nel campo dei sistemi in fibra ottica sia per applicazioni nella rete di trasporto che per l'accesso ottico con particolare attenzione verso tecniche di moltiplicazione (di lunghezza d'onda, di polarizzazione, di modo) atte ad aumentare la capacità trasportata. Inoltre il Laboratorio PoliCom studia nuove fibre ottiche e le loro applicazioni sia nel campo delle comunicazioni che della misura, con lo sviluppo di originali sensori in fibra ottica per uso industriale.</p> |
| <b>Area Scientifica di Riferimento:</b>                         | 09  |

N.11 - Ad uso esclusivo della struttura (scheda inserita dalla Struttura)

|   |  |
|---|--|
| <b>Nome o Tipologia</b>   | Stazione Sperimentale di Spino d'Adda  |
| <b>Responsabile scientifico</b>                                 | RIVA Carlo Giuseppe  |
| <b>Descrizione<sup>(2)</sup></b>                                | <p>Ricevitore beacon satellite Alphasat (dal 2012): Gruppo di continuità</p> <p>Ricetrasmittitore satellite Alphasat (dal 2012): Gruppo di continuità</p> <p>Radiometro RpG HATPRO</p> <p>(strumentazione in comodato ASI)</p>   |
| <b>Classificazione ESFR<sup>(3)</sup></b>                       | Physical Sciences and Engineering  |
| <b>Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto<sup>(4)</sup></b> | Altri Fondi  |
| <b>Anno di attivazione della grande attrezzatura</b>            | 2012   |
| <b>Utenza</b>   | Esterna all'ateneo   |
| <b>Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura</b>   | Progetti di ricerca, Collaborazioni scientifiche, Prestazioni a tariffario, Contratti di ricerca   |
| <b>Altre informazioni utili<sup>(5)</sup></b>                   | <p>La stazione sperimentale di Spino d'Adda rappresenta uno dei più importanti siti sperimentali in Italia (e nel mondo) per gli studi di propagazione delle onde radio in collegamenti spazio-terra. Ospita strumentazione di proprietà del Politecnico di Milano, dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e dell'IEIT-CNR (Istituto di Elettronica e di Ingegneria dell'Informazione delle Telecomunicazioni-Sezione di Milano Consiglio Nazionale delle Ricerche). La stazione sperimentale è operativa dal 1979 e negli anni ha preso parte ai più importanti esperimenti di propagazione (Sirio, Olympus, Italsat e ora Alphasat), consentendo l'acquisizione di misure di attenuazione e depolarizzazione a frequenza comprese fra 11 e 50 GHz, oltre a misure di distorsione di fase e ampiezza intorno a 40 GHz. Sono inoltre state condotte estese campagne di misure radiometriche per applicazioni di propagazione e remote sensing.</p> <p>Il radar meteorologico è stato utilizzato nel recente passato anche per applicazioni ambientali, quali fornitura in tempo reale di mappe di pioggia alla Regione Lombardia (per scopi di protezione civile) e per lo studio della migrazione degli uccelli.</p> <p>All'inizio del 2014 è stata installata la nuova stazione ricetrasmittente terrestre per l'esperimento "Alphasat Aldo Paraboni", insieme ad un nuovo radiometro multifrequenza. La campagna sperimentale vera e propria dovrebbe iniziare nel mese di luglio 2014.</p> |
| <b>Area Scientifica di Riferimento:</b>                         | 09   |

N.12 - In condivisione con altre strutture (scheda inserita dall'Ateneo)

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Nome o Tipologia</b>         | Macchina prove materiali dinamica MTS da 2500kN                                   |
| <b>Responsabile scientifico</b> | DANIOTTI Bruno, FELICETTI Roberto, POGGI Carlo, PEROTTI Federico, RESTA Ferruccio |
|                                 |   |

|   |   |
|---|---|
| <b>Descrizione<sup>(2)</sup></b>                                | Prove dinamiche su dissipatori sismici  |
| <b>Classificazione ESFR<sup>(3)</sup></b>                       | Environmental Sciences, Energy, Material and Analytical Facilities, Physical Sciences and Engineering   |
| <b>Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto<sup>(4)</sup></b> | Interni, Regionali/Nazionali  |
| <b>Anno di attivazione della grande attrezzatura</b>            | 2008  |
| <b>Utenza</b>   | Interna allateneo, Esterna allateneo  |
| <b>Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura</b>   | Progetti di ricerca, Collaborazioni scientifiche, Prestazioni a tariffario, Contratti di ricerca  |
| <b>Altre informazioni utili<sup>(5)</sup></b>                   |   |
| <b>Area Scientifica di Riferimento:</b>                         | 08, 09  |
| <b>Dipartimenti in condivisione:</b>                            | Architettura, Ingegneria delle costruzioni e Ambiente Costruito<br>Ingegneria Civile e Ambientale<br>Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta"<br>Energia<br>Elettronica, Informazione e Bioingegneria<br>Fisica<br>Meccanica<br>Scienze e Tecnologie Aerospaziali |

N.13 - In condivisione con altre strutture (scheda inserita dall'Ateneo)

|   |   |
|---|---|
| <b>Nome o Tipologia</b>   | Macchina prove materiali elettromeccanica Schenck da 1000 kN  |
| <b>Responsabile scientifico</b>                                 | DANIOTTI Bruno, FELICETTI Roberto, POGGI Carlo, PEROTTI Federico, RESTA Ferruccio   |
| <b>Descrizione<sup>(2)</sup></b>                                | Prove di caratterizzazione su materiali innovativi per uso strutturale  |
| <b>Classificazione ESFR<sup>(3)</sup></b>                       | Material and Analytical Facilities, Physical Sciences and Engineering   |
| <b>Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto<sup>(4)</sup></b> | Interni, Regionali/Nazionali  |
| <b>Anno di attivazione della grande attrezzatura</b>            | 2005  |
| <b>Utenza</b>   | Interna allateneo, Esterna allateneo  |
| <b>Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura</b>   | Progetti di ricerca, Collaborazioni scientifiche, Prestazioni a tariffario, Contratti di ricerca  |
| <b>Altre informazioni utili<sup>(5)</sup></b>                   |   |
| <b>Area Scientifica di Riferimento:</b>                         | 08, 09  |
| <b>Dipartimenti in condivisione:</b>                            | Architettura, Ingegneria delle costruzioni e Ambiente Costruito<br>Ingegneria Civile e Ambientale<br>Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta"<br>Energia<br>Elettronica, Informazione e Bioingegneria<br>Fisica<br>Meccanica<br>Scienze e Tecnologie Aerospaziali |

N.14 - In condivisione con altre strutture (scheda inserita dall'Ateneo)

|   |   |
|---|---|
| <b>Nome o Tipologia</b>   | Telaio di contrasto e martinetto elettromeccanico da 1000 kN  |
| <b>Responsabile scientifico</b>                                 | DANIOTTI Bruno, FELICETTI Roberto, POGGI Carlo, PEROTTI Federico, RESTA Ferruccio                     |
| <b>Descrizione<sup>(2)</sup></b>                                | Prove oligocicliche per la valutazione della risposta sismica su componenti fondazione-colonna        |
| <b>Classificazione ESFR<sup>(3)</sup></b>                       | Environmental Sciences, Energy, Material and Analytical Facilities, Physical Sciences and Engineering |
| <b>Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto<sup>(4)</sup></b> | Interni, Regionali/Nazionali  |
| <b>Anno di attivazione della grande attrezzatura</b>            | 2010  |
| <b>Utenza</b>   | Interna allateneo, Esterna allateneo  |

|  |   |
|--|---|
| Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura | Progetti di ricerca, Collaborazioni scientifiche, Prestazioni a tariffario, Contratti di ricerca  |
| Altre informazioni utili <sup>(5)</sup>                |   |
| Area Scientifica di Riferimento:                       | 08, 09  |
| Dipartimenti in condivisione:                          | Architettura, Ingegneria delle costruzioni e Ambiente Costruito<br>Ingegneria Civile e Ambientale<br>Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta"<br>Energia<br>Elettronica, Informazione e Bioingegneria<br>Fisica<br>Meccanica<br>Scienze e Tecnologie Aerospaziali |

N.15 - In condivisione con altre strutture (scheda inserita dall'Ateneo)

|   |   |
|---|---|
| Nome o Tipologia  | Galleria del vento  |
| Responsabile scientifico                                  | BORRI Marco, MALAVASI Stefano, PEROTTI Federico, SAVARESI Sergio Matteo   |
| Descrizione <sup>(2)</sup>                                | <p>La Galleria del Vento del Politecnico di Milano si distingue per una duplice vocazione: essere strumento per la ricerca e nello stesso tempo strumento per applicazioni industriali di elevato contenuto scientifico e tecnologico.</p> <p>L'impianto è costituito da un circuito chiuso a sviluppo verticale che consente di disporre di due sezioni di prova: quella ad alta velocità per applicazioni tipiche dell'ingegneria aerospaziale e quella a bassa velocità e grandi dimensioni, ricavata nel circuito di ritorno, per applicazioni tipiche dell'ingegneria del vento ed ambientale.</p> <p>A valle del diffusore è installato il generatore di flusso costituito da 14 ventilatori, ciascuno dotato di 12 pale, disposti su due file da 7 alloggiamenti indipendenti da 2x2m ciascuno, per un totale di 1.4 MW di potenza installata, che consente il raggiungimento di 55 m/s (200 Km/h). 14 inverter indipendenti consentono di controllare la velocità di rotazione di ogni singolo ventilatore, consentendo di riprodurre in camera di prova profili di velocità che simulano differenti condizioni di impiego e diverse scale geometriche.</p> <p>L'impianto è controllato da un PLC e da una rete interna, in grado di controllare un centinaio di trasduttori dedicati al rilievo dei più importanti parametri di flusso e di funzionamento.</p>   |
| Classificazione ESFR <sup>(3)</sup>                       | Environmental Sciences, Energy, Material and Analytical Facilities, Physical Sciences and Engineering   |
| Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto <sup>(4)</sup> | Interni, Regionali/Nazionali, Internazionali  |
| Anno di attivazione della grande attrezzatura             | 2001  |
| Utenza  | Interna all'ateneo, Esterna all'ateneo  |
| Applicazioni derivanti dall'utilizzo dell'attrezzatura    | Progetti di ricerca, Collaborazioni scientifiche, Prestazioni a tariffario, Contratti di ricerca  |
| Altre informazioni utili <sup>(5)</sup>                   | <p>L'impianto di architettura innovativa risulta estremamente interessante per tutte le applicazioni dell'Ingegneria del vento, da quelle ambientali a quelle inerenti i sistemi aerospaziali.</p> <p>Le dimensioni e le sue caratteristiche di utilizzo ne fanno uno degli impianti più importanti anche in ambito internazionale. La Galleria del vento, il cui costo di realizzazione ha toccato circa i 12 milioni di euro, è stato progettato con più avanzate tecnologie disponibili nel settore, e sfrutta un sistema di gestione automatizzato che rende l'utilizzo dell'impianto semplice e sicuro sia per le prove nella grande camera ambientale sia nella sezione contratta sede delle prove aeronautiche.</p> <p>In particolare:</p> <p><b>Sezione a strato limite (14m x 4m):</b> permette la simulazione dello strato limite terrestre riproducendo ampie porzioni di orografia ed è quindi particolarmente adatta per applicazioni di Ingegneria del Vento, su modelli in grande scala di strutture civili.</p> <p>Tipologie di prova: risposta al vento turbolento di modelli aeroelastici, misura delle distribuzioni di pressione spazio temporale e dei carichi aerodinamici su modelli rigidi, studio dei fenomeni fluidodinamici associati al distacco di vortici, ottimizzazione di piani velici per imbarcazioni, studio del comportamento aerodinamico di veicoli ferroviari e stradali, studio della distribuzione e della concentrazione di sostanze inquinanti sul territorio, applicazione di tecniche di visualizzazione del flusso.</p> <p><b>Sezione a bassa turbolenza (4m x 4m):</b> consente la realizzazione di prove ad alti numeri di Reynolds e bassa turbolenza nella duplice configurazione a flusso confinato e a getto libero (prove elicotteristiche su modelli ad ala rotante). Per le grandi dimensioni, la sezione di prova si presta a svariate applicazioni di ambito aeronautico, veicolistico e sportivo con modelli in scala al vero.</p> <p>Maggiori informazioni: <a href="http://www.windtunnel.polimi.it/impianto/impianto.htm">http://www.windtunnel.polimi.it/impianto/impianto.htm</a></p> |
| Area Scientifica di Riferimento:                          | 09, 08  |
| Dipartimenti in condivisione:                             | Architettura, Ingegneria delle costruzioni e Ambiente Costruito<br>Ingegneria Civile e Ambientale<br>Energia<br>Elettronica, Informazione e Bioingegneria<br>Matematica<br>Meccanica<br>Scienze e Tecnologie Aerospaziali   |

- 
- (1) Si intendono le sole attrezzature a fini di ricerca e di elevato livello di specializzazione; il valore è tipicamente superiore a 100.000 euro (intesi complessivamente, per l'intera attrezzatura); il periodo di acquisizione/utilizzo deve coincidere almeno in parte con l'anno di riferimento. L'aspetto economico di dettaglio viene eventualmente trattato nel quadro III missione. Qui indicare solo l'aspetto scientifico. Vanno mappate anche le attrezzature nella disponibilità dell'ateneo (attraverso eventuali comodati ad es. con imprese o in virtù di accordi di accesso), e non solo quelle di proprietà dell'ateneo. Censire anche le risorse per il calcolo elettronico solo se di particolare rilievo
- (2) Descrizione: indicare se è associata a uno/più Gruppi di ricerca; indicare anche se esiste un collegamento con laboratori o centri di ricerca.
- (3) Classificazione ESFRI: [Alberatura versione 2012](#) (la versione 2013 non è attualmente disponibile).
- (4) Fondi su cui è stato effettuato l'acquisto.
- (5) Altre informazioni utili: Ricadute scientifiche di particolare rilievo collegabili all'attrezzatura durante l'anno in corso. Es.: progetti, pubblicazioni, invenzioni, esperimenti, brevetti, privative etc.