



Politecnico  
di Bari



# PIANO CULTURALE

**DIPARTIMENTO DI  
MECCANICA MATEMATICA E  
MANAGEMENT**

**2024-2026**

**POLITECNICO DI BARI**

## 1. PRESENTAZIONE DEL DIPARTIMENTO

### **1.1 Visione e missione del Dipartimento**

Il Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management (DMMM) del Politecnico di Bari nasce nel 2013 dall'unificazione delle competenze dell'Ingegneria Meccanica, dell'Ingegneria Gestionale e della Matematica, configurandosi come una struttura scientifica e formativa ampia, multidisciplinare e profondamente radicata nel contesto regionale e nazionale. Il Dipartimento svolge una funzione primaria nella promozione dell'alta formazione e della ricerca, nonché nell'elaborazione e nel trasferimento delle conoscenze scientifiche e tecnologiche nei propri domini disciplinari, contribuendo allo sviluppo culturale, industriale ed economico del territorio. A esso fanno capo otto corsi di laurea triennali e magistrali, inclusi percorsi erogati in lingua inglese, programmi interateneo e tre dottorati di ricerca, che testimoniano l'ampiezza dell'offerta formativa e il ruolo centrale del DMMM nel sistema didattico e scientifico dell'Ateneo.

Al Dipartimento fanno capo otto corsi di laurea. In particolare, il Dipartimento eroga quattro corsi di laurea triennale in Ingegneria Gestionale, Ingegneria Meccanica, Ingegneria dei Sistemi Aerospaziali e, a partire dall'a.a. 2023-24, il corso di laurea triennale in Ingegneria Industriale e dei Sistemi Navali. Sono attivi quattro corsi di laurea magistrale in Ingegneria Meccanica, Ingegneria Gestionale, Mechanical Engineering ed Ingegneria Energetica. L'offerta didattica del DMMM è completata, infine, dalla presenza di tre Dottorati di Ricerca in Ingegneria Meccanica ed Energetica, Ingegneria Gestionale ed in Ingegneria e Scienze Aerospaziali, quest'ultimo interateneo con l'Università di Bari - Aldo Moro.

Il DMMM è, inoltre, impegnato nella didattica di due corsi di laurea interateneo: laurea (classe 09) in Ingegneria Gestionale (Politecnico di Bari-Università di Foggia); e laurea Magistrale (LM20) in Aerospace Engineering (Politecnico di Bari-Università del Salento). Sono anche attivi accordi per double degree con istituti stranieri sia per la laurea triennale in Ingegneria Meccanica con l'Università Pavaresia Vlora (Valona, Albania) che per le quattro lauree magistrali con la New York University, il New Jersey Institute of Technology, l'Illinois Institute of Technology, la Cranfield University e la ENSAM Paristech.

Il DMMM si distingue per l'eccellenza nella ricerca sulle aree della mecatronica, dell'energia, dell'aerospazio, delle tecnologie abilitanti industria 4.0, della gestione e organizzazione d'impresa, dell'innovazione e dello sviluppo sostenibile. Tale eccellenza è anche dimostrata dalla rilevante partecipazione dei suoi docenti ai programmi di ricerca competitivi sia Europei che Nazionali. Tra i progetti di rilevanza internazionale si menzionano due progetti Starting Grant dell'European Research Council: (i) "Towards Future Interfaces with Tuneable Adhesion by Dynamic Excitation - SURFACE" di cui responsabile scientifico è il prof. Antonio Papangelo e (ii) "Robotic Fluids for Artificial Muscles, Soft Robots, and Active Textiles - ROBOFLUID" di cui è responsabile il prof. Vito Cacucciolo, il progetto "Handling with AI-enhanced Robotic Technologies for flexible manufacturing - HARTU", finanziato con il bando "HORIZON-CL4-2022-TWIN-TRANSITION-01" di cui il responsabile scientifico locale è il prof. Giuseppe Carbone e il progetto CITADEL, "Substitution of fossil Combustion in Industrial high-Temperature processes by ADvanced ELEctrical heating technologies" - Progetto HORIZON, Call: HORIZON-CL4-2023-TWIN-TRANSITION-01, di cui il responsabile scientifico è il prof. Raffaello Iavagnilo. I progetti di rilevanza nazionale riguardano il PNRR Missione 4.0 nei quali il DMMM ricopre posizioni di leadership nel Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile (MOST) e nei Partenariati estesi NEST (Network 4 Energy Sustainable Transition) e MICS (Made in Italy Circolare e Resiliente). Il DMMM partecipa anche alle attività del progetto Infrastrutture di ricerca BRIEF e alla rete dei Competence Center previsti dal Piano Nazionale Industria 4.0 per la promozione e sviluppo delle Tecnologie Abilitanti I4.0. L'attività di ricerca è svolta in sinergia con le più importanti imprese nazionali e del territorio pugliese e in collaborazione con i Distretti Produttivi e Tecnologici presenti sul territorio pugliese (DTA, MEDIS, DITNE).

L'eccellenza della ricerca industriale del DMMM è testimoniata anche dalla valorizzazione economica dimostrata dal numero e valore dei contratti conto-terzi e dalla nascita di spin-off universitari che, stabilmente attivi sul mercato, contribuiscono alla crescita economica e sociale del territorio.

Il DMMM, per due quinquenni consecutivi (2018-2022; 2023-2027), ha inoltre ricevuto dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR) il prestigioso riconoscimento di "Dipartimento di Eccellenza". Il riconoscimento del MUR premia l'eccellenza scientifica della ricerca condotta dai docenti del Dipartimento e la capacità progettuale, organizzativa e didattica, finanziando per il quinquennio 2023-2027 un progetto di sviluppo e potenziamento del Dipartimento sui temi della transizione energetica e industriale, dei materiali innovativi e delle tecnologie per l'aerospazio con oltre 9 milioni di euro.

L'attività del Dipartimento si colloca in un contesto socio-demografico complesso, segnato da un significativo calo della popolazione giovanile, da una crescente mobilità studentesca verso altre regioni e da una competizione crescente con università telematiche e istituzioni internazionali. La Regione Puglia, che costituisce il bacino principale degli immatricolati del Politecnico, presenta infatti una diminuzione strutturale del numero di giovani e un saldo migratorio negativo dei talenti altamente qualificati. Questa dinamica riduce progressivamente il potenziale di attrazione naturale del sistema universitario locale e impone un ripensamento strategico dell'offerta formativa, dei servizi agli studenti e delle politiche di internazionalizzazione. In parallelo, la crescente domanda di competenze tecnologiche avanzate da parte del sistema produttivo regionale, attivo nei settori del manifatturiero, dell'automotive, dell'aerospazio, dell'energia e dell'innovazione digitale, richiede un ruolo sempre più proattivo da parte del Dipartimento nella formazione di professionalità adeguate, nel trasferimento tecnologico e nella collaborazione strutturata con imprese, distretti e istituzioni.

La **mission** del DMMM è quella di garantire un sistema integrato di istruzione superiore, ricerca e terza missione fondato sulla qualità, assicurando una formazione avanzata e multidisciplinare, una produzione continua di conoscenza scientifica di eccellenza e la valorizzazione dei risultati della ricerca nelle dinamiche di sviluppo economico e sociale. Il Dipartimento si impegna a formare professionisti capaci di affrontare le sfide della transizione energetica, industriale e digitale, mettendo a disposizione competenze scientifiche tecniche e gestionali aggiornate. Tale missione si esplicita attraverso l'innovazione costante dei percorsi formativi, il rafforzamento della qualità dei processi didattici, l'incremento del grado di internazionalizzazione, la promozione della ricerca multidisciplinare e di eccellenza, e l'attivazione di collaborazioni sistemiche con attori pubblici e privati.

La **vision** del DMMM si fonda su alcuni principi e valori che costituiscono la sua cifra identitaria e permeano costantemente le attività, ispirando le decisioni dell'istituzione dalle questioni più strategiche alle scelte maggiormente operative, in coerenza con i principi statuari dell'Ateneo. Le azioni del Dipartimento sono coerenti con i valori di meritocrazia, integrità ed etica professionale, trasparenza e sostenibilità. Il riconoscimento del merito e la valorizzazione dei talenti sono considerati imprescindibili nella programmazione delle risorse umane (reclutamento e progressioni di carriera), così da assicurare un ambiente proattivo e dinamico che supporti la crescita personale e professionale delle persone, garantendo al contempo uno sviluppo armonico di tutte le sue anime. La centralità degli individui rappresenta infatti la base della vision strategica del Dipartimento. A tal fine si ritiene prioritario stimolare il senso di appartenenza all'istituzione e si persegue costantemente il rigore e l'integrità nelle azioni dei singoli, ad ogni livello e settore. Attenzione è posta alla sostenibilità ambientale e soprattutto sociale, attraverso la valorizzazione della diversità e la ricerca del benessere di tutti i componenti, docenti, tecnici-amministrativi e studenti, con attenzione per gli ambienti di lavoro e per la qualità della vita professionale. Inoltre, seguendo le direttrici dei Piani strategici di Ateneo 2022-24 e 2024-26, il DMMM si propone come un'organizzazione resiliente, capace di adattarsi e rispondere alle costanti sfide economiche, ambientali e sociali del contesto nazionale ed internazionale, con una governance flessibile e orientata all'innovazione.

In coerenza con il Piano Strategico di Ateneo 2024–26, la vision del Dipartimento si articola lungo i tre assi strategici Innovazione, Interazione e Internazionalizzazione, che orientano lo sviluppo delle tre missioni istituzionali didattica, ricerca e terza missione.

Per quanto riguarda la didattica, il DMMM persegue l'obiettivo di consolidare un'offerta formativa moderna, attrattiva e coerente con i trend globali della tecnologia e dell'industria. La presenza di offerta didattica consente di offrire percorsi altamente qualificanti e di rispondere alle esigenze evolutive del mercato del lavoro. La vision del Dipartimento è quella di arricchire ulteriormente tali percorsi attraverso l'uso sistematico di metodologie didattiche attive, attività di laboratorio interdisciplinari, interazione con il tessuto produttivo, ampliamento dei programmi internazionali e maggiore apertura verso studenti provenienti da altri contesti regionali e internazionali.

In ambito ricerca, la visione del DMMM è quella di consolidare la propria presenza come hub scientifico di eccellenza nazionale e internazionale, capace di generare conoscenza avanzata e tecnologie ad alto impatto nei settori strategici individuati dal progetto "Dipartimento di Eccellenza": transizione energetica e industriale, materiali innovativi, aerospazio e tecnologie abilitanti. L'ampio insieme di gruppi di ricerca attivi nel Dipartimento garantisce una forte interdisciplinarietà che costituisce un vantaggio competitivo e un elemento di coerenza con il Piano Strategico di Ateneo 2024–26, orientato alla contaminazione delle competenze e allo sviluppo di ecosistemi di ricerca aperti e competitivi. L'incremento della partecipazione a progetti europei e PNRR rappresenta una direttrice di sviluppo essenziale per accrescere l'impatto della ricerca e per rafforzare la visibilità internazionale del Dipartimento.

La terza missione completa la visione strategica del DMMM, che intende confermare e ampliare il proprio ruolo di attore centrale nei processi di innovazione del territorio. Il Dipartimento svolge attività significative di trasferimento tecnologico, tramite brevetti, spin-off, conto terzi e collaborazioni con grandi imprese, PMI e distretti tecnologici. Questa vocazione è coerente con gli indirizzi del PSA, che identificano nel rapporto stabile con il tessuto produttivo una leva fondamentale per lo sviluppo dell'Ateneo e della Regione. Allo stesso tempo, il DMMM si impegna nella diffusione della conoscenza e della cultura tecnico-scientifica attraverso iniziative di public engagement, attività divulgative e collaborazioni con scuole e enti pubblici, contribuendo alla crescita culturale e sociale della comunità.

## **1.2 Organizzazione e sistema di AQ del Dipartimento**

### **1.2.1 Organizzazione del Dipartimento**

Il DMMM ha un organico composto (aggiornato a ottobre 2024) da 120 docenti di area CUN 09 e CUN 01 e uno staff tecnico-amministrativo di 22 unità.

Gli organi del Dipartimento, stabiliti dallo Statuto del Politecnico di Bari emanato con D.R. n. 455 del 12 aprile 2024, sono:

- il Direttore, le cui attività sono stabilite dall'art. 20 comma 5;
- il Consiglio di Dipartimento, le cui funzioni sono stabilite dall'art. 22 comma 4;
- la Giunta, con poteri deliberanti ridefiniti nel Consiglio di Dipartimento di ottobre 2021 e rinnovate in ottobre 2024, che riguardano: a) assegnazione di compiti e carichi didattici a docenti; b) attribuzione dei contratti a supporto della didattica, delle supplenze e degli affidamenti; c) attivazione bandi di supplenza d) ripartizione di fondi per la didattica tra i Corsi di Studio (ex SASD); e) concessione di nulla osta ai docenti per lo svolgimento di attività didattiche o di ricerca presso altre sedi e per la fruizione di periodi di esclusiva attività di ricerca. f) autorizzazione alla spesa per lavori e forniture di beni e servizi, per importi compresi fra € 12.501 e € 40.000 e contratti di lavoro autonomo e/o borse atipiche, se già previste nei progetti di ricerca di natura istituzionale e

commerciale e quindi approvati dagli enti finanziatori con il progetto esecutivo; g) Pratiche studenti: Riconoscimenti Erasmus, Learning Agreement, Esami a scelta dello studente, Riconoscimento crediti formativi universitari (CFU), Tirocini, Riconoscimenti Esami e carriera pregressa, Piani di Studio Individuali, Ammissione ai Corsi di Laurea Magistrale, Convalida di titoli di studio conseguiti all'estero

- la Commissione paritetica docenti-studenti, le cui funzioni sono definite nell'art. 26 comma 3 e comma 4.

Il Direttore è co-adiuvato dal Direttore Vicario e da un gruppo di delegati. Le deleghe assegnate dal Direttore per il triennio 2024-2026 sono le seguenti:

1. Delega al Coordinamento delle Attività del Programma del Dipartimento di Eccellenza;
2. Delega all'Organizzazione e Gestione dei laboratori;
3. Delega all'Inclusione e Disabilità;
4. Delega all'Internazionalizzazione;
5. Delega alla Gestione degli Spazi;
6. Delega al Servizio di Prevenzione e Protezione (RSPP);
7. Delega alla Terza Missione;
8. Delega allo Sviluppo delle Attività del Dipartimento sulla sede di Taranto
9. Delega all'Orientamento;
10. Delega alla Ricerca;
11. Delega al Rapporto e Servizi agli Studenti;
12. Delega al Marketing istituzionale;
13. Delega alla Didattica.

Il Dipartimento individua due referenti per l'Assicurazione della Qualità che rappresentano il DMMM all'interno del Presidio della Qualità di Ateneo.

Sono inoltre istituite le seguenti Commissioni:

- *Commissione Risorse*: costituita da un rappresentante per settore scientifico disciplinare afferente al Dipartimento e dal responsabile dei servizi amministrativi. Essa ha il compito fare proposte di programmazione della docenza e del personale tecnico amministrativo sulla base: (i) delle performance di ricerca e terza missione del Dipartimento, dei settori scientifico disciplinari e dei singoli docenti/ricercatori, (ii) di considerazioni di carattere strategico del DMMM;
- *Commissione Didattica*: costituita da Direttore, Direttore Vicario, Delegato alla Didattica, Coordinatori dei CdS, n.1 docente dell'area 01, n.4 Studenti 2 LM e 2 Triennale. Essa ha i seguenti compiti: (a) esprimere parere sulle pratiche studenti segnalate dai Coordinatori dei CdS e dalla Giunta, come pratiche di difficile valutazione, (b) proporre l'attivazione di nuovi percorsi formativi (corsi di laurea, indirizzi, etc.), (c) proporre modifiche agli ordinamenti didattici, (d) proporre accordi bilaterali formativi con altre università italiane e straniere, (e) svolgere un'azione di coordinamento tra i diversi Corsi di Studio e di omogeneizzazione delle procedure. La Commissione è coadiuvata da due gruppi di lavoro dedicati allo sviluppo della didattica sulle sedi di Bari e Taranto.
- *Commissione Ricerca*: nominata dal Consiglio di Dipartimento è composta dal Direttore, dal Direttore Vicario, dal Delegato alla Ricerca Scientifica e Tecnologica, dal Delegato all'Internazionalizzazione, dal Delegato alla Terza Missione, dal Delegato per l'ottimizzazione delle performance del Dipartimento nell'acquisizione e gestione di finanziamenti competitivi per la ricerca, dal Delegato al Coordinamento delle Attività del Dipartimento di Eccellenza, dai Coordinatori di Dottorato afferenti al DMMM, da 1 rappresentante per SSD. La Commissione ha il compito di monitorare ed esaminare i risultati e le performance di ricerca del Dipartimento, e proporre indirizzi e tematiche di ricerca di interesse generale del Dipartimento in linea con il piano di sviluppo culturale. Essa si interfaccia con il Delegato del Rettore alla Ricerca e al Trasferimento Tecnologico del

Politecnico e con il Delegato del Rettore alla Terza Missione al fine di programmare e coordinare iniziative di Ricerca di interesse dell'Ateneo.

- *Commissione di Governo Dipartimento di Eccellenza*: nominata dal Consiglio di Dipartimento. Essa è presieduta dal Direttore e supportata dal Responsabile dei Servizi Amministrativi, a cui partecipano come componenti effettivi il Direttore vicario, il delegato al Dipartimento di Eccellenza e 3 docenti del Dipartimento. Sono eventualmente presenti anche componenti aggregati. Essa ha il compito di seguire il processo di realizzazione del programma di sviluppo del Dipartimento di Eccellenza e segnalare le eventuali criticità e proporre correttivi.
- *Commissione spazi*: nominata dal Consiglio di Dipartimento è costituita da un rappresentante per SSD e dal Delegato agli Spazi. La commissione monitora gli spazi del dipartimento e propone l'assegnazione degli stessi in funzione delle esigenze del DMMM.
- *Commissione di monitoraggio del dipartimento di eccellenza*: nominata dal Rettore e costituita da tre docenti non afferenti al DMMM, ha il compito di verificare il raggiungimento degli obiettivi alla fine del primo triennio del progetto e in prossimità del termine del progetto.

Per specifiche esigenze sono nominati gruppi di lavoro temporanei per predisporre analisi, sviluppare proposte e attuare interventi mirati.

L'organizzazione dell'Area dei Servizi Tecnico-Amministrativi prevede un Responsabile in posizione di staff al Direttore di Dipartimento e cinque uffici: Area Segreteria di Direzione, Area Didattica, Area Ricerca e Terza Missione, Area Contabilità e Attività Negoziati, Area Servizi Tecnico-Informatico e Logistici.

La struttura organizzativa dell'Amministrazione del Dipartimento è riportata in Figura 1.

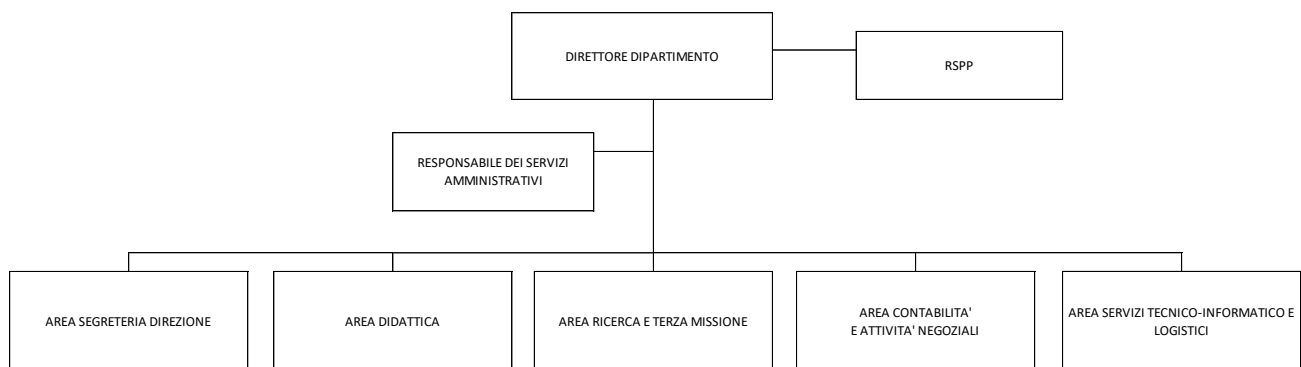


Figura 1. Struttura organizzativa dell'Area dei Servizi Tecnico-Amministrativi.

Nel seguito viene riportato il Funzionigramma delle posizioni tecnico-amministrative del DMMM.

#### **Area Segreteria Direzione**

##### Attività

- Supporto alle attività degli organi collegiali (Gestione delle istanze, redazione delibere, estratti/dispositivi)
- Gestione protocollo e gestione documentale (flussi in entrata ed uscita dei documenti e archiviazione) e servizio posta
- Gestione prenotazione della aule/sala riunioni
- Gestione procedure elettorali di competenza del Dipartimento
- Supporto propedeutico alle attività di reclutamento personale docente

- Organizzazione e gestione eventi (Supporto alla progettazione e gestione dell'evento e alla promozione delle iniziative)
- Supporto alle attività di trasparenza e anticorruzione di competenza del Dipartimento
- Promozione di attività di miglioramento continuo nella gestione dei processi di competenza.
- Gestione dei servizi di posta, del magazzino e degli automezzi
- Gestione accoglienza nuovo personale strutturato e non strutturato

## **Area Didattica**

### Attività

- Gestione master e double degree
- Inserimento offerta didattica erogata e programmata e interfaccia con Ufficio di AQ
- Servizio Informativo Didattico (Attività di sportello per studenti e laureandi e interfaccia con i servizi offerti dal Centro di Ateneo per la Didattica)
- Inserimento carico didattico docenti e abilitazione e supporto alla verbalizzazione on line
- Segreteria didattica del Dipartimento
- Gestione degli insegnamenti, propedeuticità e commissioni d'esame
- Tesi di laurea: costituzione elenchi laureandi e supporto commissioni di laurea, e archiviazione delle tesi
- Gestione tirocini interni ed esterni
- Supporto alle attività dei coordinatori e dei CDS (ad esempio pratiche studenti).
- Supporto alla compilazione delle schede SUA CdS
- Gestione delle pratiche studenti e relativa istruttoria
- Gestione progetti didattici (supporto alla presentazione, gestione e rendicontazione)
- Servizio contratti di lavoro e borse a supporto della didattica (Attivazione procedure di affidamento di incarichi a supporto della didattica (ad es. incarichi didattici, docenze per master, visiting professor, seminari ecc.)

## **Area Ricerca e Terza Missione**

### Attività

- Gestione progetti di ricerca e terza missione (supporto alla presentazione, gestione e rendicontazione)
- Attività istruttoria per il reclutamento di figure a supporto delle attività istituzionali/ricerca ad eccezione dei contratti di didattica e attività integrative

Attività commerciale (istruttoria, stipula, gestione e monitoraggio delle convenzioni/contratti di competenza del Dipartimento)

Supporto amministrativo per la definizione di convenzioni, contratti e consulenze per attività di ricerca, finanziamenti finalizzati agli assegni di ricerca

- Supporto alla gestione amministrativa dei corsi di dottorato afferenti al Dipartimento ed alle convenzioni per borse aggiuntive di dottorato in sinergia con il Settore Ricerca, Relazioni Internazionali e Post Lauream
- Gestione dei rapporti con il territorio per la valorizzazione delle attività di ricerca e knowledge transfer del dipartimento.

## **Area Contabilità e Attività Negoziali**

## Attività

- Gestione del processo di acquisizione di beni e servizi, comprensiva della contabilizzazione delle RDA, fino alla determina a contrarre e, a valle dell'espletamento delle procedure ad evidenza pubblica, da parte del Centro Acquisti ed economale - approvazione atti di gara
- Pianificazione finanziaria, gestione variazioni, monitoraggio periodico dell'andamento budget - Proposta di budget e delle variazioni in corso d'anno, ai fini della conseguente trasmissione al Settore Bilancio, Programmazione Economica e adempimenti fiscali, per la redazione, da parte di quest'ultimo, del budget unico di Ateneo e dei provvedimenti autorizzativi di variazione di bilancio (infra-annuale); Operazioni di chiusura funzionali alla consuntivazione del bilancio di Ateneo, attraverso la verifica delle scritture contabili e di stato di avanzamento economico dei progetti, ai fini della conseguente trasmissione al Settore Bilancio, Programmazione Economica e adempimenti fiscali, per la redazione, da parte di quest'ultimo, del Bilancio Unico di Ateneo di esercizio
- Monitoraggio del ciclo attivo, anche in relazione ai finanziamenti di terzi, con particolare riferimento allo stato di realizzazione delle entrate di pertinenza del Dipartimento, ai fini della comunicazione, al Settore Bilancio, Programmazione Economica e adempimenti fiscali, delle informazioni preordinate agli adempimenti di relativa contabilizzazione (emissione ordinativi finanziari di incasso) e avvio, ove occorra, delle procedure di recupero crediti
- Gestione del processo di autorizzazione e contabilizzazione delle missioni
- Gestione caricamento dati progetti su U-GOV modulo PJ e supporto alla gestione time sheet progetti
- Gestione Fondo Economale e comunicazioni all'Ufficio Pagamenti e Missioni delle informazioni per l'apertura, chiusura e reintegro periodico
- Gestione del patrimonio mobiliare
- Gestione iscrizione a corsi, convegni e manifestazioni varie
- Gestione contabile dei progetti
- Comunicazione, al Settore Servizi Tecnici, delle informazioni sulla programmazione dei lavori e delle forniture, ai fini della predisposizione, da parte dello stesso Settore, dell'Elenco Annuale e del Programma Triennale delle Opere Pubbliche e della Programmazione Biennale di forniture e servizi, nonché dei relativi aggiornamenti in corso d'anno

## **Area Servizi Tecnico-Informatici e Logistici**

### Attività

- Attuazione delle procedure e delle istruzioni operative definite dalla Direzione per la gestione dei servizi logistici di competenza del Dipartimento
- Monitoraggio, a livello di Dipartimento, dei servizi definiti nei contratti d'Ateneo (pulizia e smaltimento rifiuti speciali, raccolta differenziata, accoglienza e portierato, traslochi e facchinaggio)
- Supporto alla progettazione, rifunzionalizzazione e ammodernamento degli spazi assegnati del Dipartimento
- Supporto alle attività di gestione rifiuti speciali pericolosi, radioattivi e RAEE e gestione del Deposito Temporaneo
- Gestione delle componenti tecniche a supporto dei siti dei corsi di studio e dei laboratori
- Gestione della rete dati e interfaccia con il Centro Servizi di Ateneo per la Transizione al Digitale
- Coordinamento e organizzazione delle attività di didattica e di ricerca dei laboratori
- Presidio e supporto ai servizi ICT di Ateneo erogati presso il Dipartimento
- Gestione pagina web del Dipartimento (Pubblicazione notizie, eventi e documenti della pagina web istituzionale del Dipartimento)



La verifica della qualità del supporto fornito a docenti, ricercatori e dottorandi nelle loro attività è svolta attraverso il sistema di valutazione delle performance. Questo sistema garantisce una chiara visione della situazione corrente così da permettere agli organi di governo del DMMM di sviluppare azioni di miglioramento della struttura organizzativa a supporto delle attività didattiche, di ricerca e di terza missione.

### **1.2.2 Descrizione del sistema di Assicurazione della Qualità (AQ) del Dipartimento**

L'organizzazione del sistema di Assicurazione Qualità del Dipartimento è strutturata in coerenza con il *Sistema di Assicurazione della Qualità del Politecnico di Bari*, così come definito nel *Manuale di AQ di Ateneo*, e si fonda sui principi del miglioramento continuo e sulla piena integrazione con il modello AVA 3. Il Dipartimento opera all'interno del quadro metodologico comune all'Ateneo, che adotta il Ciclo di Deming (PDCA: Plan–Do–Check–Act) come riferimento per la pianificazione, l'attuazione, la valutazione e il miglioramento delle attività relative alla didattica, alla ricerca e alla terza missione, in linea con la politica della qualità di Ateneo.

Il Direttore è responsabile del Sistema di AQ del Dipartimento indi Ateneo e ha il compito di coordinare i processi interni per la qualità e garantire la coerenza tra le azioni strategiche dipartimentali e le politiche di Ateneo. Il Dipartimento sulla base degli obiettivi strategici e operativi prefissati dagli Organi di Governo e delle correlate risorse messe a disposizione eroga le attività di formazione, ricerca e terza missione.

Il sistema AQ di dipartimento è integrato con quello di Ateneo come mostrato in Figura 1.



Figura 1. Il Sistema di Assicurazione Qualità di Ateneo.

Il processo di Assicurazione Qualità è coordinato dal Direttore di Dipartimento, di concerto con il Direttore Vicario, i Delegati, i Coordinatori dei CdS, i coordinatori di Dottorato, i Gruppi del Riesame, la Commissione paritetica docenti-studenti e le Commissioni Didattica, Ricerca e Terza Missione

Il processo di AQ dipartimentale include attività di pianificazione, attuazione, autovalutazione, valutazione, monitoraggio, in accordo al ciclo PLAN, DO, CHECK, ACT e si articola su tre diversi livelli: AQ della didattica, AQ della ricerca e terza missione e AQ del dottorato.

L'AQ della didattica è affidata sostanzialmente ai Coordinatori del CdS, ai Gruppi di Riesame dei corsi di laurea, alla Commissione Paritetica Docenti Studenti (CPDS) e alla Commissione Didattica di Dipartimento, che si occupano dello svolgimento delle attività di valutazione, autovalutazione e monitoraggio della didattica, nonché del perseguimento degli obiettivi della ricerca individuati in sede di programmazione triennale dal CdD. I documenti di riferimento sono la SMA, il Rapporto di riesame annuale e ciclico, le OPIS e le relazioni della CPDS.

L'AQ per la ricerca e terza missione è affidata sostanzialmente dalla Commissione Ricerca e alla Commissione di Governo Dipartimento di Eccellenza, che si occupano dello svolgimento delle attività di valutazione, autovalutazione e monitoraggio della ricerca e delle attività di terza missione, nonché il perseguimento degli obiettivi della ricerca individuati in sede di programmazione triennale dal CdD. I documenti di riferimento sono la SUA-Ricerca e TM.

AQ del Dottorato è affidata ai Coordinatori del dottorato e referenti AQ del dottorato, che si occupano dello svolgimento delle attività di valutazione, autovalutazione e monitoraggio dei dottorati di ricerca.

### **1.3 Collaborazioni e stakeholders**

Il Dipartimento intrattiene un sistema strutturato di relazioni con attori economici, sociali, istituzionali e culturali finalizzato a sostenere la qualità delle attività di didattica, ricerca e terza missione/impatto sociale. Le collaborazioni si articolano in convenzioni quadro, accordi attuativi, contratti di ricerca, contratti di consulenza, partecipazione a laboratori pubblico privati dell'Ateneo, partecipazione a partenariati e reti tematiche nazionali e internazionali.

Tra le realtà di maggiore rilievo si collocano alcune grandi imprese, come Nuovo Pignone Tecnologie s.r.l., società del gruppo Baker Hughes attiva nel settore dell'energia e delle turbomacchine, Shanghai Electric Gas Turbine Co. Ltd, uno dei principali protagonisti globali nello sviluppo di turbine a gas e sistemi di generazione energetica avanzati. A queste si affiancano MAGNA PT, una delle maggiori multinazionali impegnate nella componentistica e nell'ingegneria applicata al settore automotive, oltre a realtà come AC2T Research GmbH, centro europeo di ricerca industriale specializzato in tribologia, QConsulting, operante nella consulenza ingegneristica avanzata, WEBUILD S.p.A., uno dei principali gruppi italiani attivi nelle infrastrutture e nelle grandi opere, RINA Consulting, gruppo internazionale operante nella certificazione, nell'ingegneria e nei servizi tecnologici, e Tesmec rail, azienda italiana specializzata in soluzioni per la manutenzione e la gestione delle infrastrutture elettriche e ferroviarie.

Accanto a queste grandi imprese, il Dipartimento collabora stabilmente con un insieme articolato di aziende di piccole e medie dimensioni attive nei comparti della meccanica, dell'automazione e dei servizi tecnologici. Tra queste rientrano Ingenia Consulting s.r.l., impegnata nella consulenza aziendale di direzione e strategica;; Tecnomec Engineering, azienda attiva nel settore dell'Oil and Gas; CPT S.p.A., operante nei servizi tecnici industriali; e due realtà significative per il settore produttivo italiano come Master Italy, specializzata in sistemi meccanici per serramenti, Martur Italy e Pirelli Tyre, importanti fornitori dell'industria automotive. A queste imprese si aggiungono realtà consolidate come Omer S.p.A., attiva nelle lavorazioni metalliche complesse, SIR S.p.A., protagonista nel campo dell'automazione robotica, Deep Consulting s.r.l., con competenze nel supporto ingegneristico avanzato, e Bosch/CVIT, centro di ricerca sui veicoli industriali del gruppo Bosch. Il Dipartimento mantiene un rapporto attivo con un insieme dinamico di numerose piccole aziende del territorio locale, che rappresentano un patrimonio essenziale per l'innovazione regionale. Queste imprese rafforzano la capacità del Dipartimento di sostenere il trasferimento tecnologico sul territorio, integrando ricerca accademica e applicazioni industriali.

Nel complesso, il sistema delle collaborazioni del DMMM si estende da imprese nei settori dell'energia, dell'automotive e dell'ingegneria dei sistemi, fino alle imprese medie della meccanica, dell'automazione, della sensoristica, dell'aerospazio e dei servizi tecnici, includendo al contempo un tessuto vitale di piccole realtà locali specializzate in materiali, software e modellazione avanzata. Questo ecosistema industriale ricco e articolato conferma il ruolo del Dipartimento come punto di riferimento per la ricerca applicata e l'innovazione tecnologica, capace di interagire con attori industriali di diversa scala e di contribuire allo sviluppo economico e tecnologico del territorio.

Accanto ai rapporti con le imprese, il Dipartimento DMMM mantiene collaborazioni consolidate con istituzioni pubbliche, pubbliche amministrazioni, enti territoriali, associazioni di categoria datoriali, che svolgono un ruolo significativo nel tessuto socio-economico del territorio. Una parte importante di queste attività riguarda il dialogo con il mondo della scuola, attraverso collaborazioni con licei e istituti tecnici, che valorizzano l'impegno del Dipartimento nella diffusione delle competenze scientifiche e nella promozione delle discipline STEM. Tali collaborazioni includono percorsi formativi, iniziative di orientamento e progetti di avvicinamento alla ricerca, contribuendo a creare un ponte stabile tra l'università e il sistema scolastico. Il Dipartimento vanta anche una collaborazione consolidata con la Marina Militare. Le iniziative sviluppate riguardano un accordo per l'erogazione del corso di laurea in Ingegneria Industriale e

dei Sistemi Navali presso la sede della Scuola Sottufficiali (Mariscuola) a Taranto e attività di ricerca applicata e consulenze finalizzate al supporto tecnico-scientifico.

Il Dipartimento possiede una serie di accordi strutturati con università internazionali, con riferimento ai programmi di mobilità studentesca ERASMUS+, a percorsi di double degree e alla realizzazione di dottorati in co-tutela, che rafforzano la dimensione internazionale dell'offerta formativa e della ricerca.

In Tabella 1 sono indicate le istituzioni partner con cui il DMMM ha accordi ERASMUS+.

*Tabella 1. Accordi per la mobilità internazionale Erasmus+.*

| <b>Paese</b> | <b>Istituzione Partner</b>                         |
|--------------|----------------------------------------------------|
| AT           | Technische Universität Graz                        |
| BE           | Université de Mons                                 |
| BG           | Burgas Free University                             |
| BG           | Angel Kanchev University of Ruse                   |
| BG           | Technical University Sofia                         |
| BG           | Todorov Kableskov University of Transport          |
| BG           | Technical University of Varna                      |
| DE           | RWTH Aachen                                        |
| DE           | Technische Universität Dresden                     |
| DE           | KIT Karlsruhe                                      |
| DE           | Hochschule Ruhr West                               |
| DE           | University of Stuttgart                            |
| DE           | Hochschule Würzburg                                |
| ES           | Universidad de Almeria                             |
| ES           | UPC Manresa (EPSEM/EUPM)                           |
| ES           | UPC ESEIAAT Terrassa                               |
| ES           | UPC EEBE                                           |
| ES           | Universidad del País Vasco                         |
| ES           | Universidad de Córdoba                             |
| ES           | Universitat de Girona                              |
| ES           | Universidad de Jaén                                |
| ES           | Universidad de La Coruña                           |
| ES           | Universidad de Las Palmas                          |
| ES           | Universidad Politécnica de Madrid (ETSII)          |
| ES           | Universidad a Distancia de Madrid                  |
| ES           | Universidad de Málaga                              |
| ES           | Universidad de Oviedo                              |
| ES           | Universidad de Sevilla                             |
| ES           | Universidad de Valencia – Alcoy                    |
| ES           | Universidad Politécnica de Valencia (Industriales) |
| ES           | Universidad de Valladolid                          |
| ES           | Universidad de Zaragoza                            |
| FR           | Université de Technologie de Belfort-Montbéliard   |
| FR           | ENSAM Paris                                        |

|    |                                                       |
|----|-------------------------------------------------------|
| FR | Université Paris-Saclay                               |
| FR | ENS Cachan                                            |
| FR | CY Cergy Paris Université                             |
| FR | Mines-Telecom Business School                         |
| FR | Université Catholique de Lille                        |
| FR | INSA Lyon                                             |
| FR | Université de Lorraine – ENIM                         |
| FR | Université de Lorraine – FST Nancy                    |
| FR | Université de Lorraine – Telecom                      |
| FR | Pôle Léonard de Vinci                                 |
| FR | ENSTA Paris                                           |
| FR | Université Toulouse III                               |
| GR | Hellenic Mediterranean University                     |
| HU | Budapest University of Technology and Economics       |
| MK | Goce Delcev University                                |
| NL | Eindhoven University of Technology                    |
| PT | Universidade do Minho                                 |
| PT | Polytechnic Institute of Bragança                     |
| PT | Técnico Lisboa                                        |
| PT | Universidade do Porto                                 |
| PL | Wojciechowski State University                        |
| PL | University of Occupational Safety Management Katowice |
| PL | AGH University of Krakow                              |
| PL | Krosno State College                                  |
| PL | University of Warmia and Mazury                       |
| PL | Poznan University of Technology                       |
| PL | University of Radom                                   |
| PL | Rzeszow University of Technology                      |
| PL | International University of Logistics and Transport   |
| RO | Technical University of Cluj-Napoca                   |
| RO | University of Craiova                                 |
| RO | University of Galati                                  |
| RO | University of Iasi                                    |
| RO | University of Pitesti                                 |
| RO | Politehnica Timisoara                                 |
| RS | University of Belgrade                                |
| SE | University West                                       |
| FI | University of Applied Sciences Kotka                  |
| SI | University of Ljubljana                               |
| SK | Slovak University of Technology Bratislava            |
| TR | Afyon Kocatepe University                             |
| TR | Bilkent University                                    |
| TR | University of Turkish Aeronautical Association        |
| TR | Bayburt University                                    |

|    |                               |
|----|-------------------------------|
| TR | Uludag University             |
| TR | Bursa Teknik University       |
| TR | Cankiri Karatekin University  |
| TR | Marmara University            |
| TR | Yildiz Technical University   |
| TR | Kirikkale University          |
| TR | Mugla Sıtkı Kocman University |
| TR | Ordu University               |

Il DMMM ha attivi anche accordi di double degree con università straniere a livello triennale e magistrale. In particolare, il Dipartimento ha un accordo di double degree a livello di laurea triennale in Ingegneria Meccanica con l'Università Pavaresia Vlora (Valona, Albania). A livello magistrale vanta accordi di double degree in Ingegneria Meccanica con la New York University, il New Jersey Institute of Technology, il New York Institute of Technology, la Cranfield University e la ENSAM Paristech. Per l'ingegneria gestionale sono attivi accordi di double degree con il New Jersey Institute of Technology, l'Illinois Institute of Technology e la Cranfield University.

Il Dipartimento ha introdotto meccanismi sistematici di consultazione e valorizzazione degli attori esterni attraverso consultazioni periodiche con i principali stakeholder inclusi nel Tavolo di Ascolto delle Parti Interessate di Ateneo (<http://www.poliba.it/it/QS/ascolto-parti-interessate-api>). Le consultazioni sono convocate prevalentemente in occasione della progettazione di nuovi corsi di laurea e di dottorato, nonché nei processi di revisione degli ordinamenti e dei regolamenti didattici dei corsi attivi, al fine di assicurare la coerenza dell'offerta formativa con i fabbisogni formativi, professionali e tecnologici del territorio e con le evoluzioni dei settori scientifico-disciplinari. Le consultazioni costituiscono anche uno strumento fondamentale nei processi periodici di valutazione e aggiornamento dell'offerta, assicurando il coinvolgimento diretto delle parti interessate così come previsto dal Sistema di AQ di Ateneo.

Le consultazioni avvengono inoltre nell'ambito della realizzazione di eventi focus dedicati alla didattica, strutturati come momenti di confronto tematico e partecipato a cui sono invitati rappresentanti esterni, professionisti, responsabili tecnici e manager di imprese ed enti del territorio, insieme a docenti e studenti. Tali incontri consentono di raccogliere evidenze qualitative, aspettative e feedback utili all'innovazione dei percorsi formativi, alla progettazione di attività laboratoriali e all'aggiornamento delle competenze richieste dai contesti professionali.

#### **1.4 Criteri di gestione delle risorse**

##### **1.4.1 Descrizione dei criteri generali utilizzati per la distribuzione interna delle risorse economiche utilizzate per il finanziamento delle attività didattiche, di ricerca e terza missione/impatto sociale**

Le risorse economiche del Dipartimento sono impiegate in modo mirato per sostenere il raggiungimento degli obiettivi strategici e l'attuazione delle azioni previste dalla programmazione operativa. La distribuzione dei fondi avviene in coerenza con le tre missioni istituzionali, didattica, ricerca e terza missione, nonché con le esigenze di formazione del personale docente e tecnico-amministrativo. Per la didattica, in particolare, le risorse vengono allocate a favore di progettualità innovative, con riferimento a nuove modalità di tirocini e tesi di laurea (ad esempio attraverso business game) e al rafforzamento delle attività di tutorato e didattica integrativa, privilegiando le discipline caratterizzate da una maggiore numero di studenti frequentanti. Con riferimento alla ricerca, il dipartimento finanzia pubblicazioni open-access di docenti e ricercatori e la partecipazione a conferenze scientifiche, prioritariamente a favore di docenti e giovani ricercatori con ridotta disponibilità di fondi di ricerca, su richiesta degli interessati. I fondi del dipartimento sono assegnati anche per la promozione delle attività di terza missione mediante il co-finanziamento di iniziative, eventi e

seminari, nonché attraverso la concessione gratuita di spazi, attrezzature e risorse a favore di spin-off universitari per incentivarne la crescita e le attività.

Le risorse del Progetto Dipartimento di Eccellenza sono destinate a sostenere interventi strategici finalizzati al raggiungimento degli obiettivi di ricerca e formazione avanzata previsti dal progetto. In particolare, tali fondi finanziano l'acquisto di macchinari e attrezzature altamente specialistiche, borse di studio per studenti meritevoli coinvolti in programmi di double degree, borse rivolte a studenti internazionali iscritti ai corsi di laurea magistrale del Dipartimento, nonché summer school e iniziative di formazione di eccellenza quali borse di dottorato di ricerca.

#### **1.4.2 Descrizione dei criteri generali per la distribuzione interna delle risorse di personale docente e ricercatore<sup>1</sup>.**

La programmazione del personale docente e ricercatore si fonda su criteri coerenti con gli obiettivi strategici del Dipartimento, con gli obiettivi del Progetto dipartimento di Eccellenza, con le linee del Piano Strategico di Ateneo 2024–2026, e tiene conto dei risultati del Dipartimento nelle tre missioni istituzionali con prioritaria attenzione per la ricerca e la didattica.

La distribuzione interna delle risorse del personale tiene conto dell'obiettivo del Dipartimento di incrementarne la produttività scientifica, misurata attraverso i criteri e gli indicatori individuati dal Senato Accademico nella delibera del 30 novembre 2016, i criteri di valutazione dei risultati conseguiti nell'attività di ricerca da docenti ai fini dell'attribuzione delle premialità del Regolamento per la disciplina del Fondo per la premialità (art. 9, Legge 30.12.2010 n. 240 e ss.mm.ii), deliberati dal CdA nella seduta del 9 novembre 2023 e i criteri per l'assegnazione della premialità a valere sui fondi del dipartimento di eccellenza, approvati nel CdD del 20 febbraio 2024 e definiti nel relativo bando.

La distribuzione interna delle risorse tiene conto anche dell'obiettivo di migliorare la qualità della didattica. In tale prospettiva, il Dipartimento mira ad assicurare una copertura qualificata e sostenibile dei Corsi di Studio, attribuendo priorità ai Settori Scientifico-Disciplinari caratterizzati da carichi didattici particolarmente elevati o da esigenze specifiche emerse nei processi di monitoraggio. La valutazione considera inoltre gli esiti delle OPIS, le analisi della CPDS e gli indicatori di AQ previsti da Ateneo e ANVUR, così da individuare eventuali criticità e valorizzare le buone pratiche, favorendo interventi mirati nei settori maggiormente performanti e/o bisognosi di potenziamento.

Tali criteri sono integrati con valutazioni di natura strategica, coerenti con gli obiettivi di sviluppo delle attività didattiche, di ricerca e di terza missione del Dipartimento, nonché con le priorità definite dal Programma del Dipartimento di Eccellenza. Nella distribuzione delle risorse, il Dipartimento tiene inoltre conto della necessità di sostenere in modo equilibrato i percorsi di sviluppo di carriera del personale docente e ricercatore, nel rispetto dei principi di trasparenza, equità e sostenibilità organizzativa.

La Commissione Risorse del Dipartimento svolge un ruolo istruttorio nella formulazione delle proposte relative alla programmazione del personale docente. La programmazione della docenza, definita su base triennale, è approvata dal Consiglio di Dipartimento ed è oggetto di una revisione annuale che consente di definire le priorità, organizzate in tre fasce temporali.

#### **1.4.3 Descrizione dei criteri generali utilizzati per l'assegnazione di eventuali incentivi o premialità al personale docente e ricercatore**

Il Dipartimento si è dotato di un sistema di monitoraggio e valutazione della qualità della ricerca che viene usato per l'attribuzione della premialità dei docenti a valere sui fondi del programma "Dipartimento di Eccellenza". Il progetto del Dipartimento di eccellenza prevede, infatti, una premialità annuale per i docenti che sia siano distinti per le attività di ricerca e trasferimento tecnologico, come previsto dal bando di premialità (<https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/bandi-per-docenti/procedura-per-l-attribuzione-della-premialita-per-l->

[anno-2024-prevista-nel-progetto-del-dipartimento-di-eccellenza-2023-2027-ai-docenti-del-dipartimento-di-meccanica-matematica-e-management](#) ).

I criteri di valutazione della ricerca sono di seguito riportati.

È definito l'indicatore di performance scientifica IPS1\_n di ciascun docente come esplicitato nel paragrafo successivo. Nel calcolo dell'indicatore di performance scientifica IPS1\_n non sono considerati i lavori scientifici pubblicati dagli editori MDPI, Frontiers, Hindawi.

Per il calcolo dell'indicatore IPS1\_n di ciascun docente, si utilizzano i dati bibliometrici rilevabili da SCOPUS al netto delle autocitazioni.

L'indicatore IPS1\_n è poi normalizzato rispetto alla media "m" e alla varianza "s" della distribuzione di valori:

$$IPS1_n = (IPS1 - m_{IPS1})/s_{IPS1};$$

#### 1.4.3.1 Definizione dell'Indicatore di Performance Scientifica del Docente: IPS1\_n (Anno 2024)

Tale indicatore mira a quantificare la performance di ricerca del singolo docente misurando lo scostamento degli indici di ciascun docente dalle soglie di riferimento previste dall'ASN.

Per i settori bibliometrici, gli unici presenti nel Dipartimento, sono definiti tre indici, calcolati per ciascun docente, in accordo con il DM 120/2016, nel seguente modo:

- indice  $a_{bib}$ ) il numero complessivo di articoli pubblicati su riviste scientifiche, ad esclusione di quelle degli editori MDPI, Hindawi e Frontiers, contenute nella banca dati internazionale Scopus, dal 2013 al 2023 per i professori di prima e seconda fascia e dal 2018 al 2023 per i ricercatori;
- indice  $b_{bib}$ ) il numero di citazioni ricevute dalla produzione scientifica, pubblicata e rilevata da Scopus, dal 2008 al 2023 per i professori di prima e seconda fascia, e dal 2013 al 2023 per i ricercatori;
- indice  $c_{bib}$ ) l'indice h di Hirsch, calcolato sulla base delle citazioni rilevate da Scopus con riferimento agli articoli pubblicati dal 2008 al 2023 per i professori di prima e seconda fascia, e dal 2013 al 2023 per i ricercatori.

Per ciascuno degli indici e per ciascun docente è calcolata la differenza rispetto ai valori soglia di riferimento (scostamento) considerando il SSD e la fascia del docente valutato:

$$e_a = a_{bib} - s_a; e_b = b_{bib} - s_b; e_c = c_{bib} - s_c;$$

Per tale operazione si utilizzano le tabelle più recenti a disposizione contenenti i valori soglia ( $s_a$ ;  $s_b$ ;  $s_c$ ) per candidati e commissari. Il calcolo degli scostamenti ( $e_a$ ;  $e_b$ ;  $e_c$ ) è effettuato utilizzando i valori soglia dei commissari per valutare i professori ordinari, i valori soglia dei candidati alla prima fascia per valutare i professori associati e i valori soglia dei candidati alla seconda fascia per valutare i ricercatori.

Per ciascuno scostamento ( $e_a$ ;  $e_b$ ;  $e_c$ ) è calcolato il valore medio e la deviazione standard di tutti docenti del Dipartimento: rispettivamente ( $m_{e_a}$ ;  $m_{e_b}$ ;  $m_{e_c}$ ) e ( $se_a$ ;  $se_b$ ;  $se_c$ )

A ciascun indice relativo al docente ( $e_a$ ;  $e_b$ ;  $e_c$ ) è quindi sottratto il rispettivo valore medio precedentemente calcolato (al fine di avere una distribuzione di dati a media nulla) ed il risultato è diviso per la corrispondente deviazione standard dello stesso indice (in modo da avere una distribuzione di dati con deviazione standard unitaria):

$$e_{an} = (e_a - m_{e_a})/se_a; e_{bn} = (e_b - m_{e_b})/se_b; e_{cn} = (e_c - m_{e_c})/se_c;$$



Per ciascun docente si definisce un indicatore aggregato di impatto della produzione scientifica (IPS1) dato dalla media dei tre indici normalizzati appena definiti:

$$IPS1 = (e_{an} + e_{bn} + e_{cn})/3$$

L'indicatore IPS1 è poi normalizzato rispetto alla media "m\_IPS1" e alla varianza "s\_IPS1" della distribuzione di valori:

$$IPS1\_n = (IPS1 - m\_IPS1)/s\_IPS1;$$

L'indicatore IPS1\_n può essere maggiorato fino ad un massimo del 20% considerando anche eventuali responsabilità scientifica di progetti di ricerca competitivi nazionali, internazionali e di progetti conto terzi.

#### 1.4.4 Descrizione dei criteri generali utilizzati per l'assegnazione di eventuali incentivi o premialità al personale tecnico-amministrativo

Per il personale tecnico-amministrativo non sussistono ulteriori incentivi o premialità aggiuntive rispetto a quanto definito da regolamenti di Ateneo e disposizioni normative. Il Dipartimento si attiene a quanto previsto nel regolamento di ateneo "[Regolamento per l'attribuzione di premialità e per la ripartizione delle risorse del Fondo Comune di Ateneo al personale tecnico](#)" e al regolamento [Regolamento di disciplina delle attività e/o prestazioni svolte nell'interesse di soggetti terzi, pubblici e privati](#). La valutazione del personale tecnico amministrativo è svolta a livello di Ateneo attraverso il Sistema di Misurazione e Valutazione della Performance (SMVP).

Ulteriori criteri considerati nella valutazione del personale tecnico-amministrativo considerati per l'assegnazione della premialità di Ateneo riguardano la qualità e l'efficienza del servizio erogato, il contributo apportato al miglioramento dei processi amministrativi e tecnici, la partecipazione a progetti strategici dipartimentali e l'assunzione di responsabilità aggiuntive.

### 1.5 Risorse Disponibili

#### 1.5.1 Personale docente e ricercatore

La dotazione di personale docente (ottobre 2024) è di 42 professori ordinari, 39 associati e 39 ricercatori per un totale di 120 docenti. A questi si aggiungono 22 unità tra tecnici e amministrativi.

I settori scientifico disciplinari afferenti al DMMM sono i seguenti:

- Area CUN 01: MAT/03, MAT/05, MAT/07
- Area CUN 09: ING-IND/04, ING-IND/06, ING-IND/08, ING-IND/12, ING-IND/13, ING-IND/14, ING-IND/15, ING-IND/16, ING-IND/17, ING-IND/21, ING-IND/35.

Si riportano in Tabella 2 i docenti afferenti al Dipartimento con indicazione del Settore Scientifico Disciplinare.

Tabella 2. Personale docente e ricercatore del DMMM

| N. | FASCIA    | DOCENTE                 | GENERE | SSD        | SC    |
|----|-----------|-------------------------|--------|------------|-------|
| 1  | Ordinario | AFFERRANTE Luciano      | M      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 2  | Ordinario | ALBINO Vito             | M      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 3  | Ordinario | AMIRANTE Riccardo       | M      | ING-IND/08 | 09/C1 |
| 4  | Ordinario | BOTTIGLIONE Francesco   | M      | ING-IND/13 | 09/A2 |
| 5  | Ordinario | CAMPOREALE Sergio Mario | M      | ING-IND/08 | 09/C1 |

| N. | FASCIA    | DOCENTE                        | GENERE | SSD        | SC    |
|----|-----------|--------------------------------|--------|------------|-------|
| 6  | Ordinario | CARBONARA Nunzia               | F      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 7  | Ordinario | CARBONE Giuseppe               | M      | ING-IND/13 | 09/A2 |
| 8  | Ordinario | CASALINO Giuseppe              | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 9  | Ordinario | CASAVOLA Caterina              | F      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 10 | Ordinario | CHERUBINI Stefania             | F      | ING-IND/08 | 09/C1 |
| 11 | Ordinario | CIAVARELLA Michele             | M      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 12 | Ordinario | COCLITE Giuseppe Maria         | M      | MAT/05     | 01/A3 |
| 13 | Ordinario | DASSISTI Michele               | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 14 | Ordinario | D'AVENIA Pietro                | M      | MAT/05     | 01/A3 |
| 15 | Ordinario | DE PALMA Pietro                | M      | ING-IND/08 | 09/C1 |
| 16 | Ordinario | DE TULLIO Marco Donato         | M      | ING-IND/06 | 09/A1 |
| 17 | Ordinario | DEMELIO Giuseppe Pompeo        | M      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 18 | Ordinario | DIGIESI Salvatore              | M      | ING-IND/17 | 09/B2 |
| 19 | Ordinario | FIORENTINO Michele             | M      | ING-IND/15 | 09/A3 |
| 20 | Ordinario | GALANTUCCI Luigi Maria         | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 21 | Ordinario | GALIETTI Umberto               | M      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 22 | Ordinario | GARAVELLI Achille Claudio      | M      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 23 | Ordinario | GIANNOCCARO Ilaria Filomena    | F      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 24 | Ordinario | GORGOGNONE Michele             | M      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 25 | Ordinario | GRECO Carlo                    | M      | MAT/05     | 01/A3 |
| 26 | Ordinario | LAMBERTI Luciano               | M      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 27 | Ordinario | MANTRIOTA Giacomo              | M      | ING-IND/13 | 09/A2 |
| 28 | Ordinario | MASIELLO Antonio               | M      | MAT/05     | 01/A3 |
| 29 | Ordinario | MESSERI PETRUZZELLI Antonio    | M      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 30 | Ordinario | MOSSA Giorgio                  | M      | ING-IND/17 | 09/B2 |
| 31 | Ordinario | PALAGACHEV Dian Kostadinov     | M      | MAT/05     | 01/A3 |
| 32 | Ordinario | PALUMBO Gianfranco             | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 33 | Ordinario | PASCAZIO Giuseppe              | M      | ING-IND/06 | 09/A1 |
| 34 | Ordinario | PERCOCO Gianluca               | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 35 | Ordinario | POMPONIO Alessio               | M      | MAT/05     | 01/A3 |
| 36 | Ordinario | PONTRANDOLFO Pierpaolo         | M      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 37 | Ordinario | REINA Giulio                   | M      | ING-IND/13 | 09/A2 |
| 38 | Ordinario | SOLIMINI Sergio Fausto         | M      | MAT/05     | 01/A3 |
| 39 | Ordinario | SPINA Roberto                  | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 40 | Ordinario | TORRESI Marco                  | M      | ING-IND/08 | 09/C1 |
| 41 | Ordinario | TRICARICO Luigi                | M      | ING-IND/21 | 09/A3 |
| 42 | Ordinario | UVA Antonio Emmanuele          | M      | ING-IND/15 | 09/A3 |
| 43 | Associato | AGUGLIA Angela                 | F      | MAT/03     | 01/A2 |
| 44 | Associato | ANGELASTRO Andrea              | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 45 | Associato | BARILE Claudia                 | F      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 46 | Associato | BARTOLO Rossella               | F      | MAT/05     | 01/A3 |
| 47 | Associato | BENEDETTINI Ornella Giuseppina | F      | ING-IND/17 | 09/B2 |
| 48 | Associato | BOCCACCIO Antonio              | M      | ING-IND/15 | 09/A3 |

| N. | FASCIA    | DOCENTE                        | GENERE | SSD        | SC    |
|----|-----------|--------------------------------|--------|------------|-------|
| 49 | Associato | CACUCCIOLO Vito                | M      | ING-IND/13 | 09/A2 |
| 50 | Associato | CAMPANELLI Sabina Luisa        | F      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 51 | Associato | CAPONIO Erasmo                 | M      | MAT/05     | 01/A3 |
| 52 | Associato | CIAMPA Francesco               | M      | ING-IND/04 | 09/A1 |
| 53 | Associato | CINEFRA Maria                  | F      | ING-IND/04 | 09/A1 |
| 54 | Associato | DAMBROSIO Lorenzo              | M      | ING-IND/08 | 09/C1 |
| 55 | Associato | DANGELICO Rosa Maria           | F      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 56 | Associato | DE FILIPPIS Luigi Alberto Ciro | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 57 | Associato | DEVILLANOVA Giuseppe           | M      | MAT/05     | 01/A3 |
| 58 | Associato | DISTASO Elia                   | M      | ING-IND/08 | 09/C1 |
| 59 | Associato | FABBIANO Laura                 | F      | ING-IND/12 | 09/E4 |
| 60 | Associato | FOGLIA Mario                   | M      | ING-IND/13 | 09/A2 |
| 61 | Associato | GASPARI Antonella              | F      | ING-IND/12 | 09/E4 |
| 62 | Associato | IAVAGNILIO Raffaello Pio       | M      | ING-IND/17 | 09/B2 |
| 63 | Associato | LAVECCHIA Fulvio               | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 64 | Associato | MADDALENA Francesco            | M      | MAT/05     | 01/A3 |
| 65 | Associato | MANGHISI Vito Modesto          | M      | ING-IND/15 | 09/A3 |
| 66 | Associato | MENGA Nicola                   | M      | ING-IND/13 | 09/A2 |
| 67 | Associato | ORESTA Paolo                   | M      | ING-IND/08 | 09/C1 |
| 68 | Associato | PANNIELLO Umberto              | M      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 69 | Associato | PAPANGELO Antonio              | M      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 70 | Associato | PAPPALETTERA Giovanni          | M      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 71 | Associato | PAVESE Francesco               | M      | MAT/03     | 01/A2 |
| 72 | Associato | PELLEGRINO Roberta             | F      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 73 | Associato | PUTIGNANO Carmine              | M      | ING-IND/13 | 09/A2 |
| 74 | Associato | ROTOLO Daniele Sandro          | M      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 75 | Associato | SCOZZI Barbara                 | F      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 76 | Associato | SORGENTE Donato                | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 77 | Associato | SORIA Leonardo                 | M      | ING-IND/13 | 09/A2 |
| 78 | Associato | TAMBURRANO Paolo               | M      | ING-IND/08 | 09/C1 |
| 79 | Associato | TRENTADUE Bartolomeo           | M      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 80 | Associato | VANNELLA Giuseppina            | F      | MAT/05     | 01/A3 |
| 81 | Associato | VILLA Matteo                   | M      | ING-IND/21 | 09/A3 |
| 82 | RTDA      | CARAMIA Giovanni               | M      | ING-IND/08 | 09/C1 |
| 83 | RTDA      | CUSANNO Angela                 | F      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 84 | RTDA      | D'ACCARDI Ester                | F      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 85 | RTDA      | DE CAROLIS Simone              | M      | ING-IND/13 | 09/A2 |
| 86 | RTDA      | ERRICO Vito                    | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 87 | RTDA      | EVANGELISTA Alessandro         | M      | ING-IND/15 | 09/A3 |
| 88 | RTDA      | FRANCO Stefano                 | M      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 89 | RTDA      | GIANNOTTA Alessandro           | M      | ING-IND/08 | 09/C1 |
| 90 | RTDA      | GUERRA Maria Grazia            | F      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 91 | RTDA      | GUGLIELMI Pasquale             | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |

| N.  | FASCIA | DOCENTE                              | GENERE | SSD        | SC    |
|-----|--------|--------------------------------------|--------|------------|-------|
| 92  | RTDA   | LUCCHESI Andrea                      | M      | ING-IND/17 | 09/B2 |
| 93  | RTDA   | MAZZARISI Marco                      | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 94  | RTDA   | NITTI Alessandro                     | M      | ING-IND/06 | 09/A1 |
| 95  | RTDA   | PALMIERI Maria Emanuela              | F      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 96  | RTDA   | PARAMSAMY NADAR KANNAN Vimalathithan | M      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 97  | RTDA   | SANTORO Lorenzo                      | M      | ING-IND/15 | 09/A3 |
| 98  | RTDA   | SAPONARO Gianmarco                   | M      | ING-IND/08 | 09/C1 |
| 99  | RTDA   | SICONOLFI Viola                      | F      | MAT/03     | 01/A2 |
| 100 | RTDA   | STANO Gianni                         | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 101 | RTDA   | TRICARICO Michele                    | M      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 102 | RTDA   | VIOLANO Guido                        | M      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 103 | RTDB   | ARDITO Lorenzo                       | M      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 104 | RTDB   | BONELLI Francesco                    | M      | ING-IND/06 | 09/A1 |
| 105 | RTDB   | CERIA Michela                        | F      | MAT/03     | 01/A2 |
| 106 | RTDB   | CONTUZZI Nicola                      | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 107 | RTDB   | FACCHINI Francesco                   | M      | ING-IND/17 | 09/B2 |
| 108 | RTDB   | GATTULLO Michele                     | M      | ING-IND/15 | 09/A3 |
| 109 | RTDB   | LAERA Davide                         | M      | ING-IND/08 | 09/C1 |
| 110 | RTDB   | MORAMARCO Vincenzo                   | M      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 111 | RTDB   | MUMMOLO Carlotta                     | F      | ING-IND/13 | 09/A2 |
| 112 | RTDB   | NATALICCHIO Angelo                   | M      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 113 | RTDB   | ORLANDO Gianluca                     | M      | MAT/05     | 01/A3 |
| 114 | RTDB   | PALUMBO Davide                       | M      | ING-IND/14 | 09/A3 |
| 115 | RTDB   | PICCININNI Antonio                   | M      | ING-IND/16 | 09/B1 |
| 116 | RTT    | MASSARI Giovanni Francesco           | M      | ING-IND/35 | 09/B3 |
| 117 | RTT    | SASSANELLI Claudio                   | M      | ING-IND/17 | 09/B2 |
| 118 | RTT    | STEFANIZZI Michele                   | M      | ING-IND/08 | 09/C1 |
| 119 | RU     | BOENZI Francesco                     | M      | ING-IND/17 | 09/B2 |
| 120 | RU     | VITIELLO Maria                       | F      | MAT/07     | 01/A4 |

In Tabella 3 è riportata la ripartizione per SSD e per fascia da cui si evince una distribuzione del 35% di docenti di prima fascia, del 32,5% di docenti di seconda fascia e del 32,5% di ricercatori (RTD-B, RTT, RU e RTD-A).

*Tabella 3. Ripartizione dei docenti per fascia ed SSD*

| SSD        | Ordinario | Associato | RTDA | RTDB | RTT | RU | Totale |
|------------|-----------|-----------|------|------|-----|----|--------|
| ING-IND/04 |           | 2         |      |      |     |    | 2      |
| ING-IND/06 | 2         |           | 1    | 1    |     |    | 4      |
| ING-IND/08 | 5         | 4         | 3    | 1    | 1   |    | 14     |
| ING-IND/12 |           | 2         |      |      |     |    | 2      |
| ING-IND/13 | 4         | 5         | 1    | 1    |     |    | 11     |
| ING-IND/14 | 6         | 4         | 4    | 2    |     |    | 16     |
| ING-IND/15 | 2         | 2         | 2    | 1    |     |    | 7      |

|               |           |           |           |           |          |          |            |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------------|
| ING-IND/16    | 6         | 5         | 7         | 2         |          |          | <b>20</b>  |
| ING-IND/17    | 2         | 2         | 1         | 1         | 1        | 1        | <b>8</b>   |
| ING-IND/21    | 1         | 1         |           |           |          |          | <b>2</b>   |
| ING-IND/35    | 7         | 5         | 1         | 2         | 1        |          | <b>16</b>  |
| MAT/03        |           | 2         | 1         | 1         |          |          | <b>4</b>   |
| MAT/05        | 7         | 5         |           | 1         |          |          | <b>13</b>  |
| MAT/07        |           |           |           |           |          | 1        | <b>1</b>   |
| <b>Totale</b> | <b>42</b> | <b>39</b> | <b>21</b> | <b>13</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>120</b> |

La Tabella 4 mostra la distribuzione del personale per genere: la componente femminile risulta particolarmente ridotta tra i professori ordinari (9,5%), più contenuta tra gli associati (31%) e pari al 20% tra i ricercatori. Tale squilibrio evidenzia la necessità di adottare politiche mirate di reclutamento, sviluppo e mentoring, in particolare a supporto delle giovani ricercatrici.

*Tabella 4. Distribuzione per genere dei docenti*

| <b>Fascia</b> | <b>F</b>  | <b>M</b>  | <b>Totale</b> |
|---------------|-----------|-----------|---------------|
| Ordinario     | 4         | 38        | 42            |
| Associato     | 12        | 27        | 39            |
| RTDB          | 2         | 11        | 13            |
| RTT           |           | 3         | 3             |
| RU            | 1         | 1         | 2             |
| RTDA          | 5         | 16        | 21            |
| <b>Totale</b> | <b>24</b> | <b>96</b> | <b>120</b>    |

È importante sottolineare che molti docenti afferenti al DMMM sono visiting professor presso prestigiose istituzioni universitarie e di ricerca straniere. Al contempo sono incentivati bandi di visiting professor per reclutare docenti stranieri.

#### **1.5.1.1 Gruppi di ricerca**

Per la realizzazione delle attività di ricerca, il personale docente e ricercatore è organizzato in gruppi di ricerca, le cui composizioni e tematiche di ricerca sono di seguito brevemente riassunte (censimento condotto a dicembre 2025).

##### **Modellazione avanzata multi-campo di strutture realizzate con materiali innovativi**

**Coordinatore:** *Maria Cinefra*

**Componenti:** *Marco D. de Tullio, Umberto Galletti, Dario De Marinis, Alessandro Nitti, Davide Palumbo, Rosa De Finis, Andrea Rubino, Sidra Riaz, Alessandro Buscicchio, Francesco Ciampa*

Le attività del gruppo si articolano in tre diverse linee di ricerca con una base comune: la modellazione avanzata delle strutture basata sulla formulazione unificata di elementi finiti non convenzionali ad elevata accuratezza ed efficienza dal punto di vista computazionale. I modelli realizzati con tali elementi, in quanto adattabili al problema considerato, permettono di studiare in maniera agevole strutture complesse sia dal punto di vista geometrico che fisico. Molte strutture, infatti, realizzate con materiali innovativi (compositi, FGM, piezoelettrici, metamateriali) richiedono l'utilizzo di modelli multi-campo per valutare gli effetti dei diversi campi fisici coinvolti (termico, elettrico, acustico, ecc.).

Le linee di ricerca sono sottoelencate.

- **Linea 1: modellazione multi-scala**

Gli elementi finiti impiegati dal gruppo offrono la possibilità di realizzare modelli multi-scala per lo studio di problemi in cui è necessario descrivere stati tensionali complessi con concentrazioni di stress dovute, ad esempio, a fenomeni di propagazione del danno o all'interfacciarsi nella stessa struttura di materiali con natura fortemente diversa. Tali modelli sono, inoltre, applicabili allo studio dei recentissimi metamateriali (materiali micro-strutturati con proprietà multi-campo) la cui microstruttura periodica, se opportunamente progettata, rende il materiale 'impenetrabile' alle onde meccaniche ed acustiche con determinata frequenza.

- **Linea 2: interazione fluido-struttura**

Un problema molto attuale nella progettazione delle strutture in diversi settori dell'ingegneria, come quello civile, automobilistico e aerospaziale, è il problema del rumore ed, in generale, quello delle vibrazioni indotte nella struttura dall'interazione con il fluido. Il gruppo si propone di studiare il problema 'vibro-acustico' utilizzando due diversi metodi: alle basse frequenze, l'analisi viene effettuata applicando il Metodo degli Elementi sia al fluido che alla struttura e considerando un accoppiamento forte tra essi; alle alte frequenze, dove la turbolenza del fluido gioca un ruolo fondamentale nella generazione di vibrazioni nella struttura, lo studio del problema richiede l'utilizzo di tecniche Immersed-Boundary che, invece, prevedono un accoppiamento debole. I modelli possono essere validati con applicazione di tecniche innovative di stress analysis quali la Thermoelastic Stress Analysis che non necessita di contatto.

- **Linea 3: health-monitoring dei compositi**

Sebbene i compositi siano ampiamente utilizzati in diversi ambiti ingegneristici, pochi sono ancora gli strumenti che permettono di prevedere i meccanismi di rottura di questi materiali. Si studiano nuove tecniche sperimentali di valutazione del danno basate sulla Termografia e il passaggio di Ultrasuoni all'interno del materiale. Le analisi sperimentali dei compositi, visti gli elevati costi a causa delle innumerevoli configurazioni di laminazione che andrebbero analizzate, non sono applicabili per l'estensiva caratterizzazione, ma utili alla validazione durante lo sviluppo di modelli numerici che simulino tali prove sperimentali e che permettano di ricavare una legge univoca tra la risposta del materiale e l'entità/posizione del danno in esso insediato.

### **Flussi comprimibili, reagenti e ad alta entalpia**

**Coordinatore:** Giuseppe Pascazio

**Componenti:** Giuseppe Pascazio, Francesco Bonelli, Dario De Marinis, Davide Ninni, Paola La Scala, Antonio Narracci

Il gruppo di ricerca si occupa dello sviluppo di modelli e metodi numerici per la simulazione di flussi comprimibili reagenti in regime supersonico e ipersonico mediante strumenti di calcolo ad elevate prestazioni. Lo studio riguarda problemi di aerotermodinamica, con lo sviluppo di modelli termochimici avanzati per flussi ad alta entalpia e la simulazione ad alta fedeltà di flussi turbolenti in non equilibrio termochimico, e di combustione per la propulsione supersonica. L'attività di ricerca si focalizza principalmente sulle seguenti tre linee di ricerca.

- **Linea 1: simulazioni ad alta fedeltà di flussi ipersonici turbolenti con effetti di non equilibrio termochimico**

La modellazione numerica di flussi turbolenti ipersonici rappresenta un tema di particolare interesse. Recentemente, il progresso tecnologico sta permettendo di concepire nuovi veicoli ipersonici, progettati per effettuare voli suborbitali o transatmosferici, ma che necessitano di uno studio accurato e affidabile. Effettuare esperimenti in condizioni termodinamiche così critiche è particolarmente difficile e, per tale ragione, la simulazione numerica può contribuire alla progettazione di tali veicoli. Tuttavia, gran parte dei risultati numerici ad oggi disponibili si basano su codici di calcolo industriali, che si appoggiano a delle metodologie di modellazione della turbolenza. In regime ipersonico, alcune delle ipotesi alla base di tali modelli potrebbero non essere più valide, inficiando quindi la qualità dei risultati ottenuti da simulazioni basate, per esempio, su equazioni mediate. Per tale ragione, è necessario creare delle banche dati ad alta fedeltà, effettuando simulazioni numeriche dirette, catturando tutte le scale spaziali e temporali. Tali risultati forniscono un terreno ideale per lo sviluppo di modelli di turbolenza avanzati e permettono di effettuare uno studio approfondito della fisica dei flussi ipersonici. Tra gli aspetti fisici di grande interesse troviamo gli effetti di alta temperatura, tipici di regimi ad alta velocità. Questi sono scaturiti dall'innalzamento della temperatura del flusso ipersonico, a seguito della conversione dell'enorme quantità di energia cinetica in energia interna. Tipicamente, si tratta di effetti di dissociazione chimica delle molecole che compongono l'aria e di fenomeni di eccitazione vibrazionale degli atomi all'interno delle molecole, causando uno stato di non equilibrio termochimico. Il nostro approccio numerico è stato testato su diverse configurazioni di lamina piana in regime turbolento, con differenti numeri di Mach e di ipotesi termochimiche. Il contributo scientifico dei lavori a seguire includerà la presenza di onde d'urto, rappresentative di qualsiasi veicolo che vola a velocità superiore alla velocità del suono.

- **Linea 2: sviluppo di modelli termochimici avanzati per flussi ad alta entalpia in ambiente CUDA**

Nell'ambito dei flussi ipersonici, uno dei fenomeni di principale rilevanza è il non equilibrio termochimico. In un flusso ipersonico, la conversione dell'energia, tra energia cinetica ed energia interna, che si verifica in presenza di forti gradienti di flusso, comporta l'eccitazione dei diversi modi energetici di atomi e molecole che compongono la miscela, nonché la

dissociazione molecolare e la ionizzazione. Modelli di diversa complessità sono stati sviluppati per un'opportuna trattazione di questi fenomeni. A seconda del livello di dettaglio di tali approcci, il costo computazionale delle simulazioni numeriche può variare di diversi ordini di grandezza. Al fine di ottenere soluzioni in tempi ragionevoli anche nel caso dell'impiego di modelli più complessi, vengono utilizzate unità di elaborazione grafiche (GPU), il cui ambiente di programmazione è stato sviluppato solo negli ultimi due decenni. Le applicazioni di interesse riguardano flussi laminari e turbolenti che investono geometrie come sfere, cilindri, rampe, coni o attraverso ugelli, configurazioni caratteristiche per lo studio degli aspetti fondamentali dei flussi ipersonici. L'aspetto più importante per l'integrità strutturale del velivolo è il flusso termico a cui il velivolo stesso è sottoposto. La stima di tale quantità è fortemente influenzata dall'interazione del gas con la superficie, che coinvolge i fenomeni di catalisi e ablazione, che verranno trattati utilizzando opportuni modelli di cinetica termochimica. Nel caso dell'ablazione, la recessione della superficie del materiale implica la variazione della geometria investita dal flusso. Per simulare questa configurazione viene utilizzato un approccio ai contorni immersi, che non richiede un intervento dell'utente per la generazione e il riadattamento della griglia di calcolo.

- **Linea 3: simulazioni numeriche del processo di combustione indotto da onde d'urto**

Nei motori di tipo Shock-Induced Combustion Ramjet la combustione avviene grazie ad un'onda di detonazione indotta dalla geometria del bruciatore. La presenza di una rampa genera un'onda d'urto e, per valori di Mach sufficientemente elevati, la miscela di aria e combustibile è indotta a detonare. Il flusso risultante, essendo altamente energetico, può essere utilizzato per produrre una spinta propulsiva. Data la complessità dei fenomeni fisico-chimici coinvolti all'interno di uno SHCRAMjet, l'utilizzo di metodi numerici ad alta fedeltà risulta di fondamentale importanza per poter ottenere una corretta descrizione del processo di combustione mediante simulazioni numeriche. Metodi numerici avanzati di recente sviluppo consentono di poter accoppiare la soluzione diretta dell'equazioni di governo del flusso comprimibile con meccanismi di reazione di diverso livello di complessità (ad esempio una miscela di aria ed idrogeno con 9 specie e 21 meccanismi di reazione). Lo studio del processo di combustione mediante simulazioni numeriche ad alta risoluzione consente quindi di poter analizzare con dettaglio aspetti quali l'accensione della miscela, la stabilità della fiamma, l'evoluzione del fronte di fiamma ed il reintegro di carburante all'interno della bolla di ricircolo. Inoltre, i dati ottenuti possono essere utilizzati per calibrare modelli di ordine ridotto utili per fini ingegneristici.

## **Modellazione e simulazione numerica di flussi complessi**

**Coordinatore:** Marco D. de Tullio

**Componenti:** Alessandro Nitti, Dario de Marinis, Sergio Ranaldo, Alessia Sportelli, Beatrice Rosa Del Prete, Domenico Careccia

Le attività del gruppo di ricerca sono incentrate sulle tematiche proprie del settore IIND-01/F - Fluidodinamica. Il gruppo si occupa principalmente dello sviluppo di modelli numerici e codici di calcolo per la simulazione di flussi in una grande varietà di problemi complessi, interagenti con geometrie in movimento o deformabili. I codici sviluppati per flussi comprimibili vengono utilizzati per la simulazione di flussi d'interesse industriale, da debolmente comprimibili a supersonici, includendo anche casi con scambio termico coniugato, campi elettrici, combustione, applicazioni in ambito turbomacchinistico e aerospaziale. Per quanto riguarda i codici incomprimibili, le applicazioni sono relative al campo biomedicale e bio-inspired, permettendo nel dettaglio lo studio dell'interazione fluido-struttura in presenza di strutture attive e passive, e del trasporto di cellule/particelle all'interno di vasi sanguigni o microdispositivi per trattamenti antitumorali.

Recentemente, le attività del gruppo di ricerca si sono ampliate includendo anche l'ambito sperimentale per quanto riguarda la fluidodinamica su piccola scala, grazie all'allestimento di un laboratorio di Microfluidica dedicato alla manipolazione e alla visualizzazione di flussi e particelle all'interno di microdispositivi. Caratteristica fondamentale delle attività di ricerca è la multidisciplinarietà, legata alla complessità dei problemi considerati, che richiede l'interazione fra ambiti scientifici differenti, come fisica, matematica, medicina, biologia e computer science. Questo ha portato a diverse collaborazioni con gruppi di ricerca di fama internazionale sui diversi temi. L'attività di ricerca può essere sintetizzata nelle seguenti quattro linee di ricerca:

- **Linea 1: sviluppo di modelli computazionali per l'interazione fluido-struttura in applicazioni industriali**

Le attività riguardano lo sviluppo di tecniche numeriche accurate per lo studio dell'interazione di strutture rigide o deformabili con flussi complessi, in un ampio range di numeri di Reynolds e di Mach. La previsione e il controllo dell'accoppiamento dinamico e termico sono inoltre fondamentali per migliorare le prestazioni, l'efficienza e l'affidabilità di configurazioni progettuali innovative. L'approccio utilizzato si basa su metodi partizionati, in cui vengono impiegate tecniche diverse per il dominio solido e il dominio fluido. Il gruppo di ricerca ha sviluppato diversi codici numerici in cui il moto del fluido è risolto con diversi approcci, a seconda del regime di moto: i) un metodo Lattice-Boltzmann per flussi incomprimibili a basso numero di Reynolds; ii) una tecnica di proiezione classica con approccio Direct Numerical Simulation (DNS) e Large-Eddy Simulation (LES) su griglie strutturate Cartesiane per flussi incomprimibili e numeri di Reynolds moderati; iii) un approccio parallelo di tipo Unsteady Reynolds-Averaged Navier Stokes (URANS) su griglie Cartesiane con local-grid-refinement, per flussi comprimibili e alti numeri di Reynolds. D'altra parte, per predire la risposta elastica dei gusci sottili soggetti a grandi spostamenti e grandi deformazioni indotti dalle forze idrodinamiche, le strutture immerse sono modellate come gusci di Kirchhoff-Love e vengono risolte per mezzo dell'analisi Isogeometrica. I solutori fluido-

struttura scambiano informazioni tramite tecnica Immersed Boundary, sviluppata appositamente per corpi in movimento. La tecnica permette di impiegare griglie Cartesiane, evitando la complessa e dispendiosa rigenerazione della griglia, tipica di un approccio body-fitted. Il metodo risulta accurato e molto efficiente per problemi dinamici complessi.

- **Linea 2: studio dell'emodinamica nel sistema cardiovascolare**

Gli strumenti numerici sviluppati vengono applicati all'ambito biomedicale, permettendo simulazioni ad alta fedeltà dell'emodinamica cardiovascolare in presenza di strutture naturali o protesiche. In particolare, gli studi si sono concentrati sullo studio della dinamica delle protesi valvolari aortiche, di tipo meccanico o biologico, caratterizzate da un campo di moto non fisiologico e responsabile di sforzi meccanici elevati sulle cellule in sospensione del sangue. L'obiettivo è quello di comprendere accuratamente i fenomeni fluidodinamici in gioco in modo da consentire un progresso tecnologico e terapeutico significativo. La presenza di geometrie complesse, superfici mobili, interazione fluido/struttura e transizioni alla turbolenza rende il problema così oneroso da richiedere l'implementazione di apposite strategie di calcolo. I codici sviluppati dal gruppo di ricerca permettono di simulare accuratamente il problema, raggiungendo un notevole livello di dettaglio, sia nella descrizione della cinematica delle strutture, sia nello studio della dinamica del flusso, anche alle scale più piccole, responsabili dell'attivazione delle piastrine e della conseguente formazione di trombi oltre che dell'emolisi. È possibile valutare gli elevati sforzi meccanici, agenti sulle cellule in sospensione all'interno del flusso, per diverse combinazioni in termini di schema di montaggio, geometria della valvola e della radice aortica, al fine di definire nuovi design ottimizzati con ridotto indice di trombogenicità. Recentemente la ricerca si è concentrata sulla simulazione in presenza di strutture attive (atri e ventricoli), includendo modelli numerici per la stimolazione elettrofisiologica dei tessuti, permettendo simulazioni accurate dell'intero miocardio, in condizioni fisiologiche e patologiche.

- **Linea 3: modellazione di tessuti biologici attivi per applicazioni bio-inspired**

Lo studio riguarda la stimolazione elettrofisiologica dei tessuti con capacità contrattili che determina l'adempimento di diverse funzionalità fisiologiche, con l'interesse di comprendere i meccanismi alla base della catena neuromeccanica di eccitazione-contrazione e prenderli come ispirazione per la costruzione di tessuti bio-ingegnerizzati. In particolare, le attività del gruppo di ricerca sono focalizzate sullo sviluppo di bio-robot nuotatori autonomi, di materiale morbido, guidati da tessuto neuromuscolare che si attiva quando stimolato, imitando organismi naturali molto efficienti, come ad esempio le meduse. In questo contesto, le attività di ricerca sono concentrate sullo sviluppo di una piattaforma computazionale in grado di replicare campi di attivazione complessi e la conseguente contrazione muscolare, ottenendo un valido strumento per l'esplorazione dello spazio dei parametri in fase di progettazione. L'approccio numerico, permettendo simulazioni con un elevato numero di gradi di libertà, può supportare la dissezione di eventi biologici complessi in semplici funzionalità meccaniche da imitare con soluzioni ingegnerizzate. Il contributo scientifico si concretizza sia nello sviluppo di metodi numerici efficienti per la dinamica di eccitazione-contrazione, sia nell'esplorazione di eventi biologici rilevanti mediante simulazioni a scala d'organo. Le attività di sviluppo si basano su strumenti numerici di avanguardia, quali l'analisi Isogeometrica su topologia NURBS e la collocazione Isogeometrica, con un riscontro positivo nell'approssimazione delle equazioni di reazione-diffusione che governano i processi elettrofisiologici, fornendo diversi vantaggi in termini di accuratezza ed efficienza della soluzione.

- **Linea 4: simulazione del trasporto cellulare in ambiente microfluidico**

Le attività riguardano lo sviluppo di modelli computazionali per ottimizzare la progettazione, l'analisi e la fabbricazione di microdispositivi multifunzionali e ad elevata efficienza in ambito biomedicale, del tipo point-of-care-test. La progettazione di lab-on-chip personalizzati e la comprensione dei meccanismi fisici che governano il trasporto di corpi deformabili al loro interno pongono sfide tecnologiche significative. Gli approcci sperimentali spesso risultano costosi e laboriosi, mentre gli approcci numerici sono ormai riconosciuti come un metodo affidabile per ridurre costi e ore-uomo pur garantendo una buona accuratezza della soluzione. In questo contesto, il gruppo di ricerca lavora allo sviluppo di un metodo combinato Lattice-Boltzmann/Dynamic-Immersed-Boundary, per prevedere in maniera efficiente e accurata il trasporto di cellule/particelle all'interno di geometrie di forma arbitraria, considerando la modellazione delle diverse cellule in sospensione e la loro interazione con il fluido e le altre strutture, fisse o mobili. I codici sviluppati sono stati utilizzati per studiare dispositivi con canali curvi in regime di microfluidica inerziale, generando flussi secondari che permettano la migrazione delle particelle in applicazioni di focusing idrodinamico. Recentemente gli studi si sono concentrati, nell'ambito della medicina personalizzata, sullo studio delle proprietà di marginazione di nanocostrutti per trattamenti antitumorali al variare dei parametri di progetto, con l'obiettivo di aumentare l'efficienza e ridurre i costi di realizzazione dei microdispositivi, riducendo la distanza tra ricerca scientifica e applicazioni cliniche.

## **Modellistica e simulazione dei sistemi energetici e delle macchine**

**Coordinatore:** *Pietro De Palma*

**Componenti:** *Stefania Cherubini, Elia Distaso, Giovanni Caramia, Alessandro Giannotta, Felice Manganelli, Donato Variale, Fabio Spagnoletta, Carmine Petrarota, Giacomo Luca Mongelli.*



Il gruppo si occupa dello sviluppo di modelli e metodi numerici per la simulazione di flussi non-reagenti e reagenti all'interno dei sistemi energetici e delle macchine con particolare riferimento ai problemi di stabilità, combustione e focalizzazione sui sistemi per le energie rinnovabili. L'attività di ricerca può essere sintetizzata nelle seguenti sei linee di ricerca.

- **Linea 1: stabilità dei flussi e transizione al regime turbolento:**

L'attività riguarda l'analisi di stabilità di flussi laminari e turbolenti e lo studio dei meccanismi fondamentali di transizione da flusso laminare a flusso turbolento di fondamentale interesse per flussi in turbomacchine e scambiatori di calore. Diverse tecniche di analisi sono impiegate: i) metodi di analisi degli autovalori dell'operatore differenziale corrispondente alle equazioni di Navier-Stokes; ii) metodi di ottimizzazione basati sui moltiplicatori di Lagrange (direct-adjoint approach) per individuare le perturbazioni con amplificazione massima; iii) simulazioni numeriche dirette (direct numerical simulation). Lo studio tende a investigare le motivazioni per cui la transizione avviene in corrispondenza di valori del numero di Reynolds più bassi dei valori critici previsti dall'analisi di stabilità classica. Inoltre, mira a identificare i meccanismi di generazione delle strutture coerenti in regime di flusso turbolento.

- **Linea 2: simulazione di sistemi energetici e macchine**

L'attività riguarda la simulazione basata sulla risoluzione delle equazioni di Navier-Stokes mediate alla Reynolds e "large eddy simulation" di flussi bi- e tri-dimensionali in turbomacchine. L'attività riguarda in particolare lo studio di diverse problematiche peculiari di alcune tipologie di macchine: 1) analisi di stabilità combustori per turbine a gas; 2) sviluppo di metodi innovativi per la simulazione numerica del flusso su turbine eoliche e parchi eolici (aeroelasticità, interazione fluido struttura, impatto acustico, turbine "off-shore, effetto della scia nei parchi eolici); 3) simulazione ad elevata accuratezza di sistemi di alimentazione di idrogeno in motori a combustione interna.

- **Linea 3: Modellistica della combustione e metodi Data-driven**

L'attività di ricerca mira a sviluppare uno strumento di simulazione accurato per lo studio di tecnologie innovative di combustione di idrogeno in turbogas approfondendo l'aspetto critico della modellistica della turbolenza e della combustione. Il metodo di calcolo sviluppato è ottenuto accoppiando un solutore fluidodinamico, basato su un approccio RANS (Reynolds averaged Navier-Stokes) o LES (large-eddy simulation), con un modello di combustione di ordine ridotto e ottimizzando i coefficienti dei modelli di turbolenza e combustione. Tra i modelli chimici di ordine ridotto (ROM) basati su flamelet [4] per una modellazione efficiente e accurata delle fiamme turbolente, il modello Flamelet-Generated Manifold (FGM) [5] ha dimostrato di funzionare bene con un basso numero di variabili di controllo, come la frazione di miscela e il tasso di dissipazione scalare. Tuttavia, questi ROM sono molto sensibili alle condizioni di flusso e vi è la necessità di tarare dinamicamente i parametri del modello per applicazioni specifiche a causa delle incertezze nei coefficienti del modello. Una strategia più coerente per affrontare questo problema si basa sull'analisi statistica degli errori, che fa coincidere la formulazione matematica del sistema dinamico con le informazioni sperimentali o numeriche disponibili. Questo e la stima dell'incertezza sono l'obiettivo specifico dell'approccio di assimilazione dei dati (DA) [6]. La presente attività di ricerca mira a sviluppare un approccio computazionale Bayesiano che integri il solutore CFD con un metodo di DA per ottimizzare la previsione CFD del flusso turbolento reagente in combustori per turbogas.

- **Linea 4 : Simulazione di flussi su superfici micro e nano strutturate**

L'attività di ricerca mira a sviluppare strumenti di simulazione per lo studio di flussi su superfici aventi una struttura complessa alla scala micro e nano. In particolare, vengono utilizzati metodi di omogeneizzazione basati sulla risoluzione di un problema di Stokes o di un modello semplificato all'interno delle micro-rugosità, allo scopo di ricavare delle condizioni al contorno « efficaci » di slip e di traspirazione per il flusso alla scala macro. Alternativamente, la rugosità di parete viene discretizzata e il flusso al suo interno analizzato tramite analisi di stabilità e simulazioni dirette. Vengono considerati flussi su pareti superidrofobiche o rugose statiche o rotanti, per rugosità di diversa forma

- **Linea 5: Reinforcement Learning e modelli di ordine ridotto per parchi eolici**

L'attività di ricerca sviluppa e utilizza metodi di Reinforcement Learning (RL) per ottimizzare le prestazioni di parchi eolici in funzione delle condizioni atmosferiche agendo su parametri come l'angolo di yaw e l'angolo di pitch di ciascuna turbina. Le tecniche RL sono progettate e implementate sulla base di simulazioni large eddy dei parchi eolici.

- **Linea 6: Iniezione di idrogeno in camere di combustione**

L'attività di ricerca sviluppa metodologie di calcolo 3D basate su approccio large eddy per la simulazione della iniezione di idrogeno in camere di combustione per motori volumetrici e propulsori aeronautici. Questo tipo di iniezione è di interesse per la mobilità su strada e per la progettazione di futuri propulsori per velivoli ipersonici in cui il flusso nella camera di combustione è supersonico (SCRAMJET). L'attività di ricerca affronta i problemi di progettazione degli iniettori e quelli connessi al miscelamento del combustibile con l'aria comburente. Inoltre, per entrambe le tipologie di flusso è condotta un'approfondita analisi delle modalità di combustione e di stabilizzazione della stessa considerando condizione di elevata diluizione, nel caso di motori volumetrici, e di flusso supersonico nei combustori aeronautici.

## **Sistemi per la conversione di energia**

**Coordinatore:** Riccardo Amirante

**Componenti:** Paolo Tamburrano, Elia Distaso, Giovanni Caramia, Egidio Cassone, Giuseppe Calò, Francesco Sciatti, Danyal Baloch

Il gruppo si occupa dello studio, con metodi sia numerici che sperimentali, dei sistemi energetici e delle macchine a fluido con particolare riferimento ai problemi di conversione dell'energia e degli impianti per la sua produzione ed utilizzazione da fonti rinnovabili, della combustione e gestione delle emissioni in combustibili alternativi e non, dei sistemi oleodinamici e degli azionamenti a fluido, nonché dell'impiantistica per l'agroalimentare. L'attività di ricerca può essere sintetizzata nelle seguenti quattro linee di ricerca.

- **Linea 1: sistemi per la produzione di energia da fonti rinnovabili**

Il gruppo si dedica allo studio di impianti combinati utilizzando cicli a gas con combustione esterna e cicli Rankine con acqua e con fluidi organici; per essi il gruppo applica tecniche di simulazione ed ottimizzazione del progetto di impianti combinati con analisi termo-economiche utilizzando algoritmi genetici. L'attività è coadiuvata da una azione sperimentare grazie ad un impianto combinato di piccola taglia (70 kW), in scala reale, disponibile presso il laboratorio ZERO, per la produzione di energia elettrica a partire da biomassa solida e biogas. In esso vengono condotti anche studi di scambiatori di calore innovativi con particelle solide per il recupero del calore. Sempre nel medesimo laboratorio si studia sperimentalmente, grazie alla realizzazione di un innovativo banco di test a sezione aperta, il comportamento di microturbine eoliche, nonché è possibile simulare la spinta e gli effetti del vento sulla struttura (rotore, statore, fondazione).

- **Linea 2: sistemi di conversione del moto e attuazione con fluidi**

Il gruppo di ricerca, con applicazioni e studi numerici e sperimentali, elabora innovazione in circuiti e valvole nel settore degli azionamenti a fluido, con particolare riferimento al loro comportamento durante i transitori. Si occupa della progettazione di innovative valvole proporzionali con tecniche di ottimizzazione attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici, tese alla minimizzazione delle forze di azionamento nonché ad adottare sistemi piezoelettrici per favorirne la velocità di commutazione. I lavori scientifici oggetto della presente linea di ricerca hanno ottenuto un importante ed evidente riscontro internazionale, testimoniato dall'elevatissimo numero di citazioni ottenute e dalla collocazione su rilevanti riviste Q1 per il settore di riferimento. Nell'ambito di tale attività il gruppo di lavoro ha intrapreso una continuativa collaborazione con il prof. Andrew Plummer, direttore del Centre for Power Transmission and Motion Control della Bath University. Grazie a tale collaborazione si è svolto un progetto "Marie Curie" portato avanti dal dott. Paolo Tamburrano, ricercatore a tempo determinato di tipo B dello stesso gruppo.

- **Linea 3: motori alternativi a combustione interna**

Nel passato il gruppo ha prodotto studi della propagazione ondosa nei condotti ad elevata pressione di iniezione, sistemi di misura per il monitoraggio del momento di apertura degli iniettori e della pressione in camera di combustione. Più di recente si sono acquisite le competenze per lo studio dei fenomeni di combustione e dei meccanismi di formazione del particolato nei motori ad accensione comandata. A supporto di tale attività di ricerca il gruppo dispone di un banco prova motori con freno dinamometrico dotato di centraline ETAS programmabili e un banco prova per prove su sistemi di iniezione. Largo spazio all'interno dell'attività di ricerca ottiene lo studio, sia teorico-numerico che sperimentale, dei processi di combustione legati ad applicazioni di alto interesse per la comunità scientifica ed industriale. Tra i know-how più rilevanti che il gruppo esprime si riportano le capacità di definizione di correlazioni analitiche per un calcolo semplice, ma molto accurato, della velocità di propagazione laminare delle fiamme, parametro fondamentale in innumerevoli applicazioni e per diversi combustibili o miscele di essi, compresi idrogeno, metano, ecc. Il gruppo è capace di dettagliare numericamente la produzione di sostanze inquinanti derivanti dalla combustione di tali combustibili, anche combinati con gli oli di lubrificazione. È inoltre in grado di produrre campagne sperimentali, unite ad accurate simulazioni fluidodinamiche basate su modelli dettagliati di cinetica chimica, di scambio termico e di propagazione del fronte di fiamma per la descrizione di meccanismi di formazione del particolato all'interno dei motori alternativi a combustione interna ad accensione comandata. Tali ricerche sono svolte in collaborazione con il prof. Rolf Reitz già direttore dell'Engine Research Center della University of Wisconsin-Madison (WI, USA), nonché con l'ex Istituto Motori di Napoli.

- **Linea 4 - macchine e sistemi per l'agroalimentare**

Il gruppo si adopera da diversi anni nella simulazione fluidodinamica per la descrizione della separazione solido-liquido in estrattori centrifughi ad asse orizzontale per la loro progettazione ed ottimizzazione, nonché nella progettazione di innovativi sistemi di somministrazione di ultrasuoni su paste ad elevata viscosità e comportamento non newtoniano con l'obiettivo di ricavare sostanze ad alto valore nutraceutico. Nell'ambito di tale attività di ricerca il gruppo ha, nel recente passato, inventato e messo a punto un innovativo metodo di impiego della cavitazione acustica, indotta proprio grazie all'effetto di trasduttori ad ultrasuoni, al processo di estrazione dell'olio extravergine di oliva.

## **Efficienza energetica e Energie Rinnovabili**

**Coordinatore:** Sergio Mario Camporeale

**Componenti:** Marco Torresi, Lorenzo Dambrosio, Davide Laera, Michele Stefanizzi, Gianmarco Saponaro, Francesco Fornarelli (mediante accordo DAFNE UNIFG e DMMM POLIBA)

Il gruppo di ricerca, coordinato dal Prof. Camporeale, da moltissimi anni si occupa di ricerca nel settore dei sistemi energetici e delle macchine a fluido con un approccio sia numerico che sperimentale caratterizzato da una forte interazione sinergica con le aziende,

come testimoniato dalle tante collaborazioni. Le principali attività di ricerca sono legate: ai processi di combustione per generazione di potenza e per la mobilità; allo sfruttamento delle fonti rinnovabili di energia (wind, wave, tidal, hydro); allo studio delle turbomacchine. Tutte queste attività di ricerca, sono state tutte aggiornate in un'ottica di transizione energetica verso emissioni nulle di carbonio, puntando sull'integrazione del vettore idrogeno e ricorrendo a sistemi ibridi.

- **Linea 1: combustione convenzionale e combustibili ZLC (Zero/Low Carbon)**

L'attività di ricerca è dedicata allo studio dei processi di combustione sia di combustibili convenzionali che di combustibili innovativi ZLC (Zero/Low Carbon), come il vettore idrogeno, gli e-fuel (metano, ammoniaca e metanolo da sintesi con idrogeno verde) e biocombustibili, sia in bruciatori industriali che in quelli per turbine a gas. Tali attività mirano ad approfondire la conoscenza dei meccanismi alla base dei fenomeni di instabilità termoacustica, nonché a studiare la combustione di tipo MILD (Moderate and Intense Low-oxygen Diluted Combustion). Le presenti attività si avvalgono di una forte e pluriennale collaborazione di carattere industriale con Ansaldo Energia SpA, Centro Combustione Ambiente SpA (CCA), Itea, ACBoilers, Macchi e, più recentemente con Termotecnica Industriale Srl. Con il CCA nel 2018 è stato anche realizzato un Laboratorio Pubblico Privato denominato ETF (Energy Transition to the Future) a supporto della transizione energetica. Inoltre, il gruppo di ricerca si avvale della collaborazione di istituti di ricerca internazionali come il Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique (CERFACS) e l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT), nonché di una collaborazione con l'École Nationale d'Ingénieurs Arts et Métiers (ENSAM), ParisTech, e in particolare con il Laboratory of Fluid and Energy Systems Engineering (LIFSE). Tra gli obiettivi, la definizione dei meccanismi di stabilizzazione di fiamme con percentuali di idrogeno variabili e l'analisi dell'impatto dell'idrogeno nei meccanismi responsabili dell'instabilità termoacustica, al fine di migliorare il know-how per la progettazione di combustori di nuova generazione a minor impatto ambientale, più sicuri, più flessibili e più idonei a una gestione intelligente e distribuita dell'energia.

Lo studio della dinamica di combustione per combustibili innovativi, come l'idrogeno e l'ammoniaca, si avvale delle capacità relative al laboratorio di combustione ZLC. Quest'ultimo, potenziato grazie ai finanziamenti del PNRR, comprende un bruciatore a doppio swirl in scala da laboratorio e la strumentazione di diagnostica laser per eseguire analisi PIV, LDA (in cold flow) e OH\*. Il bruciatore ZLC è attrezzato con strumenti per la misura di temperatura, pressione dinamica e altoparlanti, che consentono il forzaggio acustico del flusso d'aria comburente. L'obiettivo del laboratorio è quello di studiare la dinamica della combustione per diverse miscele di combustibili, compresi i limiti di stabilità della fiamma e l'analisi delle emissioni allo scarico. Inoltre, le campagne sperimentali potranno fornire dati affidabili per la validazione dei modelli numerici utilizzati nella progettazione di moderni sistemi di combustione.

- **Linea 2: fonti rinnovabili (eolico, solare, owc, biomasse) e integrazione del vettore idrogeno**

Il gruppo di ricerca si occupa dello studio, teorico numerico e sperimentale della conversione dell'energia da fonti rinnovabili. Le principali attività riguardano i sistemi eolici, solari e marini. Sono stati condotti studi su turbine eoliche ad asse verticale e su impianti OWC (Oscillating Water Column), con particolare attenzione alle turbine Wells, per le quali sono state sviluppate attività di progettazione, realizzazione e caratterizzazione sperimentale, finalizzate all'analisi delle prestazioni in condizioni stazionarie e non stazionarie. Un ulteriore ambito di crescente interesse riguarda lo sfruttamento dell'energia delle correnti marine mediante tidal turbines: le attività in corso sono focalizzate sull'analisi fluidodinamica e sulla valutazione dell'influenza dei parametri di progetto e delle condizioni operative sulle prestazioni energetiche delle macchine. Il gruppo è inoltre attivo nello svolgimento di analisi di Life Cycle Assessment (LCA) e Carbon Footprint relative alle diverse tecnologie rinnovabili studiate. Recentemente sono state avviate attività di ricerca dedicate all'eolico off-shore, con particolare attenzione alle soluzioni floating e ai sistemi integrati di generazione di energia in ambiente marino, che combinano lo sfruttamento congiunto di eolico, onde e correnti marine. Tali tematiche, che saranno oggetto di ulteriore approfondimento, vengono sviluppate in collaborazione con l'Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria nell'ambito del progetto NEST, con l'obiettivo di promuovere soluzioni innovative e sostenibili per la produzione di energia rinnovabile in ambiente marino.

In un'ottica di transizione green, l'incremento delle fonti rinnovabili aleatorie non può prescindere da logiche di accumulo energetico. Da questo punto di vista può svolgere un ruolo strategico il vettore idrogeno. Il gruppo di lavoro, in questo momento è fortemente coinvolto nella modellistica e nella sperimentazione dell'integrazione dell'idrogeno all'interno di diversi contesti industriali, attività svolta anche all'interno del progetto MOST, in particolare il flagship HERMES dove Mermec è il principale partner industriale. Un altro esempio è il PIA con Guastamacchia. Si parte dalla produzione dell'idrogeno con elettrolizzatori, al suo stoccaggio e infine al suo utilizzo per il funzionamento di mezzi basati su fuel cell.

- **Linea 3: macchine idrauliche e idrogeno liquido**

Il gruppo di ricerca è impegnato in una serie di attività di natura numerica e sperimentale volte allo studio e alla progettazione di turbomacchine idrauliche, sia operatrici (pompe) che motrici (turbine idrauliche e/o pompe usate come turbine - pump as Turbine, PaT). L'obiettivo è lo sviluppo di modelli teorici di previsione delle performance di turbomacchine idrauliche operanti sia con flussi monofase che bifase al fine di progettare macchine sempre più efficienti per la produzione e gestione sostenibile dell'energia da fonti rinnovabili. Lo studio sulle PaT mira a sfruttare tali tecnologie per il recupero energetico nelle reti di distribuzione idrica. Tali attività vedono una consolidata collaborazione del gruppo con partner industriali come Nuovo Pignone, leader mondiale nella progettazione di turbomacchine operatrici, PaT e valvole di regolazione. Visto il grande verso il vettore idrogeno, un focus particolare è sull'idrogeno liquido e sulle pompe centrifughe

che verranno usate in futuro sia per trasferire l'idrogeno liquido da un serbatoio a un altro che per sistemi di alimentazione dell'idrogeno a bordo di un veicolo.

- **Linea 4: motori a combustione interna e propulsione ibrida**

Il gruppo di ricerca è impegnato nello studio termofluidodinamico dei sistemi di post-trattamento ai fini della limitazione delle emissioni inquinanti, nello studio delle fasi di aspirazione e scarico, e nello studio di sistemi per il controllo dei parametri di funzionamento dei motori. L'interesse per la termofluidodinamica attraverso i catalizzatori per il post-trattamento dei gas di scarico dei motori a combustione interna nasce dalla collaborazione con il CVIT di BOSCH. L'obiettivo è di definire dei modelli CFD che consentano di evitare la simulazione del flusso all'interno dell'intera matrice del catalizzatore sostituendola con una parte di dominio equivalente, in grado di garantire le stesse perdite di carico e di far avvenire le stesse reazioni eterogenee di post-trattamento.

In aggiunta, il gruppo di ricerca è impegnato nello studio dei motori a combustione interna alimentati a idrogeno con attività numeriche volte a identificare gli effetti dell'iniezione e della combustione dell'idrogeno in camera di combustione.

Vengono studiati anche combustibili a basso contenuto di carbonio con analisi dei parametri fondamentali della combustione come velocità laminare di fiamma e caratteristiche di autoaccensione. Tali analisi vengono realizzate tramite modelli unidimensionali basati su meccanismi cinetici chimici complessi o semplificati. Le attività saranno supportate da analisi sperimentali in sistemi di misurazione della velocità di fiamma laminare e turbolenta presso laboratori nazionali e internazionali che collaborano con il gruppo di ricerca.

Dal punto di vista numerico, si studiano i sistemi di iniezione idrogeno e la formazione della miscela in camera di combustione anche in collaborazione con il CNR STEMS.

Nell'ambito della propulsione stradale e navale, vengono studiati sistemi di generazione e propulsione ibridi basati sia su motori a combustione interna sia su fuel cell.

L'impegno del gruppo di ricerca nel contesto della mobilità sostenibile copre diversi settori del trasporto. In particolare le attività riguardano: i) modellazione dinamica dei sistemi di trazione e potenza; ii) Integrazione di sistemi fuel cell e batterie a bordo del veicolo; iii) studio e sviluppo di strategie per il power management, con particolare attenzione alla prognostica dei sistemi a bordo e quindi alla valutazione delle performance lungo l'intera vita utile del veicolo; iv) sviluppo di algoritmi e strategie per la gestione dei pacchi batteria per applicazioni aeronautiche in collaborazione con Leonardo SpA.

Le attività legate allo studio dei motori a combustione interna alimentati a idrogeno e le attività legate alla gestione dei flussi di energia a bordo di powertrain innovativi si avvalgono di collaborazioni con importanti player del settore come Isotta Fraschini Motori S.p.A.

Il gruppo di ricerca è impegnato all'interno del progetto flagship MOST DHINAMIC che vede come principale partner industriale MerMec. Il progetto prevede la realizzazione di un'automotrice per la diagnostica delle infrastrutture ferroviarie, alimentata da un innovativo e sostenibile sistema di propulsione ibrido elettrico/idrogeno, insieme a laboratori e tool specifici per la caratterizzazione del veicolo, dei sistemi di propulsione a idrogeno e la simulazione dinamica.

- **Linea 5: centro di competenza sull'idrogeno**

Presso la sede del Centro Combustione e Ambiente è in fase di completamento la realizzazione di un laboratorio per lo studio dei sistemi Fuel Cell di tipo PEM. I sistemi prototipali per i test consentiranno la caratterizzazione, in termini di prestazioni, e la diagnostica di stack (fino a 300kW) e interi sistemi fuel cell (fino a 400kW); inoltre, potranno consentire di verificare il funzionamento delle unità in prova in condizioni operative reali attraverso test dinamici. Infine, l'architettura di prova consentirà lo sviluppo e l'ottimizzazione delle strategie di gestione dell'energia per diverse tipologie di powertrain. L'obiettivo finale è quello di creare un grande centro di competenza sull'idrogeno con una particolare attenzione alla mobilità sostenibile legata al vettore idrogeno. Inoltre, presso il CCA, possono essere condotti anche studi per la sostituzione dei combustibili fossili con l'idrogeno nei sistemi hard-to-abate.

- **Linea 6: sistemi di accumulo di energia termica (PCM) e chimica (H2)**

La gestione di una crescente quantità di energia da fonti rinnovabili, la cui disponibilità non risulta allineata con la domanda, richiede la presenza di sistemi di accumulo energetico.

Nel campo del solare termodinamico, risulta particolarmente efficiente l'utilizzo di sistemi di accumulo diretto dell'energia termica all'interno di serbatoi di calore. Per poter aumentare la densità di energia accumulabile, la ricerca si sta orientando su materiali che sfruttano non solo il calore sensibile ma anche quello latente. Tali materiali, definiti Phase Change Materials (PCM), tuttavia hanno un comportamento fisico complesso. La presenza dello scambio termico in un materiale in cui sono presenti contemporaneamente più fasi, per esempio solido e liquido, la non stazionarietà del fenomeno, la presenza di moti convettivi, rende difficile la predizione del suo comportamento e quindi integrazione all'interno dell'impianto. La caratterizzazione di questi sistemi sfrutta la risoluzione numerica delle equazioni di governo al fine di comprendere i parametri di progetto che modificano maggiormente le prestazioni al fine di una loro ottimizzazione. I risultati numerici sono quindi validati attraverso un confronto con gli esperimenti.

Le attività nell'ambito degli accumuli termici prevedono anche l'attività sperimentale su un banco prova per alta e bassa temperatura posizionato all'interno del laboratorio del dipartimento. Sono previste prove di scioglimento e solidificazione di elementi semplificati di accumulo termico di tipo shell-and-tube verticali. I dati sono registrati nel sistema di controllo del banco sperimentale per poter essere analizzati. La sezione di prova a bassa temperatura è equipaggiata con un sistema di termocamera in grado di visualizzare i moti convettivi durante il funzionamento dei moduli.

I flussi multifase rappresentano un promettente punto di riferimento che, tuttavia, può essere ulteriormente esplorato. In particolare, ci si riferisce a due casi specifici: i) flussi con dispersione di bolle/particelle ii) sistemi a transizione di fase. Nel primo caso, l'aggiunta della fase dispersa migliora lo scambio termico del fluido base. I meccanismi fisici nonché gli impieghi tecnologici sono molteplici in funzione della tipologia della fase dispersa bolle/particelle e della granulometria. In particolare, la nucleazione di bolle di vapore migliora l'efficienza degli scambiatori ad alte prestazioni impiegati nelle centrali nucleari e nei sistemi aerospaziali. Applicazioni simili vedono la dispersione di particelle nel fluido base con la finalità di migliorare lo scambio termico. A tal fine, il gruppo di ricerca si sta dotando di un apposito impianto sperimentale. Le attività potranno portare allo sviluppo di nuove tecnologie e brevetti. Le attività di ricerca riguardano anche lo stoccaggio dell'idrogeno. Grazie al progetto NoMaH, si sta lavorando in particolare sulla simulazione dello stoccaggio dell'idrogeno allo stato solido mediante assorbimento su matrici porose o mediante idruri metallici. In particolare, lo studio si concentra sulle problematiche di thermal management in fase di carica e scarica.

## **Misure Meccaniche e Termiche**

**Coordinatore:** Laura Fabbiano

**Componenti:** Giuseppe Zito, Antonella Gaspari

In accordo con la declaratoria del macrosettore 09/E4: MISURE, tutte le attività si muovono negli ambiti culturali del settore IMIS-01/A, in cui si riuniscono l'insieme delle conoscenze e delle competenze necessarie alla definizione di metodi e procedure per la misurazione e alla progettazione, realizzazione, caratterizzazione, taratura e collaudo di sistemi di misura; oggetto della misurazione è qualsiasi tipo di fenomeno e grandezza di interesse per l'industria, l'uomo, l'ambiente e la società dell'informazione.

Le attività si avvalgono delle seguenti risorse strutturali del Dipartimento:

- Laboratorio di Misure Meccaniche e Termiche
- Cluster CEMeC
- Cluster dipartimento di Eccellenza

### **- Linea 1: misure di flusso**

**Le leggi fluidodinamiche governano e descrivono una varietà di problemi fisici, in qualsiasi campo in cui si possa riconoscere un flusso (fluido, massa, traffico, denaro, virus, e così via), anche in qualsiasi organismo vivente, umano, animale o vegetale.** Oggi aerospazio, biomedicina ed economia (anche per i flussi monetari si può parlare di metodologie di monitoraggio di flusso) sono i campi di ricerca più avanzati e stimolanti, dove la sperimentazione avanzata potrebbe aiutare in modo significativo a comprendere meglio i problemi reali e a validare i modelli matematico-numerici più sofisticati per le loro simulazioni e soluzioni. È in questo ambito teorico-sperimentale che questa attività di ricerca si esprime attraverso nuove tecniche e procedure di misurazione ed elaborazione di dati avanzate. Una particolare attenzione è posta alle misure di flusso e di portata in campo industriale e civile: si caratterizzano semplici e non invasive tecniche di misura e strumenti innovativi ed inoltre si analizzano strutture ed elementi di macchine attraverso sensori ottici di flusso ad elevate prestazioni metrologiche. La ricerca e gli studi si concentrano sull'analisi ed il post-processing dei segnali che rappresentano un'interessante sfida, strettamente legata all'enorme quantità di dati provenienti da differenti e numerosi sensori.

### **- Linea 2: Taratura dei sistemi di misura BTT (Blade Tip Timing) per turbomacchine**

La tecnica di misurazione della temporizzazione della punta della pala (BTT), introdotta per la prima volta alla fine degli anni '70 dai laboratori dell'aeronautica americana e della NASA, è ora riconosciuta come il metodo più avanzato per misurare le vibrazioni nelle pale assiali delle turbomacchine. Il principio fondamentale consiste nel determinare la deflessione istantanea della punta della pala misurando le deviazioni nel tempo di arrivo della pala in posizioni angolari fisse. Queste deviazioni temporali, anticipi o ritardi, vengono rilevate utilizzando sensori di prossimità specializzati montati sull'involucro. Il BTT è ampiamente utilizzato sia per convalidare le prestazioni di nuovi progetti di turbomacchine sia per il monitoraggio delle condizioni in tempo reale in centrali elettriche, motori aeronautici e altre applicazioni. Uno dei principali vantaggi del BTT è la sua capacità di misurare le vibrazioni di tutte le pale utilizzando un numero limitato di sensori. Questa caratteristica risolve i limiti significativi dei tradizionali estensimetri elettrici a resistenza, che includono misurazioni localizzate, cablaggi complessi e trasmissione del segnale da telai rotanti, potenziali alterazioni nella distribuzione di massa del rotore e la dipendenza da modelli inversi complessi per interpretare lo spostamento della punta dalle deformazioni misurate. Attualmente, i sistemi di misurazione BTT di base (BTTMS) sono implementati dai principali produttori di turbine nei settori della produzione di energia (gas e vapore) e aerospaziale. Tuttavia, la taratura del BTTMS rimane una sfida critica. Le procedure per stimare accuratamente l'incertezza di misura e garantire la tracciabilità non sono ancora standardizzate. Colmare queste lacune per un'efficace certificazione, monitoraggio e uso diagnostico del BTTMS, migliorando in definitiva la sicurezza operativa. Le vibrazioni delle pale sono una delle principali cause di guasti al motore e lo sviluppo di metodi di taratura affidabili per BTTMS potrebbe semplificare notevolmente il processo di certificazione, con conseguenti notevoli risparmi sui costi. Lo scopo di questa linea di ricerca è quello di sviluppare metodi e tecnologie innovativi per la taratura del BTTMS in risposta alla notevole richiesta di convalida metrologica da parte dei produttori di turbine e motori

aeronautici. Il raggiungimento di tale obiettivo, raggiungibile attraverso la realizzazione di un banco di taratura, stabilirà una base scientifica per la futura creazione di standard e tecniche di taratura internazionali per BTMS, aprendo la strada a futuri trasferimenti tecnologici e a una maggiore adozione dei sistemi BT nell'industria.

- **Linea 3: Sviluppo di procedure e definizione di standard per la valutazione della qualità e della portata di idrogeno**

Ridurre l'impatto ambientale e le emissioni di anidride carbonica prodotte dall'utilizzo di fonti fossili è l'obiettivo che l'UE si è prefissa di raggiungere entro il 2030 e, a lungo termine, quello di conseguire la neutralità climatica, impatto climatico zero, entro il 2050. La transizione energetica prevede il passaggio da energia ottenuta da fonti fossili a quella ottenuta da fonti rinnovabili. L'interesse verso l'idrogeno rientra in questo scenario: è considerato l'elemento chiave per garantire la sostenibilità energetica e promuovere lo sviluppo ecosostenibile poiché può immagazzinare e fornire grandi quantità di energia senza generare emissioni di CO<sub>2</sub> durante il suo utilizzo. L'attuale normativa che regola il settore in Italia è limitata ad alcune applicazioni specifiche per alcuni comparti industriali. D'altra parte, la produzione di idrogeno, l'accumulo, il trasporto in serbatoi e/o reti (pipeline network), le procedure di misurazione, gli strumenti di misura di portata e qualità dell'idrogeno necessitano di un approfondimento tecnico-normativo al fine di favorire l'utilizzo dell'idrogeno nei diversi settori applicativi: produzione di energia, industria, trasporti, residenziale. L'obiettivo del progetto è quello di definire e sviluppare procedure di misurazione, implementare strumentazione di misura e caratterizzare i sensori e i dispositivi di misura attraverso lo sviluppo della ricerca fondamentale sulla tematica della qualificazione e quantificazione dell'idrogeno nei diversi ambiti applicativi. Questo consentirà la conduzione di studi in ambito pre-normativo i cui risultati costituiranno una base solida di carattere tecnico-scientifico per la definizione di standard, linee guida e riferimenti normativi per l'utilizzo di procedure e strumenti di misura accurati, affidabili e robusti utili a qualificare e quantificare l'idrogeno nello sviluppo della filiera nazionale dell'idrogeno sostenibile.

- **Linea 4**

Queste attività si svolgono in collaborazione e presso il centro di ricerca ENEA Trisaia di Rotondella (MT), con il gruppo di ricerca coordinato dal D.R. Nadia Cerone, utilizzando principalmente due strutture chiave: un gassificatore a corrente ascensionale su scala pilota e un reattore a membrana Pd-Ag progettato per la produzione di idrogeno ultrapuro. L'indagine si concentra sulla valutazione delle prestazioni del gassificatore e sullo studio dell'impatto del cracking catalitico del catrame sulla concentrazione di H<sub>2</sub> nel gas di sintesi. Al fine di produrre un gas di sintesi ricco di idrogeno che sia più gestibile nel reattore a membrana, si esplorerà la dinamica dei fluidi all'interno del reattore per comprendere la potenziale esistenza di percorsi preferenziali durante il processo di gassificazione. L'obiettivo è .

- Altre attività di ricerca includono la creazione di una cella di elettrolisi su scala di laboratorio per l'elettrolisi delle acque reflue di lavaggio del gas di sintesi. Ciò comporta la valutazione dell'influenza delle ceneri e delle macromolecole organiche sulla produzione di idrogeno. Inoltre, sono previsti piani per la progettazione e l'implementazione di un reattore a membrana di zeolite per la sintesi di metanolo (CH<sub>3</sub>OH) e altri combustibili elettronici dal gas di sintesi. L'elettrolisi delle acque reflue derivanti dal lavaggio del gas di sintesi ha lo scopo di comprendere gli effetti delle ceneri e delle macromolecole organiche sulla produzione di idrogeno. Infine, l'attenzione è rivolta alla ricerca sulle membrane di zeolite, sfruttandone le proprietà di "setacci molecolari". Queste membrane, con il loro comportamento idrofilo, contribuiscono a spostare l'equilibrio chimico verso i prodotti desiderati, facilitando la produzione di metanolo dal gas di sintesi.

### **Misure e tecniche di validazione per l'environmental testing**

**Coordinatore:** Antonella Gaspari

**Componenti:** Laura Fabbiano, Leonardo Soria, Sabina Luisa Campanelli, Maria Cinefra, Luigi Tricarico, Giuseppe Carbone, Simone De Carolis, Francesco Ciampa

La linea di ricerca si colloca nell'ambito dell'Ingegneria Ambientale in senso ampio, ovvero con riferimento sia agli effetti delle attività umane sull'ambiente, sia agli effetti dell'ambiente sul risultato delle attività produttive. Gli ambiti più interessanti sono quelli legati alla valutazione dell'affidabilità di prodotti e di sistemi, quindi alle misure. Il contesto applicativo fa riferimento alle sfide che l'industria deve affrontare verso la scelta di soluzioni di progettazione, tecnologie e condizioni d'uso nuovi e innovativi per realizzare prodotti affidabili dall'inizio della loro vita utile, in ambiti importanti e diversi quali l'industria dell'automotive, dell'aerospazio e della meccanica avanzata in generale, coinvolgendo quindi settori tecnologicamente ed economicamente rilevanti ed anche diversi tra loro. Ciò richiede la combinazione di approcci sia teorici sia sperimentali e competenze multidisciplinari per la realizzazione di best practices durante l'intero ciclo di vita dei prodotti. La ricerca mira perciò a mettere a punto delle tecniche di validazione che siano trasversalmente applicate ed accettate per garantire che l'attestazione della resistenza e l'integrità di prodotti e sistemi contro le influenze ambientali sia costruita su procedure teorico-sperimentali che siano complessivamente affidabili. L'attività sperimentale svolge un ruolo molto importante all'interno di queste metodologie in un contesto che richiede che le prove risultino di durata la più limitata possibile - anche per ridurre i costi, esaustive, riguardo l'interpretazione dei risultati e con risultati accurati, per garantire l'affidabilità delle previsioni. Solo per citare alcuni ambiti, che richiedono considerazioni approfondite sulla qualità dei dati, si possono considerare la garanzia di rappresentare le effettive sollecitazioni termiche-meccaniche-chimiche che i componenti/sistemi sono chiamati a sopportare nel loro ciclo di vita, la modalità per una corretta velocizzazione delle sollecitazioni durante i test preventivi, la corretta interpretazione del funzionamento dei sistemi di sollecitazione e prova. Anche a fronte di una attività scientifica e

normativa tecnica importante e consolidata, gli aspetti che vanno studiati nel contesto precedentemente descritto per migliorare la qualità dell'informazione sperimentale sono molti e di diversa tipologia, ma al loro interno una importanza sempre crescente stanno assumendo le garanzie metrologiche da realizzare nelle misure. Le tecniche di validazione di dati di misura su cui le suddette analisi si basano sono pertanto viste come un efficace supporto allo sviluppo di metodi di progettazione e di test per migliorare l'integrità, le prestazioni e la durata di servizio di prodotti e sistemi. L'obiettivo del filone di ricerca è individuare delle metodiche innovative tese a sistematizzare le metodologie di misurazione, in fase di verifica e testing sperimentale. Le aree applicative includono le sollecitazioni meccaniche e di trasporto, l'analisi della affidabilità di prodotto e l'analisi degli effetti del clima e dell'inquinamento su apparecchiature e strutture. In particolare, il gruppo lavora con l'obiettivo di indagare metodi di validazione con riferimento ai principali problemi affrontati nelle principali aree tematiche di interesse durante il processo di progettazione e verifica delle apparecchiature e su materiali, quali:

- Problemi di corrosione o degrado – analisi dell'effetto degli inquinanti e delle condizioni climatiche su materiali ed apparecchiature
- Parametri e funzioni dell'invecchiamento – considerazioni su come tenere conto dell'invecchiamento dei materiali durante la progettazione delle apparecchiature
- Analisi e aggiornamento dei requisiti – comprendere le questioni relative alla creazione di requisiti climatici per i prodotti da dati climatici "grezzi" e loro impatto sulla standardizzazione, migliorare le tecniche e le metodologie esistenti per quantificare le severità meccaniche, individuare nuovi metodi per generare standard relativi ai test ambientali meccanici, stabilendo le severità ambientali e la derivazione delle severità dei test dalle condizioni ambientali effettive.
- Metodologie e tecnologie per quantificare, descrivere e simulare le condizioni ambientali meccaniche subite dalle apparecchiature durante il loro ciclo di vita.

Il filone di ricerca si inserisce nel contesto della confederazione delle società europee per l'environmental engineering (CEEES – Confederation of European Environmental Engineering Societies, sito web: <http://www.cee.es.org>), e si avvale di collaborazioni internazionali con gli istituti di ricerca e le società che vi operano. I settori scientifico-disciplinari coinvolti sono principalmente quelli delle Misure Meccaniche e Termiche (ING/IND-12), della Meccanica Applicata (ING/IND-13), delle Tecnologie Meccaniche (ING/IND-16), delle costruzioni e strutture aerospaziali (ING-IND/04).

### **Nonlinear Dynamics of Mechanical Systems**

**Coordinatore:** *Giuseppe Carbone*

**Componenti:** *Nicola Menga, Francesco Bottiglione, Carmine Putignano, Cosimo Mandriota, Marco Ceglie*

Le attività del gruppo di ricerca sono fortemente incentrate sulle tematiche proprie del settore ING-IND/13. Principale oggetto di studio è la dinamica di sistemi di corpi deformabili in moto relativo tra loro in presenza di attrito all'interfaccia. I risultati sono di particolare rilevanza nello studio del comportamento tribologico di sistemi macroscopici quali, ad esempio, dissipatori/isolatori sismici per applicazioni civili, nonché per la modellazione in condizioni dinamiche di interfacce micro-strutturate discrete (lattice di bristles o spatulae) considerando la specifica deformabilità dei singoli elementi. Gli obiettivi delle attività del gruppo di ricerca spaziano dall'individuazione e modellazione matematico-fisica di specifici sistemi discreti interagenti tramite meccanismi di attrito, all'ottimizzazione del comportamento dinamico di features e micro-strutture all'interfaccia liscia o rugosa tra corpi in moto relativo per controllarne la risposta tribologica, allo sviluppo di specifiche metodologie di progettazione ingegneristica delle stesse. La ricerca di possibili dinamiche d'insieme spontaneamente emergenti è parte integrante delle attività. Particolare enfasi è infatti data anche all'emergenza di comportamenti intelligenti in sciami di robots sia alle micro- che alle macro-scale.

Tra i sistemi non lineari oggetti di studio sono considerati anche dissipatori viscoelastici non lineari per il controllo della trasmissibilità di vibrazioni in ambito industriale e sismico, la risposta dinamica di interfacce micro-/macro-strutturate (anche biomimetiche) in moto relativo, rivestimenti industriali per il controllo dinamico dell'attrito.

Le misure sperimentali sono effettuate in collaborazione con lo Smart Tribology Lab.

### **Meccanica dell'Autoveicolo**

**Coordinatore:** *Giacomo Mantriota*

**Componenti:** *Giuseppe Carbone, Francesco Bottiglione, Leonardo Soria, Nicola Menga*

Il gruppo di ricerca è impegnato nelle seguenti attività:

- Modellazione di sistemi di trasmissione tradizionali o innovativi per autoveicoli convenzionali, ibridi o elettrici al fine di: (i) valutare le performance energetiche e ottimizzare le strategie di gestione del/dei propulsori; (ii) simulare le performance dinamiche della trasmissione e del veicolo, con riferimento anche alla generazione di vibrazioni e rumore; (iii) implementare logiche di controllo attivo (e.g. controllo attivo della trazione) che dominino le caratteristiche dinamiche della trasmissione.
- Modellazione dinamica del veicolo e degli occupanti finalizzata al controllo attivo dell'assetto ed alla guida autonoma: (i) sviluppo di modelli di dinamica veicolo opportunamente elaborati per migliorare l'efficienza di controllori in anello aperto

per la stabilizzazione della dinamica di marcia del veicolo; (ii) sviluppo di controllori ed osservatori per l'avanzamento tecnologico nell'ambito dello chassis control; (iii) sviluppo di metodologie per l'integrazione delle conoscenze mediche sulla cinetosi con la pianificazione ed il tracciamento del moto (trajectory e speed planning) in veicoli a guida autonoma, e relativa implementazione in ambiente di simulazione e su prototipi.

#### **Meccanica e diagnostica di strumenti musicali**

**Coordinatore:** *Leonardo Soria*

**Componenti:** *Giuseppe Pompeo Demelio, Anna Castellano, Simone De Carolis*

Le attività del gruppo di ricerca riguardano lo studio della meccanica degli strumenti musicali tradizionali e innovativi, ovvero realizzati sia con nuovi materiali (come, per esempio, i materiali compositi) sia con nuove tecnologie, quali la tecnica di stampa 3D. L'approccio è sia teorico che sperimentale: alle prove sperimentali per la caratterizzazione delle proprietà modali degli strumenti vengono, infatti, affiancati modelli di simulazione numerica multifisica appositamente sviluppati.

#### **Biomimetica e tribologia delle superfici micro e nano strutturate**

**Coordinatore:** *Giuseppe Carbone*

**Componenti:** *Carmine Putignano, Nicola Menga, Francesco Bottiglione, Luciano Afferrante, Giuseppe Pompeo Demelio, Umberto Galletti.*

Il gruppo di ricerca è fortemente multidisciplinare, essendo costituito da docenti e ricercatori dei settori scientifico disciplinari ING-IND/13, ING-IND/14. L'attività di ricerca consiste nello studio delle caratteristiche adesive, super-idrofobe e lubrificanti di rivestimenti e superfici biomimetiche micro e nano strutturate. L'obiettivo della ricerca è quello di proporre soluzioni ingegneristiche innovative per il controllo dell'attrito, della bagnabilità, dell'adesione e della qualità dei rivestimenti, per applicazioni in ambito di: sustainability, energy efficiency, micro-robotica, swarm robotics, sistemi di controllo e sicurezza degli ambienti, oltre che più classicamente in tutti i sistemi tribologici quali: tenute, pneumatici, cuscinetti lubrificati. I principali goal attesi riguardano lo sviluppo di metodologie di progettazione e sperimentazione per l'ottimizzazione delle caratteristiche geometriche, meccaniche, tribologiche, chimiche e funzionali delle superfici. In particolare, vengono analizzati i meccanismi fondamentali che regolano l'attrito, l'adesione, la superidrorepellenza, considerando il contributo e l'influenza delle proprietà meccaniche e chimiche delle superfici e la loro micro- e nano- geometria, si sviluppano metodologie numeriche non convenzionali e innovative per comprendere il comportamento di sistemi naturali e prevedere il comportamento di superfici microstrutturate artificiali in condizioni di contatto secco e mediato da fluido, si fabbricano superfici micro e nanostrutturate con tecniche plasma etching and treating, laser texturing e emulsificazione in acqua. Per la caratterizzazione delle proprietà geometriche, adesive, idrofobe, di attrito e meccaniche vengono utilizzate tecniche di misura e strumentazione avanzata: microscopio confocale, microscopia a forza atomica, microscopio elettronico a scansione, microtribometro, tribometri pin-on-disk, ball on disk, block on ring (da -60°C a 1200°C), reciprocating, tribocorrosione, microscratch, sistemi di nano indentazione hard e soft, reometria e dynamic mechanical analysis, tomografia computerizzata, porosimetria, fatigue tests, biaxial stress tests, plasma treatment, ultrasuoni correnti parassite e termografia attiva. Ulteriori informazioni sono disponibili sulla pagina del laboratorio Smart Tribology Lab.

#### **Dinamica e controllo delle vibrazioni e del rumore**

**Coordinatore:** *Leonardo Soria*

**Componenti:** *Giuseppe Carbone, Carmine Putignano, Angelo Campanale, Simone De Carolis.*

Il gruppo di ricerca svolge attività riguardante lo studio teorico e sperimentale della risposta dinamica di macro- e micro-sistemi vibranti, finalizzato all'identificazione strutturale e allo studio dei meccanismi di damping mediante metodologie innovative per l'identificazione strutturale e loro applicazioni di frontiera. Gli obiettivi che la ricerca si pone sono: (i) sviluppo di algoritmi per l'analisi modale di veicoli stradali e ferroviari in condizioni di esercizio, mediante idonee formulazioni di Operational (o Output-only) Modal Analysis; (ii) messa a punto di strumenti diagnostici per veicoli stradali e ferroviari e relative infrastrutture, tramite metodi basati su vibrazioni; (iii) elaborazione di procedure per l'identificazione di strutture caratterizzate dalla presenza di componenti aventi comportamento non lineare; iv) modelli di interazione fluido struttura di macro- e micro-sistemi vibranti in liquido e in gas. La ricerca è condotta con la finalità di: (i) descrivere la dinamica e le prestazioni di tali sistemi mediante la caratterizzazione delle forze espletate dal fluido sulla struttura, in termini di massa aggiunta e smorzamento idrodinamico e, in definitiva, e (ii) stimare le variazioni dei parametri modali (frequenze naturali e fattori di merito) dovute alla presenza del fluido.

#### **Robotica**



**Coordinatore:** Mario Foglia

**Componenti:** Francesco Bottiglione, Giuseppe Carbone, Giacomo Mantriota

Il gruppo di ricerca è impegnato sulle seguenti attività: i) studio di meccanismi innovativi ai fini dell'automazione industriale e robotica; ii) studio e sviluppo di meccanismi basati su elementi flessibili (funi e cinghie) per applicazioni in ambito ortopedico, agricolo, nautico, industriale; iii) studio di esoscheletri di ausilio alla camminata di soggetti umani sani e non.

#### **Mobilità robotizzata**

**Coordinatore:** Giulio Reina

**Componenti:** Giacomo Mantriota, rocco Galati, Angelo Ugenti, Antonio Pappalettera, Adriana Dammicco, Francesco Passerella

Il gruppo di ricerca ha sviluppato solide competenze nella progettazione e realizzazione di robot mobili destinati ad ambienti non strutturati. Le principali applicazioni riguardano l'agricoltura di precisione e l'esplorazione planetaria, contesti che pongono sfide significative legate alla necessità di garantire elevata mobilità e destrezza su terreni irregolari e deformabili.

Le attività di ricerca del laboratorio includono anche lo sviluppo di veicoli elettrici ultraleggeri a pedalata assistita per la micromobilità urbana e di mani robotiche multi-articolate e sottoattuate per applicazioni protesiche e riabilitative.

La progettazione è condotta mediante strumenti CAD avanzati (AutoCAD, SolidWorks, PTC Creo) e software di simulazione multiscala (MSC Adams, Gazebo). Il sistema di controllo e di acquisizione dati dai sensori di bordo è sviluppato in ambiente C++ e ROS (Robot Operating System), garantendo modularità, interoperabilità e scalabilità delle architetture robotiche.

La costruzione e l'assemblaggio dei robot avvengono sia presso le officine del Politecnico di Bari, sia in collaborazione con officine meccaniche di precisione e start-up innovative del territorio pugliese.

Ulteriori informazioni sono disponibili sulla pagina del laboratorio Robotic Mobility Lab.

#### **Meccanica del contatto di materiali soffici**

**Coordinatore:** Michele Ciavarella

**Componenti:** Giuseppe Demelio, Luciano Afferrante, Antonio Papangelo, Giuseppe Carbone, Francesco Bottiglione, Putignano Carmine, Menga Nicola, Marzia Romano, Guido Violano

Il gruppo di ricerca è composto da docenti e ricercatori appartenenti ai settori scientifici disciplinari ING-IND/14 e ING-IND/13. Le attività del gruppo di ricerca riguardano la modellazione analitica, simulazione numerica e testing di componenti meccanici in contatto. L'obiettivo del gruppo di ricerca è sviluppare know-how nel campo della modellazione e caratterizzazione di contatto soffici in presenza di azioni normali e tangenziali, anche in presenza di adesione e attrito. A questo scopo si utilizzano codici basati sul metodo agli Elementi Finiti o agli Elementi di Contorno per le simulazioni numeriche, le teorie della meccanica del contatto multiscala per la modellazione di superfici sia nominalmente lisce che rugose e la teoria della meccanica della frattura lineare elastica che per la descrizione del contatto adesivo soffice. Le attività del gruppo di ricerca si focalizzano principalmente sullo studio dei fenomeni dissipativi che hanno luogo nel contatto come isteresi adesiva e dissipazione viscoelastica e della loro interazione, tenendo in conto anche degli effetti rate-dependent. Il know-how sviluppato ha ricadute di interesse industriale, con particolare riferimento alla: dissipazione dovuta all'attrito, determinazione dell'area reale di contatto, alla lubrificazione, alle instabilità dinamiche spesso causa di vibrazioni auto-eccitate, alla caratterizzazione dello smorzamento, in componenti come grippers, manipolatori, tenute, contatto pneumatico-strada, superfici soffici bio-ispirate, protesi. Per le misure sperimentali il gruppo di ricerca si avvale del supporto del TriboDynamics Lab e del TriboLab.

#### **Metodi di progettazione meccanica avanzati, qualificazione di prodotto e monitoraggio strutturale**

**Coordinatore:** Umberto Galietti

**Componenti:** Giuseppe P. Demelio, Luciano Lamberti, Maria Cinefra, Bartolomeo Trentadue, Francesco Ciampa, Davide Palumbo, Ester D'Accardi, Mohammad Zaeimi, Pratap Kumar John, Tiziana Matarrese

Il gruppo di ricerca interdisciplinare è costituito da docenti e ricercatori dei settori scientifico disciplinari IIND-03/A e IIND-01/D. L'attività di ricerca consiste nello sviluppo di metodi di progettazione meccanica, meccanica sperimentale, caratterizzazione meccanica con metodi rapidi, SHM avanzati basati su approcci numerico-sperimentali validi per tutti i settori industriali compresi quello biomeccanico e aerospaziale.

- **Linea 1: metodi di progettazione affidabilistici e ottimizzazione strutturale**

La linea riguarda l'elaborazione di metodologie per l'ottimizzazione dei parametri progettuali di strutture meccaniche basate sulla progettazione robusta e finalizzate all'ottenimento della configurazione ottima in relazione alla tipologia di

applicazione industriale (aerospazio). L'obiettivo principale è quindi lo sviluppo e utilizzo di tecniche numerico – sperimentali per lo studio dell'affidabilità di componenti e strutture.

- **Linea2: stress-strain analysis con metodi innovativi**

Le principali attività concernono lo sviluppo di procedure di analisi delle sollecitazioni innovative, in particolare con metodi ottici e termici (TSA) di prova per: (i) l'analisi delle sollecitazioni di strutture e componenti, (ii) analisi dei dati derivanti da prove con carichi di tipo random, (iii) valutazione delle tensioni residue superficiali su componenti in titanio ed alluminio con tecnica TSA, (iv) validazione di modelli FEM avanzati (v) Sviluppo di metodi su componenti da Additive Manufacturing. Le attività della linea, inoltre, prevedono lo sviluppo di metodi diagnostici innovativi per l'analisi sperimentale delle deformazioni e per il contour 3D mediante l'utilizzo di tecniche ottiche avanzate come la correlazione digitale delle immagini, le tecniche moiré e stereovisione, interferometria 3D speckle e sistemi olo-shearografici con particolare enfasi alle misure in campo nanometrico e sui componenti biologici. Gli output ottenuti sono il punto di partenza per l'analisi inversa di componenti al fine di determinarne le proprietà meccaniche e strutturali nonché il livello di danneggiamento.

- **Linea 3: caratterizzazione rapida e analisi del danneggiamento**

L'attività della linea è quella di eseguire la caratterizzazione rapida del comportamento a fatica di materiali e componenti anche ottenuti da tecnologie innovative (A.M.) con metodi energetici. L'implementazione di tali metodi consente di studiare nuove features termiche, ottiche ed acustiche legate al danneggiamento. Le principali attività sono: (i) Studio del danneggiamento a fatica dei materiali con tecniche termografiche, TSA ed altre metodologie. (ii) Valutazione della curva di fatica dei materiali e componenti con tecniche classiche ed innovative, con particolare attenzione ai metodi termografici. (iii) Sviluppo di procedure di prova per il monitoraggio di componenti e strutture reali sottoposte a carichi di esercizio.

- **Linea 4: monitoraggio strutturale con tecniche non distruttive**

La linea riguarda l'utilizzo di tecniche NDT ad ampio con particolare riferimento alle tecniche termografiche per il monitoraggio della integrità strutturale di componenti e strutture sottoposte ai carichi operativi. Tra i principali obiettivi vi sono: (i) Sviluppo di procedure di prova ed algoritmi di analisi dei dati per il controllo di grandi strutture. (ii) Sviluppo di procedure di prova automatizzabili per il monitoraggio di grandi strutture. (iii) Sviluppo ed applicazione di tecniche di monitoraggio innovative. (iv) Utilizzo di algoritmi di Machine e Deep learning per la caratterizzazione del danneggiamento (analisi quantitativa).

- **Linea 5. Studi avanzati in campo nanometrico e biomeccanico**

La linea riguarda lo sviluppo di approcci numerico-sperimentali per applicazioni avanzate nel campo delle nanotecnologie, life science, biomeccanica e bioingegneria. Obiettivi sono: (i) Misure di spostamenti e tensioni e detecting di oggetti (i.e. virus) in campo nanometrico e sub-nanometrico con set up a illuminazione non convenzionale; (ii) Design ottimo e testing di sistemi opto-meccanici per nano-manipolazione di oggetti e misure di spostamenti e velocità; (iii) Identificazione, modellazione ed ottimizzazione di risposta meccanica e processi evolutivi di cellule con microscopia (elettronica/probe/forza atomica), visco-iperelasticità, ottimizzazione non lineare inclusa intelligenza artificiale; (iv) Studio del unfolding di proteine con metodi "lattice-based"; (v) Design e ottimizzazione di scaffold; (vi) Analisi biomeccanica della riproduzione umana (p.e. cordone ombelicale, biomeccanica cardiaca fetale).

#### **Metodi per la diagnostica strutturale avanzata**

**Coordinatore:** Davide Palumbo

**Componenti:** Umberto Galiotti, Maria Cinefra, Francesco Ciampa, Ester D'Accardi, Tiziana Matarrese, Mohammad Zaeimi, Pratap Kumar John, Giovanni Santonicola

Il gruppo di ricerca interdisciplinare è costituito da docenti e ricercatori dei settori scientifico disciplinari IIND-03/A e IIND-01/D. L'attività di ricerca consiste nello sviluppo di tecniche e procedure innovative per il controllo non distruttivo dei componenti basati su approcci numerico-sperimentali validi per tutti i settori industriali compresi quello biomeccanico e aerospaziale.

Le attività del gruppo di ricerca prevedono l'utilizzo di tecniche NDT ad ampio spettro anche se molte attività guardano con particolare riferimento alle tecniche termografiche per il controllo della integrità strutturale di componenti e strutture sottoposte ai carichi operativi. Tra i principali obiettivi vi sono: (i) Utilizzo di sorgenti di calore non convenzionali per l'applicazione di tecniche termografiche stimolate. (ii) Sviluppo di procedure di prova ed algoritmi di analisi dei dati per il controllo di grandi strutture. (iii) Sviluppo di procedure di prova automatizzabili per il controllo con tecniche NDT di grandi strutture. (iv) Sviluppo ed applicazione di tecniche NDT tradizionali ed innovative. (v) Simulazione realistica delle prove termografiche tramite modelli termo-meccanici avanzati basati sul FEM. Si adottano metodi numerico-sperimentali per la modellazione del comportamento di componenti e la validazione. (vi) Utilizzo di algoritmi di Machine e Deep learning per la caratterizzazione del danneggiamento (analisi quantitativa).

#### **Approcci innovativi alla modellazione e sperimentazione nelle applicazioni strutturali per le energie rinnovabili e per l'economia circolare**

**Coordinatore:** Luciano Afferrante

**Componenti:** Giuseppe Pompeo Demelio, Leonardo Soria, Guido Violano, Simone De Carolis

Il ricorso alle energie rinnovabili e al ritorno nel ciclo produttivo di materiali derivanti da componenti e strutture che hanno concluso la vita operativa costituiscono il futuro delle politiche orientate alla sostenibilità. Sorge la necessità nella progettazione meccanica e strutturale, nella scelta dei materiali, nella messa a punto dei processi produttivi e dei processi di smaltimento e riutilizzo, di individuare tutte le possibili tecniche e metodologie in grado di ridurre o annullare l'impatto ambientale prodotto da pratiche basate sul ricorso a fonti energetiche non rinnovabili e di prevedere, a partire dalla concezione di macchine ed elementi strutturali, tutte le procedure ottimali che riducano l'impatto ambientale sia nella produzione, sia nel recupero e nel riuso dei materiali e, in estrema ratio, nello smaltimento. A tal fine, le attività del gruppo di ricerca riguardano lo sviluppo di nuovi approcci alla modellazione meccanica e alla sperimentazione non distruttiva di componenti strutturali nonché di strutture impiegate nel campo delle energie rinnovabili e dell'economia circolare. Vengono inoltre proposte nuove tecniche ultrasoniche non lineari per il monitoraggio dello stato di salute delle strutture e per l'identificazione di fenomeni di danneggiamento anche dovuti a sollecitazioni da fatica.

#### **Progettazione meccanica e sperimentazione su materiali e strutture**

**Coordinatore:** Katia Casavola

**Componenti:** Carmine Pappalettere, Giovanni Pappalettera, Bartolomeo Trentadue, Claudia Barile, Vincenzo Moramarco, Gilda Renna, Paramsamy K. Vimalathithan

- **Linea 1: analisi sperimentale delle sollecitazioni su materiali e componenti a differenti scale (nano-micro-macro)**

La linea riguarda lo sviluppo di nuovi metodi di analisi sperimentale delle sollecitazioni su componenti e materiali utilizzati in applicazioni industriali per monitorarne in tempo reale e a differenti scale (i.e. dal nano al macro) il comportamento meccanico mettendolo in relazione con l'affidabilità dei componenti analizzati. Obiettivi sono: (i) Metodi on-site per l'analisi in tempo reale delle sollecitazioni agenti su componenti large-scale in regime statico e dinamico; (ii) Studio di sistemi caratterizzati da un elevato grado di eterogeneità e anisotropia; (iii) Studio degli effetti della difettosità interna sul comportamento meccanico di componenti e materiali di uso ingegneristico; (iv) Studio dell'affidabilità di componenti/sistemi elettronici, sistemi MEMS e NEMS.

- **Linea 2: green design e design for safety per il trasporto aeronautico, ferroviario, navale e automobilistico**

Tale linea si occupa dello studio delle prestazioni meccaniche di nuovi materiali, attraverso procedure sperimentali progettate ad hoc (per materiali innovativi spesso non esistono standard ufficiali di riferimento) e procedure ibride numerico-sperimentali, al fine di massimizzare il rapporto resistenza/peso (green design) e al fine di garantire elevati standard di sicurezza (design for safety). Obiettivi sono: (i) Caratterizzazione meccanica di nuovi materiali: compositi, sinterizzati, foam, leghe leggere a base di alluminio, leghe leggere a base di titanio; (ii) Misura delle tensioni residue che si generano durante il manufacturing (p.es. saldatura); (iii) Caratterizzazione meccanica di nuovi materiali a caldo e a freddo (in particolare per i materiali da utilizzare in ambito navale e aeronautico, al fine di simulare le diverse condizioni di lavoro); (iv) Modellazione del comportamento meccanico di materiali e componenti mediante codici agli elementi finiti, implementando nei modelli informazioni rilevate sperimentalmente.

- **Linea 3: sviluppo di tecniche numerico-sperimentali per applicazioni nel campo della biomeccanica, delle life sciences e delle nanotecnologie**

Tale linea riguarda lo sviluppo di tecniche numeriche e metodologie sperimentali per applicazioni avanzate nel campo della biomeccanica, delle life sciences e delle nanotecnologie (p.e. biomeccanica cellulare, rigenerazione tissutale, studio della fertilità, misure in campo nanometrico a sub-nanometrico). Obiettivi sono: (i) Misura e modellazione della risposta meccanica di cellule. Per tale scopo si utilizzeranno microscopia a forza atomica (AFM), modelli visco-elastici non lineari, metodi di ottimizzazione non lineare gradient-based o meta-euristici; (ii) Monitoring e modellazione dei processi di rigenerazione tissutale. A tal fine si utilizzeranno tecniche di microscopia e modelli mecano-biologici; (iii) Studio della fertilità ed eventuale miglioramento delle tecniche di fecondazione artificiale. Per tale scopo verranno condotte misure AFM e saranno modellati i fenomeni di interazione meccanica tra spermatozoi e ovociti; (iv) Misure di spostamenti e tensioni e rilievo di forme in campo nanometrico e sub-nanometrico. Per tale scopo saranno messi a punto set up ottici basati sull'uso di illuminazione non convenzionale.

- **Linea 4: sviluppo e implementazione di tecniche ottiche e metodi di indagine non invasiva per lo studio di componenti e strutture meccaniche ed aerospaziali**

La linea in oggetto include le tematiche inerenti allo sviluppo ed implementazione di metodi ottici avanzati. In tale ambito si lavora allo sviluppo di nuove metodologie di indagine ed alla messa a punto di nuovi setup sperimentali allo scopo di migliorare la precisione delle tecniche, estenderne il campo di misura, incrementarne applicabilità ed affidabilità. Una particolare enfasi, in tale contesto, è posta sui problemi di natura multidisciplinare, su applicazioni inerenti allo studio di componenti realizzati mediante Additive Manufacturing, su problemi multi-scala in ambito aerospaziale nonché sul testing di dispositivi biomedicali. La linea include anche metodi di indagine non invasiva che sfruttano i fenomeni di riflessione, rifrazione, interferenza e diffrazione di altra natura (e.g. raggi X, fasci di elettroni, fasci di neutroni). Parallelamente la linea di ricerca include anche lo sviluppo di metodi di caratterizzazione e classificazione del danneggiamento in materiali metallici e compositi mediante metodologie basate sulle emissioni acustiche. In tale contesto si lavora ad aumentare l'applicabilità

e l'affidabilità di queste tecniche anche mediante implementazione di metodi di analisi basati sui approcci di deep learning ed intelligenza artificiale. La linea di ricerca ha i seguenti obiettivi principali: 1) Utilizzo di metodi ottici avanzati per la determinazione dei campi di strain e di stress, con particolare riguardo ad applicazioni critiche quali quelle aerospaziali; 2) Implementazione ed ottimizzazione delle tecniche ottiche al fine di aumentarne le prestazioni ed il campo di applicabilità; 3) Utilizzo di metodi ottici per la caratterizzazione dei campi di strain complessi quali quelli connessi a materiali non isotropi e realizzati mediante manifattura additiva; 4) Utilizzo dei metodi ottici per il controllo dimensionale, anche mediante approcci in-line, di parti realizzate mediante manifattura additiva; 5) Implementazione di metodi ottici per la caratterizzazione di dispositivi ad alta complessità geometrica quali quelli di natura biomedicale; 6) Sviluppo di metodologie basate sulle emissioni acustiche per aumentarne il livello di accuratezza ed estenderne il campo di applicabilità; 7) Studio dei fenomeni di danneggiamento in materiali compositi, metallici, additive, inclusi i fenomeni di corrosione, mediante analisi delle emissioni acustiche; 8) Implementazione di metodi di machine learning, analisi dello spettro di frequenze ed image processing per lo studio dell'evoluzione e della classificazione dei fenomeni di danneggiamento.

- **Linea 5: misura e valutazione dello stato tensionale residuo in materiali e componenti**

La linea riguarda lo studio della generazione, la misura e gli effetti dello stato tensionale residuo all'interno dei materiali, dei componenti e delle strutture sia con tecniche sperimentali che numeriche innovative. Gli Obiettivi sono I. Sviluppo e validazione di metodologie innovative per la misura delle tensioni residue. II. Studio e misura della genesi e degli effetti delle tensioni residue in componenti aeronautici riparati mediante tecniche di AM. III. Studio e misura della genesi e degli effetti delle tensioni residue in componenti in materiali plastici o plastici rinforzati con fibre ottenuti mediante stampa 3D. IV. Studio e misura dei meccanismi di genesi delle tensioni residue in relazione ai processi di saldatura (es. laser, FSW, LAFSW, ecc.) su leghe di alluminio, titanio, giunti ibridi, materiali sinterizzati. V. Analisi dei campi di tensioni residue in relazione a sollecitazioni di fatica.

#### **Extended CAD modeling and product data management**

**Coordinatore:** Antonio Uva

**Componenti:** Michele Fiorentino, Giuseppe Monno, Antonio Boccaccio

L'obiettivo è quello di applicare le più recenti tecnologie CAD e sulle interfacce immersive, nate anche al di fuori del settore ingegneristico, per migliorare il ciclo di vita del prodotto industriale.

L'impiego sinergico di queste tecnologie e delle competenze maturate in più di un ventennio, consente al gruppo sia di sviluppare soluzioni innovative di interesse accademico sia di fornire supporto alle aziende del territorio. Le attività del gruppo di ricerca sono principalmente:

- innovazione di processo e gestione del ciclo di vita del prodotto con sistemi PLM\PDM, cloud CAD, Ubiquitous Engineering;
- innovazione di prodotto con prototipazione virtuale;
- modellazione CAD avanzata, scambio dati e reverse engineering;
- documentazione tecnica di prodotto strutturata, interattiva, on-demand, standardizzata (Simplified Technical English);
- interfacce in Augmented Reality per industria 4.0;
- prototipazione virtuale e rapida di dispositivi biomedicali;
- supporto alla brevettazione.

#### **Industrial Mixed Reality**

**Coordinatore:** M. Gattullo

**Componenti:** Michele Fiorentino, Michele Gattullo, Antonio Boccaccio, Enricoandrea Laviola, Lorenzo Vaiani

Il gruppo di ricerca è riconosciuto, in ambito sia nazionale che internazionale, per l'applicazione di tecniche innovative di interazione uomo macchina all'ingegneria industriale. La missione del gruppo è quella di individuare linee guida per un utilizzo reale ed efficiente della Mixed Reality (MR) in applicazioni industriali, attraverso lo sviluppo di metodologie e prototipi innovativi in collaborazione con partner industriali. Tra le linee guida che il gruppo si propone di sviluppare, vi è la definizione di standard per la visualizzazione delle informazioni tecniche con attenzione all'ottimizzazione del processo di authoring dei contenuti virtuali. Un altro aspetto innovativo che il gruppo persegue nello sviluppo di applicazioni MR industriali riguarda il benessere psicologico dell'operatore, attraverso tecniche di Positive Computing, come l'inserimento di elementi naturali virtuali nelle interfacce MR.

Il gruppo ha partecipato in numerosi progetti per lo sviluppo di applicazioni MR in ambito industriale, tra cui: AR per la manutenzione in remoto, documentazione tecnica in AR, training degli operatori in VR, utilizzo dell'AR nell'impiantistica industriale, VR per l'industria del turismo. Il gruppo ha maturato notevole esperienza e competenze nei seguenti campi di ricerca ed applicativi: (i) Tecnologie ed applicazioni MR nell'industria manifatturiera (supporto all'assemblaggio, manutenzione, training, impiantistica, etc.);

(ii) Tecnologie ed applicazioni MR per la transizione tecnologica e contaminazione ad ambiti diversi (beni culturali, progettazione di interni, educazione, medicale, etc.); (iii) Interfacce avanzate per Interazione Uomo-Macchina (HCI).

### **Modellazione e simulazione di strutture e processi biologici**

**Coordinatore:** Antonio Boccaccio

**Componenti:** Antonio E. Uva, Michele Fiorentino, Lorenzo Vaiani

Il gruppo di ricerca ha maturato una esperienza decennale nella modellazione di biodispositivi, di strutture e processi biologici. In particolare, ha focalizzato la sua attenzione nella progettazione e ottimizzazione di dispositivi ortopedici customizzati aventi lo scopo di abbreviare i tempi di guarigione di una frattura ossea e, in generale, di migliorare la qualità del tessuto neo-formato. L'attività del gruppo ben si inquadra nell'innovativo approccio alla medicina detto Medicina di Precisione dove la terapia viene vista non come un trattamento rivolto al "paziente medio" ma come un trattamento "cucito" su misura sulla base delle specifiche caratteristiche individuali del paziente. La missione del gruppo è quella di: (i) sviluppare codici di mecano-regolazione simulanti il processo di guarigione di una frattura ossea; (ii) sviluppare modelli CAD parametrici di biodispositivi come, ad esempio, scaffold per l'ingegneria del tessuto osseo; (iii) implementare codici di ottimizzazione numerica che, perturbando iterativamente la geometria CAD del dispositivo e sulla base degli output dei codici di mecano-regolazione, definiscono la geometria ottima che il dispositivo deve possedere per massimizzare la sua performance quando viene impiantato nel distretto anatomico dello specifico paziente. L'attività di ricerca del gruppo si articola su più scale: (i) macroscale: ottimizzazione della geometria di dispositivi protesici; (ii) mesoscale: ottimizzazione della forma e delle dimensioni dei pori micrometrici di scaffold per la rigenerazione ossea; (iii) microscale: ottimizzazione della forma di substrati volti a massimizzare il processo di adesione di cellule staminali mesenchimali. Il gruppo ha prodotto numerosi lavori di ricerca pubblicati su riviste scientifiche di ottima collocazione editoriale inerenti ai biomateriali, alla biomeccanica e alla modellazione CAD.

### **Human Performance Envelope**

**Coordinatore:** Vito M. Manghisi

**Componenti:** Antonio E. Uva, Michele Fiorentino, Antonio Boccaccio, Alessandro Evangelista

La missione del gruppo è quella di applicare le più recenti soluzioni tecnologiche secondo il paradigma progettuale dello user-centered design in ottica Industry 4.1 per l'ottimizzazione delle performance ed il miglioramento delle condizioni lavorative e del benessere dell'utente. Questa mission è perseguita attraverso lo studio, lo sviluppo e la validazione di applicazioni innovative di Mixed Reality (MR) ed HMI basate anche sulla valutazione in tempo reale degli Human Factors e dell'ergonomia.

Lo sviluppo di tool basati su tecnologie innovative di HMI, assieme alla valutazione in tempo reale delle performance, consentono azioni correttive sui task e sui processi, incentrate sull'utente, finalizzate all'adeguamento dei carichi alle sue capacità e quindi al miglioramento del benessere e della produttività. Il gruppo, inoltre, impiega congiuntamente queste tecnologie e quelle di MR per lo sviluppo di sistemi di design sostenibili che consentono di applicare precocemente le analisi ergonomiche nella progettazione, abbassando i costi legati allo sviluppo ed al test dei prototipi del prodotto. Il know-how consolidato nelle tecnologie di MR permette al gruppo di progettare sviluppare e validare sistemi di documentazione tecnica e di training innovativi per applicazioni che spaziano dall'ambito industriale a quello riabilitativo.

Inoltre, il gruppo ha una consolidata esperienza nell'impiego di sistemi di Immersive Virtual Reality per la riabilitazione dei pazienti psichiatrici nell'ambito delle Social Skills sviluppati e testati in collaborazione con gli specialisti psichiatri. Le attività di ricerca sono condotte in stretta collaborazione con partner sul territorio come la sede regionale dell'Istituto Nazionale per le Assicurazioni contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL), il Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici dell'INAIL, il Dipartimento di Salute Mentale della Azienda Sanitaria Locale di Bari.

### **Creative Meta Experiences**

**Coordinatore:** Michele Fiorentino

**Componenti:** Antonio E. Uva, Michele Gattullo, Vito M. Manghisi, Alessandro Evangelista, Mine Dastan

Questo laboratorio multidisciplinare contamina le competenze del design e dell'ingegneria con quelle delle scienze informatiche, umanistiche e sociali per realizzare esperienze che combinano in modo fluido elementi fisici e virtuali.

L'obiettivo è quello di esplorare nuovi prodotti, esperienze Phygital e servizi "fuori dagli schemi" con un valore industriale e un impatto sostenibile, su territori, l'ambiente e sull'uomo mediante l'accessibilità, la formazione, la riduzione delle discriminazioni e il benessere psicofisico.

Le attività del gruppo di ricerca sono principalmente:

- sviluppo di esperienze di Mixed Reality, Metaverso, Phygital, creative e multidisciplinari;
- User centered Design and Validation;
- Supporto al sistema “made in Italy”;
- Retail, B2C e B2B;
- Ergonomia e Percezione in Esperienze Immersive;
- Logistica avanzata con Light AR;
- Riduzione della noia lavorativa mediante MR
- Esperienze immersive per la Sostenibilità, Sport e Benessere.
- Telepresenza e Training mediante MR (DexARity)

### **Scienza e Tecnologia dei Metalli**

**Coordinatore:** Luigi Tricarico

**Componenti:** Matteo Villa, Maria Emanuela Palmieri

Il gruppo, stabilito nel settembre 2024 con l'istituzione del Settore Scientifico Disciplinare di Metallurgia all'interno del DMMM, ha competenze riguardanti la caratterizzazione avanzata dei materiali e lo studio delle tecnologie innovative con focus sui materiali metallici. Le attività si concentrano sul miglioramento delle performance in esercizio di materiali industriali, quali a titolo di esempio acciai e leghe metalliche avanzate, attraverso lo studio del link esistente tra i processi tecnologici, la (micro-)struttura interna dei materiali e le proprietà risultanti. Le attività di ricerca, prevalentemente di tipo applicato, e con carattere sia sperimentale che di modellazione numerica, sono sviluppate in maniera integrata all'interno dei seguenti laboratori di ricerca: Laboratorio di Simulazione di Processi Tecnologici, Laboratorio di Metallografia e Microscopia.

### **Formatura intelligente di lamiere (Smart Form Group)**

**Coordinatore:** Gianfranco Palumbo

**Componenti:** Donato Sorgente, Antonio Piccininni, Angela Cusanno, Martina Campanella, Michele Cannillo, Letizia Barcellona

Il gruppo di ricerca coniuga le competenze sulla caratterizzazione avanzata dei materiali, anche con il supporto della metallografia e di tecniche innovative basate sull'analisi inversa, con quelle relative alla simulazione numerica con il metodo degli elementi finiti ed ai processi di deformazione plastica delle lamiere, vantando una esperienza approfondita soprattutto circa le leghe metalliche leggere (leghe di magnesio, alluminio e titanio).

Il gruppo sviluppa attività di ricerca nell'ambito di progetti finanziati sia da aziende (Master Italy, Omer SPA, Unirat, Martur Fompack, Kimya, GP-Tecnica) che da fondi regionali, nazionali ed internazionali (regione Puglia, MUR, MIMIT, MERANET) principalmente mirate a mettere a punto processi in grado rendere la produzione di componenti ottimizzata, flessibile e sostenibile, sfruttando l'approccio numerico basato sull'uso di modelli robusti in quanto messi a punto grazie ad una accurata caratterizzazione del comportamento meccanico e deformativo. Il gruppo principalmente focalizza lo studio sui processi di deformazione plastica delle lamiere, ma esegue anche attività numeriche e sperimentali circa i trattamenti termici ed i processi di fonderia, con particolare riferimento alla pressofusione.

Le attività di ricerca sono condotte in stretta collaborazione con altre Università (principalmente Università di Bari, Università della Basilicata) e con aziende che finanziano borse di dottorato e di ricerca (Master Italy, Kimya, Omer SPA), operando principalmente all'interno dei seguenti laboratori: Advanced Forming & Manufacturing, Modellazione e Simulazione Numerica di processi tecnologici, Plastometria.

Le attività di ricerca condotte dallo Smart Form Group rientrano nelle seguenti linee di ricerca:

#### **Linea 1 – Caratterizzazione tecnologica avanzata dei materiali**

La linea si focalizza sulla determinazione accurata del comportamento meccanico e deformativo dei materiali metallici, con particolare attenzione alle leghe leggere. Le attività prevedono prove sperimentali avanzate, tra cui prove di formabilità a freddo e a caldo, indagini mediante plastometria a indentazione profilometrica e tecniche basate sull'analisi inversa, finalizzate alla calibrazione di modelli numerici robusti.

#### **Linea 2 – Simulazione numerica e ottimizzazione dei processi tecnologici**

Questa linea sviluppa modelli numerici, principalmente basati sul metodo agli elementi finiti, capaci di descrivere con precisione processi complessi, supportando la progettazione e l'ottimizzazione di componenti e tecnologie. Le simulazioni sono integrate con metodologie di ottimizzazione mirate a rendere i processi più efficienti, flessibili e sostenibili.

#### **Linea 3 – Alterazione locale delle proprietà di lamiere per il miglioramento di processo**

Le attività mirano a modificare in maniera controllata le proprietà meccaniche del materiale, ad esempio tramite trattamenti termici localizzati o approcci innovativi, per migliorare la formabilità e abilitare soluzioni produttive avanzate. L'approccio combina sperimentazione e modellazione per individuare strategie efficaci di tailoring del materiale, con il

duplice obiettivo di impiegare solo il materiale strettamente necessario e alleggerire le strutture nei settori automobilistico e aeronautico.

**Linea 4 – Sostenibilità dei processi di deformazione plastica delle lamiere**

Questa linea studia metodologie e tecnologie volte a ridurre l'impatto energetico e ambientale dei processi di formatura, analizzando consumi, efficienza e possibili strategie di ottimizzazione. L'obiettivo è favorire una produzione responsabile, in linea con i paradigmi della manifattura verde e dell'economia circolare, anche attraverso il reshaping di prodotti a fine vita e la valorizzazione di sfridi e scarti di produzione.

**Linea 5 – Studio e sviluppo di processi innovativi per la produzione flessibile**

L'attività si concentra sulla definizione di soluzioni produttive avanzate, basate sull'introduzione di processi di deformazione non convenzionali ed ibridi realizzati tramite mezzi flessibili o tecnologie prive di utensili meccanici e/o stampi. L'obiettivo è rendere la produzione più adattabile, competitiva e reattiva alle esigenze del mercato, con applicazioni nei settori automotive, aeronautico e nella realizzazione di dispositivi protesici altamente personalizzati.

**Stampa 3D/4D di dispositivi multifunzionali,**

**Coordinatore:** *Gianluca Percoco,*

**Componenti:** Gianni Stano, Alessio Pricci, Antonio Pavone

Il gruppo integra le competenze dell'IAM Lab (Taranto) e dello SMAM4SoRo Lab (Bari) nello sviluppo di tecnologie avanzate di manifattura additiva multimateriale, dispositivi biomimetici, materiali intelligenti e processi sostenibili.

La ricerca combina stampa 3D e 4D, sensoristica integrata, modellazione fisica, materiali eco-compatibili e intelligenza artificiale per realizzare strutture adattive e multifunzionali a basso impatto. Le soluzioni sviluppate trovano applicazione in robotica bio-ispirata, dispositivi funzionali, biomedicale e settore aerospaziale, dove leggerezza, adattività e sostenibilità sono cruciali.

- **Linea 1 – Additive Manufacturing avanzato, biomimetica e sostenibilità**  
Sviluppo di tecniche AM multimateriale per dispositivi intelligenti a basso impatto ambientale.  
Attività principali:  
stampa 3D di silicone e materiali morbidi/eco-compatibili;  
3D printing of sensors integrati;  
assembly-free fabrication di smart structures (riduzione di parti e scarti);  
reduction of voids e aumento dell'efficienza del processo;  
4D printing per comportamenti adattivi e risparmio di materiali;  
dispositivi biomimetici per risposte efficienti e naturali;  
componenti leggeri e sostenibili per applicazioni spaziali.
- **Linea 2 – Modellazione, simulazione e digital twin dei processi AM**  
Studio e ottimizzazione dei processi per aumentarne qualità, ripetibilità e sostenibilità:  
simulation of AM processes (termica, flusso, adesione inter-strato);  
modellazione di materiali morbidi e programmabili (4D);  
simulazioni in condizioni estreme e aerospaziali;  
digital twins per ridurre sprechi, cicli di prova e impatto ambientale.
- **Linea 3 – Intelligenza Artificiale per AM, biomimetica, 4D e sostenibilità**  
L'AI guida la progettazione, la qualità e la riduzione dell'impatto dei processi:  
Artificial Intelligence for Additive Manufacturing per predizione difetti e ottimizzazione;  
machine learning per processo "zero-defect";  
AI-driven design di dispositivi biomimetici e strutture 4D;  
generazione automatica di architetture efficienti e sostenibili, anche per applicazioni spaziali.

**Microlavorazioni, Fabbricazione Additiva e Reverse Engineering, Produzione Sostenibile (MiReP)**

**Coordinatore:** *Luigi Galantucci*

**Componenti:** *Michele Dassisti, Roberto Spina, Fulvio Lavecchia, Maria Grazia Guerra, Alessandro Pellegrini (Università degli studi di Foggia)*

- **Linea 1: Microlavorazioni e micromisure**  
La linea di ricerca è dedicata allo studio delle tecniche di microlavorazione per asportazione di truciolo e delle metodologie di misura senza contatto applicate alla caratterizzazione dei prodotti micro-fabbricati. Gli obiettivi principali comprendono:  
(i) l'analisi comparativa delle tecnologie ottiche e senza contatto disponibili per la misura di superfici e componenti

tridimensionali in scala micro, mediante test su campioni di riferimento realizzati in laboratorio; (ii) lo sviluppo e l'applicazione di processi di microlavorazione per la fabbricazione di micro-stampi destinati all'injection moulding; (iii) lo studio approfondito del processo di micro-foratura meccanica e il confronto prestazionale con le principali tecnologie alternative, con particolare attenzione alle applicazioni in ambito mecatronico; (iv) la sperimentazione dell'impiego della fotogrammetria per la misura di caratteristiche geometriche sub-millimetriche e micrometriche, con l'obiettivo di valutarne l'accuratezza e la ripetibilità.

- **Linea 2: Fabbricazione additiva di polimeri, anche caricati, tramite Material Extrusion**

La linea di ricerca è focalizzata sullo studio delle tecnologie di fabbricazione additiva basate sull'estrusione di filamento (Material Extrusion, MeX). Gli obiettivi principali comprendono: (i) il miglioramento della qualità superficiale e dimensionale dei componenti polimerici realizzati mediante stampa 3D, attraverso l'ottimizzazione dei parametri di processo e delle strategie di deposizione; (ii) l'analisi del comportamento meccanico dei materiali e dei componenti prodotti, con particolare attenzione agli effetti della direzionalità del processo e delle condizioni operative; (iii) lo sviluppo e l'applicazione di metodologie basate su scansioni 3D per la ricostruzione geometrica accurata e la caratterizzazione metrologica delle parti fabbricate.

- **Linea 3: Fabbricazione additiva tramite processi multi-step basati su Material Extrusion, Debinding & Sintering**

La linea di ricerca è dedicata allo studio di processi additivi multi-step per la realizzazione di componenti metallici, basati sulle fasi di Material Extrusion, Debinding e Sintering. Le attività riguardano l'analisi e l'ottimizzazione dei parametri di processo e delle strategie di deposizione, con l'obiettivo di valutare la porosità, il comportamento meccanico e l'accuratezza dimensionale e geometrica dei manufatti. Particolare attenzione è rivolta alle problematiche connesse al fenomeno del ritiro volumetrico durante le fasi di sinterizzazione e alla porosità, anche interna delle parti realizzate. Tra i materiali oggetto di studio figurano acciai inossidabili, acciai per utensili e rame.

- **Linea 4: Post trattamenti realizzati su parti prodotte tramite Additive Manufacturing**

La linea di ricerca è focalizzata sullo studio degli effetti dei post-trattamenti su componenti realizzati mediante tecnologie additive, sia polimerici che metallici. Le attività comprendono l'analisi e l'ottimizzazione di trattamenti di natura chimica applicati a parti polimeriche, nonché di trattamenti superficiali e termici su componenti metallici ottenuti tramite processi additivi multi-step, con l'obiettivo di migliorarne le prestazioni meccaniche, la finitura superficiale e la stabilità dimensionale.

- **Linea 5: Analisi di sistemi di scansione ottica tridimensionale per metrologia industriale**

La linea di ricerca è dedicata allo studio e alla caratterizzazione di sistemi di scansione 3D multiscale impiegati in ambito metrologico. Le attività si concentrano in particolare su tecnologie laser, fotogrammetriche e a luce strutturata, attraverso studi sperimentali mirati alla valutazione dell'influenza di diversi fattori quali geometria del pezzo, materiali e condizioni operative sull'accuratezza delle acquisizioni. I risultati vengono validati mediante confronti con strumenti metrologici di riferimento, al fine di definire criteri oggettivi di prestazione e affidabilità.

- **Linea 6: Monitoraggio di processi di Additive Manufacturing, focalizzata sullo sviluppo, analisi e validazione di sistemi di monitoraggio ottico innovativi da impiegare su tecnologie additive basate su estrusione di materiale e su tecnologie laser-based, allo scopo di ottimizzare i processi fino alla realizzazione di parti "zero Defects"**

La linea di ricerca è focalizzata sullo sviluppo, l'analisi e la validazione di sistemi di monitoraggio ottico innovativi per processi di fabbricazione additiva, con particolare riferimento alle tecnologie basate su estrusione di materiale e ai processi laser-based. Il gruppo vanta una consolidata esperienza nello sviluppo di sistemi di monitoraggio che impiegano sensori ottici di diversa natura, tra cui fotocamere ad alta risoluzione e sistemi di scansione laser, sia prototipali che commerciali. Tali sistemi vengono utilizzati in-process per il controllo strato per strato (layer-by-layer) dei componenti prodotti, consentendo l'individuazione precoce di difetti e la definizione di strategie di intervento correttive. Le soluzioni sviluppate sono state validate su processi additivi di tipo Material Extrusion e Laser-based.

- **Linea 7: Catene di processo ibride basate su Additive Manufacturing, monitoraggio in-process e asportazione di truciolo**

Questa linea di ricerca, di più recente sviluppo, è dedicata alla progettazione e sperimentazione di catene di processo ibride che integrano tecnologie additive, in particolare il Material Extrusion (MeX) con processi sottrattivi, coordinati attraverso sistemi di monitoraggio e scansione in-process. Tali catene consentono un'interazione diretta tra le diverse fasi produttive, rendendo possibile la correzione di difetti durante la fabbricazione del componente (layer-by-layer) o su parti già esistenti, secondo logiche analoghe ai processi di repair tradizionali applicati a componenti metallici.

- **Linea 8: sistemi di produzione sostenibile**

Questa linea di ricerca consiste (i) nello studio dei metodi per assicurare la interoperabilità informativa ed operativa di sistemi di produzione con particolare attenzione alla sostenibilità di processo; e (ii) nello studio dei processi e delle tecnologie sostenibili per la produzione, con particolare riferimento anche ai sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili. Obiettivi sono: i) individuazione dei criteri di specifica delle informazioni, del loro trattamento e modalità di interscambio attraverso sistemi di logica formale e semiformale ed analisi funzionale-sistemica con la finalità della ottimizzazione sostenibile; ii) individuazione delle criticità di processo per assicurarne la sostenibilità, attraverso la caratterizzazione funzionale delle tecnologie di funzionamento e controllo. Un campo di particolare interesse sono stati i sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili.



## **Processi di Fabbricazione di Materiali Polimerici e Compositi**

**Coordinatore:** Roberto SPINA

**Componenti:** Fulvio Lavecchia, Maria Grazia Guerra, Alessandro Pellegrini (Università degli Studi di Foggia)

Le linee di sviluppo specificate si avvalgono delle strumentazioni HW e SW disponibili nel laboratorio Thermo-Physical Lab del Politecnico di Bari.

- **Linea 1: Sviluppo e caratterizzazione di biopolimeri/biocompositi innovativi**

La linea di ricerca si occupa della progettazione, della caratterizzazione e dell'ottimizzazione di biomateriali e biocompositi. I progressi nel campo dei biocompositi hanno acquisito notevole importanza a causa delle crescenti preoccupazioni per le questioni ambientali legate all'uso di polimeri sintetici derivati dal petrolio. L'uso di materiali di rinforzo ecocompatibili e la loro produzione sono argomenti scientifici cruciali. In questo contesto, i biopolimeri termoplastici derivanti da risorse rinnovabili e compatibili con fibre naturali rappresentano un'alternativa promettente. Le fibre naturali, quando utilizzate come rinforzo nei materiali compositi, offrono diversi vantaggi, tra cui il basso costo, l'abbondanza e il minimo impatto ambientale. Le fibre naturali rappresentano un'opzione efficiente per migliorare le caratteristiche estetiche mantenendo la sostenibilità del prodotto finale.

- **Linea 2: Applicazioni di Additive Manufacturing ai multimateriali green**

La linea di ricerca si occupa della progettazione, della caratterizzazione e dell'ottimizzazione di strutture e prodotti multimateriali. Il comportamento reologico dei polimeri è uno dei principali problemi che rendono l'estrusione di materiali (MEX) poco comune per materiali innovativi, soprattutto nel caso di materiali riciclati. Queste limitazioni possono essere superate studiando accuratamente le proprietà termiche e reologiche e trasferendo informazioni utili alla lavorazione additiva. La caratterizzazione termica e l'analisi reologica vengono inizialmente impiegate per comprendere le proprietà peculiari del materiale polimerico vergine e del materiale riciclato. Successivamente, vengono fabbricati componenti ottimizzando il processo di estrusione, la geometria del manufatto ed i relativi parametri. Infine, i prodotti MEX sono stati sottoposti a prove meccaniche per verificarne la qualità di fabbricazione. Particolare attenzione sarà rivolta ai prodotti di tipo green, ottenuti dalla combinazione di uno o più materiali tecnici/riciclabili.

## **Hybrid and Additive Manufacturing Systems (HAMS)**

**Coordinatore:** Giuseppe Casalino

**Componenti:** Michele Dassisti, Sabina Luisa Campanelli, Nicola Contuzzi, Andrea Angelastro, Vito Errico.

- **Linea 1: saldatura di materiali avanzati e di strutture multimateriali e loro caratterizzazione**

Saldatura e giunzione di leghe metalliche di alluminio, titanio, ferro, magnesio e di materie plastiche per la fabbricazione di strutture dissimili per applicazioni autoveicolistiche, aeronautiche, biomedicali. Studio dei processi innovativi di giunzione su materiali metallici per impieghi in settori avanzati (aeronautico, medicale e meccanico) Obiettivi: (i) Studio di processi ibridi laser-arco, (ii) Studio di processi ad arco elettrico, (iii) friction stir welding; (iv) Studio della saldatura laser in fibra di leghe leggere.

- **Linea 2: simulazione numerica dei processi di saldatura e additive manufacturing**

Modellazione matematica dei fenomeni fisici (termico, strutturale, magnetico, ecc.) e simulazione dei processi collegati con le saldature e l'additive manufacturing. I modelli matematici preparati terranno conto dei risultati sperimentali a disposizione e potranno prevedere le temperature, gli spostamenti globali, le tensioni all'interno del pezzo realizzato, la formazione di difetti. A questo scopo saranno utilizzati software agli elementi finiti e di machine learning. La simulazione dei processi utilizza software di statistica e di programmazione.

- **Linea 3: fabbricazione additiva robotica con filo metallico (WAAM)**

La fabbricazione additiva ad arco con filo (WAAM – Wire Arc Additive Manufacturing) è un processo di produzione diretta computerizzata di componenti metallici, basato sulla deposizione strato per strato di filo metallico fuso. Questo approccio additivo, guidato da modelli tridimensionali (CAD 3D) elaborati al computer, consente di realizzare parti con geometrie complesse, spesso irraggiungibili attraverso i tradizionali metodi di produzione sottrattiva o di assemblaggio.

La tecnologia WAAM sfrutta sistemi avanzati di controllo del movimento e saldatura ad arco per costruire strutture definite unicamente da modelli digitali, garantendo elevata libertà progettuale e ottimizzazione dei materiali

- **Linea 4: modellazione dei processi e sistemi di produzione di tipo additivo**

Simulazione a eventi discreti, Digital twin ed elaborazione dati in tempo reale, Ottimizzazione multi-obiettivo e algoritmi evolutivi di modelli modulari e riconfigurabili dei processi e sistemi di produzione basati su tecnologie additive.

- **Linea 5: ottimizzazione topologica e generative design per l'additive manufacturing**

L'ottimizzazione topologica mira a individuare la distribuzione ottimale del materiale all'interno di un dominio per massimizzare prestazioni strutturali o funzionali, riducendo peso e costi. Il generative design utilizza algoritmi evolutivi e

intelligenza artificiale per esplorare automaticamente un ampio spazio di soluzioni possibili, generando forme innovative basate su vincoli e obiettivi predefiniti. Combinando i due approcci si ottengono strutture leggere, efficienti e adattive.

### **Smart Sustainable Manufacturing & Demanufacturing (SSM&D)**

**Coordinatore:** Michele DASSISTI

**Componenti interni:** Sabina Luisa Campanelli, Marco Mazzarisi, Fulvio Lavecchia, Luigi M. Galantucci, Andrea Angelastro; Maria Giodice

- **Linea 1: Tecnologie per la massimizzazione la gestione a fine vita di materiali a partire di prodotti**  
Il nuovo paradigma della economia circolare si sostanzia nel concetto di demanufacturing che si sta affermando nel mondo (traduzione italiana non completamente esplicativa di “de-produzione”), il quale sottende all’insieme di know-how, tecnologie, strumenti e metodi per operare processi di valorizzazione di prodotti industriali e civili, prodotti high-tech giunti alla loro fine vita, recuperandone tutto ciò che sia socialmente, ambientalmente ed economicamente conveniente, e quindi sostenibile. Le finalità perseguite dal gruppo di ricerca sono lo studio di processi innovativi di demanifattura per il perseguimento degli obiettivi di massimizzazione del recupero e identificazione di nuove destinazioni d’uso dei materiali recuperati. Gruppo vanta una lunga esperienza sul campo anche con alcune aziende in diversi settori (in particolare il tessile) oltre che le esperienze su progetti finanziati di tipo competitivo.
- **Linea 2: I nuovi paradigmi della manifattura e de manifattura smart 5.0**  
Lo studio del processo di manufacturing e demanufacturing ispirato ai principi dell'industria 5.0, al fine di consentire lo studio dell'interazione tra uomini e macchine con particolare attenzione a macchine che siano Human friendly è uno degli obiettivi principali del gruppo.  
La ricerca sperimentale che si intende sviluppare è finalizzata a ottimizzare le tecnologie di produzione e recupero, con l’intento di produrre conoscenza utile per ridefinire i criteri stessi di progettazione dei prodotti, nella prospettiva di una reversibilità progettata, ovvero una capacità intrinseca del prodotto di essere facilmente disassemblato e riconvertito già in fase di progettazione, e non semplicemente recuperata a posteriori.  
Il gruppo vanta alcune esperienze dirette di assessment dell’industria 5.0 in ambito industriale oltre che a diversi progetti applicativi.
- **Linea 3: Sostenibilità manifatturiera**  
La Tecnologie di produzione sono intrinsecamente energivore e potenzialmente inquinanti per l'ambiente. Una delle attività principali del gruppo è quella di studiare sia dei sistemi di assessment della sostenibilità manifatturiera Che ovviamente anche dei sensing systems in grado di rilevare i principali fattori di consumo delle risorse (energia e materiali) oltre che a rilevamento di potenziali elementi pericolosi per la salute umana e per l'ambiente. IL Gruppo vanta già diverse pubblicazioni nella misurazione del consumo energetico di tecnologie anche non convenzionali e la messa a punto di un modello articolato di valutazione della sostenibilità di impianti e imprese.

### **Salute, sicurezza e sostenibilita’ ambientale dei sistemi di produzione (Health, Safety & Environment - HSE)**

**Coordinatore:** Salvatore Digiesi

**Componenti:** Francesco Boenzi, Salvatore Digiesi, Francesco Facchini, Raffaello Iavagnilio, Giorgio Mossa, Andrea Lucchese

Il gruppo di ricerca, afferente al SSD ING-IND/17, in tale ambito si occupa di: i) studio ed ottimizzazione del rischio ergonomico nei sistemi produttivi; definizione di nuovi modelli di operations management in ambienti produttivi ad elevato impiego di risorse umane (Working Time, Job Rotation e Scheduling Problems / Models); ii) studio dell’influenza dell’aumento dell’età media dei lavoratori (aging) sulle prestazioni dei sistemi di produzione e sui requisiti ergonomici minimi; analisi del rischio in ambienti produttivi; iii) studio e realizzazione di modelli per la gestione sostenibile di sistemi di produzione di beni e servizi, compresa la gestione delle public utilities ed in particolare dei sistemi di gestione integrata dei rifiuti; iv) progettazione e gestione sostenibile dei sistemi logistici. Sono particolarmente attive e finanziate le seguenti linee di ricerca.

- **Linea 1: interazione operatore-ambiente di lavoro**  
Tale linea di ricerca si occupa della definizione di modelli per la valutazione quantitativa (misure di affordance) dell'efficacia di interazione tra operatori ed ambiente lavorativo con l'obiettivo di ottimizzare l'impiego di risorse umane in ambienti produttivi I4.0.
- **Linea 2: green steel**  
Tale linea di ricerca si occupa dello studio di configurazioni impiantistiche per il miglioramento delle performance ambientali degli impianti di produzione dell'acciaio, ad esempio attraverso la sostituzione di processi produttivi convenzionali (BF-BOF) basati sull'impiego di combustibili fossili con processi meno impattanti (EAF, SAF) basati sull'impiego di idrogeno verde.

## **Systems design and operations management - SOM**

**Coordinatore:** *Giorgio Mossa*

**Componenti:** *Ornella Benedettini, Francesco Boenzi, Salvatore Digiesi, Francesco Facchini, Raffaello Iavagnilio, Giorgio Mossa, Claudio Sassanelli*

Il gruppo di ricerca, afferente al SSD ING-IND/17, in tale ambito si occupa di: i) progettazione ed ottimizzazione di sistemi produttivi, anche attraverso modelli di simulazione per l'ottimizzazione del lay-out e la valutazione delle prestazioni di sistemi human-based; ii) studio e definizione di modelli per la pianificazione e la gestione della produzione, nell'ottica della "Lean Production" e nell'ambito del paradigma Industria 4.0; iii) studio ed ottimizzazione di sistemi di gestione della manutenzione; progettazione ed ottimizzazione di magazzini industriali, attraverso l'integrazione con la logistica interna ed esterna dei sistemi produttivi; iv) progettazione e gestione del ciclo di vita del prodotto/servizio in ottica digitale e servitizzata. Sono particolarmente attive e finanziate le seguenti linee di ricerca.

- **Linea 1: gestione circolare e digitale del ciclo di vita del prodotto/servizio**  
Tale linea di ricerca si occupa di studiare, confrontare, sviluppare, testare, e implementare metodi e strumenti per supportare e migliorare l'efficacia dei processi industriali di ingegneria e sviluppo (dalla progettazione del prodotto/servizio alla pianificazione della fabbrica) con una prospettiva digitale ed orientata al ciclo di vita in ottica circolare.
- **Linea 2: servitizzazione e sistemi prodotto-servizio**  
Tale linea di ricerca si occupa dello studio di caratteristiche (risorse, competenze, cultura, relazioni) e strategie organizzative che consentono alle aziende manifatturiere di sfruttare al meglio l'opportunità (nota come servitizzazione) di competere e creare valore non più esclusivamente tramite l'offerta di prodotti, ma attraverso l'offerta integrata di prodotti e servizi (sistemi prodotto-servizio).

## **Collective Intelligence**

**Coordinatore:** *Ilaria Giannoccaro*

**Componenti:** *Vito Albino, Giuseppe Carbone, Giovanni Francesco Massari, Luca Fraccascia (Sapienza Università di Roma).*

Il gruppo svolge la sua attività di ricerca ad elevato carattere di interdisciplinarietà con l'obiettivo di comprendere i meccanismi fondamentali che governano l'emergere della collective intelligence nei sistemi complessi, siano essi gruppi di persone, di robots, di animali o insiemi di agenti software. Gli obiettivi di medio-lungo termine sono: 1) comprendere e descrivere il comportamento decisionale degli individui per la soluzione di problemi complessi nelle organizzazioni, 2) sviluppare tecniche di intelligenza artificiale per problemi di ottimizzazione, e 3) individuare mediante studio sperimentali le determinanti dell'intelligenza collettiva dei team. L'attività coinvolge un gruppo di ricerca multidisciplinare costituito da docenti e dottorandi dei settori della Ingegneria Economico Gestionale (SSD ING-IND/35) e della Meccanica Applicata alle Macchine (SSD ING-IND/13). Il gruppo di ricerca svolge la sua attività all'interno di una rete internazionale di ricerca ed in particolare con i gruppi del prof. Anand Nair (Michigan State University) sul comportamento decisionale degli individui, con il prof. Grigolini (University of North Texas) sugli algoritmi di ottimizzazione basati sull'intelligenza collettiva dei team e con la prof. Mirta Galesic (Santa Fe Institute) su tecniche di analisi sociale sull'intelligenza collettiva dei team

## **Strutture geometriche, algebriche e applicazioni**

**Coordinatore:** *Francesco Pavese*

**Componenti:** *Angela Aguglia, Michela Ceria, Paolo Santonastaso, Viola Siconolfi*

Il nucleo dell'attività di ricerca del gruppo è lo studio di strutture geometriche non lineari su campi finiti, con l'obiettivo di ottenere risultati teorici che trovino applicazioni immediate in ambiti quali codici correttori di errori, crittografia a chiave pubblica, ottimizzazione di trasporti e reti, robotica e sistemi wireless.

Le indagini si concentrano su strutture geometriche e combinatorie immerse in spazi proiettivi di dimensione finita costruiti sopra campi finiti (archi, calotte, superfici Hermitiane) e sulle relative problematiche di costruzione e classificazione. Tale studio è collegato sia a rami consolidati della matematica, come la teoria dei gruppi, la teoria dei numeri e la geometria algebrica in caratteristica positiva, che a settori più recenti e applicativi, quali la teoria dei codici, la teoria dei grafi e la crittografia.

Ulteriori tematiche di ricerca includono sviluppo di tecniche basate su basi di Groebner e metodi Groebner-free in contesti commutativi e su magma-algebre, nonché l'analisi di q-analoghi di matroidi. Particolare attenzione è rivolta alle strutture algebriche non commutative e alle loro connessioni con la teoria dei codici e la crittografia post-quantum.

Il gruppo affronta anche lo studio di analoghi discreti di concetti classici della geometria differenziale, come la curvatura, nell'ambito della teoria dei grafi. Tali strumenti trovano applicazione sia in contesti teorici (grafi associati a strutture algebriche) sia in scenari applicativi, quali la modellizzazione di reti wireless e network complessi.

Il gruppo collabora con studiosi di prestigiose istituzioni internazionali, tra cui: Università di Bielefeld e Bochum (Germania), University College Dublin (Irlanda), Universidad de Granada (Spagna), University of South Florida e University of Memphis (Stati Uniti), National University of Defense Technology (Cina), Vrije Universiteit Brussel e Ghent University (Belgio), Sabanci University (Turchia) e Université Paris 8 (Francia), Kanagawa University (Giappone), The Netherlands Defence Academy (Paesi Bassi).

### **Equazioni differenziali non lineari nelle scienze applicate**

**Coordinatore:** Antonio Masiello

**Componenti:** Bartolo Rossella, Caponio Erasmo, d'Avenia Pietro, Greco Carlo, Palagachev Dian Kostadinov, Pomponio Alessio, Vannella Giuseppina

Le ricerche del gruppo, che comprende docenti del SSD MAT/05, riguardano lo studio delle equazioni differenziali nonlineari, sia negli aspetti teorici che nelle applicazioni allo studio di equazioni differenziali della Fisica Matematica, della Fisica Teorica e dell'Ingegneria. Dal punto di vista teorico, si studiano le proprietà di esistenza e molteplicità delle soluzioni di equazioni e sistemi di equazioni differenziali di tipo variazionale, usando metodi di min-max e le teorie di Morse e Ljusternik-Schnirelmann, oppure i metodi diretti del Calcolo delle Variazioni, ed anche l'Analisi Armonica. Si studiano inoltre le proprietà qualitative delle soluzioni di tali equazioni, come la loro regolarità e stabilità, ed anche stime della funzione di Hardy-Littlewood del gradiente, proprietà di compattezza dell'insieme delle soluzioni, in particolare dei ground states. I metodi generali sono, inoltre, applicati allo studio di alcune classi di equazioni differenziali nonlineari, sia ordinarie che alle derivate parziali, provenienti dalle scienze applicate. Tra le equazioni alle derivate parziali nonlineari si segnalano, in particolare, le equazioni di Schrödinger nonlineari, i sistemi di Schrödinger-Poisson, di Chern-Simon in meccanica quantistica, le equazioni di Born-Infeld in Relatività, le equazioni quasilineari con l'operatore  $p$ -laplaciano in meccanica dei fluidi non newtoniani. Lo studio della regolarità globale di soluzioni deboli di problemi al bordo, con domini non-regolari, per operatori ellittici e parabolici a coefficienti discontinui, invece, è fortemente legato ai modelli matematici che nascono nella meccanica di membrane e film di materiali semplici non omogenei che costituiscono un mezzo lineare laminato. La struttura non regolare del bordo, in particolare, si pone naturalmente in modelli matematici di sistemi del mondo reale su mezzi con la geometria frattale come i vasi sanguigni, la struttura interna dei polmoni, la crescita dei batteri, i grafici dei dati del mercato azionario, le nuvole, dispositivi a semiconduttore e materiali compositi. Per quanto riguarda le equazioni differenziali ordinarie si studiano sistemi dinamici su spazi-tempo relativistici e su varietà di Finsler, in particolare le proprietà del flusso geodetico in uno spazio-tempo relativistico, generalizzazioni del principio di Fermat all'ottica relativistica, estensioni della relatività con lagrangiane finsleriane, problemi di navigazione di Zermelo, effetto di Sagnac.

Sono diverse le collaborazioni scientifiche internazionali portate avanti dal gruppo. Tra queste, si ricordano: Argentina - Universidad de Buenos Aires; Belgio - Université libre de Bruxelles; Brasile - Universidade de Brasília, Universidade Federal de Campina Grande, Universidade Federal de Juiz de Fora, Universidade de São Paulo; Cina - East China University of Science and Technology, Wuhan University of Technology, Zhejiang Normal University, Zhongnan University of Economics and Law; Germania - Karlsruher Institut für Technologie, Ruhr Universität Bochum; Giappone - Kyoto Sangyo University; Korea - Kyonggi University, Suwon e Seoul National University; Polonia - Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk, Nicolaus Copernicus University; Spagna - Universidad Carlos III de Madrid, Universidad de Granada, Universidad de Málaga, Universidad de Murcia; Stati Uniti d'America - North Carolina State University.

### **Modelli matematici in scienza dei materiali e sistemi complessi classici e quantistici**

**Coordinatore:** Giuseppe Maria Coclite

**Componenti:** Giuseppe Devillanova, Francesco Maddalena, Gianluca Orlando, Dian Kostadinov Palagachev, Sergio Solimini

Il gruppo di ricerca si occupa dell'analisi di problemi nonlineari emergenti dallo studio variazionale di funzionali non convessi e di problemi di evoluzione governati da equazioni differenziali alle derivate parziali quasilineari in presenza di termini nonlineari e nonlocali. Tali problemi si presentano nello studio della termomeccanica dei continui, nella modellazione della dinamica dei solidi e dei fluidi. Inoltre, si occupa di: i) analisi variazionale di modelli elastici nonlineari ottenuti per riduzione dimensionale; ii) dinamica di corpi elastici sottili 1D e 2D in presenza di interazione di tipo adesivo e termico con l'ambiente, ove la propagazione del calore è retta da equazioni di tipo parabolico o iperbolico; iii) studio di modelli di meccanica statistica per l'analisi, con un approccio multiscala, delle proprietà dei materiali e delle correlazioni classiche e quantistiche in sistemi complessi; iv) analisi di modelli nonlineari legati alla morfogenesi di tessuti e alla crescita di materiali biologici; v) studio della dinamica multifase in mezzi porosi, vi) applicazione di

Metodi di Calcolo delle Variazioni e di Controllo Ottimo a modelli di studio quali, ad esempio, il controllo della criminalità, la diffusione di batteri, l'ottimizzazione di strategie di pesca, vii) studio di equazioni non locali di evoluzione.

Collaborazioni internazionali: University of Oslo, ETH Zurich, Penn State University, University of Hagen, Friedrich-Alexander-Universitaet Erlangen-Nuernberg, Université de Franche-Comté, University of Western Australia, Seoul National University, Universität des Saarlandes, St. Petersburg State University, Technische Universität München, EPFL Lausanne, WWU Münster, Universidade de Lisboa, Université Pierre et Marie Curie, Universitaet der Bundeswehr Muenchen.

### **Supply Chain Management**

**Coordinatore:** Ilaria Giannoccaro

**Componenti:** Vito Albino, Lorenzo Ardito, Rosa Maria Dangelico, Umberto Panniello, Roberta Pellegrino, Pierpaolo Pontrandolfo, Giovanni Francesco Massari, Raffaele Nacchiero, Francesco Cafforio, Luca Fraccascia (Università La Sapienza)

Il gruppo di ricerca si occupa di studiare le supply chain e, in particolare, di comprendere e analizzare i recenti processi di trasformazione, che ne stanno profondamente modificando la struttura e i relativi meccanismi di governo, al fine di sviluppare adeguate strategie, modelli, tools per migliorare le prestazioni competitive di resilienza e sostenibilità. Obiettivi specifici riguardano: i) la definizione di *transformative*, *restorative* e *resilient* capability; ii) l'analisi del ruolo delle tecnologie digitali per la circolarità e la resilienza della supply chain; iii) la valutazione della complessità e del suo impatto sulle prestazioni competitive; v) lo sviluppo di strutture e i meccanismi di coordinamento per l'integrazione dei flussi circolari e lineari; vi) lo sviluppo di modelli di supporto alla decisioni per la progettazione di supply chain e di modelli di business customer-centric orientati alla circolarità e resilienza; vii) la definizione di strategie e modelli di circular procurement; viii) la valutazione dei supply chain transformation risks. La ricerca riguarda prevalentemente i settori del Made in Italy in molteplici contesti applicativi, caratterizzati da filiere locali e globali, costituite da PMI e da imprese multinazionali. Sono utilizzare metodologie di ricerca sia quantitative che qualitative.

### **Gestione sostenibile d'impresa**

**Coordinatore:** Pierpaolo Pontrandolfo.

**Componenti:** Nunzia Carbonara, Rosa Maria Dangelico, Michele De Nicolò, Claudio Garavelli, Ilaria Giannoccaro, Roberta Pellegrino, Barbara Scozzi; Nicola Bellantuono (Università di Foggia); Giovanni Semeraro, Cataldo Musto, Marco Polignano (Università di Bari).

Il gruppo di ricerca si concentra sullo studio delle strategie e degli approcci metodologici per la gestione d'impresa coerente con lo sviluppo sostenibile. Tali approcci sono pertanto orientati a supportare le imprese nel perseguire i goal dell'agenda 2030, nonché dare risposte adeguate alle aspettative di tutti gli stakeholder.

Le metodologie di ricerca adottate spaziano da metodi quantitativi (tra cui survey, simulazione e content analysis) ad approcci qualitativi basati su case-study. Gli obiettivi specifici includono: (1) sviluppo di protocolli per la caratterizzazione e il coinvolgimento degli stakeholder nella gestione d'impresa; (2) sviluppo di strumenti automatici (ad es. basati su tecniche di Natural Language Processing) per la valutazione della sostenibilità sulla base dell'analisi di documenti (ad es. sustainability report); (3) sviluppo di modelli (ad es. sistemi di supporto alla decisione riferibili al sustainability accounting) per la valutazione del valore prodotto da strategie o azioni (ad es. progetti di R&S) orientate alla sostenibilità; (4) analisi delle possibili determinanti (ad es. orientamento femminista della proprietà o del management) per la sostenibilità delle imprese; (5) analisi/identificazione/progettazione delle condizioni di contesto, anche legate alla transizione digitale, idonee a catalizzare comportamenti sostenibili da parte delle imprese, con particolare riferimento a scambi simbiotici.

### **Sustainable process management**

**Coordinatore:** Barbara Scozzi

**Componenti:** Pierpaolo Pontrandolfo, Michele De Nicolò, Rosa Maria Dangelico, Nicola Bellantuono (Università di Foggia)

Il gruppo di ricerca esplora strategie, modelli e approcci per facilitare, anche facendo leva sulle tecnologie digitali, la riprogettazione dei processi in ottica di sostenibilità sociale e ambientale. Lo studio viene condotto utilizzando la lente teorica della process theory e ricorrendo a metodologie di ricerca che includono metodi quantitativi (tra cui survey, simulazione e content analysis) e approcci qualitativi basati su case-study. Gli ambiti di approfondimento spaziano dalla singola organizzazione (impresa pubblica o privata) ai sistemi urbani e territoriali.

Con riferimento alle imprese, la ricerca si propone di esplorare processi e pratiche svolte dalla società benefit allo scopo di individuare process pattern sostenibili che le imprese – in particolare di piccole e medie dimensioni – interessate a migliorare le proprie

prestazioni sociali e ambientali possono adottare in fase di redesign dei propri processi. La ricerca si propone altresì di sviluppare una metodologia che mettendo in relazioni processi e topic materiali aiuti le imprese a definire delle priorità nel processo di trasformazione sostenibile dei propri processi.

Con riferimento ai sistemi urbani e territoriali, lo studio si concentra sullo sviluppo di modelli e approcci per promuovere il benessere e la sostenibilità e accrescere la resilienza di città, territori e aree rurali facendo leva su un approccio per processi. Ci si propone di ridisegnare i processi di pianificazione strategica sia ex ante facilitando lo stakeholder engagement e l'analisi delle peculiarità di un territorio che ex post facilitando la misurazione dell'impatto delle policy adottate. Su queste attività, il gruppo collabora in particolare con docenti e ricercatori di Tecnica e Pianificazione Urbanistica coordinati dalla prof.ssa Barbanente (ICAR/20), con la dott.ssa Stefania Taralli (ISTAT) e con il prof. Fabio Fiorillo (Università Politecnica delle Marche).

### **Sustainable Product Strategies and Consumer Behavior**

**Coordinatrice:** Rosa Maria Dangelico

**Componenti:** Vito Albino, Lorenzo Ardito, Michele Gorgoglione, Francesca Lerario, Claudio Loporcaro, Antonio Messeni Petruzzelli, Pierpaolo Pontrandolfo, Daniele Rotolo, Barbara Scozzi, Andrea Viggiani, Luca Fraccascia (Sapienza Università di Roma).

Il gruppo di ricerca si occupa dello studio delle strategie di sviluppo e dei modelli di consumo di prodotti sostenibili. Le metodologie di ricerca adottate spaziano da metodi quantitativi (tra cui survey, analisi di regressione, modelli di equazioni strutturali e text mining) ad approcci qualitativi basati su case-study. Le finalità consistono nel raggiungimento di una profonda comprensione delle strategie che le imprese possono adottare per offrire prodotti sostenibili e delle determinanti del comportamento di consumo sostenibile, così da supportare le imprese nelle strategie di sviluppo e marketing di prodotti sostenibili. Attraverso l'integrazione della prospettiva dell'impresa con quella del consumatore si contribuisce al raggiungimento dello UN SDG 12 "Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo" dell'Agenda 2030.

Obiettivi specifici includono:

- (i) lo studio delle opzioni per rendere un prodotto sostenibile nelle diverse fasi del ciclo di vita (ad esempio, eco-design, modalità di utilizzo e dismissione), inclusi gli aspetti legati al packaging;
- (ii) lo studio delle risorse, competenze e capabilities d'impresa utili allo sviluppo di prodotti sostenibili;
- (iii) l'analisi delle strategie di marketing orientate alla sostenibilità;
- (iv) lo studio delle peculiarità di specifiche categorie di imprese (ad es. appartenenti a specifici settori merceologici, localizzate in specifiche aree geografiche, family vs. non-family) nelle strategie di sviluppo e marketing di prodotti sostenibili e nei relativi fattori di successo;
- (v) lo studio del comportamento di consumo sostenibile (in termini di percezioni e intenzioni dei consumatori), con particolare attenzione alle sue determinanti ed ai fattori di contesto;
- (vi) lo studio di come le tecnologie legate all'Intelligenza Artificiale possano favorire il comportamento di consumo sostenibile.

### **Economia e Management dell'Ambiente e dell'Energia**

**Coordinatore:** Lorenzo Ardito

**Componenti:** Vito Albino, Nunzia Carbonara, Cosimo Carpentiere, Giuseppe Ciavarella, Rosa Maria Dangelico, Antonio Messeni Petruzzelli, Angelo Natalicchio, Umberto Panniello

Il gruppo di ricerca si occupa dello studio e dell'analisi dei processi economici, industriali e manageriali connessi alla transizione energetica e alla sostenibilità ambientale. L'obiettivo generale è comprendere le dinamiche di cambiamento che interessano le imprese e i mercati nel contesto della decarbonizzazione, dell'innovazione tecnologica e della cosiddetta *twin transition* (transizione digitale e verde). Le metodologie di ricerca adottate combinano approcci quantitativi (modelli econometrici, analisi dei dati energetici e ambientali, modelli di ottimizzazione e simulazione) e qualitativi (analisi di casi aziendali, interviste, analisi documentale e comparativa di policy). Le finalità principali consistono nell'individuare i meccanismi economici, organizzativi e tecnologici che favoriscono l'efficienza energetica, lo sviluppo dei mercati ambientali ed energetici, l'innovazione sostenibile e la competitività delle imprese nel nuovo paradigma energetico e ambientale. Obiettivi specifici includono: (i) l'analisi e il bilancio energetico delle imprese, con particolare attenzione alla valutazione delle performance energetiche, alla misurazione dei consumi e alla stima dei ritorni economici degli interventi di efficientamento, anche attraverso i mercati ambientali; (ii) lo studio dei mercati energetici, con riferimento al funzionamento e l'ottimizzazione dei mercati dell'elettricità, del gas e dei nuovi vettori energetici (es. idrogeno verde), nonché ai meccanismi di prezzo del carbonio e agli strumenti di politica climatica; (iii) l'analisi della *twin transition*, intesa come il processo di integrazione tra innovazione digitale (IoT, AI, blockchain, big data) e ambientale, volto a potenziare le possibilità di efficientamento energetico, ridurre l'impatto ambientale e promuovere la trasformazione dei modelli di business verso paradigmi più sostenibili e competitivi; (iv) lo studio dei processi di innovazione sostenibile ed energetica, con attenzione alle dinamiche di sviluppo e adozione delle tecnologie pulite, al ruolo delle startup e delle imprese incumbent, e agli ecosistemi di innovazione

energetica; (v) l'analisi dei meccanismi economico-finanziari (regionali, nazionali, sovranazionali) che sostengono la transizione energetica ed ecologica, con particolare riferimento agli strumenti di finanza verde, ai regimi di incentivazione pubblica e ai modelli di partenariato pubblico-privato volti a promuovere investimenti sostenibili; (vi) l'analisi delle smart city come ecosistemi abilitanti della *twin transition*, con focus su modelli di governance e business *data-driven* per energia, mobilità e rifiuti, includendo comunità energetiche, *demand response* e piattaforme IoT/AI.

### **Modelli di data-driven marketing e management**

**Coordinatore:** Michele Gorgoglione

**Componenti:** Nunzia Carbonara, Claudio Garavelli, Angelo Natalicchio, Umberto Panniello, Antonio Messeni Petruzzelli, Roberta Pellegrino.

L'attività di ricerca riguarda l'analisi del comportamento dei consumatori attraverso i dati relativi alle interazioni con le applicazioni e le tecnologie digitali. L'obiettivo dell'analisi è duplice: (1) sviluppare nuovi modelli di comportamento per comprendere le dinamiche delle decisioni di consumo; (2) l'utilizzo di questi modelli da parte delle imprese per prendere decisioni strategiche. Le analisi sono state applicate a diversi settori industriali: il commercio elettronico e il settore dello e-grocery, grazie anche alla collaborazione di imprese di questo settore operanti a livello nazionale, il settore televisivo, il settore finanziario, il settore dell'alimentazione (in particolare il cibo e gli integratori alimentari), il settore dello health-care. Vengono utilizzate metodologie di ricerche sociali e comportamentali, basate prevalentemente su design del tipo "between-subjects" e A/B test, analisi statistiche attraverso modelli di equazioni strutturali e modelli econometrici, e conduce esperimenti dal vivo oppure basati su dati storici.

Esempi di ricerche condotte sul punto (1) includono l'analisi della customer experience nel settore bancario e sanitario; l'analisi del comportamento sociale sul secondo screen (social TV); l'analisi del comportamento di consumo degli integratori alimentari. Esempi di ricerche sul punto (2) includono lo sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni data-driven in ambito clinico (che possano essere utilizzati dagli stakeholders coinvolti nel processo diagnostico-clinico-assistenziale come ad esempio pazienti, medici, Sistema Sanitario, per analizzare e mitigare le incertezze e i rischi presenti nei sistemi e nei processi sanitari); la redditività di modelli personalizzazione e micro-segmentazione attraverso simulazione e attraverso modelli matematici; le performance di business di tecnologie di personalizzazione come i Recommender System.

### **Nuovi modelli organizzativi e strategici per il settore Pubblico**

**Coordinatore:** Nunzia Carbonara

**Componenti:** Umberto Panniello, Roberta Pellegrino, Antonio Messeni Petruzzelli, Michele Ottomanelli, Nadia Giuffrida

Il gruppo di ricerca si occupa di studiare i cambiamenti in atto nelle imprese del settore pubblico. I due principali ambiti di ricerca riguardano: 1) strategie di digitalizzazione del sistema sanitario 2) strategie e modelli di partenariato pubblico-privato.

Con riferimento al primo ambito, gli obiettivi specifici riguardano:

- Utilizzo dei Big data e della Business Intelligence nel settore dell'healthcare, con l'obiettivo di sviluppare sistemi di supporto alle decisioni data-driven in ambito clinico (CDSS), che possano essere utilizzati dai diversi stakeholders coinvolti nel processo diagnostico-clinico-assistenziale (pazienti, medici, Sistema Sanitario) per analizzare e mitigare le incertezze e i rischi presenti nei sistemi e nei processi sanitari.
- Analisi dell'impatto delle tecnologie H4.0, delle competenze digitali e della digital leadership sulle prestazioni del sistema sanitario, in ottica di resilient capabilities e qualità dei servizi sanitari.

Con riferimento al secondo ambito, il gruppo si propone di sviluppare modelli organizzativi e di business innovativi per la realizzazione e gestione di infrastrutture e servizi di pubblica utilità e che soddisfino gli obiettivi di sviluppo sostenibile. Con particolare riferimento al settore della Mobilità, la ricerca, a carattere interdisciplinare, ha l'obiettivo di sviluppare modelli organizzativi e di business innovativi per la Mobility as a Service (MaaS). Tali modelli saranno progettati per creare e sfruttare effetti sinergici tra fornitori di servizi di trasporto, clienti, autorità locali e ambiente. Nello specifico, saranno analizzati i meccanismi e le attività necessarie per creare, fornire e acquisire nuovo valore, e identificate strategie e modelli di collaborazione tra fornitori di servizi di trasporto, clienti ed enti locali. Inoltre, il gruppo si propone di investigare il ruolo dei Partenariati Pubblici Privati (PPP) nel finanziamento delle infrastrutture per la transizione energetica, con l'obiettivo di progettare un quadro di supporto alle decisioni per guidare il pubblico e il privato nella strutturazione ottimale e sostenibile dell'accordo di PPP.

Le metodologie di ricerca adottate spaziano da metodi quantitativi (tra cui survey e simulazione) ad approcci qualitativi basati su case-study.

### **Nuovi modelli organizzativi e di gestione del lavoro**

**Coordinatore:** Nunzia Carbonara

**Componenti:** Antonio Messeni Petruzzelli, Roberta Pellegrino, Barbara Scozzi

Il gruppo di ricerca si occupa di studiare le trasformazioni in atto nei modelli organizzativi e nelle modalità di lavoro, dal lavoro agile, allo smart working, fino alle organizzazioni liquide. Partendo dall'analisi delle esperienze virtuose, nel settore Pubblico e nelle imprese private, la ricerca intende identificare le principali leve abilitanti dello smart working, in termini di nuovi modelli organizzativi, pratiche manageriali, tecnologie, cultura e ambiente di lavoro. Obiettivi specifici riguardano: 1) lo sviluppo di un framework per misurare la smartabilità di un processo organizzativo; 2) la misura dell'impatto dello smart working sulle prestazioni organizzative; 3) lo sviluppo di un modello di maturità della readiness delle organizzazioni ad una efficace implementazione dello smart working.

Le metodologie di ricerca adottate spaziano da metodi quantitativi (tra cui modelli econometrici, simulazione e survey analysis) ad approcci qualitativi basati su case-study.

### **Innovation Management**

**Coordinatore:** Antonio Messeni Petruzzelli

**Componenti:** Vito Albino, Lorenzo Ardito, Nunzia Carbonara, Rosa Maria Dangelico, Angelo Natalicchio, Umberto Panniello, Pierpaolo Pontrandolfo, Daniele Rotolo, Barbara Scozzi

Il gruppo di ricerca si occupa dello studio delle dinamiche legate alla gestione dei processi di innovazione, a livello di prodotto/servizio, processo, modello di business e sistema. Le metodologie di ricerca adottate spaziano da metodi quantitativi (tra cui modelli econometrici, simulazione, survey analysis e text mining) ad approcci qualitativi basati su case-study. Le finalità consistono nell'individuare e sviluppare modelli, metodologie, strumenti e best practice che possano supportare managers e decision-makers nella progettazione e gestione dei processi di innovazione sia nei contesti organizzativi sia a livello sistemico. Obiettivi specifici includono: (i) lo studio e l'analisi delle reti di innovazione, con focus sulle reti inter-organizzative, sia tra imprese sia tra imprese ed enti di ricerca; (ii) la gestione dei processi e le strategie di sviluppo di eco-innovazioni; (iii) l'analisi delle dinamiche di open innovation, con particolare attenzione al tema del crowdsourcing; (iv) la valorizzazione delle conoscenze tradizionali nei processi di innovazione, anche in chiave semantica; (v) l'analisi dei processi di sviluppo di innovazioni sociali al fine di mutuare all'ambito business modalità organizzative e gestionali; (vi) l'analisi delle dinamiche di innovazione dei modelli di business, con particolare riferimento a settori in transizione; (vii) l'analisi delle strategie e dei processi di trasformazione digitale; (viii) lo studio delle tecnologie emergenti; (ix) lo sviluppo di modelli di technology scouting & assessment, attraverso metodologie patent-based; (x) l'analisi delle dinamiche innovative a livello di team e individui; (xi) l'analisi del ruolo dell'innovazione tecnologica nei processi di re-shoring e off-shoring.

### **Innovation Policy**

**Coordinatore:** Daniele Rotolo

**Componenti:** Vito Albino, Lorenzo Ardito, Rosa Maria Dangelico, Antonio Messeni Petruzzelli, Angelo Natalicchio, Umberto Panniello

Il gruppo di ricercatori coinvolti sul tema *Innovation Policy* si focalizza sullo studio dell'innovazione e dei relativi processi socioeconomici al fine di supportare lo sviluppo di *policy initiatives/instruments* in grado di favorire le transizioni sociotecniche. Obiettivi di ricerca includono:

- (i) lo studio del cambiamento tecnologico, nonché lo sviluppo di metodologie di ricerca per l'analisi e l'identificazione di tecnologie emergenti [*emerging technologies*]
- (ii) lo studio dei sistemi e delle reti di innovazione, con particolare attenzione al ruolo delle diverse logiche istituzionali che guidano l'attività di attori organizzativi [*innovation networks, systems of innovation, institutional logics*]
- (iii) lo studio del ruolo e del contributo del finanziamento alla ricerca e del sistema universitario nel favorire le transizioni sociotecniche, con un focus sulla transizione sostenibile [*funding systems, university systems and technology transfer*]
- (iv) lo studio del coinvolgimento degli attori privati in processi di accumulazione di conoscenza pubblica e dei relativi incentivi [*corporate science and private basic research*]
- (v) la valutazione della ricerca a livelli multipli di analisi (ricercatori, organizzazioni e sistemi) attraverso tecniche scientometriche/bibliometriche ed indicatori *altmetrics* [*research evaluation, bibliometrics, altmetrics*]

Il gruppo si focalizza anche sullo sviluppo ed applicazione di metodologie di ricerca (quantitative ed ibride) basate su text mining a supporto delle linee di ricerca elencate sopra.

### **Family Businesses: Management, Performance & Impact**

**Coordinatore:** Lorenzo Ardito



**Componenti:** Vito Albino, Rosa Maria Dangelico, Antonio Messeni Petruzzelli, Angelo Natalicchio, Umberto Panniello, Manuela Cazzorla.

Considerata l'importante presenza di imprese a conduzione familiare sia in Italia che all'estero, il gruppo di ricerca mira a comprendere e analizzare le peculiari dinamiche che caratterizzano le imprese familiari, specie di medio-piccole dimensioni, nonché le loro performance e gli impatti che queste generano sul territorio. Le metodologie di ricerca utilizzate comprendono sia metodi quantitativi, come modelli econometrici e survey analysis, che approcci qualitativi basati su case-study. Tra i principali temi di ricerca si menzionano: (i) mappatura del sistema competitivo che coinvolge le imprese familiari in ottica globale, nazionale e locale; (ii) studio dei modelli di gestione del cambiamento nelle imprese familiari (es. digitalizzazione, passaggio generazionale), nonché delle loro ripercussioni sulle performance aziendali; (iii) gestione delle tensioni nelle imprese familiari (es. internazionalizzazione vs. rapporto col territorio di origine, perseguimento di obiettivi non-economici vs. obiettivi economici, innovazione vs. tradizione); (iv) Imprenditorialità e creazione di valore nelle imprese familiari; (v) rapporto tra imprese familiari, territorio e principali stakeholder rispetto alle strategie ESG; (vi) studio dei modelli di professionalizzazione e crescita delle imprese familiari di medio-piccole dimensioni; (vii) analisi degli impatti che la presenza di imprese familiari genera sul territorio (es. benessere economico e sociale).

### **Technology Entrepreneurship**

**Coordinatore:** Antonio Messeni Petruzzelli

**Componenti:** Vito Albino, Lorenzo Ardito, Achille Claudio Garavelli, Angelo Natalicchio, Umberto Panniello, Daniele Rotolo

Il gruppo di ricerca si occupa dello studio e analisi della nascita e sviluppo di nuove realtà imprenditoriali in contesti ad alto contenuto tecnologico. Le metodologie di ricerca adottate spaziano da metodi quantitativi (tra cui modelli econometrici, survey analysis e text mining) ad approcci qualitativi basati su case-study. Le finalità consistono nell'individuare i principali fattori a livello di individui, team, organizzazione, tecnologia ed ecosistema che favoriscono lo sviluppo di startup e spinoff high-tech. Obiettivi specifici includono: (i) lo studio e l'analisi dei modelli di incubazione e accelerazione; (ii) l'analisi delle dinamiche di valorizzazione della conoscenza scientifica nei processi di trasferimento tecnologico; (iii) l'analisi della composizione dei team imprenditoriali e dei processi di formazione; (iv) lo studio dei meccanismi di finanziamento, con particolare attenzione al ruolo dei Venture Capital e alle strategie di crowdfunding; (v) l'analisi dei fenomeni di corporate entrepreneurship, con particolare attenzione ai processi di venture clienting e venture building; (vi) l'analisi dei modelli di imprenditorialità a livello accademico; (vii) lo studio e l'analisi delle dinamiche di sviluppo degli ecosistemi a supporto dei processi di creazione di nuove imprese.

### **Virtual and digital economy**

**Coordinatore:** Umberto Panniello

**Componenti:** Antonio Messeni Petruzzelli, Michele Gorgoglione, Daniele Rotolo, Lorenzo Ardito, Angelo Natalicchio.

Il gruppo di ricerca si occupa dello studio delle dinamiche legate alle evoluzioni in tema di virtualizzazione e digitalizzazione delle attività economiche. Le recenti evoluzioni tecnologiche, dai metaversi ai token basati su blockchain, stanno profondamente modificando il modo in cui le imprese fanno business e il modo in cui la società fruisce di prodotti e servizi. Per affrontare questo tema di ricerca, vengono adottati approcci qualitativi (case study e multiple case studies), quantitativi (crawling di dati, modelli econometrici, simulazioni, survey e text mining) e approcci misti (quali-quantitativi). L'obiettivo principale del gruppo di ricerca è quello di individuare e definire dei modelli, metodi, strumenti e policy che aiutino a comprendere le nuove dinamiche di innovazione virtuale e digitale e che guidino i soggetti economici nella definizione e gestione di questi nuovi elementi. Nello specifico, gli obiettivi includono: (1) definizione e mappatura delle dinamiche di business model innovation nel contesto della metaverse and token economy; (2) studio degli impatti economici delle innovazioni introdotte attraverso la virtualizzazione e digitalizzazione delle attività aziendali; (3) analisi del comportamento dei consumatori in modelli virtuali di business; (4) analisi e gestione dei processi di virtualizzazione; (5) definizione dei modelli di governance delle piattaforme virtuali; (6) dark side della virtual and digital economy.

### **Space Economy and Commerce**

**Coordinatore:** Vito Albino

**Componenti:** Lorenzo Ardito, Antonio Messeni Petruzzelli, Angelo Natalicchio, Umberto Panniello, Daniele Rotolo.

Il gruppo di ricerca si occupa dello studio delle attività che creano valore attraverso l'esplorazione e l'utilizzo dello spazio. In particolare, l'ingegneria economico-gestionale costituisce un ambito scientifico particolarmente adeguato all'analisi degli aspetti di

policy, economici e gestionali connessi all'esplorazione e valorizzazione economica dello spazio e alle ricadute nelle applicazioni terrestri.

Le metodologie di ricerca adottate prevedono modelli econometrici, simulazione, survey analysis, text mining, case-study e analisi congiunturale. Le finalità consistono nell'individuare e sviluppare modelli, metodologie, strumenti e best practice che possano supportare manager e policy maker nella comprensione e gestione dei processi economici e commerciali di tale nuovo comparto economico.

Nell'ambito delle differenti tematiche di ricerca connesse alla *space economy and commerce*, oggetto di specifiche ricerche saranno: i) definizione e mappatura del sistema tecnologico-scientifico e commerciale (settori economici) coinvolti nella space economy; ii) studio degli elementi innovativi presenti nei modelli di business delle imprese appartenenti alla cosiddetta new space economy; iii) modelli di valorizzazione patrimoniale degli asset spaziali (in particolare, orbite basse terrestri); iv) analisi e gestione delle infrastrutture finalizzate all'uso dello spazio; v) ricadute della space economy and commerce sull'economia terrestre; vi) analisi delle dinamiche di open innovation (spin-in e spin-out) nel settore space; analisi del ruolo delle ideologie nell'evoluzione della space economy.

### 1.5.2 Personale tecnico-amministrativo

Il personale tecnico-amministrativo (ottobre 2024) è composto da 22 unità, di cui tecnologici, che svolge compiti di supporto nelle seguenti aree: (i) Area Segreteria di Direzione, (ii) Area Didattica, (iii) Area Ricerca e Terza Missione, (iv) Area Contabilità e Attività Negoziali, (v) Area Servizi Tecnico-Informatici e Logistici.

Il personale tecnico-amministrativo è riportato in Tabella 5 con indicazione dell'Area di appartenenza.

*Tabella 5. Personale tecnico-amministrativo*

| Cognome    | Nome             | Area                                             |
|------------|------------------|--------------------------------------------------|
| Amati      | Carmen           | Area Ricerca e Terza Missione                    |
| Chiricallo | Rossella         | Area Contabilità e Attività Negoziali            |
| Cocozza    | Lucrezia         | Area Didattica                                   |
| Covella    | Annamaria        | Area Ricerca e Terza Missione                    |
| Di Coste   | Euprepio         | Area Didattica                                   |
| Galante    | Rosario          | Area Servizi Tecnico-Informatici e Logistici     |
| Iosca      | Emilia           | Area Segreteria Direzione                        |
| Jietuo     | Wang             | Area Servizi Tecnico-Informatici e Logistici     |
| Liberti    | Giuseppe         | Area Servizi Tecnico-Informatici e Logistici     |
| Marolla    | Vito             | Area Servizi Tecnico-Informatici e Logistici     |
| Martino    | Vitantonio       | Responsabile dei servizi amministrativi del DMMM |
| Martinucci | Pasquale         | Area Servizi Tecnico-Informatici e Logistici     |
| Mele       | Vito             | Area Servizi Tecnico-Informatici e Logistici     |
| Mele       | Giuseppe         | Area Servizi Tecnico-Informatici e Logistici     |
| Palumbo    | Angela           | Area Servizi Tecnico-Informatici e Logistici     |
| Paolucci   | Roberto          | Area Servizi Tecnico-Informatici e Logistici     |
| Pucillo    | Raffaella        | Area Segreteria Direzione                        |
| Rapone     | Elisabetta Maria | Area Contabilità e Attività Negoziali            |
| Ranaldo    | Sergio           | Area Servizi Tecnico-Informatici e Logistici     |
| Scarati    | Dario            | Area Servizi Tecnico-Informatici e Logistici     |
| Sicilia    | Angelica         | Area Ricerca e Terza Missione                    |
| Tiani      | Paolo            | Area Didattica                                   |

### 1.5.3 Laboratori e attrezzature di ricerca

#### **Laboratorio di Simulazione fluidodinamica e modellistica dei sistemi energetici**

Il laboratorio dispone di diversi PC ad elevate prestazioni e una sala HPC aggiornata in cui sono disponibili i seguenti Cluster di calcolo:

- Cluster CEMeC:  
*63 CPU nodes, configurati con 2 Intel® Xeon® CPU E5-2660 v3 @ 2.60 GHz, 20 core e 64 GB RAM, per un totale di 1260 core; 6 GPU nodes configurati con 2 Intel® Xeon® CPU E5-2630 v2 @ 2.00 GHz, 64 GB RAM e 2 NVIDIA Tesla K40M; Infiniband QDR message passing connection network.*
- Cluster Dipartimento di Eccellenza:  
6 CPU nodes configurati con 2 Intel® Xeon Platinum 8268 @ 2.9 GHz, 24 core e 384 GB RAM per un totale di 144 core; Infiniband QDR message passing.
- GPU RTX A6000 NVIDIA con GPU memory 48GB

L'attività di ricerca riguarda in particolare: la modellazione della combustione nei regimi di flusso laminare e turbolento; combustione in presenza di campi elettrici; instabilità di combustione; flussi supersonici e ipersonici; stabilità dei flussi e transizione al regime turbolento; interazione fluido-struttura e applicazioni biomediche; turbomacchine. La simulazione è condotta mediante codici di calcolo open-source, sviluppati in-house e commerciali. Collaborazioni attive sono presenti con: Stanford University, George Washington University, IIT, CIRA, Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers - ParisTech, GE Oil & Gas, GE Avio Aero, Università di Pavia, Università di Roma Tor Vergata, CNR Nanotech - PLASMiLab, Imperial College, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, von Karman Institute for Fluid Dynamics, ARTORG – Bern, University of Cambridge, University of Texas at Dallas, Université Paris-Saclay, Xian Jiaotong University.

#### **Laboratorio CFL – Complex Flow Lab**

Il laboratorio, realizzato nell'ambito del progetto PNRR "BRIEF – Biorobotics Research & Innovation Engineering Facilities", è dotato di attrezzature per i) la fabbricazione di microdispositivi per la manipolazione accurata di flussi e cellule/particelle alla microscala; ii) l'analisi sperimentale dell'interazione fluido-struttura di cellule, particelle o robot morbidi in microcanali; iii) lo studio di sistemi organ-on-chip in condizioni di microgravità simulata.

Il laboratorio è dotato di strumentazione per la fabbricazione di microdispositivi mediante fotolitografia e softlitografia. E' presente anche un sistema di stampa 3D DLP di fascia alta, in grado di raggiungere risoluzioni XY di circa 30 µm, compatibile con un'ampia gamma di materiali biocompatibili e sterilizzabili. Il sistema microfluidico prevede un regolatore di pressione con elevata stabilità, sensibilità e reattività per il controllo della pressione e del flusso nei microdispositivi e una piattaforma microscopica a fluorescenza per imaging avanzato per consentire il tracciamento e l'identificazione di singole cellule o particelle. E' incluso anche un sistema per la raccolta di dati video con frame rate dell'ordine di centinaia di fotogrammi al secondo.

Le piattaforme microfluidiche sviluppate sono integrate con sistemi di coltura cellulare, consentendo il controllo automatizzato e preciso delle cellule nel sistema miniaturizzato con l'obiettivo di creare dispositivi lab-on-a-chip e organ-on-a-chip. Questi dispositivi utilizzano microcanali per manipolare piccoli volumi di fluido, riducendo il consumo di reagenti e cellule e fornendo al contempo un microambiente controllato che replica le condizioni in vivo. Tali micro-laboratori possono svolgere varie attività, dallo screening di farmaci basato sulle cellule e l'ingegneria tissutale alla generazione di cellule su richiesta e al monitoraggio in tempo reale della crescita e della morfologia cellulare. Il laboratorio dispone di cabina di sicurezza biologica a flusso laminare, autoclave, centrifuga refrigerata ad alta velocità, smembratore sonico, congelatori, bilance di precisione, incubatore a CO<sub>2</sub>, unità di lavaggio e banchi da lavoro.

Infine, è presente una Random Positioning Machine per la simulazione della microgravità, al fine di studiare gli effetti dell'assenza di gravità o di gravità ridotta sugli organismi biologici. La macchina ha un design compatto che supporta esperimenti in incubatori, consentendo il controllo della temperatura, della CO<sub>2</sub> e dell'umidità relativa, e può simulare livelli di gravità compresi tra 10<sup>-3</sup> g e 0,9 g.

Collaborazioni attive sono presenti con: Stanford University, George Washington University, ARTORG – Bern, Singapore Immunology Network, Istituto Italiano di Tecnologia di Genova, CNR Nanotec di Lecce, Università di Pavia, Università di Roma Tor Vergata, Università di Bari, Politecnico di Torino.

### **Laboratorio GaVe (Galleria del vento)**

La galleria del vento, di tipo subsonico a circuito chiuso, ha una camera di prova avente una sezione trasversale 1x1 m<sup>2</sup> e lunghezza 2.32 m. L'intera galleria si sviluppa su un perimetro di forma rettangolare con una lunghezza totale dell'ordine di 30 m (lunghezza necessaria per garantire una sufficiente uniformità del flusso nel tratto compreso fra ventilatore e sezione di misura). La galleria è divisa in quattro zone: la prima zona (a valle della sezione di prova) comprende un tratto divergente a sezione rettangolare crescente, il cui compito è quello di recuperare parte dell'energia cinetica; seguono due tratti curvi, a 90°, che funzionano da raccordo fino all'imbocco del ventilatore. A monte del ventilatore sono previsti degli orifizi che impediscono la pressurizzazione della galleria che si realizzerebbe (in condizioni di regime) per effetto del riscaldamento dell'aria circolante. La seconda zona è rappresentata dal ventilatore che è di tipo assiale ed è mosso da un motore a corrente alternata trifase (55kW) montato su apposita culla all'interno del condotto cilindrico che racchiude la girante. La possibilità di regolare la velocità di rotazione del motore per mezzo di un inverter vettoriale, consente di ottenere velocità di flusso variabile nella sezione di prova, quindi di ricreare condizioni operative diverse. La terza zona posta a valle del ventilatore comprende due tratti curvi dotati di schiere di profili curvilinei che permettono la curvatura del flusso senza introdurre distorsioni o flussi secondari rilevanti. Questa zona prosegue un condotto convergente (rapporto di contrazione 4:1) dove il flusso è accelerato fino alla velocità nominale sulla sezione di ingresso della zona di prova (la galleria è di tipo subsonico; quindi, è valida l'approssimazione di fluido incompressibile per l'aria). Prima del condotto convergente è presente un pannello del tipo "honeycomb", per rendere uniforme il flusso (eliminazione di eventuali macroturbolenze). L'ultima zona è costituita dalla sezione di prova composta con pareti laterali realizzate in policarbonato trasparente. Questo materiale permette l'utilizzo di tecniche di misura laser di tipo non intrusive. Inoltre la sua struttura portante è costituita da un telaio in alluminio formato da profilati della Rexroth. Nella sezione di prova, si muove il braccio di un robot cartesiano a tre assi utilizzato per poter spostare la sonda a filo caldo per la misura della velocità del vento, la cui posizione è comandata da un PC tramite quattro motori elettrici passo-passo. Il pannello di chiusura superiore della camera di prova è formato, pertanto, da due semi pannelli, in policarbonato, tra i quali è inserita la sonda anemometrica; i due pannelli sono mobili, per poter permettere lo spostamento orizzontale di tale sonda. L'intero sistema di movimentazione è composto fondamentalmente dai seguenti elementi: motori passo-passo; schede di controllo e pilotaggio; profilati e guide (traversing). L'intero sistema di movimentazione è composto fondamentalmente dai seguenti elementi: (i) motori passo-passo; (ii) schede di controllo e pilotaggio; (iii) profilati e guide (traversing). In aggiunta, il laboratorio è dotato di una seconda galleria del vento di piccole dimensioni, utilizzata per la caratterizzazione dei profili alari con tecniche laser, come LDA e PIV.

### **Laboratorio di Combustione (LACO)**

Il laboratorio è dotato di un impianto di combustione MILD (Moderate or Intense Low-oxygen Dilution). L'impianto può essere condotto sia in maniera convenzionale, con aria come comburente, sia utilizzando una miscela aria-fumi con tenori variabili di gas combustibili e a diversi livelli di temperatura, in maniera tale da realizzare la combustione diluita di tipo MILD. È dotato di sistemi di regolazione automatica in grado di variare le portate di aria, i fattori di diluizione, nonché la potenza termica sviluppata. L'impianto è costituito da: (i) Test rig completo (a tiraggio bilanciato) per l'esecuzione di campagne sperimentali finalizzate all'osservazione dei processi di combustione di tipo tradizionale e di tipo MILD; (ii) Due bruciatori: uno sperimentale con una potenzialità di circa 80 kWt e un bruciatore ausiliario da 200 kWt alimentato a gas naturale. Il bruciatore sperimentale può essere alimentato con combustibile sia liquido (gasolio) che gassoso (gas naturale) ed è in grado di operare sia in condizioni di combustione tradizionale che MILD; (iii) Due

ventilatori, soffiante e premente, entrambi regolati da inverter, in grado di controllare la portata d'aria e dei fumi di ricircolo e la pressione all'interno della camera di combustione; (iv) Sistema di raffreddamento dei fumi di scarico con scambiatore di calore ad acqua. Una facility dell'impianto di combustione MILD è rappresentata dall'impianto di transesterificazione per la produzione di bio-diesel a partire da oli vegetali, sia di filiere agro-energetiche che di risulta, da impiegare come combustibile di alimentazione del bruciatore sperimentale, sia in condizione di combustione tradizionale che MILD.

Inoltre, all'interno del laboratorio LACO è presente anche un tubo di impedenza per gli studi sperimentali legati alla tematica dell'instabilità termoacustica. L'apparato sperimentale è essenzialmente costituito da due tubi lunghi 2 metri accoppiati tra di loro attraverso un tratto di tubazione centrale pensato per la calibrazione. Il tubo è caratterizzato da una serie di fori attraverso cui poter installare i microfoni per la misura del segnale acustico generato da due altoparlanti installati a una estremità del tubo. Il banco prova è caratterizzato da un'architettura hardware costituita sostanzialmente da due gruppi: il gruppo atto alla generazione del suono e al controllo degli altoparlanti e il gruppo della strumentazione di misura per l'acquisizione e il trattamento dei dati acquisiti. La strumentazione di misura è costituita da 4 set di microfoni (modello G.R.A.S. 46BP ¼" LEMO Pressure Standard Microphone Set). Nel dettaglio, ciascun set è costituito dal microfono (modello ¼" G.R.A.S. 40 BP) e dal relativo preamplificatore (modello ¼" G.R.A.S. 26 TC). Inoltre, sono disponibili due power modules G.R.A.S. 12AA Type (ciascuno per un coppia di microfoni). Tali moduli, oltre ad alimentare i microfoni, forniscono i segnali acquisiti (Input A e Input B) attraverso i canali di output (Output A e Output B). Tali uscite sono collegate a un modulo AI NI-9215 con sistema NI CompactDAQ NI 9184.

### **Laboratorio di Motori a Combustione Interna**

Nel comprensorio delle Officine Politecniche del Politecnico di Bari, grazie al finanziamento del progetto PrInCE, sono stati realizzati dei vani tecnici all'interno dei quali è stata trasferita la cabina insonorizzata per l'alloggiamento di 2 banchi prova motori endotermici (già a disposizione del gruppo). Il primo banco prova è dotato di un motore monocilindrico da ricerca, 4 tempi, ad accensione comandata, con cilindrata di 500 cm<sup>3</sup> (motore quadro con alesaggio e corsa di 86 mm), di tipo 5401 realizzato da AVL. Il rapporto di compressione del motore è di 10.5:1. Il motore ha 4 valvole, e un iniettore Bosch che inietta, a valvole chiuse, nel condotto di aspirazione. Il dinamometro è costituito da un freno a correnti parassite a carcassa oscillante con cella di carico, modello System One Alpha 160. Quest'ultimo è costituito da: sistemi di condizionamento acqua e olio (scambiatori di calore con valvole automatizzate SIEMENS); Avviatore elettrico (3.2 kW); Attuatore dell'acceleratore (motorino passo-passo); Cabinet per il cablaggio di sistemi di acquisizione supplementari (Automation Unit); Sistema di acquisizione dati di base (sensori di pressione e temperatura PT100; trasduttori di pressione e flussostati); Sistema interno di raffreddamento dell'acqua di refrigerazione del freno; Centralina aperta gestita da PC con mappe di anticipo e durata 35 della iniezione e di anticipo della accensione modificabili in real-time; Sistema di acquisizione del ciclo indicato; Bilancia gravimetrica. Il secondo banco prova è così costituito: dinamometro a correnti parassite AVL Alpha 240 (potenza massima: 240kW, numero di giri massimo: n = 10000 rpm); cella di carico HBM U2A per il rilevamento della coppia; alimentatore AVL LSE 435 per l'eccitazione del dinamometro; rilevamento del ciclo; rilevamento composizione gas di scarico; impianto di alimentazione carburante.

### **Laboratorio ZERO**

Il laboratorio ZERO è costituito da uno spazio condiviso di circa 5000 mq ove sono allocati due impianti di notevoli dimensioni, l'uno per le prove di impianti combinati alimentati da biomasse solide, l'altro per testing di turbine eoliche in scala reale o semi reale in campo completamente aperto. Il "tunnel del vento aperto", che sarà prossimamente oggetto di miglioria è composto da una matrice di 49 ventilatori (da 70 kW di potenza complessivamente installata) montati su una struttura metallica atti a produrre un flusso d'aria a velocità variabile può investire turbine eoliche di piccola taglia (~4 kW), poste in prova e montate di fronte ai ventilatori e collegate direttamente ad una microrrete di zona. Tale sistema, unico ed innovativo, può consentire di testare in scala reale qualsiasi turbina eolica di piccola taglia, riproducendo diverse condizioni operative grazie alla regolazione dei ventilatori ottenuta con variatori di frequenza. In tal modo si riescono ad ottenere test molto affidabili, poiché non vi sono i tipici errori associati con l'effetto di scala dei

tunnel a vento “chiusi”, e poiché si possono testare turbine eoliche in condizioni reali proprie di un sistema in campo aperto. Nello stesso laboratorio è presente un impianto combinato sperimentale a combustione esterna di piccolissima taglia (70 kW). Tale impianto consente di valutare l'efficienza del sistema a partire da diverse biomasse residuali, anche solide. Nel contempo, la sua realizzazione prototipale rappresenta un unicum giacché realizzato con componentistica (lato turbogas e lato vapore) a bassissimo costo. Il medesimo laboratorio ospita un banco prova (anche didattico) per la prova di componenti destinati ad applicazioni di automazione a fluido e oledinamica con potenze fino a 40 kW e portate fino a 240 litri/min. In fine il laboratorio è dotato di un banco prova per motori alternativi a combustione interna da 200 kW che consente di effettuare il testing di motori anche alimentati con combustibili innovativi.

#### **Laboratorio di studi sullo sfruttamento dell'energia del moto ondoso**

Questo laboratorio è dedicato ad attività di ricerca relative allo studio delle performance delle turbine Wells. Si tratta di turbine che vengono impiegate nei sistemi a colonna d'acqua oscillante per lo sfruttamento dell'energia dal moto ondoso del mare. Per questi studi è stato progettato il presente banco prova in grado di riprodurre le condizioni del flusso d'aria generato dal moto ondoso. Il banco prova è costituito da un ventilatore aspirante comandato da un inverter, un condotto di aspirazione in cui è possibile alloggiare vari diaframmi per la misura della portata d'aria, una camera di calma utile a smorzare le componenti tangenziali di velocità del flusso, una seconda tubazione all'interno della quale è installata la turbina accoppiata al generatore e al torsiometro. Il tutto fa capo ad un software di controllo e gestione che ne determina le caratteristiche di funzionamento

#### **Laboratorio di prova pompe e turbine idrauliche**

L'impianto ha come obiettivo la caratterizzazione delle turbomacchine idrauliche operatrici (pompe) e motrici (turbine idrauliche e/o PAT – Pumps As Turbines). Il circuito idraulico è predisposto in maniera tale da eseguire le prove in assetto “Test turbine” oppure in assetto “Test pompe”, semplicemente agendo su apposite valvole di intercettazione. Le turbomacchine da caratterizzare sono collegate a un motore elettrico (480 KW) in CC alimentato da un convertitore bidirezionale con funzionamento sui 4 quadranti. La potenza idraulica è ricavabile mediante la misura della coppia all'albero con un torsiometro di precisione e la misura di velocità angolare. Durante i test su macchine operatrici, la macchina elettrica fungerà da motore mentre, durante i test su macchine motrici, fungerà da generatore. Le pompe centrifughe che potranno essere caratterizzate hanno una portata variabile tra 0 e 650 m<sup>3</sup>/h con una prevalenza massima di 280 mH<sub>2</sub>O. Per quanto concerne la caratterizzazione delle turbomacchine motrici, le portate potranno variare tra 0 e 350 m<sup>3</sup>/h e la caduta disponibile massima è pari a 270 mH<sub>2</sub>O. Per generare il carico disponibile si utilizza una pompa booster comandata da un secondo motore elettrico a corrente continua. L'impianto è dotato di un serbatoio di pressurizzazione che consente di modificare la pressione di riferimento del sistema. L'intero circuito chiuso può quindi essere pressurizzato (pressione max nel serbatoio pari a 10 bar). Per facilitare il raggiungimento delle condizioni di cavitazione, per i test di NPSH delle pompe, il serbatoio può essere depressurizzato fino ad una pressione assoluta di 0,2 bar(a). Dovendo caratterizzare delle turbomacchine, è necessario che la temperatura dell'acqua rimanga costante (25 ± 0,1 °C) pertanto è previsto un sistema di regolazione della temperatura a circuito chiuso. L'impianto è dotato di sistemi di acquisizione dati e di un sistema di supervisione e controllo delle prove sia in locale che in remoto. Quest'ultimo è installato all'intero di una cabina di comando, sita in prossimità del banco prova.

#### **Laboratorio di Misure Meccaniche e Termiche**

Il laboratorio di Misure Meccaniche e Termiche è predisposto per svolgere attività sperimentale e di ricerca tipiche del settore:

- progettazione, realizzazione e caratterizzazione di strumenti e loro catene di misura per applicazioni ambientali, industriali e di laboratorio;

- misure di temperatura, pressione, portata fluidica, velocità dei fluidi, misure di lunghezze, spostamenti, vibrazioni meccaniche, misure acustiche;
- analisi e post-processamento di dati provenienti da campagne di misura e/o da simulazioni per la valutazione dell'incertezza di misura e la gestione e validazione di flussi di dati di diversa natura.

Parte delle attrezzature di cui dispone permette anche la sua utilizzazione per attività didattica, principalmente rivolta ai tirocini di laboratorio, dove gli studenti possono gestire e/o simulare il funzionamento di strumenti attraverso software avanzati (es. NI LabView, Matlab/Simulink), su banchetti didattici allo scopo configurati.

Attività:

- Definizione di tecniche di misura e taratura, per sensori tradizionali e innovativi
- Misure e sistemi di gestione della qualità del prodotto/processo e dell'energia in scenari industriali, tecniche di elaborazione dei dati sperimentali provenienti da contesti industriali e di laboratorio
- Prognostica e diagnostica di macchine e impianti (Misure di vibrazioni ed emissioni acustiche per il condition monitoring di macchine utensili, misure non invasive di vibrazioni su palettaggio rotante e componenti meccanici soggetti ad usura, tecniche di misura termografiche per l'individuazione di difetti superficiali e sub-superficiali, ...)
- Sviluppo e realizzazione di strumenti e tecniche per la misura di portate fluide per uso industriale o in condotte di distribuzione
- Misure di scambio di energia termica in macchinari biomedici, analisi e elaborazione di immagini biomediche finalizzate a nuove e più accurate tecniche diagnostiche, misure delle caratteristiche biometriche
- Studio di tecniche statistiche più appropriate per la valutazione dell'incertezza di misura e la gestione e validazione di flussi di dati forniti da sensori e dispositivi eterogenei
- Signal Processing, tecniche di elaborazione per il data mining e sviluppo di tools a supporto delle attività decisionali, basati su dati sperimentali

Attrezzature:

- Accelerometri piezoelettrici e piezoresistivi;
- Vibrometro laser single point, Polytech;
- Microfoni mono e pluri-direzionali capacitivi per le misure fluidodinamiche
- Flussimetri elettro-magnetici
- LDA - Laser Doppler Anemometer, 2-D, DANTEC;
- PIV – Particle Image Velocimetry, 2-D, LAVISION;
- CTA – Constant Temperature Anemometry;
- IPI - Interferometric Particle Imaging, 3-D, DANTEC;
- Termocamera FLIR T1020
- schede di acquisizione dati portatili e integrate ad elevate prestazioni

- strumentazione da banco digitale (oscilloscopio digitale, multimetro digitale, generatore di funzioni);
- strumentazione da banco virtuale (NI virtual bench, NI my daq, NI my rio)
- Altra attrezzatura per prove sperimentali (es.: piccola galleria del vento subsonica, lampade flash e generatore di tensione per lampade flash, calibratore sonde di temperatura, shaker elettrodinamico,...)

### **Smart Tribology Laboratory**

Il Laboratorio è inserito nella rete TRASFORMA, istituita presso il Politecnico di Bari grazie al sostegno finanziario della Regione Puglia. L'ambito di ricerca del TribolAB riguarda lo studio dei fenomeni che si manifestano all'interfaccia di due corpi a contatto quali l'attrito, l'idrorepellenza, la lubrificazione, la propagazione di cricche, i materiali viscoelastici. Il Laboratorio è dotato delle seguenti attrezzature: Nano Indentatore, Micro Scratch Tester, Tribometro ad alte temperature, Microscopio a forza atomica, Conscan objective, Reometro e DMA. Svolge servizi al territorio prevalentemente negli ambiti: Caratterizzazione dei materiali, misure di attrito secco e lubrificato, misure dell'usura, misure di micro e nano durezza, analisi di topografia 2D e 3D di superfici, caratterizzazione dei lubrificanti.

### **Structural health monitoring e caratterizzazione meccanica rapida con metodi termici**

Il laboratorio svolge attività di ricerca principalmente nei seguenti ambiti:

- Caratterizzazione rapida del comportamento a fatica di materiali e componenti mediante tecniche a infrarossi.
- Monitoraggio dei processi produttivi (Automated Fiber Placement e processi tecnologici, Friction Stir Welding) e analisi del processo in relazione al comportamento meccanico dei componenti.
- Analisi dei rivestimenti: valutazione dello spessore, qualità dell'adesione, controllo non distruttivo e caratterizzazione tribologica (in collaborazione con il TribolAB).
- Analisi degli sforzi mediante Thermoelastic Stress Analysis (TSA).
- Monitoraggio del danneggiamenti (Emissione Acustica, Termografia, TSA, DIC, ecc.).
- Caratterizzazione termofisica dei materiali con metodi termici
- Meccanica della frattura e valutazione della crescita delle cricche da fatica.
- Structural Health Monitoring di materiali e strutture.

Il laboratorio è dotato di tutta la strumentazione necessaria e aggiornata per il monitoraggio dei danneggiamenti (camere IR in tutti i range e prestazioni disponibili, estensimetri, sistemi di foratura con rosette per la misura delle tensioni residue, ecc.). In particolare, la disponibilità di due macchine di carico idraulica MTS da 100 kN ed elettromeccanica StpeLab da 50 kN, combinata con camere termiche, consente l'analisi rapida del comportamento a fatica di diversi materiali (testati su leghe di alluminio, leghe di titanio, acciai tradizionali e innovativi, materiali compositi) e la valutazione del limite di fatica in circa 3 giorni, rispetto alle 6–8 settimane richieste dai test standard. Le ricerche condotte nel laboratorio hanno dimostrato la possibilità di ottenere l'intera curva di fatica. Le attività di ricerca si concentrano inoltre sullo studio del comportamento di Meccanica della Frattura dei materiali, con l'obiettivo di localizzare la posizione dell'apice della cricca e valutare il Fattore d'Intensità degli Sforzi, determinando così la legge di propagazione della cricca.

Il punto di forza dell'approccio adottato risiede nella sua applicabilità su componenti reali e di geometria complessa in esercizio, come i giunti saldati con tecnologia FSW (Friction Stir Welding).

Riconoscimenti del legati alle attività del laboratorio:

- AEA Technology Award durante la International Conference of Experimental Mechanics (1998).
- Innovation Award di ALENIA AERMACCHI (2014) per lo sviluppo di una tecnica termografica innovativa per la caratterizzazione delle "sacche di resina".
- Innovation Award di FINMECCANICA (2014) per lo sviluppo di un sistema per la misura quantitativa delle sacche di resina.



- Premio AIAS 2015 per il miglior articolo presentato alla conferenza 2014 dell'Associazione Italiana per l'Analisi delle Sollecitazioni.
- Best Student Paper alla conferenza SPIE Thermosense (2017).

La filosofia del laboratorio è che tutte le attività di ingegneria debbano essere valorizzate e messe al servizio del territorio.

Ogni nuovo sviluppo di applicazioni o tecnologie viene concepito tenendo conto della possibilità di trasferire i risultati della ricerca alla linea produttiva o allo sviluppo del prodotto. Il laboratorio collabora strettamente con la spinoff DES – Diagnostic Engineering Solutions. Tutte le attività svolte nel laboratorio sono e possono essere industrializzate e personalizzate per l'implementazione di controlli in linea dedicati.

Tutte le attività svolte nel laboratorio sono e possono essere industrializzate e personalizzate per l'implementazione di controlli in linea dedicati.

### **Proprietà intellettuale e progetti**

Il coordinatore scientifico ha depositato 4 brevetti:

- 2 europei, relativi a nuovi strumenti per controlli non distruttivi basati su termografia.
- 2 nazionali (uno sull'applicazione della termografia e uno su un dispositivo indossabile per il monitoraggio della pressione sanguigna).

Il laboratorio partecipa attivamente a numerosi progetti industriali e di ricerca, tra cui programmi PON, progetti regionali e collaborazioni private.

### **Strumentazione disponibile**

#### **Termocamere**

- **Flir X6981 HS SLS LWIR**, sensore raffreddato 640x512 pixel, 1004 Hz full frame, 7,5-12,5 mm, NETD<40mK
- **Flir X6450 sc**, InSb detector con 640x512 pixel, 125 Hz full frame, 1,5-5 mm, NETD<20mK
- **DeltaTherm 1560** by StressPhotonics, InSb detector con 320x256 pixel, fino 400 Hz, 3-5 mm, NETD< 18mK
- **Flir Boson**, sensore microbolometrico **640x512, 60 Hz full frame**, 7,5-14 mm, NETD< 40mK
- **Flir Lepton**, sensore microbolometrico **160x130, 9 Hz full frame**, 7,5-14 mm, NETD< 50mK
- **Flir A20**, microbolometrica con 320x240 pixel, up to 60 Hz, 8-14 mm, NETD< 55 mK, **completa di zoom e kit per la portabilità.**
- Corpo nero fluke 4180
- Termocoppie Hanna HI766B2 tipo K adeguate per misure ad alta temperatura

#### **Macchine di carico**

- **Macchina di carico Trazione-Compressione** Servoidraulica: MTS (Fmax= ±100kN);
- **Macchina di carico Trazione-Compressione** Elettromeccanica: EA050 StepLab (Fmax= ±50kN);

#### **Sorgenti di eccitazione per controlli NDI con tecnica termografica**

- LDM 1000-40 Laser a diodi accoppiato in fibra da 1000 W, con lunghezza d'onda 900–1080 nm e potenza regolabile dal 10 % al 100 %

- Laser a diodi da 450 nm, 30 W, lineare 7 cm

#### **Altre strumentazioni**

- Sistema NI per generazione ed acquisizione dati: PXIe-8822, 2.4 GHz Quad-Core i3 Controller, Windows 11 64-bit, TPM, PXIe-6124, 16-bit, 4 MS/s Simultaneous Sampling Multifunction DAQ, PXIe-5413 PXI Waveform Generator, 20 MHz, 16 bits, 800 MS/s, 2 Channels, 128 MB, BNC-2110 Noise Rejecting, Shielded BNC Connector Block, NI PXIe-1071, 4-Slot 3U PXI Express Chassis
- Sistema di acquisizione CS-5008 by Instrumentation device
- Sistema **Runner** ad alta velocità con telecamera **Cyclon 5 a colori**, completo di controller RC1, 64 GB di memoria (56 GB per dati video), alimentatore universale, trigger manuale e adattatore, 4 cavi CXP12 da 3 m, illuminazione LED stabile e set di due obiettivi da 18–140 mm
- Multimetro Digitale Agilent 34971
- Tribometro CSM instruments
- Profilometro Surtronic 25 della Taylor-Hobson precision

#### **Laboratorio di Diagnostica Strutturale Avanzata**

Il laboratorio svolge attività di ricerca principalmente nei seguenti ambiti: Diagnostica strutturale con applicazioni tradizionali e innovative e sviluppo di nuove tecniche non distruttive (metodi termici – IRT; ultrasuoni – UT; particelle magnetiche – MT; liquidi penetranti – PT; estensimetri – SG; correnti parassite – EC; raggi X – solo interpretazione).

Le principali attività di ricerca riguardano:

- Tecniche termografiche stimulate per la valutazione dei difetti in componenti realizzati tramite Additive Manufacturing.
- Tecniche ultrasoniche e termografiche stimulate per la valutazione dei difetti in componenti in materiali compositi (CFRP e GFRP).
- Prove con liquidi penetranti e particelle magnetiche.
- Tecniche a correnti parassite per la rilevazione di difetti in componenti metallici.
- Modelli numerici per la simulazione dei controlli non distruttivi (NDT).
- Caratterizzazione dei difetti mediante algoritmi di Machine Learning e Deep Learning (in collaborazione con il CNR ISSIA).

Il laboratorio è dotato di tutta la strumentazione necessaria e aggiornata per i controlli non distruttivi, tra cui: 3 sistemi UT (Phased Array) con possibilità di C-scan, strumenti per MT e PT, camere IR in tutti i range e prestazioni possibili, sistema a correnti parassite con sonde singole e differenziali, estensimetri, ecc.

Il coordinatore scientifico possiede le seguenti certificazioni:

Livello 3 NDT secondo la norma ISO 9712 nei seguenti metodi: • Termografia • Liquidi Penetranti • Particelle Magnetiche • Prove Visive • Estensimetri

Collaborazioni con Università: • Università di Jaen (Spagna) – attività di ricerca sul comportamento a fatica del Titanio puro con tecniche DIC e TSA. • Tomsk Polytechnic University, Dipartimento di Metodi Fisici per i Controlli Non Distruttivi

(Russia)– attività di ricerca per applicazioni NDT su componenti in composito con tecniche termografiche e ultrasoniche.

• CIRA (Centro Italiano di Ricerca Aerospaziale), Italia – attività di ricerca per la valutazione della temperatura e dell'emissività di componenti aerospaziali sottoposti ad alte temperature. • Istituto Tecnologico Aeronautico (ITA), Brasile– attività di ricerca sul comportamento a fatica di acciai Duplex e Super-Duplex mediante analisi microstrutturali. • Université Montpellier II / Laboratoire de Mécanique et Génie Civil / Montpellier (Francia) – attività di ricerca per la valutazione delle dissipazioni intrinseche di acciai e leghe a memoria di forma sottoposti a carichi di fatica. • Escuela de Ingeniería de Bilbao, Laboratorio di Tecniche Fototermiche (Bilbao, Spagna) – attività di ricerca sull'efficacia della tecnica di vibro-termografia. • BAM: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (Berlino, Germania)– attività di ricerca sulle tecniche termografiche NDT per la valutazione di difetti volumetrici in componenti realizzati con Additive Manufacturing.

Strumentazione disponibile

Termocamere

- Flir X6981 HS MWIR, sensore raffreddato 640x512 pixel, 1004 Hz full frame, 3-5 mm, NETD<20mK
- Flir 655 sc, sensore microbolometrico 640x512, 50 Hz full frame, 8-14 mm, NETD< 30mK
- Flir A700, sensore microbolometrico 640x480, 30 Hz full frame, 7,5-14 mm, NETD< 40mK
- Flir A70, sensore microbolometrico 640x480, 30 Hz full frame, 7,5-14 mm, NETD< 35mK
- Flir Boson, sensore microbolometrico 640x512, 60 Hz full frame, 7,5-14 mm, NETD< 40mK
- Flir Lepton, sensore microbolometrico 160x130, 9 Hz full frame, 7,5-14 mm, NETD< 50mK
- Flir i7, sensore microbolometrico 160x140
- Corpo nero fluke 4180
- Termocoppie Hanna HI766B2 tipo K adeguate per misure ad alta temperatura
- Sorgenti di eccitazione per controlli NDI con tecnica termografica
- Set di lampade alogene di Potenza 500W, 1000W
- Lampade flash Bowens QUADX 3000J
- Laser IPG, Model YLP-1-100-30-30-HC, 1064 nm, 30W
- Induttore Ambrell 4.2 kW water cooled

Altre attrezzature per CND

- Liquidi penetranti Elite
- Giogo elettromagnetico Silver Yoke SY1 per magnetoscopia
- Lampada di Wood
- Strumento per correnti indotte Casoni EEC 35+ BOX
- Sistema a ultrasuoni Metal Scan Sinus a frequenza variabile tra 1,2 -13,1 MHz + Olympus Epoch600.
- OmniScan MX1 and Eddy Current acquisition module
- OmniScan X3 16:64PR Phased Array instrument, including 32-element TFM, 2 UT channels, maximum of 2 groups (PA, UT or TFM) or 2 PA + 1 UT groups, latest version of MXU OmniScan software

Altre strumentazioni

- Sistema NI per generazione ed acquisizione dati: PXIe-8822, 2.4 GHz Quad-Core i3 Controller, Windows 11 64-bit, TPM, PXIe-6124, 16-bit, 4 MS/s Simultaneous Sampling Multifunction DAQ, PXIe-5413 PXI Waveform Generator, 20 MHz, 16 bits, 800 MS/s, 2 Channels, 128 MB, BNC-2110 Noise Rejecting, Shielded BNC Connector Block, NI PXIe-1071, 4-Slot 3U PXI Express Chassis
- Multimetro Digitale Agilent 34971

### **Laboratorio di TriboDinamica**

Il TriboDynamics Lab è stato recentemente finanziato dal progetto di ricerca SURFACE, finanziato dallo European Research Council. Il laboratorio si pone l'obiettivo di progettare, fabbricare, simulare numericamente e testare

sperimentalmente superfici microstrutturate al fine di influenzarne le proprietà tribologiche, con particolare riferimento a proprietà quali l'adesione, l'attrito, l'idrofobicità, le proprietà di autopulizia e drag reduction. Il laboratorio, in fase di realizzazione, consta di un sistema di microfabbricazione additiva dotato di tecnologia ad assorbimento a 2 fotoni in grado di fabbricare strutture polimeriche tridimensionali con risoluzioni sub-micrometriche, anche bio-compatibili. Le applicazioni spaziano dalla fabbricazione di micro-componenti per applicazioni ottiche, di micro-meccanica, micro-fluidica, bioingegneria e tribologia. Il laboratorio sarà equipaggiato con un microscopio optoelettronico per l'osservazione e la misurazione di microstrutture superficiali, di un banco prova realizzato ad-hoc per testare le proprietà adesive di superfici microstrutturate anche in presenza di micro-vibrazioni, di una macchina per attivazione plasma e una stampante 3D per la prototipazione rapida.

### **Laboratorio di Modellistica e Simulazione di Strutture Meccaniche (LabMS<sup>2</sup>)**

Il laboratorio **LabMS<sup>2</sup>** è dotato di strumentazioni per la caratterizzazione meccanica, tramite prove statiche e dinamiche, di materiali soffici quali elastomeri, gomme, polimeri, schiume, per prove di indentazione, contatto e adesione, peeling e frattura, anche in condizioni controllate di temperatura.

Le attrezzature del laboratorio **LabMS<sup>2</sup>** permettono di eseguire:

- Caratterizzazione meccanica completa di materiali soffici (elastomeri, gomme, polimeri, schiume, adesivi)
- Prove di contatto e adesione, statiche e dinamiche
- Test di compressione, trazione e peeling
- Analisi ottiche non a contatto per la misura di deformazioni e cricche
- Test in condizioni di temperatura controllata con camera climatica
- Studio delle proprietà superficiali (bagnabilità, tensione ed energia superficiale)

### **Attrezzature**

#### **Macchina elettrodinamica UD04**

Macchina di prova elettrodinamica basata su motori lineari, progettata per eseguire test meccanici statici e dinamici su materiali soffici. È dotata di diversi sensori di forza e di accessori dedicati per prove di trazione, compressione, peeling, contatto e fatica. Il sistema è compatibile con camera climatica e consente prove in controllo di temperatura.

Applicazioni principali:

- Prove di trazione e compressione su elastomeri, polimeri e materiali compositi
- Prove di peeling e adesione
- Test di contatto e indentazione
- Prove cicliche e di fatica su materiali soffici
- Prove a temperatura controllata

#### **Macchina per prove su schiume (Foam Testing Machine – Step Lab)**

Macchina elettromeccanica per prove statiche e dinamiche su materiali cellulari, elastomerici e polimerici. Progettata per test di compressione, trazione lenta e creep, è equipaggiata con attuatore elettromeccanico ad alta precisione e software di controllo integrato. La macchina può essere utilizzata in combinazione con una camera climatica per il controllo della temperatura durante la prova.

Applicazioni principali:

- Prove di compressione e rilassamento su schiume e gomme
- Test di adesione e contatto statico
- Curve sforzo–deformazione in funzione della temperatura

#### **Estensometro ottico X-Sight ONE**

Sistema ottico ad alta risoluzione per la misura di deformazioni e spostamenti superficiali, con tecnologia contact-less.

Applicazioni principali:

- Misura di deformazione in trazione e compressione.
- Analisi di necking e localizzazione di deformazioni.
- Misura della lunghezza di cricche (crack tip e crack opening displacement)
- Monitoraggio di delaminazioni
- Acquisizione di immagini e video in real-time durante la prova.

#### **Misuratore di bagnabilità e tensione superficiale**

sistema per la misura dell'angolo di contatto di liquidi su superfici solide, della tensione superficiale e dell'energia superficiale.

Applicazioni principali:

- Misura dell'angolo di contatto
- Calcolo della tensione superficiale e dell'energia superficiale
- Studio dell'adesione e della bagnabilità di una interfaccia liquido-solido
- Analisi di rivestimenti, film polimerici e trattamenti superficiali

#### **Camera climatica CC80SP (Step Lab)**

La camera climatica CC80SP è uno strumento progettato per eseguire prove meccaniche in condizioni di temperatura controllata, sia in raffreddamento che in riscaldamento. È compatibile con la macchina elettrodinamica UD04 e la foam testing machine EA05; consente di sottoporre materiali soffici e campioni adesivi a test di trazione, compressione, peeling o contatto in un intervallo termico esteso. La distribuzione uniforme del flusso d'aria e il controllo termico preciso garantiscono un'elevata stabilità e omogeneità della temperatura all'interno del volume utile.

Applicazioni principali:

- Prove meccaniche in temperatura su elastomeri, gomme, polimeri e schiume
- Test di trazione, compressione e fatica in condizioni termiche controllate
- Prove di adesione, contatto e peeling a bassa o alta temperatura
- Caratterizzazione termomeccanica di materiali viscoelastici

#### **Laboratorio di Analisi delle tensioni residue**

Il laboratorio è stato recentemente implementato di nuove attrezzature grazie al finanziamento della Regione Puglia alle reti di laboratori (EMILIA-TISMA). Il Lab. di TR è equipaggiato con tutte le più moderne attrezzature per la misura degli stress residui su materiali e componenti, in laboratorio ed in situ. In particolare, è dotato di: i) tre sistemi per la misura con HDM (hole drilling method) su materiali metallici, compositi, plastici; ii) diffrattometri a raggi X per titanio,

acciaio, rame, alluminio e sistema per etching chimico; iii) rumore di Barkhausen per materiali ferromagnetici; iv) un sistema per la misura con metodo del foro e ESPI; v) altri sistemi ibridi in fase di sviluppo che combinano X-ray con acoustic emission o laser di potenza; IV) Optical Contour Method per la misura del campo tensione a tutto campo. Il team di ricercatori del Lab. di TR collabora in ambito internazionale allo sviluppo degli standard normativi e di nuove metodologie di prova. Le principali tematiche sviluppate hanno riguardato:

- Sviluppo di metodologie non distruttive per la misura delle tensioni residue
- Studio delle tensioni residue in componenti aeronautici riparati mediante tecniche di AM
- Studio delle tensioni residue in componenti ottenuti mediante stampa 3D
- Studio dei meccanismi di genesi delle tensioni residue in relazione ai cicli termici di saldatura (diverse tecniche di saldatura, p.es. laser, FSW, LAFSW, ecc. su leghe di alluminio, titanio, giunti ibridi, materiali sinterizzati).
- Analisi delle tensioni residue in relazione a sollecitazioni di fatica.

#### **Laboratorio di Analisi sperimentale delle Sollecitazioni e Biomeccanica**

Le attività del laboratorio riguardano l'applicazione ed il miglioramento delle principali tecniche sperimentali di misura delle sollecitazioni (spostamenti, deformazioni e tensioni) quali l'estensimetria (anche mediante sensori wireless) e le fibre di Bragg con sistemi di acquisizione statica e dinamica, le emissioni acustiche, la fotoelasticità piana e tridimensionale su modelli e per riflessione su strutture reali, l'interferometria moiré, olografica e speckle. A tal fine il laboratorio è dotato di due banchi ottici con due laser e una svariata gamma di ottiche ed accessori. Tutte le tecniche sono automatizzate con l'utilizzo di calcolatori e software per l'elaborazione e l'analisi dei dati.

#### **Laboratorio di Prove statiche e dinamiche**

Il laboratorio è parte della Rete di Laboratori EMILIA (Experimental Mechanic Integrated Lab. In Aerospace) finanziato dalla Regione Puglia. Lo studio del comportamento meccanico dei materiali è un topic di grande importanza che viene affrontato mediante lo studio sperimentale e numerico di materiali, componenti, strutture (anche in scala 1:1). Il Laboratorio è attrezzato per studiare la resistenza statica, a fatica e dei danni da impatto, su materiali metallici (acciaio, alluminio, titanio, sinterizzati), compositi, schiume metalliche e polimeriche, materiali plastici e biodegradabili. Tutti i test possono essere eseguiti a temperatura ambiente, a caldo, a freddo. Il laboratorio è attrezzato con un telaio di grandi dimensioni per l'esecuzione di test in scala 1:1 su componenti aeronautici, automotive, navali, ferroviari, biomeccanici. Il laboratorio è attrezzato anche con diversi microscopi, incluso un microscopio a scansione elettronica (SEM) ed un microscopio a forza atomica (AFM). Il team di ricercatori esegue anche studi numerici: implementazione di modelli numerici in campo elastico e in campo elasto-plastico mediante l'utilizzo di software di calcolo commerciali o appositamente sviluppati.

#### **Laboratorio di estensimetria**

La tecnica estensimetrica consente di determinare sperimentalmente le deformazioni di un componente tramite dei sensori, detti estensimetri; questi, opportunamente incollati alla superficie del componente analizzato, restituiscono un segnale proporzionale alla deformazione del componente stesso. Le prove estensimetriche eseguite sia in laboratorio che in loco sono comunemente eseguite per verificare l'effettivo stato di deformazione o sollecitazione di un componente durante il normale esercizio (ad esempio per verifiche strutturali o a fatica), su provini per prove con sollecitazioni controllate, per validare modelli agli elementi finiti o per misurare i carichi trasmessi da componenti in esercizio.

#### **eXtended Computer Aided Design Lab**

Il XCADLab (ex VR3Lab) nasce nel 1999 al Politecnico di Bari. È un laboratorio di ricerca multidisciplinare focalizzato sugli strumenti e metodi avanzati nell'ingegneria. L'obiettivo è quello di applicare le più recenti tecnologie CAD e sulle interfacce immersive, nate anche al di fuori del settore ingegneristico, per migliorare il ciclo di vita del prodotto industriale. L'impiego sinergico di queste tecnologie e delle competenze maturate in più di un ventennio, consente, all'interno del laboratorio, sia di sviluppare soluzioni innovative di interesse accademico sia di fornire supporto alle aziende del territorio. Il focus del laboratorio è rivolto alle tematiche estese del CAD industriale come:

- ingegnerizzazione assistita dal computer CAD\CAX
- prototipazione virtuale
- gestione del ciclo di vita del prodotto con sistemi PLM\PDM, cloud CAD, Ubiquitous Engineering
- modellazione CAD avanzata, scambio dati e reverse engineering
- documentazione tecnica di prodotto strutturata, interattiva, on-demand, standardizzata (Simplified Technical English)
- integrazione IIOT per industria 4.0
- interfacce in Augmented Reality per industria 4.0

Il laboratorio è dotato di workstation CAD e dispositivi per Augmented e Virtual Reality ed è un polo di attrazione internazionale di ricercatori e partner industriali.

#### **Industrial Mixed Reality Lab (iMRlab)**

L'iMRlab è un laboratorio di ricerca che promuove la tecnologia di Mixed Reality (MR) che comprende il continuum delle esperienze digitali immersive dalla Augmented Reality (AR) alla Virtual Reality (VR), come supporto ai processi industriali. In ambito industriale la Mixed Reality ha dato prova di migliorare le prestazioni di processi e persone e allo stesso tempo di abbattere i costi in diverse aree aziendali. I possibili casi di impiego della MR in ambito industriale sono molteplici e potenzialmente si può parlare di un supporto a quasi tutte le attività che si svolgono all'interno degli stabilimenti e fuori. Le attività core della produzione fino ai processi di supporto come la logistica, passando per il controllo qualità e il safety management sono solo alcuni dei processi nei quali la MR può fare la differenza rendendo la fabbrica veramente intelligente. Sicuramente però i due scenari dove è più evidente il valore aggiunto della MR sono la manutenzione e il training dove il laboratorio ha accumulato grande esperienza grazie ad una serie di progetti finanziati da enti pubblici ed aziende private. Infatti le aziende sanno bene quanto tempo possono assorbire le attività di manutenzione. Sia essa preventiva, correttiva o in alcuni casi perfino predittiva, la manutenzione richiede sempre e comunque l'allocatione di importanti risorse umane e finanziarie per garantire la continuità delle operazioni ed evitare il fermo macchina. In questo contesto l'AR è estremamente efficace nel ridurre i tempi di esecuzione, nel minimizzare l'errore umano e nell'inviare statistiche rilevanti ai manager della manutenzione. Anche per quanto riguarda la formazione, la realtà virtuale e aumentata può essere molto efficace soprattutto per quelle aziende in cui i processi di training coinvolgono un vasto numero di tecnici da impiegare sul campo e magari dislocati geograficamente su un territorio molto ampio. I benefici sono apprezzabili sia su nuovo personale da formare che su tecnici esperti da formare su nuove operazioni. L'iMRlab è dotato di molteplici risorse software e hardware per lo sviluppo di applicazioni MR di vario genere, tra cui: HoloLens per applicazioni AR, visori per applicazioni VR immersive, telecamere 360 e visori per applicazioni di cinematic VR. Le competenze presenti in questo laboratorio consentono di progettare tutto il flusso di lavoro per la realizzazione di un'applicazione MR ottimizzata: dalla definizione dei requisiti all'implementazione senza tralasciare i test sul campo con gli utenti.

#### **Modelling and SIMulation of BIOlogical Structures and processes Lab (SIM-BIOS-Lab)**

Il Sim-Bios-Lab è un laboratorio di ricerca fortemente multidisciplinare che vede la collaborazione di diverse figure professionali come medici, biologi, ingegneri e scienziati dei materiali finalizzato alla progettazione e ottimizzazione di dispositivi biomedici. L'attività del Sim-Bios-Lab è quella di sviluppare codici numerici per la predizione del processo di guarigione di strutture osteotomizzate, fratturate o protesizzate al fine di identificare i parametri ottimi che il dispositivo

deve possedere per minimizzare i tempi di guarigione e massimizzare la performance del dispositivo stesso. Il Sim-Bios-Lab affianca altresì il medico nella scelta e nella definizione del dispositivo ottimo da impiantare nello specifico paziente al fine di massimizzare il success rate della procedura di impianto. Il Sim-Bios-Lab consta di strutture di tipo:

- (i) software, volte alla simulazione e alla parametrizzazione CAD;
- (ii) hardware, volte alla corroborazione e validazione dei modelli numerici sviluppati.

### **Meta Experience Lab (MELAB)**

Il Metaverso combina il mondo reale con quello virtuale in modo profondo e interconnesso, con interfacce next-gen e di "human augmentation", con il potenziale di rivoluzionare prodotti e dei servizi in tutti i campi dell'attività umana. Il metaverso diventerà luogo di lavoro e svago con esperienze ibride inesplorate. L'approccio evolutivo non è sempre applicabile e l'industria e il mondo accademico devono affrontare molteplici sfide, in particolare l'esplorazione di nuovi paradigmi e modalità di interazione, e aspetti oggettivi come funzionalità e prestazioni devono dialogare con fattori soggettivi come, fattori edonici, sensuali ed emozionali ma anche il benessere e la sostenibilità. Questo laboratorio multidisciplinare contamina le competenze di base nel campo del design e dell'ingegneria con quelle di esperti provenienti dalle scienze informatiche, umanistiche e sociali. L'obiettivo principale è quello di esplorare nuove forme ed esperienze creative "fuori dagli schemi" e applicazioni con un impatto positivo sulla vita umana e sull'ambiente come: il medicale, lo sport, il benessere e la sostenibilità. Le competenze e le attrezzature del laboratorio permettono: (i) prototipazione rapida dell'esperienza, (ii) indagini olistiche dell'esperienza tecnologica, (iii) progettazione centrata sull'utente, (iv) validazione dell'esperienza (QoE). Il laboratorio è in grado di completare il ciclo di sviluppo di soluzioni inedite e brevettabili, con particolare attenzione all'utente e ai temi ad alto impatto industriale e sostenibile in vari settori industriali e non.

### **Human machine Interaction & Performance Enhancement Lab HIPE Lab**

L'HIPE LAB persegue gli obiettivi del rinnovato programma Industry 4.1 applicando il paradigma di design User-Centered. È un laboratorio incentrato sulla analisi delle interazioni uomo macchina finalizzato all'enhancement delle performance utente con particolare attenzione alla sostenibilità del processo produttivo ed alla sua sicurezza. Il laboratorio inoltre sfrutta le moderne tecnologie di Mixed Reality per sviluppare interfacce di collaborazione uomo macchina innovative ottimizzate. Queste tecnologie vengono inoltre impiegate per sviluppare sistemi di training improntati alla formazione sulle procedure di sicurezza nei processi produttivi ed ai percorsi di riabilitazione in ambito medico e psichiatrico. La sostenibilità del processo viene garantita attraverso l'impiego di un approccio di design User-Centered che sfrutta strumenti di valutazione oggettivi degli Human Factors, dell'Ergonomia, dell'usabilità e della User Experience. Il laboratorio, infatti, progetta, sviluppa e valida tool innovativi per la valutazione del carico ergonomico che impiegano sistemi di body tracking per misure di carattere posturale e sistemi di body sensing che utilizzano sensori innovativi per la misurazione di segnali fisiologici attraverso i quali è possibile ottenere una valutazione oggettiva delle condizioni di stress fisico e cognitivo correlate al task in esecuzione.

L'impiego sinergico di queste tecnologie, assieme allo studio della modellazione della meccanica inversa del corpo umano, mira a sviluppare uno Human Digital Twin che sia in grado di definire lo Human Performance Envelope dell'operatore all'interno del processo produttivo specifico e, quindi, di monitorare e correggere in tempo reale le condizioni di lavoro. Questo genere di analisi, assieme alla valutazione in tempo reale delle performance, permettono di:

- Implementare sistemi innovativi per la valutazione oggettiva del rischio ergonomico posturale e dello stress lavoro correlato nelle postazioni di lavoro
- Tarare i carichi di lavoro alle capacità operative del singolo lavoratore consentendo di rispettare le normative vigenti ed di agevolare l'invecchiamento attivo dei lavoratori;
- Testare precocemente, attraverso simulatori virtuali innovativi, i sistemi ed i processi in fase di design, minimizzando i costi ed i tempi di sviluppo e certificandone l'aderenza alle normative vigenti;



- Sviluppare e validare sistemi innovativi di training in Augmented Reality e Immersive Virtual Reality personalizzabili rispetto agli utenti e ai campi di impiego;
- Progettare e sviluppare sistemi a supporto dei percorsi di riabilitazione in ambito medico.

L'HIPE LAB è dotato di molteplici risorse software e hardware:

- Attrezzature body tracking di tipo attivo e passivo quali Microsoft Kinect V2, Microsoft Azure Kinect DK, Leap Motion, VIVE Trackers.
- Sistemi di acquisizione ed analisi di segnali fisiologici quali ECG, EEG, EMG, e SGR come Bitalino, Biosignals plus, Biosignals SOLO, Polar OH1.
- Macchine con elevate specifiche hardware per lo sviluppo e fruizione di applicazioni Mixed Reality (AR e VR).
- Sistemi per fruizione immersiva della Mixed Reality tra cui Microsoft HoloLens 2 per applicazioni Augmented Reality, HTC Vive Pro Eye e Meta Quest 2 per applicazioni Realtà Virtuale. Il laboratorio dispone inoltre di telecamere 360 ad elevata risoluzione per la creazione di ambienti virtuali in cinematic VR.

### **Laboratorio di Advanced Forming & Manufacturing**

Il laboratorio di Advanced Forming & Manufacturing fa parte della rete di laboratori T.R.A.S.FORMA (<https://research.poliba.it/labs-networks/trasforma>) acronimo di Tecniche di Ricerca Avanzate per lo Studio e l'implementazione della FORMatura con mezzi flessibili di leghe leggere tramite l'utilizzo di superfici ad attrito controllato e lamiere saldate di differente spessore. Le attrezzature presenti nel laboratorio sono tutte di recentissima acquisizione (rientrano nel periodo 2010-2012) e permettono di condurre attività di ricerca volte prevalentemente allo studio ed all'ottimizzazione di processi di formatura avanzati, quali l'Idroformatura a caldo (WHF) e la Formatura Superplastica (SPF), su lamiere in leghe metalliche leggere (Alluminio, Magnesio e Titanio) sia monolitiche che saldate.

### **Laboratorio di Analisi delle tensioni residue**

Il laboratorio è stato recentemente implementato di nuove attrezzature grazie al finanziamento della Regione Puglia alle reti di laboratori (EMILIA-TISMA). Il Lab. di TR è equipaggiato con tutte le più moderne attrezzature per la misura degli stress residui su materiali e componenti, in laboratorio ed in situ. In particolare, è dotato di: i) tre sistemi per la misura con HDM (hole drilling method) su materiali metallici, compositi, plastici; ii) diffrattometro a raggi X per titanio, acciaio, rame, alluminio e sistema per etching chimico; iii) rumore di Barkhausen per materiali ferromagnetici; iv) un sistema per la misura con metodo del foro e ESPI; v) altri sistemi ibridi in fase di sviluppo che combinano Xray con acoustic emission o laser di potenza.

Il team di ricercatori del Lab. di TR collabora in ambito internazionale allo sviluppo degli standard normativi e di nuove metodologie di prova. Le principali tematiche sviluppate hanno riguardato:

- Sviluppo di metodologie non distruttive per la misura delle tensioni residue
- Studio delle tensioni residue in componenti aeronautici riparati mediante tecniche di AM
- Studio delle tensioni residue in componenti ottenuti mediante stampa 3D
- Studio dei meccanismi di genesi delle tensioni residue in relazione ai cicli termici di saldatura (diverse tecniche di saldatura, p.es. laser, FSW, LAFSW, ecc. su leghe di alluminio, titanio, giunti ibridi, materiali sinterizzati).
- Analisi delle tensioni residue in relazione a sollecitazioni di fatica.

### **Laboratorio di Calcolo Intelligente per i Processi di Fabbricazione e i Sistemi di Produzione (CISP)**

L'uso delle intelligenze artificiali ha trovato numerose applicazioni in numerosi campi dell'ingegneria. Gli algoritmi più utilizzati e noti riproducono il funzionamento a rete del cervello umano (reti neurali), il trend evolutivistico delle specie vegetali e animale (algoritmi genetici), la logica sfumata dei sistemi complessi e parzialmente noti (logica fuzzy).

Nel laboratorio di “Calcolo Intelligente per i Processi di Fabbricazione”, l’esperienza maturata dal responsabile scientifico nel campo del soft computing con intelligenze artificiali è messa a disposizione per la risoluzione di problemi complessi nell’ambito della singola lavorazione o di un intero sistema di produzione. Il laboratorio è dotato di macchine di calcolo con doppio processore ad alte prestazioni e di software di programmazione e calcolo come il Matlab e il Fortran.

### **Laboratorio di Caratterizzazione Termo-Fisica Di Polimeri Post-Formati**

Il laboratorio nasce da un’esperienza pluridecennale con l’obiettivo di migliorare la conoscenza tecnologica del processo dei materiali termoplastici attraverso la caratterizzazione delle caratteristiche termico-reologiche dei materiali e la sperimentazione diretta su stampi. L’obiettivo del laboratorio è la creazione di una stretta connessione tra industria ed università al fine di estendere ed affinare le competenze di tecnici ed ingegneri sulle tecnologie legate al mondo della plastica e delle polveri metalliche.

Caratteristica tipica della tecnologia di stampaggio ad iniezione delle materie plastiche nonché delle polveri metalliche è costituita dall’influenza che le condizioni di lavorazione possono esercitare sulle proprietà finali e sulla qualità dei manufatti stampati quali fenomeni di orientamento e tensionamento nonché di degradazione termica. Per queste ragioni, la definizione delle caratteristiche geometriche e funzionali del prodotto non può prescindere da considerazioni inerenti le proprietà del materiale, il progetto dello stampo e le caratteristiche tecniche della macchina utilizzata per lo stampaggio ad iniezione.

Questi scopi si perseguono attraverso il miglioramento continuo delle conoscenze necessarie alla:

- Selezione dei materiali più adeguati in base alle esigenze di processo.
- Progettazione dello stampo del in esame con modellazione ed assemblaggio 3D.
- Simulazione del flusso di riempimento del materiale nelle cavità dello stampo.
- Fabbricazione di stampi pilota su macchina di stampaggio ad iniezione di tipo industriale.

### **Laboratorio di Giunzioni e tecnologie laser**

Il laboratorio è equipaggiato con una macchina di sinterizzazione laser , in grado di realizzare la completa fusione di polveri metalliche (Selective Laser Melting). Il laser Nd:YAG, avente potenza massima di 100W, può operare sia in modalità continua che impulsata. In modalità continua, esso consente la fabbricazione di componenti metallici mediante sinterizzazione e fusione laser selettiva di polveri metalliche, caratterizzati da elevata complessità geometrica e buone proprietà meccaniche. Si dispone quindi di un sistema efficiente per la realizzazione di prototipi e prodotti finiti metallici in tempi brevi. In modalità impulsata, con ampiezza d’impulso dell’ordine del nanosecondo e frequenza di ripetizione variabile tra 0 e 65kHz, il laser consente la fabbricazione di micro-componenti mediante ablazione laser.

### **Laboratorio di Hybrid Welding**

L’unione di due differenti sorgenti di energia termiche o meccaniche può determinare un effetto sinergico capace di superare i limiti di una singola tecnologia nella fabbricazione di giunti saldati ad alte prestazioni meccaniche e funzionali. Nel laboratorio Hybrid welding (Unità UR1 del laboratorio TISMA della rete di laboratori della Regione Puglia) tre tecnologie di saldatura, in dettaglio il fascio laser l’arco elettrico e la friction stir welding, sono accoppiate allo scopo di saggiarne le capacità di saldatura di materiali classici come i metalli e avanzati come i ceramici. In questo modo è possibile fabbricare strutture portanti e non per applicazioni ad alte prestazioni per il settore della mecatronica, dei trasporti, dell’aerospazio.

### **Laboratorio di Macchine a Controllo Numerico Computerizzato**

Il laboratorio di Macchine a Controllo Numerico Computerizzato nasce nel 1999 grazie al finanziamento del Piano Triennale MURST (D.M. 21/6/99) ed è stato ulteriormente potenziato tramite il finanziamento di un progetto esplorativo POR. Il Laboratorio del Politecnico di Bari, ubicato in Viale Japigia 182 – Bari – Italy (DMMM) offre una gamma di macchine a controllo numerico oltre a una pressa idraulica per prove di stampaggio di materiali termoplastici caricati e termo-regolata, con unità di condizionamento del materiale.

#### **Laboratorio di Metallografia e Microscopia**

Il laboratorio dispone di attrezzature per la preparazione dei provini metallografici (trancatrice, pressa inglobatrice, lappatrice, dispositivi per l'attacco chimico e elettrochimico) e la loro osservazione al microscopio ottico. Nel laboratorio si sviluppano attività in modo integrato con il laboratorio di simulazione fisica di Processi Tecnologici e con quelli della rete di laboratori TRASFORMA del Politecnico di Bari, garantendo attività di didattica, ricerca e servizio al territorio, basate sulla conduzione con completezza di esami macro- e micro-strutturali con attenzione particolare ai materiali metallici e agli aspetti metallurgici delle tecnologie di lavorazione avanzate.

#### **Laboratorio di Modellazione e Simulazione Numerica di processi tecnologici**

Il laboratorio di Modellazione e Simulazione Numerica di Processi Tecnologici è un laboratorio di calcolo le cui attrezzature sono state acquistate grazie al finanziamento ministeriale nell'ambito del Programma Operativo Nazionale 2007-2013 "Ricerca e Competitività" (PON01 02584, acronimo SMATl/Ricerca). Il laboratorio è attrezzato con strumenti per il calcolo e software che permettono di svolgere simulazioni numeriche di svariate tipologie di processi tecnologici, per la maggior parte correlate a prove o misure sperimentali condotte nei laboratori di Simulazione Fisica dei Processi Tecnologici, di Advanced Forming and Manufacturing e di Metallografia e Microscopia, i cui responsabili scientifici fanno parte del gruppo di ricerca SMATlgroup coordinato dal Prof. Luigi Tricarico.

#### **Laboratorio di Prototipazione Rapida & Reverse Engineering**

Il laboratorio Prototipazione Rapida e Reverse Engineering (RE) nasce nel 1999 finanziato su fondi del Piano Triennale MURST (D.M. 21/6/99). Nel corso degli anni, fino a oggi, è stato costantemente aggiornato con attrezzatura ad alto contenuto tecnologico e innovativo tramite Progetti di ricerca industriale connessi con la strategia realizzativa elaborata dal Distretto Tecnologico delle Meccatroniche Pugliese, Regione Puglia, delibera CIPE 20/04, intervento cod. DM01 e POR. Il Laboratorio del Politecnico di Bari, ubicato in Viale Japigia 182 – Bari – Italy (DMMM) offre un'ampia gamma di strumenti di RE e macchine per l'Additive Manufacturing.

Il laboratorio riunisce un team di ricercatori con competenze multidisciplinari nella Fabbricazione Additiva (AM), nella caratterizzazione dimensionale e geometrica di componenti industriali e nel Reverse Engineering (RE). Le attività coprono l'intera catena digitale e produttiva, includendo la progettazione dei processi additivi, il monitoraggio in-process, le tecniche sottrattive integrate e la validazione geometrica e funzionale dei componenti.

Il laboratorio è equipaggiato con tecnologie per la fabbricazione additiva di materiali polimerici e metallici, comprendenti sistemi Material Extrusion (MeX), Vat Polymerization, processi AM multi-step che includono anche Debinding & Sintering. Tali risorse consentono lo studio dei processi layer-by-layer, lo sviluppo di sistemi di monitoraggio ottico avanzati e la realizzazione di catene di processo ibride additive-sottrattive.

In ambito di Reverse Engineering e metrologia industriale, sono disponibili strumenti a contatto (CMM), sistemi laser, fotogrammetrici, scanner a luce strutturata e sensori basati su olografia conoscopica, che permettono acquisizioni multiscala e ricostruzioni tridimensionali ad alta precisione.

### **Laboratorio di simulazione fisica di Processi Tecnologici**

Il laboratorio dispone di attrezzature per la caratterizzazione meccanica e tecnologica dei materiali, nonché per la simulazione termo-meccanica di processi tecnologici e metallurgici. Nel laboratorio si sviluppano attività in modo integrato con il laboratorio di Metallografia e Microscopia, nonché con quelli della rete di laboratori TRASFORMA del Politecnico di Bari, con l'obiettivo di modellare, in particolare con l'uso degli elementi finiti e di software commerciali specifici, le relazioni tra le proprietà dei materiali e i parametri che governano i processi metallurgici. Dal 2024 le attività di ricerca del laboratorio hanno coinvolto, nell'ambito del progetto MANAGE5.0 e dello SPOKE11, lo studio di acciai avanzati (PHS, Q&P) e di leghe di alluminio sostenibile, con particolare riferimento all'effetto di cicli termomeccanici anche innovativi su struttura, proprietà e performance.

### **Laboratorio di Smart Sustainable Manufacturing e Demanufacturing**

L'impegno crescente del Politecnico di Bari verso la sostenibilità da un lato e la promozione di attività di coinvolgimento sociale della sua popolazione studentesca, la lunga esperienza aziendale sono stati le leve che hanno portato a formare un laboratorio multidisciplinare per la promozione e lo sviluppo della sostenibilità manifatturiera sia nell'ambito della ricerca che della didattica. I servizi offerti sono quindi orientati sia all'interno del Politecnico (didattica) che all'esterno (ricerca e terza missione) verso le realtà aziendali manifatturiere, basandosi anche su un nuovo laboratorio di Demanufacturing finanziato con i fondi del dipartimento di eccellenza, che vanta un brevetto di recupero di materiali preziosi da pannelli fotovoltaici. La visione complessiva è offrire un riferimento a livello regionale e nazionale per la diffusione della cultura del demanufacturing ma anche per supportare, con un'azione di ricerca e sperimentazione suscettibile di favorire lo sviluppo territoriale a livello sistemico e sociale, supportando il fiorire di una nuova economia digitale a partire dal paradigma delle 6R: riciclo, riuso, riduzione, recupero, ridisegno, remanifattura.

Le dotazioni sono Robot collaborativi (Cobot) con sensori di forza e sicurezza (Grip incluse), HMI (Human-Machine Interface), Sistema di Scansione 3D, Sensori ottici, Piano di lavoro calibrato, Laptop portatile programmazione Unity e progettazione CAD.

### **Laboratorio di Sostenibilità Tecnologica del Levante**

L'impegno crescente del Politecnico di Bari verso la sostenibilità da un lato e la promozione di attività di coinvolgimento sociale della sua popolazione studentesca, la lunga esperienza aziendale sono stati le leve che hanno portato a formare un laboratorio multidisciplinare per la promozione e lo sviluppo della sostenibilità manifatturiera sia nell'ambito della ricerca che della didattica. I servizi offerti sono quindi orientati sia all'interno del Politecnico (didattica) che all'esterno (ricerca e terza missione) verso le realtà aziendali manifatturiere.

### **Laboratorio SMAM4SoRo – Sustainable Materials and Additive Manufacturing for Soft Robots**

Il laboratorio SMAM4SoRo è dedicato allo sviluppo di dispositivi biomimetici e strutture intelligenti mediante manifattura additiva multimateriale, con particolare attenzione a materiali morbidi, sostenibili e a basso impatto.

È dotato di piattaforme avanzate per stampa 3D e 4D, sistemi di estrusione multimateriale per siliconi ed elastomeri, stampanti ad alta risoluzione e macchine custom per gradienti di rigidità e strutture bio-ispirate. Il laboratorio permette anche la stampa 3D di sensori integrati e la realizzazione di dispositivi monolitici senza assemblaggio.

La caratterizzazione dei materiali e dei dispositivi avviene tramite strumentazione ottica 3D, microscopia digitale, sistemi meccanici e attrezzature per lo studio delle risposte adattive.

Una piattaforma software dedicata consente la modellazione e simulazione dei processi AM, compresa l'analisi termica e reologica.

Sono presenti sistemi di acquisizione dati e supervisione sia locale che remota.

Le tecnologie sviluppate trovano applicazione in ambito industriale, biomedicale e aerospaziale, con particolare interesse verso strutture leggere, adattive e sostenibili.

#### **Laboratorio IAM** – Interdisciplinary Additive Manufacturing Lab

(sede di Taranto – Centro Interdipartimentale TTEC del Politecnico di Bari)

Il laboratorio IAM, situato presso il Centro Interdipartimentale TTEC di Taranto, è dedicato alla progettazione e fabbricazione di componenti mediante Additive Manufacturing, con particolare attenzione a processi sostenibili, materiali innovativi e integrazione funzionale dei dispositivi.

Dispone di piattaforme professionali per la stampa 3D polimerica e composita, sistemi di Reverse Engineering e strumenti per la ricostruzione digitale.

Le attrezzature includono stampanti basate su estrusione e fotopolimerizzazione, con possibilità di utilizzare biopolimeri, materiali riciclati e compound sostenibili. Una sezione dedicata permette la stampa 3D di silicone e materiali morbidi per dispositivi deformabili e biomimetici.

Il laboratorio è dotato di sistemi di metrologia ottica, scanner 3D ad alta precisione e strumentazione per la caratterizzazione termica e meccanica dei materiali.

Una piattaforma software consente la simulazione dei processi AM e l'ottimizzazione dei parametri di stampa.

I sistemi di acquisizione e supervisione permettono la gestione delle prove in locale e da remoto.

Il laboratorio supporta attività di ricerca e sviluppo orientate alla sostenibilità, alla riduzione degli sprechi e alla realizzazione di componenti complessi per settori avanzati, inclusi quelli spaziali.

#### **Laboratorio di Plastometria**

Il Laboratorio di Plastometria è dedicato allo studio avanzato dei materiali metallici attraverso tecniche di caratterizzazione meccanica e morfologica, con particolare riferimento alla Plastometria a Indentazione Profilometrica. Le attività si concentrano sull'analisi di materiali sottoposti a prove meccaniche e tecnologiche, nonché di componenti ottenuti mediante processi di lavorazione convenzionali e non convenzionali.

Il laboratorio è dotato delle attrezzature necessarie alla preparazione dei campioni, ottenuti tramite estrazione da parti realizzate con processi di deformazione plastica, fonderia, lavorazioni additive e sottrattive, giunzioni saldate o, più in generale, da qualsiasi processo meccanico, termico o termomeccanico che abbia modificato la forma o le proprietà del materiale. I campioni così preparati vengono portati alle condizioni dimensionali e superficiali idonee per:

- individuare la curva di flusso plastico mediante Plastometria a Indentazione Profilometrica;
- effettuare misure di durezza (Rockwell, Vickers, Knoop, anche con carichi inferiori al kilogrammo-forza);
- condurre analisi morfologiche nelle zone alterate dalla lavorazione;
- eseguire osservazioni macro- e micro-grafiche tramite microscopio ottico.

Queste analisi consentono di determinare le principali grandezze meccaniche e morfologiche del materiale trasformato e di correlarle ai parametri del processo, supportando così lo studio e l'ottimizzazione delle tecnologie di lavorazione. Inoltre, nell'ottica della manifattura circolare, il laboratorio svolge un ruolo strategico nella caratterizzazione di componenti a fine vita, valutandone le condizioni effettive per progettare processi di riutilizzo e reimpiego.

La dotazione strumentale del laboratorio comprende attrezzature e macchinari acquisiti attraverso precedenti progetti finanziati e potrà essere ampliata con nuove tecnologie e dispositivi di prossima acquisizione. Le attività di ricerca poggiano su competenze consolidate in oltre vent'anni di esperienza nel settore delle tecnologie di lavorazione, comprovate da numerose pubblicazioni internazionali e da progetti finanziati da enti pubblici e privati.

#### **Laboratorio Microtronic**

Il laboratorio “Microtronic” fa parte della rete di laboratori Microtronic, finanziata dalla Regione Puglia ed è costituita da tre unità operative: Dipartimento Interateneo di Fisica dell'Università degli Studi di Bari, Politecnico di Bari - Dipartimento di Meccanica Matematica e Management (DMMM), CNR Istituto di Fotonica e Nanotecnologia. Il Laboratorio del Politecnico di Bari, ubicato in Viale Japigia 182 – Bari – Italy (DMMM) offre un'ampia gamma di strumenti di misura, macchine per lavorazioni sottrattive di precisione e macchine di additive manufacturing. E' costituito da un team di studiosi con competenze multidisciplinari nel settore delle microlavorazioni e della misura microscopica delle superfici lavorate, per approfondire le potenzialità offerte da diverse tecnologie di produzione ed ottenere micro-forature, micro-fresature (anche 3D), e misure di superfici 3D a livello microscopico. Questa rete di laboratori si rivolge alle esigenze di microlavorazioni e micromisure esistenti in diversi settori applicativi della Meccatronica per i quali esiste un'enorme necessità di micro-strutturare superfici di particolari di una grande varietà di materiali.

### **Laboratorio di Industrial Systems Engineering**

Le attività di ricerca del laboratorio si articolano in due macroaree o sezioni, denominate “Progettazione di Sistemi e Gestione delle Operations (Systems Design and Operations Management – SOM)” e “Salute, Sicurezza e Ambiente (Health, Safety & Environment – HSE)”. Le principali aree di interesse scientifico industriale della prima sezione riguardano la progettazione e l’ottimizzazione di sistemi complessi (simulazione di sistemi produttivi per l’ottimizzazione del plant layout, per la valutazione delle prestazioni di linee di produzione, per la definizione e la quantificazione di indici di prestazione; dimensionamento ed ottimizzazione di magazzini; progettazione, analisi e gestione di reti di servizi), la gestione delle operations (pianificazione della produzione di lungo e di medio periodo, modelli di scheduling; modelli di organizzazione del lavoro e di rotazione delle mansioni; produzione snella e paradigma Industria 4.0) e la manutenzione e la gestione delle risorse (definizione dei piani di manutenzione dei componenti di sistemi produttivi basata sull’analisi del rischio - analisi FMECA; sistemi IT per la gestione della manutenzione; gestione dei ricambi di manutenzione). Nell’ambito della seconda sezione vengono svolte attività di ricerca sui temi dell’ergonomia e del fattore umano nei sistemi di produzione (analisi del rischio ergonomico mediante tecniche OCRA, EAWS, RULA, analisi e progettazione ergonomica in presenza di fenomeni di invecchiamento della forza lavoro; modellazione e simulazione human-based di sistemi produttivi), della sicurezza sul lavoro (consulenza sulla sicurezza e sul rischio industriale, simulazione dinamica di incendi e di scenari di evacuazione, progettazione di impianti antincendio e di attrezzature nell’ambito della normativa ATEX, sviluppo di piani operativi di sicurezza), dell’ambiente e della gestione dei rifiuti (valutazioni energetiche e di sostenibilità in aree industriali ed urbane – smart city, sviluppo di Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile – PAES – per amministrazioni locali, studio, localizzazione e dimensionamento di impianti per il trattamento dei rifiuti). Trasversalmente rispetto alle due macroaree prima descritte vengono inoltre sviluppate attività di ricerca nell’ambito della sostenibilità industriale e dei sistemi logistici. Le principali tematiche affrontate in tale ambito riguardano la valutazione della sostenibilità e l’ottimizzazione della configurazione di sistemi per la logistica industriale interna ed esterna, la gestione sostenibile dei magazzini e la gestione della logistica nelle aree portuali.

### **RoboPhysics Laboratory (RPL)**

Il RoboPhysics Laboratory (RPL) studia e realizza sistemi robotici multi-fisici per risolvere complessi task nella robotica industriale, di servizio e indossabile. Il robot include materiali soft ed attivi, movimentazione di fluidi, superfici dalle proprietà controllabili. La filosofia del laboratorio è “we use robotics to hack the laws of physics”: la robotica è strumento per controllare i parametri fisici del sistema oggetto dello studio.

Il metodo scientifico del RPL parte dallo studio della fisica del problema in esame, e si conclude con la creazione di un nuovo prototipo di robot che viene testato sperimentalmente nella sua abilità di risolvere il problema di partenza. Il laboratorio si basa sulla ricerca in Soft Robotica, Muscoli Artificiali, Robotica Indossabile svolta dal Prof. Cacucciolo, i cui risultati hanno portato all’ottenimento di un *ERC Starting Grant* nel 2023 e alla pubblicazione su prestigiosissime riviste quali *Nature* e *Science*. Partendo dalla ricerca di base, il laboratorio sviluppa le tecnologie fino a raggiungere livelli di maturazione sufficienti per attività di trasferimento tecnologico. Ne è un esempio lo spin-off Omnigrasp SRL, che sviluppa soft grippers basati su elettroadesione.

L'infrastruttura sperimentale include una pipeline per prototipazione di sistemi robotici basati su materiali soft attivi (thick film deposition, polymer coating, conductive inks printing), microscopio digitale ad alta risoluzione e alto ingrandimento, un braccio robotico collaborativo, guide motorizzate di precisione per test ripetuti, officina per assemblaggio meccanico ed elettrico, strumenti di caratterizzazione meccanica (sensori di forza e spostamento), elettrica (oscilloscopi), fluidica (pressione-portata), cappa chimica e cappa laminare.

### **Laboratorio di Business Planning**

Il Laboratorio di business planning svolge attività di ricerca, formazione e trasferimento tecnologico nelle aree della gestione e sviluppo di impresa, con particolare riferimento ai temi dell'imprenditorialità e gestione strategica dei processi di innovazione. Nello specifico, per quanto riguarda le attività di ricerca in ambito imprenditorialità, il laboratorio è focalizzato sulle attività di start-up creation e financing, con particolare attenzione ai temi del crowdfunding. Per quanto concerne, invece, la gestione strategica dei processi di innovazione, il laboratorio ha concentrato le sue attività prevalentemente sui temi dell'open innovation e technology analysis. Gli strumenti metodologici principali di cui queste ricerche si avvalgono sono modelli statistici ed econometrici e analisi di casi di studio. Il laboratorio è anche utilizzato per le esercitazioni del corso di Business Planning, al secondo anno della laurea magistrale in Ingegneria gestionale, e per attività di tesi e tirocinio. Nel 2018, inoltre, il laboratorio ha dato vita, assieme al Laboratorio SisInf del Dipartimento di Ingegneria Elettrica e Informazione, al Centro Interdipartimentale Startup Lab, con la finalità di promuovere le attività interdisciplinari di ricerca, formazione e trasferimento di know how sia all'interno che all'esterno dell'ateneo sui temi dell'innovazione e del business development, nel quale dal 2022 si svolge anche il Corso "DigiLab" rivolto alla generazione di idee imprenditoriali.

Sito web: <https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/laboratori/laboratorio-di-business-planning#contatti>

### **Laboratorio di e-business**

Il Laboratorio di e-business svolge attività di ricerca nelle aree della Personalizzazione e della Customer Analytics. Per Personalizzazione si intende l'insieme di modelli e tecnologie che consentono ad un'impresa di sviluppare relazioni one-to-one con i propri clienti, ovvero sia interagire con ogni individuo in modo diverso e coerente con i bisogni e le aspettative di quell'individuo. Per Customer Analytics si intende la collezione e gestione di dati granulari sul comportamento di ogni cliente/individuo con l'obiettivo di misurarne i comportamenti e costruire modelli adatti a prendere decisioni di marketing e, più in generale, a perseguire obiettivi strategici per l'impresa. I settori industriali e i contesti di business nei quali le attività di ricerca del Laboratorio si concentrano sono quelli del Food&Beverage, del Grocery, del turismo, della televisione in relazione ai social network e del Retail banking. Gli strumenti metodologici principali di cui queste ricerche si avvalgono sono modelli statistici e di data mining come, ad esempio, modelli di regressione, analisi discriminante, alberi decisionali e algoritmi di clustering. Le analisi riguardano sia dati provenienti da survey progettati per misurare le percezioni dei consumatori sia dataset contenenti informazioni sulla navigazione online e gli acquisti dei consumatori. Vengono inoltre utilizzati algoritmi relativi a Recommender System per l'analisi del comportamento di acquisto. Sono stati organizzati sia esperimenti di laboratorio che esperimenti "live" in collaborazione con alcune imprese. Sito web: <https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/laboratori/laboratorio-di-e-business>

### **Laboratorio di Knowledge Management**

Il Laboratorio di Knowledge Management del DMMM del Politecnico di Bari rappresenta l'aggregazione di attività di ricerca scientifica che riguardano la gestione della conoscenza, in particolare in termini di generazione, codifica e trasferimento. Quest'ultima è orientata alla collaborazione tra università e imprese. Il focus delle attività di ricerca è di sviluppare nuovi approcci e metodologie per la gestione della conoscenza manageriale, organizzativa e tecnologica. Il Laboratorio è attualmente impegnato in un programma di ricerca rivolto alla rappresentazione della tecnologia

attraverso concetti. Il KMLab si trova nei due centri di Bari e Taranto che sono operativamente integrati nella condivisione di risorse tecnologiche, ricercatori e collaborazioni scientifiche. Sito web: <https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/laboratori/laboratorio-di-knowledge-management#attivita-di-ricerca>

#### **Laboratorio Pubblico-Privato: BPM-CC: Business Process Management Competence Center**

Nato nel 2016 nell'ambito di una partnership strategica tra il Politecnico di Bari e Openwork s.r.l, independent software vendor specializzato nello sviluppo di soluzioni aziendali basate sulla gestione dei processi aziendali, il Business Process Management Competence Center svolge attività di formazione, di ricerca e di terza missione sul Business Process Management (BPM). Il Centro opera sui temi dell'innovazione e della trasformazione in chiave digitale e sostenibile dei processi eseguiti nell'ambito della sanità, della pubblica amministrazione e nel contesto produttivo, con particolare attenzione ai comparti più rilevanti per l'economia pugliese (tessile-abbigliamento, legno-arredo, automotive). Le attività di ricerca sono svolte facendo leva sulle tecnologie abilitanti Industria 4.0 e sui principi e metodi per favorire la sostenibilità ambientale e sociale. Per quanto riguarda il trasferimento tecnologico e le attività di terza missione, il Centro supporta le aziende interessate a migliorare e trasformare digitalmente il proprio business. Il Centro organizza anche corsi di formazione permanente, seminari e workshop sui temi dell'organizzazione e gestione per processi. Attualmente il Centro trova collocazione nell'ambito del Laboratorio di Knowledge Management, nelle due sedi di Bari e Taranto.

#### **Laboratorio di Gestione dell'Innovazione e Imprenditorialità Tecnologica (IM&TE)**

Il Laboratorio di Gestione dell'Innovazione e Imprenditorialità Tecnologica (IM&TE) svolge attività di ricerca, formazione e trasferimento tecnologico nei campi della gestione dell'innovazione e dell'imprenditorialità tecnologica. Le ricerche si concentrano sull'analisi dei processi attraverso i quali le imprese sviluppano, gestiscono e valorizzano l'innovazione per ottenere un vantaggio competitivo sostenibile. In particolare, il laboratorio studia temi quali la gestione dell'innovazione nelle imprese sin dalle sue fasi iniziali, l'open innovation, la leadership innovativa, la trasformazione dei modelli di business e lo studio delle dinamiche imprenditoriali associate alla creazione di startup tecnologiche e processi di corporate entrepreneurship. Tra gli ambiti di approfondimento rientrano anche il trasferimento tecnologico, la gestione della proprietà intellettuale, l'adozione dello standard ISO 56001 sui sistemi di gestione dell'innovazione e l'impiego delle tecnologie digitali e verdi come leve abilitanti nei processi di innovazione e imprenditorialità. Le metodologie di ricerca adottate includono analisi statistiche e tecnologiche avanzate, analisi di casi di studio, modelli di business intelligence e attività di technology scouting. I settori applicativi comprendono l'industria manifatturiera, l'aerospazio, l'energia, la sanità, il turismo e la pubblica amministrazione. Il laboratorio promuove una visione integrata tra ricerca, didattica e terza missione, collaborando con imprese e istituzioni per favorire la diffusione della cultura dell'innovazione e dell'imprenditorialità tecnologica.

Sito web: <https://imtelab.poliba.it>

Il DMMM, inoltre, è parte del:

- Centro di eccellenza in meccanica computazionale
- Laboratorio Integrato di Meccanica Sperimentale per l'Aerospazio
- Rete di laboratori MICROTRONIC (MICROlavorazioni laser e sensoristica di processo per la produzione di componenti meccaTRONICi);
- Processi Innovativi per la Conversione dell'Energia, in collaborazione con altro dipartimento universitario (PrInCE);
- Rete di Laboratori di Tecniche Innovative per la saldatura di materiali avanzati (TISMA-);
- Rete di Laboratori di Tecniche di Ricerca Avanzate per lo Studio e l'Implementazione della Formatura con Mezzi Flessibili di Leghe Leggere tramite l'Utilizzo di Superfici ad Attrito



- Controllato e Lamiera Saldate di Differente spessore (TRASFORMA);
- Rete di Laboratori di Meccanica Sperimentale per l'Aerospazio (rete EMILIA);
- Rete di laboratori ZERO – sezione Cryogenia – “Laboratorio pugliese per l’efficienza energetica e la mobilità sostenibile” Unità di ricerca in materia di impianti per la produzione di energie rinnovabili - finanziato da Accordo di Programma Quadro della Regione Puglia sulla Ricerca Scientifica - “Reti di laboratori pubblici di ricerca”

Il Dipartimento partecipa anche al Laboratorio EFB (Energy Factory Bari) assieme alla società AVIO e ad altro Dipartimento del Politecnico. Il DMMM partecipa ai seguenti laboratori pubblico-privati costituiti tramite programmi-quadro in collaborazione con le aziende:

- G.E –AVIO
- Centro Studi Componenti per Veicoli (CVIT)
- Bosch Power Train;
- AROL
- IntesaSanPaolo

## **1.6 Formazione e Sviluppo del Personale**

### **1.6.1 Promozione e il supporto dell’attività di formazione/aggiornamento didattico dei docenti**

Il Dipartimento partecipa attivamente alle iniziative programmate dall’Ateneo, dedicate all’aggiornamento didattico e alla formazione dei coordinatori dei Corsi di Studio, dei gruppi di gestione, dei rappresentanti della CPDS e dell’intero corpo docente. In particolare, i docenti del DMMM hanno preso parte ai seminari organizzati dalla CRUI riguardanti l’aggiornamento delle metodologie didattiche e la progettazione di percorsi formativi innovativi, contribuendo così alla diffusione di pratiche didattiche più efficaci e consapevoli.

Oltre a stimolare la partecipazione alle attività promosse a livello centrale, il Dipartimento realizza autonomamente seminari online e momenti di confronto dedicati alla presentazione di strumenti digitali, piattaforme multimediali e metodologie interattive, spesso in collaborazione con aziende specializzate nel settore educational technology. Queste iniziative mirano a sostenere l’evoluzione della didattica verso modelli più partecipativi, flessibili e orientati allo sviluppo delle competenze. Esempi sono i seminari organizzati con la società Wooclap.

Il Dipartimento ha inoltre finanziato l’introduzione di business game, utilizzati come strumenti innovativi per lo svolgimento di tirocini e tesi triennali del Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale, e ha promosso la sperimentazione di approcci didattici avanzati quali serious game, flipped classroom e percorsi basati sul case-based learning. Tali metodologie vengono spesso sviluppate in collaborazione con realtà aziendali del territorio, che contribuiscono a rendere l’esperienza formativa più applicativa, interdisciplinare e vicina ai contesti reali di lavoro. Le iniziative realizzate sono monitorate attraverso le valutazioni degli studenti (OPIS), le analisi della CPDS e il confronto periodico con i coordinatori dei Corsi di Studio, con l’obiettivo di valutare l’impatto delle innovazioni introdotte e definire eventuali azioni di miglioramento.

### **1.6.2 Promozione e il supporto dell’attività di formazione/aggiornamento del personale tecnico-amministrativo**

Il Dipartimento promuove con continuità la formazione e l’aggiornamento professionale del personale tecnico-amministrativo, riconoscendo il ruolo strategico che tale personale riveste nel garantire l’efficacia dei processi didattici, di ricerca e di terza missione. In questo quadro, il DMMM incoraggia attivamente la partecipazione alle iniziative formative organizzate dall’Ateneo, dedicate allo sviluppo delle competenze amministrative, digitali e gestionali.

Oltre a favorire la fruizione dell'offerta formativa interna, il Dipartimento sostiene anche la partecipazione del personale a corsi esterni di aggiornamento, seminari specialistici e percorsi professionalizzanti organizzati da enti qualificati, quando coerenti con le attività svolte e con gli obiettivi strategici del Dipartimento. Tale sostegno può avvenire sotto forma di autorizzazione alla partecipazione, copertura delle spese di iscrizione o supporto logistico-organizzativo. Le attività formative riguardano, in particolare, l'innovazione delle metodologie didattiche, l'aggiornamento delle competenze linguistiche con riferimento alle lingue straniere, nonché percorsi dedicati allo sviluppo di competenze professionali in materia di sicurezza sul lavoro, utilizzo di attrezzature e tecnologie per i processi di saldatura e fabbricazione, e conoscenza delle normative relative alle procedure di appalto.

Il DMMM valorizza inoltre le competenze acquisite attraverso la partecipazione alle iniziative formative, favorendo la diffusione interna delle buone pratiche e la condivisione delle conoscenze nei gruppi di lavoro. L'obiettivo è promuovere un processo di miglioramento continuo delle attività amministrative e tecniche, rafforzando la capacità del personale di rispondere in modo efficace alle esigenze dei docenti, dei ricercatori, degli studenti e dei soggetti esterni coinvolti nelle collaborazioni dipartimentali.

### **1.6.3 Attività svolte a supporto dei docenti, ricercatori, dottorandi e studenti per lo svolgimento delle loro attività di didattica, ricerca e terza missione/impatto sociale**

Il Dipartimento mette in atto un insieme articolato di attività e servizi finalizzati a sostenere in modo continuativo ed efficace lo svolgimento delle attività di didattica, ricerca e terza missione da parte di docenti, ricercatori, dottorandi e studenti. Le azioni di supporto riguardano sia aspetti infrastrutturali e tecnici, sia servizi organizzativi, formativi e amministrativi.

Il Dipartimento sostiene l'acquisto e la gestione delle licenze software necessarie alla didattica, incluse le licenze per l'utilizzo della piattaforma Moodle per attività formative innovative, valutazioni online e gestione dei materiali didattici.

Il Dipartimento cura l'allestimento e l'ammodernamento delle sale riunioni e degli spazi comuni destinati alla didattica con attrezzature informatiche aggiornate (PC, lavagne interattive, schermi interattivi, proiettori, microfoni) e mobilio idoneo per attività frontali, esercitazioni di gruppo, seminari e eventi divulgativi. Le sale riunioni sono attrezzate con sistemi multimediali avanzati, videoconferenza e strumenti per riunioni ibride, favorendo la partecipazione a distanza e la collaborazione con partner esterni.

Il Dipartimento finanzia l'acquisto di attrezzature informatiche e di mobilio per il personale tecnico-amministrativo, al fine di assicurare ambienti di lavoro pienamente funzionali, migliorare l'efficienza delle attività di supporto alla didattica, alla ricerca e alla terza missione, e favorire un'organizzazione del lavoro conforme agli standard di qualità di Ateneo.

Il Dipartimento organizza un programma di seminari di approfondimento su tematiche di ricerca specialistiche e multidisciplinari e sui programmi di finanziamento europeo per la ricerca, con particolare attenzione per i bandi MSCA e ERC. Gli incontri offrono l'opportunità per approfondire le caratteristiche dei bandi, le esperienze di ricercatori del DMMM che sono stati finanziati e le strategie per una candidatura di successo.

La struttura organizzativa del Dipartimento, articolata nelle Aree Didattica, Ricerca e Terza Missione, Contabilità e Attività Negoziali, Servizi Tecnico-Informatici e Logistici e Segreteria di Direzione, garantisce un supporto efficace a docenti, ricercatori, dottorandi e studenti nello svolgimento delle attività di didattica, ricerca e terza missione.

L'Area Didattica assiste i docenti nella gestione degli insegnamenti, delle pratiche studenti, delle attività di tirocinio e delle sedute di laurea, contribuendo a migliorare la qualità dell'esperienza formativa. L'Area Ricerca e Terza Missione supporta la presentazione, la gestione e la rendicontazione di progetti competitivi e conto terzi, favorendo anche le attività di trasferimento tecnologico e la stipula di accordi con imprese ed enti. L'Area Contabilità assicura la gestione

finanziaria delle attività dipartimentali e dei progetti, fornendo ai responsabili scientifici un supporto amministrativo essenziale. L'Area dei Servizi Tecnico-Informatici e Logistici garantisce il funzionamento delle aule, dei laboratori e delle attrezzature scientifiche, offrendo assistenza tecnica diretta alle attività sperimentali e di ricerca, nonché supporto ICT e logistico per eventi dipartimentali. La Segreteria di Direzione facilita l'integrazione tra le diverse Aree dell'Amministrazione. Attraverso l'indirizzo dedicato "*praticedocenti.dmmm@poliba.it*", i docenti possono inoltrare le proprie richieste, che vengono successivamente smistate agli Uffici del Dipartimento competenti, garantendo tempestività, tracciabilità e uniformità nella gestione delle procedure.

Nel loro complesso, questi servizi assicurano un ambiente funzionale e qualificato che sostiene tutte le componenti del Dipartimento nelle attività istituzionali e contribuisce al miglioramento continuo della qualità e dell'impatto delle iniziative del DMMM.

## Documenti di riferimento

| Nome-file del documento                                                                                                                                                                            | link                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Piano strategico di Ateneo 2024-26                                                                                                                                                                 | <a href="https://versopoliba2026.poliba.it/">https://versopoliba2026.poliba.it/</a>                                                                                                                                                           |
| Verbali del Senato Accademico del 30 novembre 2016                                                                                                                                                 | <a href="https://www.poliba.it/sites/default/files/senato_accademico/sedute/sa161130v.pdf">https://www.poliba.it/sites/default/files/senato_accademico/sedute/sa161130v.pdf</a>                                                               |
| Verbale del Consiglio di Amministrazione del 9 novembre 2023                                                                                                                                       | <a href="https://www.poliba.it/sites/default/files/consiglio_di_amministrazione/sedute/verbale_cda_25.10-11.09.2023.pdf">https://www.poliba.it/sites/default/files/consiglio_di_amministrazione/sedute/verbale_cda_25.10-11.09.2023.pdf</a>   |
| Progetto del Dipartimento di eccellenza del DMMM 2018-2022                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                               |
| Progetto del Dipartimento di eccellenza del DMMM 2023-2027                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                               |
| Regolamento per l'attribuzione di premialità e per la ripartizione delle risorse del fondo Comune di Ateneo al personale tecnico                                                                   | <a href="https://www.poliba.it/sites/default/files/regolamento_premialita_0.pdf">https://www.poliba.it/sites/default/files/regolamento_premialita_0.pdf</a>                                                                                   |
| Procedura per l'attribuzione della premialità, per l'anno 2024, prevista nel progetto del Dipartimento di Eccellenza 2023-2027, ai docenti del Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management. | <a href="https://www.dmmm.poliba.it/files/DD_2024_104/DD_104_2024_Bando_Premialit%C3%A0_Dip_Eccellenza_Finale_signed.pdf">https://www.dmmm.poliba.it/files/DD_2024_104/DD_104_2024_Bando_Premialit%C3%A0_Dip_Eccellenza_Finale_signed.pdf</a> |
| Regolamento di disciplina delle attività e/o prestazioni svolte nell'interesse di soggetti terzi, pubblici e privati                                                                               | <a href="https://www.poliba.it/sites/default/files/regolamento_conto_terzi.pdf">https://www.poliba.it/sites/default/files/regolamento_conto_terzi.pdf</a>                                                                                     |

## 2. STATO DELL'ARTE E RISULTATI RAGGIUNTI

### ***Analisi del Posizionamento del Dipartimento***

Il posizionamento del Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management è valutato considerando il contesto accademico nazionale e internazionale, gli indicatori di qualità della didattica, della ricerca e della terza missione/impatto sociale, nonché il quadro socio-economico del territorio.

L'analisi mostra che il Dipartimento opera in un ambiente competitivo caratterizzato da significative trasformazioni demografiche, tecnologiche e industriali, che influenzano sia l'attrattività dell'offerta formativa sia le opportunità di sviluppo scientifico e di collaborazione con il sistema produttivo.

Dal punto di vista della ricerca, il DMMM presenta un profilo complessivamente solido. Gli indicatori disponibili della VQR 2015-2019 mostrano una qualità scientifica elevata in diversi settori dell'area 01 e dell'area 09 con posizionamenti favorevoli nei ranking disciplinari e un valore dell'indicatore ISPD pari a 100. La reputazione internazionale e la presenza di laboratori tecnologicamente avanzati rafforzano la capacità di attrarre progetti competitivi, anche se permane un margine di miglioramento nella partecipazione ai programmi europei, attualmente inferiore al potenziale del Dipartimento. Il contesto territoriale offre opportunità significative grazie alla presenza di aziende multinazionali e di ecosistemi di innovazione emergenti in Puglia, sostenuti da fondi PNRR e da iniziative regionali. Tuttavia, la dipendenza da finanziamenti straordinari e la pressione crescente verso indicatori quantitativi di produttività rappresentano fattori di rischio per la sostenibilità della ricerca nel medio periodo. Tra le criticità emerge la necessità di interventi di manutenzione straordinaria sulle strutture della sede di Japigia, che ospitano diversi laboratori del DMMM, al fine di renderle pienamente idonee allo svolgimento delle attività di ricerca e didattica. Si rileva inoltre un ritardo nel completamento del Laboratorio di Eccellenza Meccanica Matematica e Management (Lab eM3) presso il campus universitario.

In ambito didattico, il Dipartimento gode di una forte attrattività a livello regionale e di buoni risultati in termini di soddisfazione dei laureati e tassi di occupazione. La percentuale dei laureati che si dice soddisfatta del proprio percorso e quella che ripeterebbe lo stesso corso sono rispettivamente del 93 per cento e dell'80 per cento, secondo l'indagine condotta da AlmaLaurea sul profilo dei laureati 2023. Il tasso di occupazione ad un anno dal conseguimento del titolo per i corsi di laurea magistrale è costantemente in crescita e pari al 94,5% e raggiunge il 98% a 5 anni dalla laurea, dato decisamente elevato rispetto alle media nazionale. L'offerta formativa, ampia e multidisciplinare, include percorsi internazionali e un corso magistrale in lingua inglese, elementi che contribuiscono al rafforzamento della visibilità del Dipartimento. Tuttavia, la ridotta presenza di studenti provenienti da altre regioni e dall'estero, unitamente alla possibilità di incrementare la percentuale di laureati triennali che proseguono negli studi magistrali, evidenzia la necessità di potenziare ulteriormente le attività di orientamento, internazionalizzazione e innovazione didattica. Inoltre, la crescente concorrenza delle università telematiche e la crisi demografica rappresentano minacce strutturali per il mantenimento dei livelli di immatricolazione.

Per quanto riguarda la terza missione e l'impatto sociale, il Dipartimento si posiziona in modo favorevole nel territorio grazie alla lunga tradizione di collaborazioni con imprese, distretti tecnologici e istituzioni pubbliche. L'elevato numero di attività di conto terzi, la partecipazione a progetti di trasferimento tecnologico e la presenza di spin-off attivi costituiscono elementi di forza. Le opportunità derivanti dall'incubatore BINP, dagli strumenti regionali per l'innovazione e dal futuro Campus dell'Innovazione possono ulteriormente ampliare la capacità di generare impatto sociale e industriale. Al contempo, la competitività crescente tra istituzioni accademiche locali e nazionali rende

necessario un rafforzamento sistematico delle strategie di public engagement, disseminazione, valorizzazione dei brevetti e produzione di casi studio.

Infine, sul piano delle risorse umane e infrastrutturali, il Dipartimento dispone di un corpo docente numeroso e qualificato, supportato da gruppi di ricerca maturi e multidisciplinari e da personale tecnico-amministrativo competente. Tuttavia, persistono criticità relative alla disponibilità di spazi per docenti, ricercatori, dottorandi e tecnici, nonché per la realizzazione di attività sperimentali e collaborative. La realizzazione di nuovi spazi previsti nei piani di sviluppo di Ateneo (Caserma Magrone) e la riorganizzazione delle aree attualmente disponibili (sede di Japigia) rappresentano un'opportunità strategica per il miglioramento delle condizioni di lavoro e per l'attrattività del Dipartimento.

Nel complesso, il DMMM presenta un posizionamento competitivo e riconosciuto, sostenuto da una qualità scientifica, didattica e di terza missione elevata. Al tempo stesso, l'analisi del contesto e della SWOT evidenzia la necessità di adottare strategie mirate per rafforzare l'attrattività internazionale, valorizzare appieno il potenziale di ricerca e innovazione, e potenziare il contributo del Dipartimento allo sviluppo socio-economico del territorio.

Segue l'analisi SWOT dei punti di forza, debolezza, opportunità e minacce.

#### ANALISI SWOT

| <i>Punti di Forza (Strengths)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <i>Punti di Debolezza (Weaknesses)</i>                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ricerca</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Elevata qualità scientifica dimostrata dagli indicatori ISPD, dalla partecipazione a programmi competitivi nazionali e dal riconoscimento come Dipartimento di Eccellenza.</li> <li>Consistente capacità di autofinanziamento e attrazione di fondi da enti pubblici e privati.</li> <li>Ampia multidisciplinarietà grazie alla presenza di 14 SSD, con potenzialità di sviluppo di attività interdisciplinari.</li> <li>Dotazione di laboratori avanzati che supportano efficacemente le attività sperimentali e la collaborazione con il territorio.</li> <li>Reputazione internazionale consolidata tramite reti scientifiche, progetti, collaborazioni e pubblicazioni su riviste di alto impatto.</li> </ul> | <b>Ricerca</b>                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bassa attrattività verso progetti europei e necessità di rafforzare competenze e strutture di supporto alla progettazione internazionale.</li> <li>Limitate collaborazioni conto terzi con aziende estere.</li> <li>Spazi per laboratori insufficienti e complessità legate alla gestione e manutenzione delle infrastrutture, in particolare nella sede di Japigia.</li> <li>Carenza di spazi adeguati per docenti, ricercatori, dottorandi, assegnisti e PTA.</li> </ul> |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Didattica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                | <b>Didattica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Attrattività dei Corsi di Laurea e elevato numero di immatricolati e laureati.</li> <li>Buoni livelli di soddisfazione dei laureati e ottimi tassi di occupazione.</li> <li>Presenza di un corso magistrale in lingua inglese e percorsi in double degree.</li> <li>Reputazione didattica consolidata</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Percentuale di laureati triennali che non prosegue nei CdS magistrali del Dipartimento.</li> <li>Bacino di utenza prevalentemente regionale, con limitata attrattività extra-regionale.</li> <li>Basso numero di studenti internazionali incoming.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Terza Missione / Impatto Sociale</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Terza Missione</b>                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Valore significativo dei progetti conto terzi e consolidato rapporto con il sistema produttivo territoriale.</li> <li>Accordi quadro attivi con imprese e stakeholder.</li> <li>Presenza di spin-off dipartimentali attivi e collaborazione con strutture di Ateneo dedicate all'imprenditorialità e al trasferimento tecnologico</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Numero limitato di brevetti e spin-off rispetto al potenziale del Dipartimento.</li> <li>Competenze e opportunità di TM non pienamente valorizzate e mappate</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| <i>Opportunità (Opportunities)</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Rischi (Threats)</i>                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ricerca</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilità di fondi nazionali, regionali e PNRR per infrastrutture, progetti competitivi e reti di innovazione.</li> <li>Presenza crescente di aziende multinazionali in Puglia e maggiore domanda di collaborazione accademica.</li> <li>Crescita economica del territorio e aumento dell'attrattività per attività di ricerca applicata.</li> <li>Possibilità di consolidare laboratori pubblico-privati e partnership strategiche.</li> </ul> | <b>Ricerca</b>                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Possibile riduzione dei finanziamenti al termine del ciclo PNRR.</li> <li>Pressione crescente sugli indicatori quantitativi di produttività, con rischio di riduzione della qualità della ricerca.</li> </ul>                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Didattica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                      | <b>Didattica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Vantaggio competitivo legato alla vicinanza con i Paesi del Mediterraneo e dei Balcani.</li> <li>Finanziamenti disponibili per innovazione didattica, internazionalizzazione e sviluppo digitale.</li> <li>Aumento della domanda di competenze STEM a livello nazionale e internazionale.</li> </ul>                                                                                                                                                |                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Crisi demografica che riduce il numero di potenziali immatricolati.</li> <li>Incremento della competizione da parte delle università telematiche.</li> <li>Emigrazione di talenti verso atenei del Centro-Nord e all'estero.</li> <li>Riduzione della presenza in aula degli studenti.</li> </ul> |
| <b>Terza Missione</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Terza Missione</b>                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Ulteriori possibilità offerte da BINP e strumenti regionali/nazionali per innovazione e trasferimento tecnologico.</li> <li>Opportunità strategica legata al progetto "Campus dell'Innovazione" presso l'ex Caserma Magrone.</li> <li>Realizzazione di nuovi spazi per attività di trasferimento tecnologico.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Competizione con altre istituzioni accademiche e centri di ricerca del territorio.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## Risultati per Area Strategica

### 2.1 DIDATTICA

In Tabella 6 sono mostrati i dati degli immatricolati negli ultimi anni ai corsi di laurea triennale e magistrale del DMMM. I dati confermano l'attrattività dei corsi di laurea triennali e magistrali del dipartimento, che ha registrato un incremento complessivo di immatricolazioni dall'anno accademico 2020-21 all'anno accademico 2024-25 del 14% sulle triennali e del 25% sulle magistrali.

*Tabella 6. Numero di immatricolati ai corsi di laurea per A.A.*

|                            |                                             | A.A.<br>2024/2025 | A.A.<br>2023/2024 | A.A.<br>2022/2023 | A.A.<br>2021/2022 | A.A.<br>2020/2021 |
|----------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Corso di laurea            | INGEGNERIA GESTIONALE                       | 340               | 340               | 313               | 327               | 253               |
|                            | INGEGNERIA MECCANICA                        | 374               | 344               | 354               | 352               | 369               |
|                            | INGEGNERIA DEI SISTEMI AEROSPAZIALI         | 62                | 68                | 56                | 78                | 80                |
|                            | INGEGNERIA INDUSTRIALE E DEI SISTEMI NAVALI | 43                | 38                |                   |                   |                   |
|                            | <b>SOMMA</b>                                | <b>819</b>        | <b>790</b>        | <b>723</b>        | <b>757</b>        | <b>702</b>        |
| Corso di laurea magistrale | INGEGNERIA GESTIONALE                       | 240               | 203               | 196               | 196               | 184               |
|                            | INGEGNERIA MECCANICA                        | 107               | 118               | 116               | 131               | 124               |
|                            | MECHANICAL ENGINEERING                      | 36                | 23                | 13                | 17                | 12                |
|                            | INGEGNERIA ENERGETICA                       | 42                | 40                | 43                |                   |                   |
|                            | <b>SOMMA</b>                                | <b>425</b>        | <b>384</b>        | <b>368</b>        | <b>344</b>        | <b>320</b>        |
| <b>TOTALE</b>              |                                             | <b>1244</b>       | <b>1174</b>       | <b>1091</b>       | <b>1101</b>       | <b>1022</b>       |

Il XXIII Rapporto sul Profilo dei laureati di AlmaLaurea 2023 rileva un notevole apprezzamento dei corsi di studi da parte dei laureati. Oltre il 93 % si dichiara soddisfatto dell'esperienza complessiva e circa l'80% si riscriverebbe allo stesso corso di laurea. Il tasso di occupazione ad un anno dal conseguimento del titolo per i corsi di laurea magistrale è pari al 91% e raggiunge il 98.5% a 5 anni dalla laurea, dato superiore alla media nazionale. Dal punto di vista del percorso il 10.8% ha svolto periodi di studio all'estero durante il corso di studi e l'85.7% ha svolto tirocini formativi curriculari.

Con riferimento alle azioni previste di programmazione operativa del Piano culturale del Dipartimento 2022-2024 si riporta in Tabella 7 il monitoraggio delle azioni per il miglioramento della didattica.

*Tabella 7. Monitoraggio delle azioni per il miglioramento della didattica*

| Azione                                                                                                                                  | Indicatore                                                                                                                | Valore target | Dati 2022-2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Introduzione di un corso di laurea triennale internazionale in lingua inglese                                                           | Indicatore si/no                                                                                                          | 1             | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Introduzione di curricula nei corsi di laurea magistrale in lingua inglese                                                              | Indicatore si/no                                                                                                          | 1             | Curriculum su TA nel corso di laurea magistrale in Aerospace Engineering                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Introduzione di percorsi di specializzazione erogati attraverso strumenti digitali e maggior coinvolgimento delle imprese               | Numero di percorsi di specializzazione (master di I, II livello e short master) attivati in modalità blended e/o virtuale | 3             | <p>6 Short Master:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">SHORT MASTER IN INGEGNERIA INVERSA E STAMPA 3D: APPLICAZIONI PER LA SCUOLA, IL LAVORO E IL TEMPO LIBERO</a></li> <li>• <a href="#">SHORT MASTER DI OLOGRAFIA E STAMPA 3D PER L'APPRENDIMENTO, IL DIVERTIMENTO E LA CREATIVITÀ</a></li> <li>• <a href="#">SHORT MASTER IN PRINCIPI E METODI PER LA TRASFORMAZIONE DIGITALE E SOSTENIBILE DEI PROCESSI AZIENDALI</a></li> <li>• <a href="#">SHORT MASTER IN RISK MANAGEMENT</a></li> <li>• <a href="#">SHORT MASTER IN SUSTAINABILITY AND INNOVATION MANAGER</a></li> <li>• <a href="#">SHORT MASTER IN INGEGNERIA FORENSE (INGEF)</a></li> </ul> <p>1 Master di II livello</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">MASTER IN ECONOMIA CIRCOLARE II EDIZIONE</a></li> </ul> <p>Aerotech Academy</p> |
| Istituzione di nuovi percorsi di double degree finalizzati ad incrementare gli studenti internazionali incoming                         | Numero di nuovi double degree attivati                                                                                    | 2             | 3 (DD con il New York Institute of Technology in Mechanical Engineering and Energy Engineering; DD con il Politecnico di Tirana in Mechanical engineering; DD con Università di Valona in Ingegneria Meccanica Triennale)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Introduzione di attività laboratoriale nei corsi di laurea per potenziare skill trasversali di problem solving and case-based reasoning | Indicatore si/no                                                                                                          | 2             | 3 (Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale: <a href="#">LABORATORIO DI TRASFORMAZIONE DIGITALE DEI PROCESSI</a> ; <a href="#">LABORATORIO DI MIGLIORAMENTO CONTINUO DELLA SOSTENIBILITÀ DEI PROCESSI</a> ); Corso di laurea in Ingegneria dei sistemi aerospaziali: Laboratorio di progettazione e produzione digitale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## Documenti di riferimento

| Nome-file del documento       | Link                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Piano culturale 2022-2024     | <a href="https://www.dmmm.poliba.it/files/PIANOCULTURALE.pdf">https://www.dmmm.poliba.it/files/PIANOCULTURALE.pdf</a>                                                                                                                                               |
| SMA dei CDS                   |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Relazioni del PQA             |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Relazioni della CPDS          | <a href="https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/struttura-organizzativa/organi-collegiali/commissione-paritetica/relazioni-annuali">https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/struttura-organizzativa/organi-collegiali/commissione-paritetica/relazioni-annuali</a> |
| Regolamenti didattici dei CDS | <a href="https://poliba.coursecatalogue.cineca.it/">https://poliba.coursecatalogue.cineca.it/</a>                                                                                                                                                                   |

## 2.2 RICERCA

Il Dipartimento è impegnato nel progetto del Dipartimento di Eccellenza 2023-2027, che si sviluppa sui temi della transizione industriale, delle tecnologie per l'aerospazio e dei materiali avanzati. Il progetto del DMMM con riferimento al tema della transizione industriale approfondisce le sfide inerenti la transizione sostenibile ed energetica, con l'obiettivo di contribuire alla creazione di una industria umano-centrica, sicura, sostenibile, resiliente ed a basso impatto ambientale, attraverso lo sviluppo di tecnologie innovative per la produzione di energia, tecnologie manifatturiere digitali Industria 4.0 e modelli di business innovativi. In merito alle tecnologie per l'aerospazio, la ricerca affronta lo studio di flussi ipersonici, le strutture aeree spaziali e i nuovi materiali compositi, le applicazioni delle tecnologie robotiche per la mobilità e i modelli di business innovativi per l'utilizzo commerciale delle tecnologie. Il tema dei materiali avanzati è declinato su tre principali ambiti relativi alla bioingegneria, alla robotica e alla mobilità sostenibile.

Il monitoraggio degli indicatori di ricerca è realizzato seguendo gli indicatori riportati nel progetto del dipartimento di eccellenza 2023-2027 con i relativi target di seguito indicati:

- (a) Incremento non inferiore al 10% nel quinquennio rispetto alla media del dipartimento nei tre anni precedenti del numero di pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS, "IP";
- (b) Incremento non inferiore al 10% nel quinquennio rispetto alla media del dipartimento nei tre anni precedenti della quota delle pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS realizzate in co-authorship da ricercatori del dipartimento afferenti ad almeno due SSD, "ISSD";
- (c) Incremento non inferiore al 15% nel quinquennio rispetto alla media del dipartimento nei tre anni precedenti della quota delle pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS realizzate da ricercatori del dipartimento in co-authorship con almeno un ricercatore di altro ente di ricerca, "IEI";
- (d) Incremento non inferiore al 10% nel quinquennio rispetto alla media del dipartimento nei tre anni precedenti della quota delle pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS realizzate da ricercatori del dipartimento in co-authorship con almeno un ricercatore di altro ente di ricerca estero, "IES".

Il monitoraggio del programma del dipartimento di eccellenza 2023-27 è riportato in Tabella 8. Si osserva che tutti gli indicatori sono in crescita e confermano la capacità di ricerca del DMMM. L'analisi dei loro valori evidenzia una certa propensione dei docenti del DMMM a stabilire collaborazioni con altri ricercatori esterni al dipartimento, condizione favorita dalla crescente partecipazione a progetti di ricerca nei quali è richiesta la presenza di più partner appartenenti a enti o strutture diverse.

*Tabella 8. Monitoraggio degli indicatori di ricerca Programma Dip Eccellenza 2023-27*

| Indicatore | Media 2020-2022 | Media 2023-2024 | Incremento (%) | Target (%) |
|------------|-----------------|-----------------|----------------|------------|
| IP         | 237.33          | 330.5           | 39.26%         | 10         |
| ISSD       | 21.66           | 22.5            | 3.9%           | 10         |



|     |       |       |        |    |
|-----|-------|-------|--------|----|
| IEI | 89.33 | 124.5 | 39.37% | 15 |
| IES | 98    | 130.5 | 33.16% | 10 |

In Tabella 9 è riportata la valutazione ottenuta nella VQR 2015-2019 dal DMMM.

Tabella 9. Dati dell'analisi VQR 2015-2019

|            |                  |                    |                       |                           |                 |                   |                         |          |                     |                           | Eccellente ed estremamente rilevante | Eccellente   | Standard     | Rilevanza sufficiente | Scarsa rilevanza o non accettabile |       |
|------------|------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|----------|---------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------|--------------|-----------------------|------------------------------------|-------|
| SSD_ric    | Istituzione      | Somma punteggi (v) | # Prodotti attesi (n) | Valutazione media (I=v/n) | R (Profilo A+B) | Pos. grad. compl. | Num. istituzioni compl. | Quartile | Pos. grad. Quartile | Num. istituzioni quartile | % Prodotti A                         | % Prodotti B | % Prodotti C | % Prodotti D          | % Prodotti E                       | G/H % |
| ING-IND/14 | Bari Politecnico | 30                 | 33                    | 0.91                      | 1.11            | 2                 | 20                      | 4        | 2                   | 9                         | 63.64                                | 30.3         | 6.06         | 0                     | 0                                  | 10%   |
| ING-IND/35 | Bari Politecnico | 37.9               | 42                    | 0.9                       | 1.07            | 3                 | 20                      | 4        | 2                   | 9                         | 61.9                                 | 30.95        | 7.14         | 0                     | 0                                  | 15%   |
| MAT/05     | Bari Politecnico | 25.9               | 31                    | 0.84                      | 1.08            | 10                | 45                      | 3        | 3                   | 15                        | 32.26                                | 58.06        | 9.68         | 0                     | 0                                  | 22%   |
| ING-IND/15 | Bari Politecnico | 8.2                | 10                    | 0.82                      | 1.03            | 3                 | 10                      | 3        | 1                   | 1                         | 40                                   | 40           | 20           | 0                     | 0                                  | 30%   |
| ING-IND/06 | Bari Politecnico | 8.6                | 10                    | 0.86                      | 1.13            | 3                 | 9                       | 3        | 3                   | 5                         | 60                                   | 20           | 20           | 0                     | 0                                  | 33%   |
| ING-IND/13 | Bari Politecnico | 12.9               | 16                    | 0.81                      | 1.12            | 7                 | 19                      | 4        | 2                   | 10                        | 31.25                                | 50           | 18.75        | 0                     | 0                                  | 37%   |
| ING-IND/08 | Bari Politecnico | 18.6               | 24                    | 0.78                      | 1.08            | 7                 | 18                      | 4        | 3                   | 8                         | 25                                   | 50           | 25           | 0                     | 0                                  | 39%   |
| ING-IND/16 | Bari Politecnico | 22.5               | 29                    | 0.78                      | 0.98            | 10                | 17                      | 4        | 6                   | 8                         | 24.14                                | 51.72        | 24.14        | 0                     | 0                                  | 59%   |

Fonte: Tabella 3.9 dell'analisi VQR del Politecnico di Bari

Con riferimento al bando VQR 2020-2024 il Dipartimento ha conferito i 300 prodotti totali richiesti. La selezione dei prodotti è stata eseguita dalla Commissione VQR di Dipartimento, seguendo le indicazioni del PQA di Ateneo,

utilizzando gli applicativi messi a disposizione dall'Ateneo e in particolare l'applicativo CRITERIUM. L'analisi condotta con CRITERIUM restituisce una percentuale di prodotti classificati in prima fascia di oltre il 75%.

Anche i dati relativi al numero dei progetti di ricerca che il dipartimento è riuscito a ottenere negli ultimi tre anni, riportati nel seguito, confermano che l'attività del DMMM nel campo della ricerca è in forte crescita.

#### **Progetti a valere sul Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR):**

- Progetto Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile - CNMS - Codice progetto CN00000023 - PNRR - Affiliato SPOKE 11 Resp. Scientifico Prof. G. Palumbo;
- Progetto Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile - CNMS - Codice progetto CN00000023 - PNRR - SPOKE 14 Resp. Scientifico Prof. M. Torresi;
- Partenariati Estesi - NEST - Network 4 Energy SustainableTransition - Codice Progetto PE00000021 - PNRR - SPOKE 2 –Resp. Scientifico Prof. Sergio Camporeale;
- Partenariati Estesi - NEST - Network 4 Energy SustainableTransition - Codice Progetto PE00000021 - PNRR – Affiliato SPOKE 4 – Resp. Scientifico Prof. Marco Torresi;
- Partenariati Estesi - MICS- Circular and sustainable Made-in-Italy - Codice Progetto PE00000004 - PNRR - Affiliato SPOKE 2 Resp. Scientifico Prof. M. Fiorentino;
- Partenariati Estesi - MICS- Circular and sustainable Made-in-Italy - Codice Progetto PE00000004 - PNRR - Affiliato SPOKE 5 Resp. Scientifico Prof. S. Digiesi;
- Partenariati Estesi - MICS- Circular and sustainable Made-in-Italy - Codice Progetto PE00000004 - PNRR - Affiliato SPOKE 6 Resp. Scientifico Prof. L. Galantucci;
- Partenariati Estesi - MICS- Circular and sustainable Made-in-Italy - Codice Progetto PE00000004 - PNRR - SPOKE 7 Resp. Scientifico Prof.ssa I. Giannoccaro;
- Infrastrutture di Ricerca e Innovazione - BRIEF - BioRoboticsResearch and Innovation Engineering Facilities - Codice Progetto F368E68F - PNRR - Quota DMMM Prof. G. Percoco\_Prof. M. De Tullio
- PNRR - Misura M2C2, Investimento 3.5 “Ricerca e sviluppo sull'idrogeno” - Codice Progetto RSH2A\_000035 “Novel Materials for Hydrogen storage (NoMaH)” – Resp. Scientifico Prof. Marco Torresi;
- Accordo ex art.15 L.241/90 con il Politecnico di Torino nell'ambito del progetto NODES Nord-Ovest Digitale E Sostenibile” - Avviso pubblico n. 3277 del 30 dicembre 2021 “Ecosistemi dell'Innovazione” - PNRR - Missione 4 Componente 2 – Resp. Scientifico Prof. G. Pascazio;
- Closed Call POC “BOOSTER - BiobasedpolyurethaneFoams for SeaTcushion with reducedEnvironmentalfootpRint” - Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile - CNMS - Codice progetto CN00000023 - PNRR - Affiliato SPOKE 11 – Resp. Scientifico Ing. Ester D'accardi;
- Closed Call POC “OPTIFIBERS - Optimized Structures through Additive Manufacturing with Continuous Carbon Fibers” - Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile - CNMS - Codice progetto CN00000023 - PNRR - Affiliato SPOKE 11 – Resp. Scientifico Ing. Davide Palumbo;
- Closed Call POC “ProHydro” Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile - CNMS - Codice progetto CN00000023 - PNRR - Affiliato SPOKE 11 Resp. Scientifico Prof. G. Palumbo;
- Closed call Scalability - Progetto HYMOBITALY “Mobility Made in Italy: High H2/O2 Back Pressure Stack for LEGO-like Upscalable PEMFCs for Heavy Duty Transportation” - CNMS - Codice progetto CN00000023 - PNRR - SPOKE 14 Resp. Scientifico Prof. Marco Torresi;
- Closed Call Scalability “IDEA - Integrated framework for manufacturing, DEsign And monitoring of composite bonded joints” - Centro Nazionale per la MobilitàSostenibile - Cod.progetto CN00000023 - PNRR Affiliato SPOKE 11 – Resp. Scientifico Prof. Umberto Galietti;
- Closed Call Scalability “R-ECOCAR - Renewable Composite Solutions for Solar-Powered Cars” - Centro Nazionale per la MobilitàSostenibile - Cod.progetto CN00000023 - PNRR Affiliato SPOKE 11 – Resp. Scientifico Ing. Davide Palumbo;
- Closed Call Scalability “SUSTAINED - Driving Towards SUSTainability: Transforming DiscArdedFishing Nets and Biobased CompositEs int” - Centro Nazionale per la MobilitàSostenibile - Cod.progetto CN00000023 - PNRR Affiliato SPOKE 11 – Resp. Scientifico Ing. Davide Palumbo;
- “DHINAMIC- Diagnostictrain, Hydrogen-fueled, for Inspection And functional verification during Motion of the rail transport Infrastructures and quality Control”; Spoke di riferimento: Spoke 14 - Politecnico di Bari; Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile – PNRR CN MOST, Flagship LINEA B - Progetti per infrastrutture di ricerca e iniziative disruptive; Responsabile Scientifico: prof. Marco Torresi;

- “LEAFS – Least Environmental impAct For Sustainable mobility”; Spoke di riferimento: Spoke 11 - Università di Bologna “Alma Mater Studiorum” - UNIBO; Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile – PNRR CN MOST, Flagship LINEA B - Progetti per infrastrutture di ricerca e iniziative disruptive; Responsabile Scientifico: prof. Giuseppe Carbone.
- “#NOACRONYM+ – Disintermediare e semplificare per accelerare il trasferimento di tecnologia e competenze verso il mercato”; CUP: C98H23000370002 - Progetto PoC N.7, domanda di brevetto n. EP3362773A1 Prof. Leonardo Soria: “Method for determining the modal parameters of road or rail vehicles and for the in-direct characterization of road or rail profiles”;
- “#NOACRONYM+ – Disintermediare e semplificare per accelerare il trasferimento di tecnologia e competenze verso il mercato”; CUP: C98H23000380002 - Progetto PoC n. 8, brevetto prof. Riccardo Amirante dal titolo: “Low-cost non-intrusive system for determining the incylinder pressure in alternative fluid machinery by monitoring the mechanical stress on the connecting rod”;
- Progetto “Fatigue on Additive Alloys Speedy Technique”, Acronimo FAAST, Bando POC del Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile (MOST) – seconda edizione, nell’ambito dello SPOKE 11, Responsabile Scientifico: Prof.ssa Katia Casavola;
- Progetto “Rare-Earth Free permanent Magnets for automotive applications”, Acronimo “FreeMAG”, Call for Scalability Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile – CN MOST – nell’ambito dello SPOKE 11, Responsabile Scientifico: Prof.ssa Katia Casavola;
- Progetto “Nuovi sistemi e sottosistemi per veicoli Ibridi leggeri destinati alla MOBilità I-MOBI”, a valere sulle agevolazioni previste dal decreto ministeriale 31 dicembre 2021 (Secondo sportello) del MIMIT – Accordi per l’innovazione, individuato con il numero F/340060/01-05/X59, CUP: B99J24001010005, Responsabile scientifico: Prof.ssa Katia Casavola;
- Progetto “3S MicroBiotech4Food”, ammesso a finanziamento a valere sul bando a cascata emanato da UNIMI nell’ambito del Programma di Ricerca e Innovazione “ONFOODS - Research and innovation network on food and nutrition Sustainability, Safety and Security”, PE00000003, Spoke 4 “Food quality and nutrition”, CUP G43C22002610001, finanziato dall’Unione Europea –NextGenerationEU; CUP: D53C24001000001, Responsabile scientifico: Prof. Michele Dassisti;
- Progetto FINSPACE – “Unraveling Financial Strategies for Startups in the Space Economy”, Tematica n. 2 - Entrepreneurial Finance, Space Economy, and Inclusion (WP2), CUP: D93C24000640001. Bando a cascata 2/2023 emanato dall’Università Ca’ Foscari per la selezione di proposte progettuali nell’ambito delle tematiche dello Spoke 4 “Sustainable Finance” del Progetto “GRINS - GROWING RESILIENT, INCLUSIVE AND SUSTAINABLE”; Resp. Scientifico: Prof. Antonio Messeni Petruzzelli;
- Progetto “#DEEPSOUTH – un nuovo Ecosistema dell’Innovazione per il Mezzogiorno”, CUP: D43C22001410007; Progetto candidato in risposta al Bando a cascata “MUSA - Multilayered Urban Sustainability Action”, Codice identificativo ECS00000037, CUP B43D21010970006 Spoke 3 “Deep Tech: Entrepreneurship & Technology Transfer” emanato dal Politecnico di Milano, finanziato dall’Unione Europea NextGenerationEU; Responsabile scientifico: prof. Antonio Messeni Petruzzelli.

## Progetti PRIN 2022

- Development of new fuel systems for future clean airliners fuelled with Hydrogen (DNFSFCAFH), PE8, Prof. Elia Distaso (PI);
- Design of Acoustic Metamaterials for Aeronautical applications, PE8, Prof.ssa Maria Cinefra (PI);
- Diffuser augmented Wind Turbines for URBan environments (DWTURB), PE8, Prof.ssa Stefania Cherubini (PI);
- Super Polymer Bearings – SuperPolB, PE8, Prof. Carmine Putignano (PI);
- ABYSS: Accurate simulation of Bio-hybrid Soft Swimmers, PE8, Prof. Marco Donato De Tullio (PI);
- INnovative damage MONitoring Of Self-HEAling Composites by acoustic emissions in civil and aerospace Applications IN MOOSHEAC, PE8, Prof.ssa Claudia Barile (PI);
- Evolution problems involving interacting scales, PE1, Prof. Giuseppe Maria Coclite (PI);
- Organizational success factors of sustainability-oriented firms: an analysis of Italian firms in different phases of their life cycle, SH1, Prof.ssa Rosa Maria Dangelico (PI);
- A capability-based decision support framework for circular economy transition, SH1, Prof.ssa Ilaria Giannoccaro (PI);
- SOFTNESS - Soft robotic arm with bodily awareness, PE7, Prof. Gianluca Percoco (UO);
- RADAMES: RADIation DAMAgE in Structural material of fusion reactors under neutron irradiation: cross section measurements and material testing protocols; PE2; Prof. Giuseppe Pompeo Demelio (UO);
- Prescriptive digital twins for cognitive-enriched competency development of workforce of the future in smart factories (RESILIENCE), PE8, Prof. Giorgio Mossa (UO);
- ELeCtroactive gripper For mIcro-object maNipulation (ELFIN), PE8, Prof. Nicola Menga (UO);
- Development of calibration procedures of Tip Timing systems for non-contact turbine blade vibration measurements, PE8, Prof.ssa Laura Fabbiano (UO);

- Digital Twin Technology for the Development of LP-DI Hydrogen engine for heavy-duty applications (DHyCE-HD), PE8, Prof. Pietro De Palma (UO);
- HERMES - Hypersonic vehicles Enhancement via Robust Multi-fidelity optimization for the Exploitation of Space, PE8, Prof. Francesco Bonelli (UO).

#### Progetti PRIN PNRR 2022

- Hypersonic Entry flow simulator for Access To Space – HEATS; Resp. Scientifico: Prof. Bonelli;
- DEcision Support system for the Diagnosis and Evaluation of the Maintenance OperationNs Activities (DESDEMONA); Resp. Scientifico: Prof. Facchini;
- REACTANT: REsearch on Ammonia Combustion for a susTAiNable fuTure; Resp. Scientifico: Prof. Laera;
- Optimization of Performances of The Innovative Multi-material metallic parts obtained by Additive manufacturing – OPTIMA; Resp. Scientifico: Prof. Moramarco;
- TRIBOSCORE - TRIBological modelling for sustaInable design Of induSTrial friCTiOnal inteRfacEs; Resp. Scientifico: Prof. Menga;
- 3D Printed-Assembly free, controllable-compliance exosuits with distributed sensing for assistive and medical robotics; Resp. Scientifico: Prof. Percoco;
- Circular economy-Oriented DEsign using hybrid-dissimilar joints and sustainable materials for lightweight structures-LODE; Resp. Scientifico: Prof. Galietti;
- University for the GREEN and Sustainable transition (UGREENS); Resp. Scientifico: Prof. Rotolo;
- BIOphilic design of Extended Reality working Environments (BIOXRE); Resp. Scientifico: Prof. Gattullo;
- Unlocking the potential of New Space Economy for Circular Economy; Resp. Scientifico: Prof. Messeni Petruzzelli;
- MetaJust. Metaverse Justice: Legal and Practical Implications for Justice in the Metaverse; Resp. Scientifico: Prof. Manghisi;
- Linear and Nonlinear PDE's: New directions and Applications; Resp. Scientifico: Prof. Pomponio;
- Fighting blindness with two photon polymerization of wet adhesive, biomimetic scaffolds for neurosensory REtina-retinal Pigment epithelial Interface Regeneration (REPAIR); Resp. Scientifico: Prof. Papangelo;
- PAULA (Pedal-Assisted Urban Lightweight Automobile); Resp. Scientifico: Prof. Mantriota;
- SLIPS: Slippery surfaces for drag reduction; Resp. Scientifico: Prof.ssa Cherubini;
- Unveiling jellyfish bioMEchanics for the design of DUrable Soft Aquanauts (MEDUSA); Resp. Scientifico: Prof. De Tullio;
- FINGERTIPS: Friction-Increase Nanopoles and Grooves Exploitation in Road-Tire Interaction for Preventive Safety; Resp. Scientifico: Prof. Putignano;
- Unmanned rovers with applications to agricultural activities and soil sensing; Resp. Scientifico: Prof. Foglia;
- Understanding lava tube formation and preservation (TUBES); Resp. Scientifico: Prof.ssa Barile;
- SURFace modifications applied to innovative additive manufactured parts for improving the SUSTainability in the aerospace sector. SURFSUST; Resp. Scientifico: Prof.ssa Casavola;
- Vehicle and Passenger oriented holistic motion planning for Autonomous Driving; Resp. Scientifico: Prof. Bottiglione.

#### Progetti di derivazione nazionale

- Contratto di ricerca con Calef nell'ambito del PON ARS01\_00350 dal titolo "INSPIRATION - Processi e materiali per la fabbricazione additiva laser integrata e sostenibile" CUP B45F21000120005 - Resp. Scientifico Prof.ssa C. Casavola
- Progetto PON ARS01\_00717 dal titolo "MAD - La metamorfosi Additiva del Design", CUP: B82C20000250004 - Area di specializzazione: Design, creatività e Made in Italy – Resp. Scientifico Prof. Pierpaolo Pontrandolfo;
- Progetto ARS01\_00906 "TITAN - Nanotecnologie per l'immunoterapia dei tumori" - CODICE CONCESSIONE RNA - COR n. 4264037 - Resp. Scientifico Prof. G. Pascazio;
- Bando 2022 ICT AGRIFOOD Progetto ID 45061 STAR - Giving Smell sense To Agricultural Robotics –Resp. Scientifico Prof. Giulio Reina;
- Progetto TO ZERO – "Towards Zero Waste In Aluminium Body-In-White Manufacturing", Progetto a valere sulle agevolazioni previste dal Decreto Ministeriale 31 dicembre 2021 (Primo sportello) del MIMIT – Accordi per l'innovazione – CUP Poliba (acquisito dal MIMIT): B99J23002030005, Resp. Scientifico Prof. Umberto Galietti;

#### Progetti di derivazione comunitaria

- Progetto HARTU “Handling with AI-enhanced Robotic Technologies for flexible manufacturing” - HORIZON-CL4-2022-TWIN-TRANSITION-01 - Grant Agreement Project n.101092100 - Prof. Giuseppe Carbone;
- ERASMUS+ CALL ERASMUS-EDU-2022-PI-ALL-INNO - GA Project 101111684 “CERES - CIRCULAR ECONOMY INNOVATION ECOSYSTEMS REDESIGNING SKILLS” - Prof. C. Sassanelli;
- ERASMUS+ Call 2022 Cooperation partnerships in higher education KA220-HED - Progetto “ANGIE - Improved workforce to set transition from manufacturing to digital green fabrication” - Prof. G. Casalino;
- Progetto SURFACE “Towards future Interfaces with tuneable adhesion by dynamic excitation” Starting Grant 2021 (ERC-2021-STG) - Prof. Papangelo;
- Progetto ROBLOFLUID “Robotic Fluids for artificial muscles, wearable cooling, and active textiles”, Call ERC Starting Grant 2023 – CUP: D93C23001240006; Resp. Scientifico Prof. Vito Cacucciolo;
- Progetto CITADEL “Substitution of fossil Combustion in Industrial high-Temperature processes by ADvanced ELEctrical heating technologies” - Progetto HORIZON, Call: HORIZON-CL4-2023-TWIN-TRANSITION-01 - CUP: D93C23001180006; Resp. Scientifico: Prof. Raffaello Iavagnilio.
- Progetto MEDALS “Metallic Elements Dissipation Avoided by Life cycle design for Steel”, Call: HORIZON-CL4-2023-TWIN-TRANSITION-01; Azione HORIZON Research and Innovation Actions, numero Progetto: 101138516; CUP: D93C24001180006; Responsabile Scientifico: Prof. Raffaello Pio Iavagnilio.
- Progetto ASSESS ‘Automated online monitoring of smart composite structures’, Call: Horizon Europe MSCA DN 2023, Grant Agreement Project: 101168031; CUP: D53C24002780006; Responsabile Scientifico: Prof. Francesco Ciampa.
- Progetto MUSIC ‘Multifunctional Sandwich Composite Space Debris Detector’, Call: European Space Agency, Discovery and Preparation Activities, Progetto n. 4000145994/24/NL/MGU/OV; CUP: D53C24002830006; Responsabile Scientifico: Prof. Francesco Ciampa.

#### Altre tipologie di Progetti

- Progetto ESA Contract No. 4000139351/22/NL/MG “Development of a state-to-state CFD code for the characterization of the aerothermal environment of Ice Giants planets entry capsules”, Responsabile Scientifico: Prof. Giuseppe Pascazio.
- LABORATORIO DEL MARE - Convenzione tra ITSS “ARCHIMEDE” Taranto e Politecnico di Bari - Resp. Scientifico: Prof. Mario Massimo Foglia;
- Progetto AMaRe “Analisi Manifattura Resiliente Puglia” - Accordo Quadro con Consiglio Regionale Puglia - Prof. Michele Dassisti;
- Accordo di Partenariato relativo al Progetto “Orizzonti Digitali” Numero Progetto 2023-PRO-00073, presentato dall’organizzazione (Soggetto responsabile) “ABAP APS”, nell’ambito del bando “Prospettive” promosso dal Fondo per la Repubblica Digitale - Impresa Sociale S.r.l.; CUP: D53C24002080001 - Resp. Scientifico: Riccardo Amirante

#### Documenti di riferimento

| Nome-file del documento                                                          | link                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Piano culturale 2022-2024                                                        | <a href="https://www.dmmm.poliba.it/files/PIANOCULTURALE.pdf">https://www.dmmm.poliba.it/files/PIANOCULTURALE.pdf</a>                                                                                 |
| Relazioni di monitoraggio del programma del Dipartimento di eccellenza 2023-2027 |                                                                                                                                                                                                       |
| Rapporti di valutazione e approfondimenti VQR 2015-2019                          | <a href="https://www.anvur.it/it/ricerca/qualita-della-ricerca/rapporti-di-valutazione/vqr-2015-2019">https://www.anvur.it/it/ricerca/qualita-della-ricerca/rapporti-di-valutazione/vqr-2015-2019</a> |

## 2.3 TERZA MISSIONE/IMPATTO SOCIALE

Il Dipartimento è costantemente impegnato in attività di Ricerca e Trasferimento tecnologico mediante l’attivazione di convenzioni e di contratti conto terzi. L’intensità dell’attività svolta è testimoniata dai numerosissimi contratti di trasferimento tecnologico che il dipartimento svolge in modalità conto-terzi.

| Anno | Committente              | Responsabile Scientifico    | Oggetto del contratto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Importo     |
|------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 2023 | Emme Evolution           | Michele Fiorentino          | Consulenza scientifica per supportare l'impresa nel processo di transizione digitale, WorkPackage 3 "Studio e realizzazione dello showroom in realtà virtuale per migliorare l'user experience e la fruizione                                                                                                                                                                             | 90.000,00 € |
| 2023 | Masvis srl               | Antonio Messeni Petruzzelli | Incarico di consulenza volto alla validazione scientifica dell'innovatività dei risultati di attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, in linea con i criteri di classificazione definiti in ambito OCSE e, più in particolare, nel c.d. Manuale di Frascati, concernente "Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development" (2015"). | 45.000,00 € |
| 2023 | Ipothesi srl             | Umberto Panniello           | incarico di consulenza volto alla interpretazione ed elaborazione statistica, ricorrendo a modelli riconducibili anche alla statistica multivariata, dei giudizi espressi, attraverso questionari, dai passeggeri aeroportuali dello scalo di Bologna in merito al servizio ricevuto.                                                                                                     | 3.000,00 €  |
| 2023 | Licei Enistein Da Vinci  | Giuseppe Casalino           | di attività di formazione degli studenti nell'ambito delle iniziative intraprese per la definizione di un percorso STEM atto ad avvicinare i giovani al mondo tecnico e scientifico                                                                                                                                                                                                       | 1.500,00 €  |
| 2023 | MySarma srl              | Umberto Panniello           | studio, analisi e valutazione delle funzionalità di una piattaforma di business intelligence. Nello specifico, l'incarico riguarderà la definizione delle funzionalità integrabili in una piattaforma di business intelligence, dei KPI utili a valutarne le performance e di analisi critica dei risultati così raccolti".                                                               | 8.100,00 €  |
| 2023 | Tecnomec Engineering srl | Riccardo Amirante           | revisione tecnico scientifica del progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia da fonti rinnovabili per la generazione di idrogeno verde o rinnovabile da elettrolisi, sito nel Comune di Taranto in Via Ludovico Ariosto, 74123 e relative opere di connessione                                                                                             | 8.640,00 €  |
| 2023 | CT Magna PT              | Luciano Afferrante          | Fattura suddetta è la n° 67 MMVFE del 21/12/2022, protocollata in pari data al n. 41909-VIII/1)                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 23.574,23 € |
| 2023 | GR.A.M.M. SRL            | Riccardo Amirante           | Studio e analisi per definire il layout di un impianto per la panificazione per il retrofit dell'attrezzatura aziendale e l'implementazione di innovazioni tecnologiche                                                                                                                                                                                                                   | 20.000,00 € |

| Anno | Committente                                   | Responsabile Scientifico         | Oggetto del contratto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Importo     |
|------|-----------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 2023 | Consorzio ASI di Bari                         | P. Pontrandolfo/R. Pellegrino    | incarico di consulenza specialistica e di collaborazione disciplinare relativa a: 1) aggiornamento del documento relativo alla elaborazione di una "Vision" strategica delle aree A.S.I. di Bari-Modugno, Molfetta e Giovinazzo-Bitonto, di cui alla convenzione Prot. N. 0014426 del 07/06/2019 approvata nel Consiglio di Dipartimento del 05/2019, nonché 2) ricerca finalizzata alla definizione di linee guida per incrementare la competitività delle filiere produttive presenti nel territorio metropolitano e la sua attrattività verso ulteriori investimenti produttivi, anche mediante il potenziamento delle infrastrutture strategiche abilitanti. La consulenza specialistica sarà svolta da D.M.M.M. in affiancamento con il gruppo di lavoro del Piano strategico del Comune di Bari | 30.000,00 € |
| 2023 | DE PALMA THERMOFLUID SRL                      | Antonio Messeni Petruzzelli      | incarico di consulenza volto "alla valutazione e analisi di opportunità di innovazione, anche finalizzate alla creazione di sinergie con realtà industriali operanti sul territorio nazionale e internazionale".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5.000,00 €  |
| 2023 | RINA Consulting SpA                           | M. Dassisti                      | Tecniche statistiche e strumenti del miglioramento continuo "da svolgersi, in presenza, presso la sede di Acciaierie d'Italia di Taranto. (ordine di acquisto n. RCSMPO23000356-15/03/2023)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6.976,00 €  |
| 2023 | OMNIA BPM SRL                                 | Antonio Messeni Petruzzelli      | incarico di consulenza volto "alla validazione scientifica dell'innovatività dei risultati di attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, in linea con i criteri di classificazione definiti in ambito OCSE e, più in particolare, nel c.d. Manuale di Frascati, concernente "Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development" (2015).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 45.000,00 € |
| 2023 | RINA CONSULTING Centro Sviluppo Materiali SpA | Francesco Facchini/Giorgio Mossa | attività di formazione commissionata da RINA CONSULTING Centro Sviluppo Materiali SpA, con sede in Via di Castel Romano 100 - 00128 Roma- P.IVA IT00903541001, con ordine di acquisto n. RCSMPO23000356/2023, per lo svolgimento di un incarico di docenza su Project Management, Logistica, Gestione della Manutenzione e Pianificazione della produzione da svolgersi, in presenza, presso la sede di Acciaierie d'Italia di Taranto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6.104,00 €  |
| 2023 | CERFACS                                       | Davide Laera                     | attività di supporto nel campo del calcolo ad alte prestazioni (HPC), soprattutto nell'ambito di collaborazioni europee in cui numerosi contratti supportano l'attività dei ricercatori del team CFD.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 12.000,00 € |

| Anno | Committente                                      | Responsabile Scientifico                        | Oggetto del contratto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Importo      |
|------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2023 | Nuovo Pignone Tecnologie srl                     | Umberto Galiotti                                | Assessing the effectiveness of the nozzle cooling system by Non-Destructive Testing based on thermographic techniques" – PART 2" .,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 50.000,00 €  |
| 2023 | ECOLOGISTIC                                      | Luigi De Filippis                               | l'incarico per una attività di revisione tecnico scientifica del progetto per la realizzazione di una centrale termoelettrica in assetto cogenerativo alimentata dagli scarti di produzione (CSS combustibile) dell'attività di selezione (linea CSS-COREPLA), realizzata con criteri "smart factory 4.0" per la produzione di energia destinata all'autoconsumo al fine di attivare il completamento del cosiddetto ciclo chiuso ponendosi in linea con le linee guida fissati dalla Commissione UE che ha approvato misure specifiche sull'economia circolare incentrate, sito nel Comune di Ginosa (TA) località "Contrada Girifalco SN". | 55.000,00 €  |
| 2023 | So.Re.Sa. SpA - con unico Socio Regione Campania | Giorgio Mossa                                   | Studio della "logistica unica integrata del farmaco e dei dispositivi medici del SSR della Regione Campania"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 35.000,00 €  |
| 2023 | ITEM OXYGEN                                      | Salvatore Digiesi                               | ricerca/consulenza commissionato dalla Società ITEM OXYGEN Srl nell'ambito del progetto PROGETTO T-FIRE SYSTEM COD. PROG. AMISLL8 CUP: B78E21000000007" – P.O. FESR 2014-2020 – Regolamento Regionale n.17/2014 – Titolo II Capo 2 – "Aiuti ai programmi integrati promossi da Piccole Imprese" – PIA (Art.27)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 12.000,00 €  |
| 2023 | PIRELLI TYRE                                     | Giuseppe Carbone                                | "Simulazione teorico numerica del contatto di squeeze tra tallone del pneumatico e cerchio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 40.000,00 €  |
| 2023 | QCONSULTING                                      | Antonio Messeni Petruzzelli e Umberto Panniello | validazione scientifica dell'innovatività dei risultati di attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, in linea con i criteri di classificazione definiti in ambito OCSE e, più in particolare, nel c.d. Manuale di Frascati, concernente "Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development" (2015                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 150.000,00 € |
| 2023 | UNISALENTO                                       | Giulio Reina                                    | Tecnologie e metodi di Sensing per il monitoraggio attraverso UGV (Unmanned Ground Vehicle)"                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 39.750,00 €  |
| 2023 | SUPRE                                            | Luigi Galantucci                                | attività relative allo "Studio e definizione di un sistema di produzione di serie".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 10.000,00 €  |



| Anno | Committente                        | Responsabile Scientifico                          | Oggetto del contratto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Importo     |
|------|------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 2023 | MARISCUOLA                         | A. Uva/ G.Percoco                                 | attività di formazione commissionata dalla Scuola Sottoufficiali della Marina Militare di Taranto, 6 per lo svolgimento di un incarico di docenza inerente "la abilitazione di disegnatore navale" (fascicolo PA 62 / 2023) da svolgersi, in presenza, presso la sede della stessa Scuola Sottoufficiali della MM di Taranto.                                                                                                                                                                  | 33.750,00 € |
| 2023 | ISIRES                             | Antonio Messeni<br>Petruzzelli e Umberto Pannielo | validazione scientifica dell'innovatività dei risultati di attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, in linea con i criteri di classificazione definiti in ambito OCSE e, più in particolare, nel c.d. Manuale di Frascati, concernente "Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development" (2015).                                                                                                                                         | 90.000,00 € |
| 2023 | CVIT Bosch                         | G. Carbone /F. Bottiglione                        | Analisi sperimentale delle proprietà tribologiche all'interfaccia cilindro-pistone" così come descritto nell'allegato tecnico (all. 1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 35.000,00 € |
| 2023 | CHEMGAS2                           | Giuseppe Casalino                                 | un Addendum al contratto di consulenza già sottoscritto in data 28/09/2022 con la CHEMGAS S.r.l., nel seguito denominata "CHEMGAS", con sede legale a Brindisi, in via Enrico Fermi n.4, cap 72100, codice fiscale 01876720739 P.IVA 01732830748, in data per l'espletamento di "un incarico di consulenza tecnico-scientifica finalizzate alla Ricerca Industriale e allo Sviluppo Sperimentale relative al progetto IND4GAS", (RIF. PROGETTO "CHEMGAS – BRINDISI01" – CODICE PROG. V1J6MI4). | 30.000,00 € |
| 2023 | LICEO VITTORINO CLASSI             | Antonio E. Uva                                    | contratto per la fornitura di servizi inerenti allo studio e alla realizzazione di un prototipo "chiavi in mano" di "metaverso educativo per classi", customizzato sulle esigenze del Liceo, così come descritto nell'Allegato tecnico                                                                                                                                                                                                                                                         | 91.508,30 € |
| 2023 | LICEO VITTORINO LABS               | Antonio E. Uva                                    | un contratto per la fornitura di servizi inerenti allo studio e alla realizzazione di un prototipo "chiavi in mano" di "metaverso educativo" o Eduverso, customizzato sulle esigenze del Liceo, così come descritto nell'Allegato tecnico                                                                                                                                                                                                                                                      | 83.780,10 € |
| 2023 | Società OMC Axles & Trailer s.r.l. | Luciano Afferrante                                | "Calcolo del danneggiamento a fatica e della vita residua di un telaio leggero in acciaio per rimorchi soggetto a sollecitazioni random",                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5.000,00 €  |

| Anno | Committente                  | Responsabile Scientifico    | Oggetto del contratto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Importo      |
|------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2023 | ORMALAB3                     | Giuseppe Casalino           | validazione scientifica dell'innovatività dei risultati di attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, in linea con i criteri di classificazione definiti in ambito OCSE e, più in particolare, nel c.d. Manuale di Frascati, concernente "Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development" (2015)". | 6.000,00 €   |
| 2023 | Variazione Inegnia           | Antonio Messeni Petruzzelli | Estensione contratto (addendum)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 160.000,00 € |
| 2023 | UMC                          | Michele Dassisti            | formazione e il conseguente trasferimento di conoscenze verso gli studenti di UMC nell'ambito del progetto di formazione del proprio personale su temi di competenza del settore scientifico Tecnologie e Sistemi di Lavorazione                                                                                                                        | 4.000,00 €   |
| 2023 | Consorzio MEDITECH           | C. Casavola                 | realizzazione di una serie di attività che hanno l'obiettivo di sviluppare un Dispositivo Medico per la chirurgia di alta precisione, evolvendo una tecnologia di elettrochirurgia già innovativa e brevettata, nota come "Airplasma",                                                                                                                  | 20.688,00 €  |
| 2023 | Easy Finance Academy S.R.L.S | Antonio Messeni Petruzzelli | la validazione scientifica, ex ante ed ex post, dell'innovatività dei risultati di attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, in linea con i criteri di classificazione definiti in ambito OCSE e, più in particolare, nei c.d. Manuale di Frascati e Manuale di Oslo"                                                                    | 80.000,00 €  |
| 2023 | RINGUP                       | Alessandro Evangelista      | la verifica dello studio inerente "Innovazione di prodotto R&S "Piattaforma Software per Realtà Ultra Immersiva"" al DL 145/2013, art.3 co.4 lett..c, così come descritto nell'allegato tecnico che fa parte integrante del contratto (all.1),                                                                                                          | 3.000,00 €   |
| 2023 | MASTER ITALY SRL             | G. Palumbo                  | una serie di attività concernenti la "Definizione di procedure robuste per la progettazione dello stampo e del processo di Pressofusione di leghe di alluminio mediante approccio numerico/sperimentale", che vengono dettagliate nell'allegato tecnico                                                                                                 | 12.000,00 €  |
| 2023 | UMC2                         | Michele Dassisti            | " il trasferimento di conoscenze verso gli studenti di UMC nell'ambito del progetto di formazione del proprio personale su temi di competenza del settore scientifico Tecnologie e Sistemi di Lavorazione.,CIG: Z2A3CB7F4C                                                                                                                              | 4.000,00 €   |

| Anno | Committente                  | Responsabile Scientifico                        | Oggetto del contratto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Importo     |
|------|------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 2023 | UMC3                         | Michele Dassisti                                | formazione e il conseguente trasferimento di conoscenze verso i dipendenti della stazione prova veicoli di UMC nell'ambito del progetto di preparazione all'accreditamento del suddetto centro su temi di competenza del settore scientifico Tecnologie e Sistemi di Lavorazione e Misure meccaniche e termiche.CIG: Z3B3D067F0                                                                                                                           | 5.000,00 €  |
| 2023 | AFORISMA                     | Michele Dassisti                                | “trasferimento di conoscenze nell'ambito della “Scuola dei Mestieri dell'Energia-Energia, realizzata da AFORISMA in partnership con Edison, nel settore scientifico disciplinare Tecnologie e Sistemi di Lavorazione                                                                                                                                                                                                                                      | 409,00 €    |
| 2023 | VAIMOO                       | Luigi Tricarico                                 | Sviluppo di procedure sperimentali per il collaudo di parti del sistema bike in leghe di alluminio sensibili ai fenomeni di addolcimento indotti dal processo di saldatura”. I Servizi si inquadrano nell'ambito del Progetto HYPER, con riferimento all'attività A17.2 (SS) – E-bike and cargo e-bike EM dell'OR17 – LAST MILE MOBILITY INTEGRATION WITH HYPERLOOP”,                                                                                     | 30.000,00 € |
| 2023 | Martur Italy                 | Giorgio Mossa                                   | lo studio di modelli teorici e strumenti per la valutazione e dell'impronta ambientale, comprensiva di tutti gli impatti, di componenti meccanici del settore automotive nella transizione dalla fase progettuale/prototipale alla fase di avvio del ciclo di vita produttivo e le cui attività sono dettagliate nella Offerta per attività di Consulenza per Ricerca Industriale e Sviluppo Sperimentale, che fa parte integrante dello stesso contratto | 81.000,00 € |
| 2023 | Nuovo Pignone Tecnologie srl | Pietro De Palma                                 | una ricerca sul tema: “Algorithmic Differentiation approach for the optimization of transonic Axial Compressor stage .“                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 15.000,00 € |
| 2023 | Nuovo Pignone Tecnologie srl | Michele Stefanizzi                              | Supporto alla progettazione di HPRT a palettatura variabile sulla base del design delle turbine Francis”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5.840,00 €  |
| 2024 | Ingenia Consulting           | Antonio Messeni<br>Petrucelli/Umberto Panniello | una consulenza volta alla validazione scientifica dell'innovatività dei risultati di attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, in linea con i criteri di classificazione definiti in ambito OCSE e, più in particolare, nel c.d. Manuale di Frascati, concernente "Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development" (2015”).                                                                         | 30.000,00 € |

| Anno | Committente                          | Responsabile Scientifico                  | Oggetto del contratto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Importo      |
|------|--------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2024 | Masvis                               | Antonio Messeni Petruzzelli               | una consulenza volta alla validazione scientifica dell'innovatività dei risultati di attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, in linea con i criteri di classificazione definiti in ambito OCSE e, più in particolare, nel c.d. Manuale di Frascati, concernente "Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development" (2015"). | 30.000,00 €  |
| 2024 | AC2T research GmbH                   | Giuseppe Carbone                          | "Leak rate calculation and measurement in seals".                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 150.000,00 € |
| 2024 | CPT SpA                              | Luigi De Filippis                         | lo studio di Transizione 4.0 – Direzione CTP 4.0 " relativa all'insediamento di Taranto sito in via del Tratturello Tarantino, presso il Consorzio ASI                                                                                                                                                                                                                            | 90.000,00 €  |
| 2024 | OMER SpA                             | Gianfranco Palumbo/<br>Antonio Piccininni | Progettazione e ottimizzazione di processi di stampaggio per la realizzazione di componenti ad alta complessità geometrica per applicazioni ferroviarie"                                                                                                                                                                                                                          | 50.000,00 €  |
| 2024 | Ipothesi srl                         | Umberto Panniello                         | un incarico di consulenza volto alla interpretazione ed elaborazione statistica, ricorrendo a modelli riconducibili anche alla statistica multivariata, dei giudizi espressi, attraverso questionari, dai passeggeri aeroportuali dello scalo di Bari in merito al servizio ricevuto".                                                                                            | 4.500,00 €   |
| 2024 | COSMOFORM                            | Francesco Facchini                        | Progetto: "WMS per la Logistica 4.0"<br>Codice: AVI/028/22D<br>CUP: G34D22002260008<br>Attività da svolgere: verifica degli apprendimenti dei partecipanti ai corsi di formazione previsti dal piano formativo                                                                                                                                                                    | 3.000,00 €   |
| 2024 | NSA Italia srl                       | Antonio Messeni Petruzzelli               | "una consulenza specialistica per Ricerca Industriale (RI) e Sviluppo Sperimentale (SS) nell'ambito del progetto "TAG VERS4.0", che si propone come obiettivo quello di studiare, sviluppare e utilizzare metodologie e tecnologie innovative per realizzare un innovativo Sistema Esperto per la gestione ed il monitoraggio di vigneti per la coltivazione di Uva Da Tavola".   | 99.950,00 €  |
| 2024 | WEBUILD SpA                          | Giuseppe Carbone                          | "Sviluppo di una soluzione funzionale di un giunto di collegamento tra conchi di tubi per applicazioni ferroviarie Hyperloop                                                                                                                                                                                                                                                      | 50.000,00 €  |
| 2024 | Azienda Municipale Gas SpA (RETEGAS) | Roberta Pellegrino                        | Scenari evolutivi del sistema energetico italiano: implicazioni per i concessionari del servizio di distribuzione del gas naturale"                                                                                                                                                                                                                                               | 15.000,00 €  |
| 2024 | Tecnomec Engineering srl             | Raffaello Iavagnilio                      | Progettazione e tutoraggio per corso di formazione per la Sicurezza in conformità a D. Lgs. 81/08 e successivi aggiornamenti                                                                                                                                                                                                                                                      | 2.500,00 €   |
| 2021 | SIR SPA                              | Antonio Emmanuele Uva                     | Offerta fornitura competenze specialistiche nell'ambito dei Programmi Integrati di Agevolazioni (PIA) per il progetto SIR SPA PROGETTO "AMBIENTE E SVILUPPO"                                                                                                                                                                                                                      | 50.000,00 €  |

| Anno | Committente                                               | Responsabile Scientifico                      | Oggetto del contratto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Importo      |
|------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2024 | Master Italy                                              | Gianfranco Palumbo/Pasquale Guglielmi         | Il Miglioramento mediante approccio numerico/sperimentale degli standard qualitativi dei prodotti pressofusi in lega di Alluminio e in lega Zamak                                                                                                                                                                                                                        | 75.000,00 €  |
| 2024 | CERFACS                                                   | Davide Laera                                  | attività di supporto nel campo del calcolo ad alte prestazioni (HPC), soprattutto nell'ambito di collaborazioni europee in cui numerosi contratti supportano l'attività dei ricercatori del team CFD                                                                                                                                                                     | 12.000,00 €  |
| 2024 | Addendum Nuovo Pignone srl                                | Umberto Galiotti                              | "Assessing the effectiveness of the nozzle cooling system by non-destructive testing based on thermographic techniques – Part 2" – analyses of BKR real parts (5 different components)                                                                                                                                                                                   | 30.000,00 €  |
| 2024 | FT settima Secondo addendum Magna PT                      | Luciano Afferrante                            | ordine di acquisto n. 4500682567 del 05/03/2024, relativo al contratto di ricerca dal titolo "Verifica delle macchine e delle attrezzature destinate alla produzione di trasmissione meccaniche nell'ambito di Industria 4.0", sottoscritto dal DMMM in data 25/01/2018                                                                                                  | 57.311,92 €  |
| 2024 | DROMOS APPALTI SPA                                        | Roberta Pellegrino                            | Piano economico-finanziario in relazione all'intervento in concessione della costruzione e gestione delle opere del dragaggio dei fondali, costruzione della banchina sud – est e completamento del piazzale sud ovest all'interno del Porto di Molfetta", come descritto nell'allegato tecnico che fa parte integrante del presente contratto                           | 5.000,00 €   |
| 2024 | DEEP CONSULTING SRL                                       | Antonio Messeni Petruzzelli/Umberto Panniello | incarico di consulenza specialistica per attività di Ricerca Industriale, nell'ambito della realizzazione in Puglia del Progetto "Edge in IoT Analytics & Computing Applications – Edge ITACA                                                                                                                                                                            | 49.500,00 €  |
| 2024 | Addendum Ct EFA 27/10/2023 (Easy Finance Academy S.R.L.S) | Antonio Messeni Petruzzelli                   | validazione scientifica dell'innovatività dei risultati di attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, in linea con i criteri di classificazione definiti in ambito OCSE e, più in particolare, nel c.d. Manuale di Frascati e Manuale di Oslo, concernente "Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development" (2015). | 220.000,00 € |
| 2024 | Addendum CT TEMEC RAIL del 27/06/2022                     | Umberto Galiotti                              | estensione contratto per lo svolgimento di ulteriori attività relative alla aggiunta di un nuovo Work Package (N.6) dal titolo "Studio di fattibilità per l'implementazione di un controllo non distruttivo dei difetti tipici delle rotaie mediante tecnica ultrasonora phased array"                                                                                   | 120.000,00 € |

| Anno | Committente                           | Responsabile Scientifico       | Oggetto del contratto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Importo      |
|------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 2024 | Addendum CT Ingenia Consulting srl    | Antonio Messeni Petruzzelli    | Estensione contratto sottoscritto in data 19/01/2024 ed avente ad oggetto "la validazione scientifica dell'innovatività dei risultati di attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale, in linea con i criteri di classificazione definiti in ambito OCSE e, più in particolare, nel c.d. Manuale di Frascati e Manuale di Oslo, concernente "Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development" (2015)"; | 80.000,00 €  |
| 2024 | SHANGHAI ELECTRIC GAS TURBINE CO. LTD | Davide Laera/Sergio Camporeale | EXPERIMENTAL AND NUMERICAL STUDIES ON HELMHOLTZ RESONATORS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 150.000,00 € |
| 2024 | Nuovo Pignone Tecnologie srl          | Michele Stefanizzi             | Caratterizzazione sperimentale di una "Hydraulic Power Recovery Turbine" (HPRT) con palettatura variabile                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 150.000,00 € |

Oltre a queste attività, il personale docente e tecnico amministrativo del DMMM svolge attività di Public Engagement e, in misura minore, di Formazione Continua. Quest'ultima ha subito un forte impulso nel 2024 grazie al finanziamento del Progetto Patti Territoriali dell'ateneo WP7 Formazione STEM. Nell'ambito di tale progetto il DMMM ha proposto diversi progetti formativi post-lauream, tra cui l'attivazione di master e short master sui temi della stampa 3D, del risk management, delle società benefit, dell'economia circolare, della trasformazione digitale dei processi aziendali, del digital export, dell'ingegneria forense e dell'ingegneria del veicolo sostenibile (si veda verbale del CdD N.1 del 17 gennaio 2024 e N2.del 20 febbraio 2024).

La valorizzazione della ricerca è ottenuta tramite il trasferimento tecnologico operato dagli Spin-Off dei docenti del DMMM (Tabella 10).

*Tabella 10. Spin-off attivi*

| SPIN OFF            | Anno di costituzione |
|---------------------|----------------------|
| INGENIUM SRL        | 2006                 |
| POLIMECH SRL        | 2008                 |
| DES SRL             | 2010                 |
| OMNIGRASP S.R.L.    | 2022                 |
| ES-COGITO S.R.L. SB | 2024                 |
| EXPLORIA S.R.L      | 2024                 |

Segue un'analisi dei brevetti in cui sono coinvolti docenti nel Dipartimento.

Per gli anni 2022 e 2023:

- **Michele Dassisti**

IT 0001416552 CONCESSO IL 03/07/2015

EP 2973744 A1 ESTENSIONE EPO GERMANIA CONCESSA IL 06/09/2017

EP 2973744 A1 ESTENSIONE EPO TURCHIA CONCESSA IL 06/09/2017

CN 105246604A ESTENSIONE CINA CONCESSA IL 07/11/2017

Processo criogenico per il recupero di materiali rigidi mono o poli-cristallini od amorfi rivestiti con materiali plastici

- Giovanni De Filippis; eredi del Prof. Luigi Mangialardi; Davide Palmieri; **Leonardo Soria**

EP 3362773 A1 CONCESSO IL 22/08/2018

JP 6736669 B2 ESTENSIONE GIAPPONE CONCESSA IL 05/08/2020

CN 108139299 B / ZL 2015800839090 ESTENSIONE CINA CONCESSA IL 13/04/2021

Metodo per la determinazione dei parametri modali dei veicoli stradali o ferroviari e per la caratterizzazione diretta dei profili stradali o ferroviari

- Rossana Carullo; Antonio Labalestra; Antonio De Feo; Rocco Di Liso; Francesco Piccolo; **Michele Fiorentino**

IT 102018000020032 A1 CONCESSO IL 18/06/2020

Giunto radiale multiplo

- **Riccardo Amirante; Pietro De Palma; Elia Di Staso;** Nicola Leonetti

IT 102019000020114 CONCESSO IL 15/10/2021

Sistema non intrusivo a basso costo per la determinazione della pressione in un cilindro di una macchina motrice o operatrice attraverso il monitoraggio delle sollecitazioni sulla biella

Per l'anno 2024:

- **Michele Dassisti**

IT 0001416552 CONCESSO IL 03/07/2015

EP 2973744 A1 ESTENSIONE EPO GERMANIA CONCESSA IL 06/09/2017

EP 2973744 A1 ESTENSIONE EPO TURCHIA CONCESSA IL 06/09/2017

CN 105246604A ESTENSIONE CINA CONCESSA IL 07/11/2017

Processo criogenico per il recupero di materiali rigidi mono o poli-cristallini od amorfi rivestiti con materiali plastici

- Giovanni De Filippis; eredi del Prof. Luigi Mangialardi; Davide Palmieri; **Leonardo Soria**

EP 3362773 A1 CONCESSO IL 22/08/2018

JP 6736669 B2 ESTENSIONE GIAPPONE CONCESSA IL 05/08/2020

CN 108139299 B / ZL 2015800839090 ESTENSIONE CINA CONCESSA IL 13/04/2021

Metodo per la determinazione dei parametri modali dei veicoli stradali o ferroviari e per la caratterizzazione diretta dei profili stradali o ferroviari

- Rossana Carullo; Antonio Labalestra; Antonio De Feo; Rocco Di Liso; Francesco Piccolo; **Michele Fiorentino**

IT 102018000020032 A1 CONCESSO IL 18/06/2020

Giunto radiale multiplo

- **Riccardo Amirante; Pietro De Palma;** Elia Di Staso; Nicola Leonetti

IT 102019000020114 CONCESSO IL 15/10/2021

Sistema non intrusivo a basso costo per la determinazione della pressione in un cilindro di una macchina motrice o operatrice attraverso il monitoraggio delle sollecitazioni sulla biella

- **Michele Fiorentino;** Fabio Vangi; Giancarlo Perrucci

PENDING Domanda di brevetto N. 102024000016999 depositata il 23/07/2024

Metodo e sistema per la sonificazione interattiva di materiali

• **Boccaccio Antonio, Uva Antonio Emmanuele, BALLINI Andrea, LO MUZIO Lorenzo** PENDING domanda n. 102024000028419 del 13/12/2024

Macchina di prova per strutture biologiche in condizioni di coltura cellulare

Il DMMM partecipa attivamente alle iniziative promosse dall'incubatore dell'Ateneo BINP, quali Hackathon e call per finanziamento di start-up innovative.

Con riferimento alle azioni programmate nella programmazione precedente, si riporta il monitoraggio delle azioni di terza missione (Tabella 11).

*Tabella 11. Monitoraggio delle azioni programmate di terza missione*

| Azione                                                                                                                    | Indicatore                                                                               | Valore target | Valori 2022-2024                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organizzazione di seminari ed incontri di presentazione dei servizi offerti dal DMMM con aziende                          | Numero di seminari ed incontri                                                           | 3             | 1 (incontro presso Confindustria Bari)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Organizzazione e partecipazione di eventi di divulgazione scientifica alla comunità dei risultati dei progetti di ricerca | Numero di eventi                                                                         | 10            | 10 (evento MOST, evento MESCEPE-BARI, evento International Energy Agency, first CERES Webtalk, Taranto eco-forum, Disseminazione Progetto Meccanismi Per Sedili presso ASI, Webinar progetto ANGIE "Produrre sostenibilità attraverso l'educazione, Workshop su "Tecnologie digitali e Ingegno umano", Workshop di disseminazione per i progetti ALLIES e CHEMGAS, Workshop "Il Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management si racconta al femminile"                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Attivazione di master di specializzazione post-lauream                                                                    | Numero di percorsi di specializzazione (master di I, II livello e short master) attivati | 10            | <p>6 Short Master:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">SHORT MASTER IN INGEGNERIA INVERSA E STAMPA 3D: APPLICAZIONI PER LA SCUOLA, IL LAVORO E IL TEMPO LIBERO</a></li> <li>• <a href="#">SHORT MASTER DI OLOGRAFIA E STAMPA 3D PER L'APPRENDIMENTO, IL DIVERTIMENTO E LA CREATIVITÀ</a></li> <li>• <a href="#">SHORT MASTER IN PRINCIPI E METODI PER LA TRASFORMAZIONE DIGITALE E SOSTENIBILE DEI PROCESSI AZIENDALI</a></li> <li>• <a href="#">SHORT MASTER IN RISK MANAGEMENT</a></li> <li>• <a href="#">SHORT MASTER IN SUSTAINABILITY AND INNOVATION MANAGER</a></li> <li>• <a href="#">SHORT MASTER IN INGEGNERIA FORENSE (INGEF)</a></li> </ul> <p>1 Master di II livello</p> <p><a href="#">MASTER IN ECONOMIA CIRCOLARE II EDIZIONE</a></p> |



|                                               |                                                                                                          |   |                  |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------|
|                                               |                                                                                                          |   | Aerotech Academy |
| Supporto alla creazione di spin-off/ start up | Organizzazione di eventi di supporto alla creazione di spin-off e start up in collaborazione con il BINP | 2 | No               |

Una lista delle attività di terza missione condotte dal DMMM sono disponibili al seguente sito web: <https://terzamissione.poliba.it/dipartimenti/dmmm>.

#### Documenti di riferimento

| Nome-file del documento                   | link                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Piano culturale 2022-2024                 | <a href="https://www.dmmm.poliba.it/files/PIANOCULTURALE.pdf">https://www.dmmm.poliba.it/files/PIANOCULTURALE.pdf</a>                                                                                                     |
| Verbale del CdD N.1 del 17 gennaio 2024   | <a href="https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/verbali-sedute-cdd/sedute-consiglio-di-dipartimento-anno-2024">https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/verbali-sedute-cdd/sedute-consiglio-di-dipartimento-anno-2024</a> |
| Verbale del CdD N2 del 20 febbraio 2024   | <a href="https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/verbali-sedute-cdd/sedute-consiglio-di-dipartimento-anno-2024">https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/verbali-sedute-cdd/sedute-consiglio-di-dipartimento-anno-2024</a> |
| Verbale del CdD N.4 del 22 aprile 2024    | <a href="https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/verbali-sedute-cdd/sedute-consiglio-di-dipartimento-anno-2024">https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/verbali-sedute-cdd/sedute-consiglio-di-dipartimento-anno-2024</a> |
| Verbale del CdD N.11 del 14 novembre 2024 | <a href="https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/verbali-sedute-cdd/sedute-consiglio-di-dipartimento-anno-2024">https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/verbali-sedute-cdd/sedute-consiglio-di-dipartimento-anno-2024</a> |

### 3. OBIETTIVI E AZIONI

Il processo di individuazione degli obiettivi e delle azioni strategiche per il triennio 2024-2026 si basa principalmente sulle risultanze dell'analisi SWOT, sfruttando i punti di forza e le opportunità e migliorando i punti di debolezza e mitigando le minacce. Questi sono opportunamente integrati con le priorità emerse in sede di ascolto degli stakeholders ritenute condivisibili e attuabili, coerentemente alla vision e alla mission del dipartimento, con il Progetto del Dipartimento di Eccellenza 2023-2027 e con il Piano strategico di Ateneo 2024-2026.

Gli obiettivi per l'area didattica riguardano:

- Internazionalizzazione della didattica
- Potenziamento dell'offerta formativa curriculare e post-lauream

- Innovazione dei metodi didattici, integrando strumenti innovativi e laboratori nei corsi di laurea per potenziare competenze di problem solving e case-based reasoning.

Gli obiettivi della ricerca riguardano:

- Incrementare la produttività scientifica e la qualità della ricerca sulle tematiche definite nel programma del Dipartimento di eccellenza
- Internazionalizzazione della ricerca

Gli obiettivi della terza missione/impatto sociale riguardano:

- Promuovere attività di trasferimento tecnologico in collaborazione con aziende locali e nazionali.
- Potenziamento delle azioni di public engagement e della quarta missione ad alto impatto sociale
- Promuovere l'attivazione di nuovi spin-off e la creazione di start-up basate sulle competenze dipartimentali e sui risultati della ricerca.
- Supportare lo sviluppo di brevetti

L'internazionalizzazione della didattica sarà perseguita introducendo nell'offerta formativa del Dipartimento un corso di laurea triennale internazionale nell'ambito dell'ingegneria gestionale, sviluppando accordi di collaborazione con università straniere. In particolare, si intende sviluppare un corso di studi internazionale con mobilità strutturata, erogato in lingua inglese, attivato dal Politecnico di Bari in collaborazione con la Poznan University of Technology - Faculty of Engineering Management e la Technical University of Applied Sciences Wurzberg-Schweinfurt – Faculty of Business and Engineering. Obiettivo del corso è formare una figura professionale di ingegnere gestionale con competenze multidisciplinari nell'area economico-manageriale, dell'ingegneria industriale e dell'ingegneria informatica, necessarie per progettare, pianificare e gestire l'innovazione dei sistemi industriali e dei processi produttivi e organizzativi con l'ausilio delle tecnologie digitali, in imprese e organizzazioni sia pubbliche che private, nazionali ed internazionali. Inoltre, si prevede di introdurre curricula o discipline erogate in lingua inglese nei corsi di laurea magistrale e di attivare nuovi percorsi di double degree finalizzati ad incrementare gli studenti internazionali incoming.

Le tematiche di sviluppo della didattica in termini di offerta formativa e della produttività e qualità della ricerca si articoleranno prevalentemente sulle tre linee principali definite nel programma del Dipartimento di Eccellenza 2023-2027: Transizione Industriale e Tecnologie per l'Aerospazio, che rappresentano un ulteriore potenziamento di quelle già intraprese nel progetto del Dipartimento di eccellenza 2018-2022 e Materiali avanzati. L'impatto atteso e le ricadute in termini di contributo all'avanzamento della conoscenza sui temi scientifici riguarderanno le seguenti linee principali:

#### TRANSIZIONE INDUSTRIALE

##### *Additive Manufacturing (AM):*

La ricerca porterà allo sviluppo di tecniche avanzate di AM per “smart devices” per applicazioni ingegneristiche e biomediche e all'ottimizzazione di nuove metodologie di fabbricazione e riparazione di prodotti metallici con filo e arco elettrico e fasci ad alta densità di energia. Verranno messe a punto metodologie avanzate, “in-process” e “off-line”, per la rilevazione di difetti in componenti prodotti con AM attraverso controlli non distruttivi e l'identificazione di tensioni residue e il monitoraggio dei processi di AM.

##### *Mixed Reality e Human Performance:*

Si svilupperanno sistemi di training, guida e percezione dell'ambiente con interfacce uomo-macchina in Mixed Reality per lo sviluppo di una industria umano-centrica, sicura, sostenibile e resiliente. Inoltre, verranno sviluppati simulatori per la valutazione delle performance moto-cognitive dei lavoratori sottoposti a re-training in ambienti mutevoli.

#### *Transizione energetica:*

Il DMMM svilupperà modelli innovativi di Partenariato Pubblico Privato (PPP) per la realizzazione di infrastrutture per la transizione energetica. Le attività di ricerca riguarderanno tecnologie on- and off-shore per la 'wind\_energy' e per l'estrazione di energia dal mare; nella simulazione e sviluppo di processi di combustione di 'sustainable fuels' (idrogeno, ammoniaca e metanolo) in motori a combustione interna, inclusa la combustione supersonica; nello sviluppo, progetto e ottimizzazione di sistemi stagionali termici di accumulo di energia per impianti solari e sistemi di pompaggio basati su 'pumps as turbines'; nello sviluppo di piezo-valvole a basso consumo per combustibili aeronautici e idrogeno in propulsori aeronautici.

#### *Transizione sostenibile:*

Con riferimento all'economia circolare nel campo dei WEEE, la ricerca sarà finalizzata allo studio dei sistemi avanzati di disassemblaggio di strumentazioni elettroniche per il ricondizionamento e il recupero di materia prima e al 'reshaping/remanufacturing' di componenti a fine vita mediante processi di produzione altamente flessibili (Oil/Gas Forming, IncrementalForming) al fine di accorciare la catena del riciclo eliminando le fasi più energivore (rifusione della lega). Inoltre, si intende progettare modelli innovativi di business e supply chain sostenibili e circolari abilitati dalle tecnologie digitali 4.0 e sviluppare tool di supporto alle decisioni per la progettazione di percorsi di transizione industriale a diversa scala e per la definizione di opportune strategie di resilienza.

#### *Mobilità sostenibile:*

Si svilupperanno sistemi di guida autonomi per la riduzione della 'motion sickness' in veicoli 'unmanned' e di sistemi quadricicli a pedalata assistita per la mobilità urbana sostenibile.

### TECNOLOGIE PER L'AEROSPAZIO

#### *Space economy:*

Si studieranno modelli di business innovativi per l'utilizzo commerciale delle tecnologie per aerospazio e analizzeranno le dinamiche imprenditoriali e gli approcci 'spin-in' and 'spin-out' nella "space economy".

#### *Aerospace structures:*

Si svilupperanno nuovi materiali compositi, prodotti anche con tecniche di AM, per strutture aerospaziali 'smart' e 'ultralightweigh' e si metteranno a punto nuove tecniche di controlli non distruttivi per la verifica dell'integrità di strutture aerospaziali e di 'stress analysis' per la identificazione di difetti.

#### *Aerodynamics and propulsion:*

L'attività principale sarà la modellazione numerica di flussi ipersonici reattivi e l'utilizzo di tecniche di 'machine learning' di reti neurali profonde e reti neurali PINN, per lo studio e l'ottimizzazione di flussi ipersonici e dell'interazione tra fluido e struttura nel volo ipersonico.

#### *Aerospace mobility:*

Si valuterà l'applicazione delle tecnologie robotiche più avanzate e innovative per l'incremento delle performance di 'rover planetary' in termini di autonomia fino a valori di 1 km per sol e si svilupperanno nuove tecniche di pianificazione ed esecuzione di 'long-term path' per veicoli spaziali.

## MATERIALI AVANZATI

### *Bioingegneria:*

La ricerca in questo campo spazierà dall'elaborazione di tecniche avanzate per il controllo dell'adesione e delle proprietà tribologiche di interfacce soft, all'analisi degli stress per la validazione di modelli FEM di protesi biomedicali e alla formulazione di modelli di interazione fluido-struttura per applicazioni in ambito bioingegneristico (sistema vascolare, cardiaco, polmonare). Importante sarà anche il contributo dell'area CUN 01 per quanto concerne lo studio della regolarità globale di soluzioni deboli di problemi al bordo, con domini non-regolari, per operatori ellittici e parabolici a coefficienti discontinui, per l'analisi della meccanica di membrane e film sottili per applicazioni di bioingegneria (vasi sanguigni, polmoni).

### *Robotics:*

Si studieranno e svilupperanno membrane elettro-attive per il miglioramento delle capacità di presa di mani robotiche per la 'flexible manufacturing', che permettano la movimentazione efficiente di oggetti con caratteristiche geometriche, fisiche e meccaniche non prefissate o prevedibili.

### *Mobilità sostenibile:*

Con l'obiettivo di migliorare le performance di efficienza e sostenibilità di sistemi di trasporto l'attività in quest'area di ricerca sarà focalizzata sull'alleggerimento dei componenti ottenuto grazie a una progettazione e uso innovativo di schiume metalliche, materiali compositi, leghe di alluminio e di magnesio e acciai alto-resistenziali. Si studieranno nuove tecniche di ibridizzazione dei processi di fabbricazione e formatura per la realizzazione di strutture leggere. Inoltre, si applicheranno tecniche di intelligenza artificiale e dinamica molecolare per l'ottimizzazione di schiume polimeriche per lo sviluppo di pneumatici ultraleggeri con eccellenti performance di sicurezza e comfort.

Per innovare i metodi didattici, il Dipartimento intende ampliare e rinnovare gli approcci formativi attraverso diverse linee di azione integrate. In primo luogo, sarà favorita l'introduzione di percorsi di specializzazione erogati mediante strumenti digitali, così da garantire una formazione più flessibile, accessibile e in linea con le esigenze dei professionisti e degli studenti. Parallelamente, si promuoveranno attività formative realizzate in collaborazione con imprese e associazioni di categoria, al fine di arricchire i contenuti didattici con contributi provenienti dal mondo produttivo e favorire un apprendimento maggiormente orientato alla pratica.

Un ulteriore elemento chiave del rinnovamento della didattica riguarda la formazione dei docenti sull'uso di metodologie innovative, con particolare attenzione agli strumenti digitali, alle tecniche di didattica attiva e alla progettazione di esperienze immersive e collaborative. In questa direzione, il Dipartimento realizzerà anche un caso pilota di esperienza didattica basata su metodi e strumenti innovativi, utile a sperimentare nuove pratiche e a valutarne l'efficacia per una successiva estensione su larga scala.

Infine, nei corsi di laurea sarà potenziata l'attività laboratoriale, con l'obiettivo di sviluppare competenze trasversali quali il problem solving, il lavoro applicato su casi reali e il case-based reasoning. Tali interventi contribuiranno a rendere la didattica più interattiva, sperimentale e capace di rispondere alle esigenze di una formazione contemporanea, interdisciplinare e orientata all'innovazione.

L'internazionalizzazione della ricerca sarà perseguita potenziando la partecipazione a progetti di ricerca internazionali finanziati da programmi europei di eccellenza e promuovendo gli scambi di studenti e personale docente con università

di elevato prestigio e reputazione attraverso il finanziamento di bandi per borse di double degree e posizioni di visiting professor.

Per perseguire gli obiettivi della terza missione/impatto sociale il DMMM intende incentivare il trasferimento tecnologico, promuovendo collaborazioni mirate con aziende, enti pubblici, start-up, così da contribuire allo sviluppo economico locale e nazionale e favorendo la creazione di sinergie tra il mondo accademico e il tessuto produttivo. A tal fine intende promuovere incontri e seminari di presentazione dei gruppi di ricerca del Dipartimento presso aziende ed associazioni di categoria e sfruttare i collegamenti con le diverse agenzie per lo sviluppo e l'innovazione, i distretti tecnologici e l'incubatore per start up del Politecnico di Bari (BINP). Il dipartimento si impegnerà nella valorizzazione della ricerca supportando l'attivazione di spin-off e start-up da parte dei docenti, ricercatori e studenti del DMMM, organizzando e favorendo la partecipazione ad eventi di formazione sui temi dell'imprenditorialità, in collaborazione con il BINP e l'ufficio di Ateneo "Valorizzazione della Ricerca", e adotterà una strategia di storytelling con riferimento a storie di start-up che hanno coinvolto personale del DMMM. La collaborazione con l'Ufficio di ateneo "Valorizzazione della Ricerca" sarà sfruttata anche per supportare i docenti e ricercatori del Dipartimento nelle attività di sviluppo dei brevetti. Oltre alle attività di valorizzazione della ricerca, il Dipartimento intende promuovere le attività di public engagement e della quarta missione ad alto impatto sociale attraverso azioni di comunicazione e promozione della cultura STEM rivolta prevalentemente agli studenti delle scuole, valorizzando il ruolo formativo e sociale delle discipline ingegneristiche. Inoltre, si impegnerà ad incentivare l'organizzazione e la partecipazione dei docenti e ricercatori ad eventi di divulgazione scientifica dei progetti di ricerca, attraverso conferenze aperte al pubblico, dimostrazioni sperimentali, talk divulgativi e tavole rotonde con esperti, inclusi eventi nazionali ed internazionali come la Notte dei ricercatori e i festival della scienza e promuovendo anche lo sviluppo di contenuti multimediali innovativi quali MOOCs, postcad.

Si intende anche rafforzare l'immagine reputazionale del Dipartimento nel comunità attraverso rubriche divulgative e newsletter sui canali istituzionali del Dipartimento, in sinergia con gli uffici di comunicazione dell'Ateneo.

I diversi obiettivi e le specifiche azioni descritte saranno monitorate attraverso specifici indicatori opportunamente definiti nel seguito.

Gli indicatori per gli obiettivi trasversali sono indicatori on/off che verranno valutati rilevando la loro realizzazione attraverso i verbali del consiglio di dipartimento e l'effettiva realizzazione delle azioni previste (sito web e newsletter).

Gli indicatori per gli obiettivi della didattica relativi al potenziamento dell'offerta formativa e internazionalizzazione della didattica saranno valutati attraverso i verbali dei consigli di dipartimento, l'analisi dei regolamenti didattici dei CdS e i verbali e relazioni della CPDS. Gli interventi sull'innovazione delle metodologie didattiche saranno monitorati condividendo un file excel con i docenti del dipartimento per la raccolta dei dati necessari tramite i coordinatori dei corsi di studio. Gli indicatori per gli obiettivi della ricerca con riferimento alla produttività e alla qualità della ricerca, definiti in accordo con quanto previsto dal monitoraggio del Progetto del Dipartimento, sono calcolati raccogliendo i dati necessari necessarie tramite un file excel condiviso con i docenti ed i ricercatori del Dipartimento. Il numero di seminari organizzati sarà monitorato attraverso il Delegato alla ricerca che si occupa della organizzazione logistica degli stessi. Il numero di progetti sottomessi a programmi di finanziamento europei sarà monitorato dall'Ufficio Ricerca e Terza Missione in collaborazione con i docenti del dipartimento.

Gli indicatori per gli obiettivi della terza missione saranno monitorati in collaborazioni con gli Uffici di Ateneo e attraverso la condivisioni di file excel con i docenti per la raccolta dei dati necessari.

Gli indicatori di impatto strategico che saranno monitorati sono:

- gli indicatori di produttività scientifica usati per l'ASN.

- proventi da ricerche commissionate, trasferimento tecnologico e finanziamenti competitivi rispetto ai docenti di ruolo del Dipartimento;
- numero di spin-off universitari e brevetti registrati e approvati presso sedi nazionali ed europee rispetto ai docenti di ruolo del Dipartimento;
- numero di attività di terza missione rispetto ai docenti di ruolo del Dipartimento.

#### Documenti di riferimento

| Nome-file del documento                           | link |
|---------------------------------------------------|------|
| Progetto del Dipartimento di Eccellenza 2023-2027 |      |
| Piano strategico di Ateneo 2024-2026              |      |

### 3.1 OBIETTIVI E AZIONI GENERALI

| <b>Ambito trasversale</b>                                                                         | <i>Organizzazione del Dipartimento</i>                                 |        |                              |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------------|--------|
| <b>Obiettivo n.1_TS</b>                                                                           | <i>Rafforzare il Sistema di Assicurazione Qualità del Dipartimento</i> |        |                              |        |
| Azione                                                                                            | Indicatore                                                             | Target | Responsabilità               | Tempi  |
| Formalizzare ruoli AQ per didattica, ricerca, TM                                                  | Numero ruoli AQ formalmente assegnati                                  | 100%   | Direttore                    | 3 anni |
| Potenziare le procedure interne di monitoraggio, verbalizzazione e pubblicazione dei risultati AQ | SMA Dipartimento<br>RRA Dipartimento                                   | 100%   | Direttore<br>Responsabili AQ | 3 anni |

| <b>Ambito trasversale</b>              | <i>Interazione con gli stakeholder</i>                      |        |                                                                                         |        |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>Obiettivo n.2_TS</b>                | <i>Rafforzare l'immagine reputazionale del Dipartimento</i> |        |                                                                                         |        |
| Azione                                 | Indicatore                                                  | Target | Responsabilità                                                                          | Tempi  |
| Rinnovare il sito web del dipartimento | Indicatore si/no                                            | 100%   | Delegato al Marketing Istituzionale                                                     | 3 anni |
| Attivare newsletter del Dipartimento   | Indicatore si/no                                            | 100%   | Direttore, Delegato all'Orientamento Marketing istituzionale; Delegato all'orientamento | 3 anni |

### 3.2 OBIETTIVI E AZIONI SPECIFICHE

### 3.2.1 Didattica

| <b>Obiettivo n.1_D Internazionalizzazione della didattica</b>                 |                                        |                                  |                                                                                                |                                                                                    |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Azioni da intraprendere</b>                                                | <b>Indicatore</b>                      | <b>Valore target o benchmark</b> | <b>Responsabilità</b>                                                                          | <b>Risorse necessarie</b>                                                          | <b>Tempi di esecuzione e scadenze</b> |
| Introduzione di un corso di laurea triennale internazionale in lingua inglese | Indicatore si/no                       | 1                                | Direttore del Dipartimento, delegato alla didattica, delegato all'internazionalizzazione       | Accordi con università straniere, potenziamento delle risorse di personale docente | Due anni                              |
| Introduzione di curricula in lingua inglese nei corsi di laurea magistrale    | Indicatore si/no                       | 1                                | Delegato alla didattica, Coordinatori dei corsi di studio                                      | Potenziamento delle risorse di personale docente e tecnico amministrativo          | Tre anni                              |
| Istituzione di nuovi percorsi di double degree                                | Numero di nuovi double degree attivati | 2                                | Delegato alla didattica, delegato all'internazionalizzazione, Coordinatori dei corsi di studio | Accordi con università straniere,                                                  | Tre anni                              |

| <b>Obiettivo n2. Potenziamento dell'offerta formativa</b>                      |                             |                                  |                                                                            |                                                                                               |                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Azioni da intraprendere</b>                                                 | <b>Indicatore</b>           | <b>Valore target o benchmark</b> | <b>Responsabilità</b>                                                      | <b>Risorse necessarie</b>                                                                     | <b>Tempi di esecuzione e scadenze</b> |
| Introduzione di curricula sui temi del progetto del Dipartimento di eccellenza | Indicatore si/no            | 3                                | Direttore del Dipartimento, delegato alla didattica, delegato alla ricerca | Personale docente e ricercatore                                                               | Tre anni                              |
| Potenziamento dell'offerta formativa post-lauream                              | Numero di percorsi attivati | 2                                | Delegato alla didattica, delegato, Coordinatori dei corsi di studio        | Risorse economiche da fondi di Ateneo (patti territoriali)<br>Personale docente e ricercatore | Tre anni                              |

| <b>Obiettivo n3. Innovare i metodi didattici</b>                                   |                                                                         |                                  |                                                           |                                                                            |                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Azioni da intraprendere</b>                                                     | <b>Indicatore</b>                                                       | <b>Valore target o benchmark</b> | <b>Responsabilità</b>                                     | <b>Risorse necessarie</b>                                                  | <b>Tempi di esecuzione e scadenze</b> |
| Introduzione di percorsi di specializzazione erogati attraverso strumenti digitali | Numero di percorsi di specializzazione (master di I, II livello e short | 2                                | Delegato alla didattica, Coordinatori dei corsi di studio | Risorse economiche da fondi di Ateneo (patti territoriali) e/o di progetto | Tre anni                              |

|                                                                                                                                         |                                                          |    |                                                                                       |                                                                     |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------|
|                                                                                                                                         | master) attivati in modalità blended e/o virtuale        |    |                                                                                       |                                                                     |          |
| Attività formative in collaborazione con imprese e associazioni di categoria                                                            | Numero di corsi attivati                                 | 2  | Direttore del Dipartimento, delegato alla didattica, Coordinatori dei corsi di studio | Risorse di dipartimento                                             | Tre anni |
| Formazione dei docenti su strumenti di didattica innovativa                                                                             | Numero di docenti che partecipano ai corsi di formazione | 25 | Direttore del Dipartimento, delegato alla didattica, Coordinatori dei corsi di studio | Risorse di dipartimento                                             |          |
| Caso pilota di un'esperienza didattica sviluppato con strumenti e metodi innovativi                                                     | Numero di corsi attivati                                 | 1  | Delegato alla didattica, Coordinatori dei corsi di studio                             | Risorse di dipartimento                                             | Tre anni |
| Introduzione di attività laboratoriale nei corsi di laurea per potenziare skill trasversali di problem solving and case-based reasoning | Indicatore si/no                                         | 2  | Delegato alla didattica, Coordinatori dei corsi di studio                             | Accordi con aziende e collaborazioni con istituzioni del territorio |          |

### 3.2.2 Ricerca

| Obiettivo n.1_R Incremento della produzione e della qualità della produzione scientifica |                                                                                                                                                             |                                                                                                               |                       |                                     |                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Azioni da intraprendere                                                                  | Indicatore di riferimento                                                                                                                                   | Target o benchmark                                                                                            | Responsabilità        | Risorse necessarie                  | Tempi di esecuzione e scadenze |
| Incremento della produttività e della qualità scientifica                                | Numero di pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS.                                                                                   | Incremento non inferiore al 10% nel quinquennio rispetto alla media del dipartimento nei tre anni precedenti. | Delegato alla ricerca | Banca dati<br>Docenti e ricercatori | Tre anni                       |
|                                                                                          | Quota delle pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS realizzate in co-authorship da ricercatori del DMMM afferenti ad almeno due SSD. | Incremento non inferiore al 10% nel quinquennio rispetto alla media del dipartimento nei tre anni precedenti. | Delegato alla ricerca | Banca dati<br>Docenti e ricercatori | Tre anni                       |



|                                                       |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                             |                                     |          |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|----------|
|                                                       | Quota delle pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS realizzate da ricercatori del DMMM in co-authorship con almeno un ricercatore di altro ente di ricerca.        | Incremento non inferiore al 15% nel quinquennio rispetto alla media del dipartimento nei tre anni precedenti.                                                                                                                                                                                                      | Delegato alla ricerca                       | Banca dati<br>Docenti e ricercatori |          |
|                                                       | Quota delle pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS realizzate da ricercatori del DMMM in co-authorship con almeno un ricercatore di altro ente di ricerca estero. | Incremento non inferiore al 7% nel quinquennio rispetto alla media del dipartimento nei tre anni precedenti della quota delle pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS realizzate da ricercatori del dipartimento in co-authorship con almeno un ricercatore di altro ente di ricerca estero | Delegato alla ricerca Delegato alla ricerca | Banca dati<br>Docenti e ricercatori | Tre anni |
| Organizzazione di seminari di ricerca e specialistici | Numero di seminari organizzati                                                                                                                                                            | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Delegato alla ricerca                       | Docenti e ricercatori               | Tre anni |

| <b>Obiettivo n.2_R Internazionalizzazione della ricerca</b>                                                     |                                                                    |                                                   |                       |                                     |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| <b>Azione</b>                                                                                                   | <b>Indicatore</b>                                                  | <b>Target</b>                                     | <b>Responsabilità</b> | <b>Risorse necessarie</b>           | <b>Tempi di esecuzione</b> |
| Partecipazioni a programmi di finanziamento competitivi europei                                                 | Numero di progetti sottomessi a programmi di finanziamento europei | Incremento del 5% rispetto ai tre anni precedenti | Delegato alla ricerca | Docenti e ricercatori               | Tre anni                   |
| Organizzazione di seminari di promozione e mentoring per la partecipazione a programmi di finanziamento europei | Numero di seminari organizzati                                     | 3                                                 | Delegato alla ricerca | Risorse interne e accordi di Ateneo | Due anni                   |

Come indicatore strategico di impatto si farà riferimento agli indicatori di produttività scientifica usati per l'ASN.

### 3.2.3 Terza Missione/Impatto sociale

| <b>Obiettivo 1_TM Promozione delle attività di trasferimento tecnologico in collaborazioni con le aziende locali e nazionali</b>          |                                            |                      |                              |                                               |                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Azione</b>                                                                                                                             | <b>Indicatore</b>                          | <b>Valore target</b> | <b>Responsabilità</b>        | <b>Risorse necessarie</b>                     | <b>Tempi di esecuzione</b> |
| Organizzazione e partecipazione a seminari ed incontri di presentazione dei servizi offerti dal DMMM con aziende e associazioni datoriali | Numero di seminari ed incontri organizzati | 3                    | Delegato alla terza missione | Spazi per gli eventi<br>Docenti e ricercatori | Annualmente                |

| <b>Obiettivo 2_TM Promozione delle attività di public engagement e di quarta missione ad alto impatto sociale</b>         |                                                                                 |                      |                                                         |                                                       |                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Azione</b>                                                                                                             | <b>Indicatore</b>                                                               | <b>Valore target</b> | <b>Responsabilità</b>                                   | <b>Risorse necessarie</b>                             | <b>Tempi di esecuzione</b> |
| Organizzazione di attività di comunicazione e promozione della cultura STEM nella società                                 | Numero di seminari ed incontri organizzati rispetto ai docenti del dipartimento | 3                    | Delegato alla terza missione<br>Delegato alla didattica | Docenti e ricercatori                                 | Tre anni                   |
| Organizzazione e partecipazione ad eventi di divulgazione scientifica alla comunità dei risultati dei progetti di ricerca | Numero di eventi rispetto ai docenti del dipartimento                           | 3                    | Delegato alla terza missione<br>Delegato alla didattica | Docenti e ricercatori                                 | Tre anni                   |
| Attività di divulgazione scientifica alla comunità dei risultati dei progetti di ricerca tramite contenuti multimediali   | Numero di attività multimediali realizzate                                      | 3                    | Delegato alla terza missione                            | Docenti e ricercatori<br>Piattaforme di registrazione | Tre anni                   |

| <b>Obiettivo n3_TM. Attivare nuovi spin-off e start-up innovative</b>                                                             |                   |                      |                                                         |                                                           |                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Azione</b>                                                                                                                     | <b>Indicatore</b> | <b>Valore target</b> | <b>Responsabilità</b>                                   | <b>Risorse necessarie</b>                                 | <b>Tempi di esecuzione</b> |
| Organizzazione e partecipazione ad eventi di supporto alla creazione di spin-off in collaborazione con il BINP e Uffici di ateneo | Numero di eventi  | 2                    | Delegato alla terza missione<br>Delegato alla didattica | Docenti e ricercatori                                     | Tre anni                   |
| Storie di start up che coinvolgono ricercatori e/o studenti DMMM                                                                  | Numero di storie  | 1                    | Delegato alla terza missione<br>Delegato alla didattica | Docenti e ricercatori<br>Ufficio ricerca e terza missione | Tre anni                   |

| <b>Obiettivo n4_TM Supportare lo sviluppo di brevetti</b>                  |                                                                 |                      |                                                         |                           |                            |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| <b>Azione</b>                                                              | <b>Indicatore</b>                                               | <b>Valore target</b> | <b>Responsabilità</b>                                   | <b>Risorse necessarie</b> | <b>Tempi di esecuzione</b> |
| Collaborazione del Dipartimento con l'Ufficio Valorizzazione della ricerca | Partecipazione dei docenti alle azioni organizzate dagli Uffici | 5                    | Delegato alla terza missione<br>Delegato alla didattica | Docenti e ricercatori     | Tre anni                   |

Gli indicatori strategici d'impatto considerati saranno:

- proventi da ricerche commissionate, trasferimento tecnologico e finanziamenti competitivi rispetto ai docenti di ruolo del Dipartimento;
- numero di *spin-off* universitari e brevetti registrati e approvati presso sedi nazionali ed europee rispetto ai docenti di ruolo del Dipartimento;
- numero di attività di terza missione rispetto ai docenti di ruolo del Dipartimento.

### 3.3 RACCORDO CON IL PIANO STRATEGICO DI ATENEO (PSA)

Gli obiettivi strategici individuati dal Dipartimento risultano pienamente coerenti con le linee di indirizzo del Piano Strategico di Ateneo 2024–2026, che si articola attorno alle tre direttrici “Innovazione”, “Interazione” e “Internazionalizzazione”. La convergenza tra gli obiettivi dipartimentali e le priorità di Ateneo rafforza la capacità del Dipartimento di contribuire allo sviluppo complessivo del Politecnico di Bari e di valorizzare le proprie specificità nelle tre missioni istituzionali.

In particolare, gli obiettivi relativi alla Didattica, tra cui l'introduzione di un corso di laurea triennale internazionale in lingua inglese, la creazione di nuovi curricula e percorsi di double degree, rispondono direttamente alla strategia di Internazionalizzazione del PSA, che mira a rendere l'offerta formativa maggiormente attrattiva per studenti provenienti

da altri Paesi, in particolare dall'area mediterranea. L'ampliamento dell'offerta post-lauream e l'adozione di modalità didattiche innovative, anche digitali, sono coerenti con la direttrice Innovazione, nella misura in cui promuovono un uso avanzato delle tecnologie educative e favoriscono una didattica più flessibile, personalizzata e connessa al mondo del lavoro, come previsto dall'azione strategica 1.1 del PSA 2024–26.

Per quanto riguarda la Ricerca, gli obiettivi dipartimentali di incremento della produzione scientifica, rafforzamento delle collaborazioni internazionali e potenziamento della partecipazione a programmi competitivi europei si allineano alla direttrice di Internazionalizzazione e alla direttrice di Innovazione del PSA, le quali prevedono una crescita della presenza scientifica del Politecnico nelle reti europee della ricerca e la capacità di attrarre finanziamenti competitivi.

Gli obiettivi del Dipartimento in materia di Terza Missione e Impatto Sociale sono in forte sinergia con la direttrice Interazione del PSA, che promuove il ruolo dell'Ateneo come attore dello sviluppo economico, culturale e industriale del territorio. Le azioni previste — dalla promozione di collaborazioni con imprese e associazioni di categoria, allo sviluppo di attività di trasferimento tecnologico, alla creazione di spin-off e start-up innovative — contribuiscono al consolidamento dell'ecosistema dell'innovazione del Politecnico di Bari. Allo stesso modo, l'intensificazione delle attività di public engagement, la comunicazione dei risultati scientifici e la diffusione della cultura STEM rafforzano il legame tra università, istituzioni e società civile, in coerenza con il ruolo sociale assegnato all'Ateneo dal PSA. Infine, gli obiettivi relativi alla valorizzazione dei brevetti e alle collaborazioni con l'Ufficio Valorizzazione della Ricerca si integrano perfettamente con le linee del PSA sulla valorizzazione della conoscenza, contribuendo allo sviluppo di un sistema di trasferimento tecnologico efficace, dinamico e capace di generare ricadute economiche e industriali per la regione.

Nel complesso, il Piano Culturale del DMMM declina in modo pienamente coerente le priorità del PSA 2024–2026, traducendole in obiettivi concreti e misurabili che valorizzano le competenze del Dipartimento e al tempo stesso contribuiscono al raggiungimento degli obiettivi strategici dell'Ateneo nelle tre missioni istituzionali.

In particolare, le azioni previste sono coerenti con le seguenti azioni strategiche e contribuiscono direttamente al raggiungimento dei target evidenziati:

- Azione strategica 1.1 Progettare esperienze di insegnamento apprendimento innovative attraverso nuovi approcci pedagogici e supporti tecnologici Indicatori con riferimento specifico all'indicatore:
  - o Nr. Esperienze formative insegnamento-apprendimento innovative attivate
- Azione strategica 2.2 Favorire le azioni di incubazione e di open innovation delle imprese
- Azione strategica 2.3 Incentivare la formazione esperienziale per lo sviluppo di progetti innovativi di terza missione (trasferimento tecnologico e culturale) e quarta missione (leadership nella comunità) con riferimento ai seguenti indicatori
  - o N° di percorsi formativi (insegnamenti, laboratori, seminari, ecc) attivati nei corsi di laurea magistrale e di dottorato in collaborazione con le imprese
  - o Numero di attività di trasferimento di conoscenza, con particolare riferimento a formazione continua e public engagement promosse dal 1/1 al 31/12.
- Azione strategica 2.4 Migliorare l'immagine reputazionale dell'Ateneo e l'impatto sociale nel territorio nazionale e internazionale
- Azione strategica 3.1 Migliorare la visibilità internazionale dell'Ateneo
- Azione strategica 3.2 Rendere l'Ateneo competitivo nella formazione di I e II livello internazionale con riferimento all'indicatore:
  - o Nr Corsi di Studio internazionali attivati
- Azione Strategica 3.3 Favorire l'internazionalizzazione della ricerca, sviluppando una migliore capacità progettuale dei ricercatori e del personale addetto alla ricerca con riferimento all'indicatore:
  - o N° proposte progettuali di eccellenza presentate (ERC, MSCA, SIR, RLM, FIS, HE...)

### 3.4 TABELLA RIASSUNTIVA DEGLI INDICATORI

| OBIETTIVO 1_D Internazionalizzazione della didattica                                                   |                                                                                                                           |        |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------|
| AZIONE                                                                                                 | INDICATORE                                                                                                                | TARGET | INDICATORE CONDIVISO CON IL PSA (SI/NO) |
| Introduzione di un corso di laurea triennale internazionale in lingua inglese                          | Indicatore si/no                                                                                                          | 1      | SI                                      |
| Introduzione di curricula in lingua inglese nei corsi di laurea magistrale                             | Indicatore si/no                                                                                                          | 1      | NO                                      |
| Istituzione di nuovi percorsi di double degree                                                         | Numero di nuovi double degree attivati                                                                                    | 2      | NO                                      |
| OBIETTIVO 2_D Potenziamento dell'offerta formativa                                                     |                                                                                                                           |        |                                         |
| AZIONE                                                                                                 | INDICATORE                                                                                                                | TARGET | INDICATORE CONDIVISO CON IL PSA (SI/NO) |
| Introduzione di curricula sui temi del progetto del Dipartimento di eccellenza                         | Indicatore si/no                                                                                                          | 3      | NO                                      |
| Potenziamento dell'offerta formativa post-lauream                                                      | Numero di percorsi attivati                                                                                               | 2      | No                                      |
| OBIETTIVO 3_D Innovare i metodi didattici                                                              |                                                                                                                           |        |                                         |
| AZIONE                                                                                                 | INDICATORE                                                                                                                | TARGET | INDICATORE CONDIVISO CON IL PSA (SI/NO) |
| Introduzione di percorsi di specializzazione erogati attraverso strumenti digitali                     | Numero di percorsi di specializzazione (master di I, II livello e short master) attivati in modalità blended e/o virtuale | 2      | SI                                      |
| Attività formative in collaborazione con imprese e associazioni di categoria                           | Numero di corsi attivati                                                                                                  | 2      | SI                                      |
| Formazione dei docenti su strumenti di didattica innovativa                                            | Numero di docenti che partecipano ai corsi di formazione                                                                  | 25     | SI                                      |
| Caso pilota di un'esperienza didattica sviluppato con strumenti e metodi innovativi                    | Numero di corsi attivati                                                                                                  | 1      | SI                                      |
| Introduzione di attività laboratoriale nei corsi di laurea per potenziare skill trasversali di problem | Indicatore si/no                                                                                                          | 2      | SI                                      |

|                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| solving and case-based reasoning                                                                                |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                |
| <b>OBIETTIVO 1_R Incremento della produzione e della qualità della produzione scientifica</b>                   |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                |
| <b>AZIONE</b>                                                                                                   | <b>INDICATORE</b>                                                                                                                                                                         | <b>TARGET</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>INDICATORE CONDIVISO CON IL PSA (SI/NO)</b> |
| Incremento della produttività e della qualità scientifica                                                       | Numero di pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS.                                                                                                                 | Incremento non inferiore al 10% nel quinquennio rispetto alla media del dipartimento nei tre anni precedenti.                                                                                                                                                                                                      | NO                                             |
| Incremento della produttività e della qualità scientifica                                                       | Quota delle pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS realizzate in co-authorship da ricercatori del DMMM afferenti ad almeno due SSD.                               | Incremento non inferiore al 10% nel quinquennio rispetto alla media del dipartimento nei tre anni precedenti.                                                                                                                                                                                                      | NO                                             |
| Incremento della produttività e della qualità scientifica                                                       | Quota delle pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS realizzate da ricercatori del DMMM in co-authorship con almeno un ricercatore di altro ente di ricerca.        | Incremento non inferiore al 15% nel quinquennio rispetto alla media del dipartimento nei tre anni precedenti.                                                                                                                                                                                                      | NO                                             |
| Incremento della produttività e della qualità scientifica                                                       | Quota delle pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS realizzate da ricercatori del DMMM in co-authorship con almeno un ricercatore di altro ente di ricerca estero. | Incremento non inferiore al 7% nel quinquennio rispetto alla media del dipartimento nei tre anni precedenti della quota delle pubblicazioni su riviste internazionali indicizzate Scopus-WoS realizzate da ricercatori del dipartimento in co-authorship con almeno un ricercatore di altro ente di ricerca estero | NO                                             |
| Organizzazione di seminari di ricerca e specialistici                                                           | Numero di seminari organizzati                                                                                                                                                            | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | NO                                             |
| <b>OBIETTIVO 2_R Internazionalizzazione della ricerca</b>                                                       |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                |
| <b>AZIONE</b>                                                                                                   | <b>INDICATORE</b>                                                                                                                                                                         | <b>TARGET</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>INDICATORE CONDIVISO CON IL PSA (SI/NO)</b> |
| Partecipazioni a programmi di finanziamento competitivi europei                                                 | Numero di progetti sottomessi a programmi di finanziamento europei                                                                                                                        | Incremento del 5% rispetto ai tre anni precedenti                                                                                                                                                                                                                                                                  | SI                                             |
| Organizzazione di seminari di promozione e mentoring per la partecipazione a programmi di finanziamento europei | Numero di seminari organizzati                                                                                                                                                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | NO                                             |

| OBIETTIVO 1_TM Promozione delle attività di trasferimento tecnologico in collaborazioni con le aziende locali e nazionali                  |                                                                                 |        |                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------|
| AZIONE                                                                                                                                     | INDICATORE                                                                      | TARGET | INDICATORE CONDIVISO CON IL PSA (SI/NO) |
| Organizzazione e partecipazione di seminari ed incontri di presentazione dei servizi offerti dal DMMM con aziende e associazioni datoriali | Numero di seminari ed incontri organizzati                                      | 3      | NO                                      |
| OBIETTIVO 2_TM Promozione delle attività di di public engagement e di quarta missione ad alto impatto sociale                              |                                                                                 |        |                                         |
| AZIONE                                                                                                                                     | INDICATORE                                                                      | TARGET | INDICATORE CONDIVISO CON IL PSA (SI/NO) |
| Organizzazione di attività di comunicazione e promozione della cultura STEM nella società                                                  | Numero di seminari ed incontri organizzati rispetto ai docenti del dipartimento | 3      | NO                                      |
| Organizzazione e partecipazione di eventi di divulgazione scientifica alla comunità dei risultati dei progetti di ricerca                  | Numero di eventi organizzati rispetto ai docenti del dipartimento               | 3      | NO                                      |
| Attività di divulgazione scientifica alla comunità dei risultati dei progetti di ricerca tramite contenuti multimediali                    | Numero di attività di divulgazione dei risultati (ad es. eventi, MOOCs, etc)    | >3     | NO                                      |
| OBIETTIVO 3_TM Attivare nuovi spin-off e start-up innovative                                                                               |                                                                                 |        |                                         |
| AZIONE                                                                                                                                     | INDICATORE                                                                      | TARGET | INDICATORE CONDIVISO CON IL PSA (SI/NO) |
| Organizzazione e partecipazione ad eventi di supporto alla creazione di spin-off in collaborazione con il BINP                             | Numero di eventi                                                                | 2      | NO                                      |
| Storie di start up che coinvolgono ricercatori e/o studenti DMMM                                                                           | Numero di storie                                                                | 1      | NO                                      |
| OBIETTIVO 4_TM Supportare lo sviluppo di brevetti                                                                                          |                                                                                 |        |                                         |
| AZIONE                                                                                                                                     | INDICATORE                                                                      | TARGET | INDICATORE CONDIVISO CON IL PSA (SI/NO) |
| Collaborazione del Dipartimento con l'Ufficio Valorizzazione della ricerca                                                                 | Partecipazione dei docenti alle azioni organizzate dagli Ufficio                | 5      | NO                                      |
| OBIETTIVO 1_TS Rafforzare il Sistema Assicurazione Qualità del Dipartimento                                                                |                                                                                 |        |                                         |
| AZIONE                                                                                                                                     | INDICATORE                                                                      | TARGET | INDICATORE CONDIVISO CON IL PSA (SI/NO) |

|                                                                                                   |                                       |               |                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------|------------------------------------------------|
| Formalizzare ruoli AQ per didattica, ricerca, TM                                                  | Numero ruoli AQ formalmente assegnati | 100%          | NO                                             |
| Potenziare le procedure interne di monitoraggio, verbalizzazione e pubblicazione dei risultati AQ | SMA Dipartimento<br>RR Dipartimento   | 100%          | NO                                             |
| <b>OBIETTIVO 1_TS Rafforzare l'immagine reputazionale del Dipartimento</b>                        |                                       |               |                                                |
| <b>AZIONE</b>                                                                                     | <b>INDICATORE</b>                     | <b>TARGET</b> | <b>INDICATORE CONDIVISO CON IL PSA (SI/NO)</b> |
| Rinnovare il sito web del dipartimento                                                            | Indicatore si/no                      | 100%          | NO                                             |
| Attivare newsletter del Dipartimento                                                              | Indicatore si/no                      | 100%          | NO                                             |

#### 4. PIANO TRIENNALE DI RECLUTAMENTO



## 4.1 PROGRAMMAZIONE TRIENNALE DEL PERSONALE DOCENTE E RICERCATORE

La programmazione triennale delle risorse di personale è stata proposta dalla Commissione Risorse nella seduta del 17/07/2024 e successivamente approvata nella sua versione definita dal Consiglio di Dipartimento del 17 luglio 2024 (Tabella 12).

Essa risponde all'esigenza di garantire l'equilibrio tra l'obiettivo di sviluppo scientifico del Dipartimento, l'obiettivo di migliorare la qualità della didattica dei CdS del Dipartimento, assicurando al contempo l'allineamento con gli obiettivi di sviluppo strategico del Dipartimento nelle tre missioni di didattica, ricerca e terza missione/impatto sociale.

Nello specifico la richiesta del fabbisogno di personale docente e ricercatore deriva da esigenze didattiche e di ricerca. In particolare, per sviluppare un nuovo corso di studio triennale internazionale sui temi dell'ingegneria gestionale con l'obiettivo di formare una figura professionale capace di progettare, pianificare e gestire l'innovazione dei sistemi industriali e dei processi produttivi e organizzativi con l'ausilio delle tecnologie digitali è necessario potenziare gli SSD impegnati nelle materie di base e nell'area disciplinare dell'ingegneria gestionale, che sono anche quelli interessati da un maggiore impegno di carico didattico. Il potenziamento dell'offerta formativa con l'introduzione di nuovi curricula anche in lingua inglese ed il potenziamento delle attività formative post – lauream e lo sviluppo degli obiettivi di sviluppo della produzione scientifica nell'ambito delle tematiche del Dipartimento di eccellenza con riferimento al tema della transizione industriale, le tecnologie per l'aerospazio e i materiali avanzati richiedono il rafforzamento delle risorse negli SSD con competenze di additive manufacturing, mixed reality e human performance, sistemi di produzione digitali e sostenibili, mobilità sostenibile, aerodinamica e propulsione spaziale, tecnologie robotiche, sistemi energetici sostenibili, gestione delle sostenibilità, modelli di business innovativi e space economy.

La programmazione del personale è formulata tenendo anche in conto le necessità di sostenere in modo equilibrato i percorsi di sviluppo di carriera del personale docente e ricercatore, nel rispetto dei principi di trasparenza, equità e sostenibilità organizzativa e perseguire un'equilibrata e armonica distribuzione tra le tre fasce di docenza nel Dipartimento.

Tabella 12. Programmazione triennale del personale docente e ricercatore

| SSD       | SSD        | PRIMA FASCIA | SECONDA FASCIA | RTT/RTDB |
|-----------|------------|--------------|----------------|----------|
| IIND-01/D | ING-IND/04 |              |                |          |
| IIND-01/F | ING-IND/06 |              |                | 1        |
| IIND-01/G | ING-IND/07 |              |                | 1        |
| IIND-06/A | ING-IND/08 | 1            | 1              | 1        |
| IIND-06/B | ING-IND/09 | 1            |                |          |
| IMIS-01/A | ING-IND/12 | 1            |                | 1        |
| IIND-02/A | ING-IND/13 | 2            | 1              | 3        |
| IIND-03/A | ING-IND/14 | 1            |                | 1        |
| IIND-03/B | ING-IND/15 | 1            |                | 2        |
| IIND-04/A | ING-IND/16 | 1            | 1              | 2        |
| IIND-05/A | ING-IND/17 |              |                | 1        |
| IIND-03/C | ING-IND/21 |              |                | 1        |
| IEGE-01/A | ING-IND/35 | 2            |                | 2        |
| MATH-02/B | MATH-03    |              |                | 2        |
| MATH-03/A | MATH-05    |              |                | 2        |

|           |            |  |  |   |
|-----------|------------|--|--|---|
| IIND-07/D | ING-IND/19 |  |  | 1 |
| IIND-01/C | ING-IND/03 |  |  | 1 |

La programmazione della docenza mostrata in Tabella 12 sarà oggetto di ulteriore revisione annuale da parte della Commissione Risorse e del Consiglio di Dipartimento, volta a definirne le priorità suddividendole in tre fasce temporali, tenendo conto delle facoltà assunzionali assegnate annualmente dal Ministero all'Ateneo. Le priorità sono stabilite seguendo i criteri descritti nella sezione 1.4.2 del documento.

## 4.2 PROGRAMMAZIONE TRIENNALE DEL PERSONALE TECNICO AMMINISTRATIVO

La programmazione triennale del personale tecnico-amministrativo è elaborata sulla base della programmazione del personale tecnico-amministrativo 2023-2025 approvata nel Consiglio di Dipartimento del 20 gennaio 2023 e riportata nella scheda del fabbisogno del personale tecnico-amministrativo 2024-2026 (Tabella 13).

La richiesta del fabbisogno di personale tecnico-amministrativo deriva dalla necessità di supportare la crescente complessità delle attività di didattica, ricerca e terza missione svolte dal Dipartimento e nel pieno rispetto dell'art. 22 c.5, lett. b dello Statuto del Politecnico di Bari, garantendo una adeguata struttura tecnico/amministrativa in grado di gestire efficientemente ed efficacemente i numerosi corsi di laurea del Dipartimento, le attività legate ai Progetti di ricerca PNRR, ai Progetti di ricerca Nazionali e Internazionali, le attività legate alla gestione del Progetto "Dipartimento di Eccellenza", i laboratori e le infrastrutture di ricerca e le attività di terza missione con particolare riferimento ai progetti conto-terzi.

Tabella 13. Fabbisogno del personale tecnico amministrativo

| Fabbisogno 2024 - 2026 Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management |           |                                |          |                                                                                                           |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PRIORITA'                                                                 | CATEGORIA | AREA                           | N. POSTI | FIGURA PROFESSIONALE                                                                                      | FUNZIONI RICHIESTE PER LA FIGURA PROFESSIONALE                                                          | Titolo di studio richiesto (per EP qualificazione professionale)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1                                                                         | EP        | Area amministrativa-gestionale | 1        | Esperto processi amm.vo contabili dipartimento, ottima conoscenza della gestione dei Progetti di Ricerca. | La figura sarà assegnata al ruolo di Responsabile dei Servizi Amministrativi Dipartimentali.            | Laurea specialistica/magistrale, Laurea magistrale a ciclo unico, Diploma di laurea V.O. e abilitazione professionale o particolare qualificazione professionale inerente al posto messo a selezione. La qualificazione professionale può essere desunta anche dal possesso di titoli post lauream, quali il master universitario, il diploma di specializzazione e il dottorato di ricerca |
| 1                                                                         | C         | Area amministrativa            | 1        | Esperto servizi agli studenti                                                                             | La figura si occuperà della gestione delle Sedute di Laurea del Dipartimento e delle Pratiche Studenti. | Diploma di istruzione secondaria di II grado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|   |   |                                          |   |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                  |
|---|---|------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | D | Area amministrativa                      | 1 | Esperto processi amm.vo contabili dipartimento AREA CONTABILITA' E ATTIVITA' NEGOZIALE | La figura si occuperà di Gestione del processo di acquisizione di beni e servizi, Pianificazione finanziaria, Proposta di budget e delle variazioni; Operazioni di chiusura contabile, verifica delle scritture contabili, stato di avanzamento economico dei progetti - Monitoraggio del ciclo attivo - Gestione del processo di autorizzazione e contabilizzazione delle missioni, caricamento dati progetti su U-GOV modulo PJ, Fondo Economico - Gestione del patrimonio mobiliare - iscrizioni missioni- Gestione contabile dei progetti - programmazione dei lavori e delle forniture, | Laurea, Laurea specialistica/magistrale, Laurea magistrale a ciclo unico, Diploma di laurea V.O. |
| 1 | D | Area amministrativa-gestionale           | 1 | Manager Didattico                                                                      | La figura sarà assegnata al ruolo di Manager Didattico e della Qualità, per coordinare la gestione dei numerosi corsi di Laurea del DMMM e per costituire il riferimento dipartimentale con il PQA. In particolare:<br>- supporto ai Coordinatori CDS per la programmazione dei Corsi;<br>- bandi insegnamenti vacanti;<br>- bandi didattica integrativa;<br>- registri e diari docenti.                                                                                                                                                                                                     | Laurea, Laurea specialistica/magistrale, Laurea magistrale a ciclo unico, Diploma di laurea V.O. |
| 1 | D | tecnico-scientifica ed elaborazione dati | 1 | Esperto Informatico                                                                    | La figura sarà responsabile di U.O. gestione strutture e risorse informatiche di dipartimento. In particolare:<br>- aggiornamento, installazione, gestione software/hardware lab. didattici e di ricerca;<br>- gestione del sito web di dipartimento;<br>- gestione banche dati;<br>- sistemi operativi, data center, cloud computing, software.                                                                                                                                                                                                                                             | Laurea, Laurea specialistica/magistrale, Laurea magistrale a ciclo unico, Diploma di laurea V.O. |
| 1 | D | tecnico-scientifica ed elaborazione dati | 1 | Esperto Tecnico Laboratorio                                                            | La figura si occuperà della gestione della strumentazione scientifica del laboratorio di Tribologia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Laurea, Laurea specialistica/magistrale, Laurea magistrale a ciclo unico, Diploma di laurea V.O. |

|   |   |                                          |   |                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                       |                                                                                                  |
|---|---|------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | D | tecnico-scientifica ed elaborazione dati | 1 | Esperto Tecnico Laboratorio                                                                                                                                                                                    | La Figura si occuperà di gestire le attività relative al costituendo laboratorio informatico della sezione Management | Laurea, Laurea specialistica/magistrale, Laurea magistrale a ciclo unico, Diploma di laurea V.O. |
| 2 | D | tecnico-scientifica ed elaborazione dati | 1 | Esperto Tecnico Laboratorio                                                                                                                                                                                    | La figura si occuperà della gestione della strumentazione scientifica del laboratorio area energetica                 | Laurea, Laurea specialistica/magistrale, Laurea magistrale a ciclo unico, Diploma di laurea V.O. |
| 2 | C | Area amministrativa                      | 1 | Esperto gestione Progetti di Ricerca con particolare riferimento al monitoraggio del Budget, della spesa e della ammissibilità dei costi, al fine di supportare il Dipartimento nelle azioni di Terza Missione | La figura sarà assegnata alla Segreteria Amministrativa del Dipartimento, U.O. Ricerca e Terza Missione.              | Diploma di istruzione secondaria di II grado                                                     |
| 2 | D | tecnico-scientifica ed elaborazione dati | 1 | Esperto Tecnico Laboratorio                                                                                                                                                                                    | La figura ricoprirà il ruolo di Responsabile Tecnico del Laboratorio Multidisciplinare Lab eM3                        | Laurea, Laurea specialistica/magistrale, Laurea magistrale a ciclo unico, Diploma di laurea V.O. |
| 2 | C | tecnico-scientifica ed elaborazione dati | 1 | Tecnico Laboratorio                                                                                                                                                                                            | La figura si occuperà di supportare il Responsabile Tecnico del Laboratorio Multidisciplinare Lab eM3                 | Diploma di istruzione secondaria di II grado                                                     |
| 2 | D | tecnico-scientifica ed elaborazione dati | 1 | Esperto Tecnico Laboratorio                                                                                                                                                                                    | La Figura si occuperà di gestire le attività relative al costituendo laboratorio informatico della sezione Management | Laurea, Laurea specialistica/magistrale, Laurea magistrale a ciclo unico, Diploma di laurea V.O. |

### **Documenti di riferimento**

Verbale dei Consiglio di Dipartimento N.7 del 17 luglio 2024, <https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/verbali-sedute-cdd/sedute-consiglio-di-dipartimento-anno-2024>

Verbale del consiglio di Dipartimento N.1 del 20 gennaio 2023, <https://www.dmmm.poliba.it/index.php/it/verbali-sedute-cdd/sedute-consiglio-di-dipartimento-anno-2023>