

**DOTTORATO DI RICERCA INTERATENEO CON L'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI**  
**IN**  
**SMART AND SUSTAINABLE INDUSTRY**  
**XLI CICLO**

**Descrizione del Progetto:**

Il Politecnico di Bari e l'Università degli Studi di Bari Aldo Moro propongono il Corso di Dottorato Interateneo in Smart and Sustainable Industry.

Il Corso persegue formazione e ricerca nel campo delle tecnologie interdisciplinari abilitanti per l'Industria Intelligente e Sostenibile come definite dall'Unione Europea e identificate nel Piano Nazionale della Ricerca, nel Piano Nazionale Impresa 4.0 e confermate nel Piano Transizione 4.0, nonché nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, attraverso l'integrazione e la cross-fertilizzazione delle scienze di base (settori ERC PE1-PE5), dell'informatica e scienze dei calcolatori (settore ERC PE6) con l'Ingegneria dell'Informazione (settore ERC PE7) e l'Ingegneria Industriale (settore ERC PE8). Il progetto formativo prevede pertanto il contributo delle aree scientifico-disciplinari CUN 01 (Scienze Matematiche e Informatiche), 02 (Scienze Fisiche), 03 (Scienze Chimiche) e 09 (Ingegneria Industriale e dell'Informazione).

L'interdisciplinarietà del programma dottorale proposto è attestata dalla numerosità dei settori scientifico-disciplinari rappresentati nel Collegio e distribuiti nei Dipartimenti di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione (DEI-PoliBA), di Meccanica, Matematica e Management (DMMM-PoliBA), di Architettura, Costruzione e Design (ARCOD-PoliBA), Interuniversitario di Fisica (DIF-PoliBA/UniBA), di Chimica (UniBA), di Informatica (UniBA) e di Ingegneria (LUM), nonché in quelli delle Istituzioni straniere coinvolte e negli Istituti del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Un importante contributo al raggiungimento degli obiettivi formativi del Corso di Dottorato è fornito dalle Imprese presenti con loro rappresentanti nel Collegio, che potranno rafforzare il rapporto fra la ricerca accademica e degli enti, il territorio e l'industria per meglio affrontare le sfide dell'innovazione.

I Docenti del Collegio possono attestare partecipazioni attive a progetti di ricerca rilevanti per il tessuto imprenditoriale locale e nazionale, nonché vantare solide collaborazioni in ambito internazionale.

L'ambito di ricerca e sviluppo relativo alla Smart and Sustainable Industry comprende un numero significativo di macroaree che includono tecnologie abilitanti, come ad esempio realtà aumentata e virtuale, robotica collaborativa e programmabile, automazione intelligente, nanotecnologie, materiali, sensori e tecniche di controllo intelligenti, apprendimento automatico e intelligenza artificiale, in grado di supportare la trasformazione verso un'industria più digitalizzata e sostenibile; strategie per la conversione digitale; prodotti e servizi, materiali e processi produttivi intelligenti; fabbriche, metodi di lavoro e sistemi di produzione intelligenti.

Grazie a un piano formativo personalizzato, a conclusione del percorso dottorale, i Dottori di Ricerca avranno acquisito una preparazione multi- e inter-disciplinare e capacità critiche che consentano di operare su sistemi ad elevata complessità e ad alta densità di conoscenza in molteplici contesti di mercato, per condurre attività di ricerca innovativa, realizzare trasferimento tecnologico, sviluppare applicazioni, contribuire a una rapida innovazione di processi, prodotti e servizi.

### **Obiettivi del Corso:**

Il Corso di Dottorato in Smart and Sustainable Industry si pone come obiettivo quello di formare esperti di elevato profilo scientifico, in grado di contribuire alla innovazione tecnologica, alla trasformazione digitale e allo sviluppo sostenibile delle maggiori filiere produttive nel panorama nazionale ed europeo, fornendo agli studenti solide basi per la comprensione dei fenomeni fisico-chimici fondamentali e dei problemi ingegneristici più complessi e sfidanti, nonché una conoscenza approfondita delle metodologie e degli approcci numerici e sperimentali necessari alla loro analisi e realizzazione.

Il Corso si avvale di una rilevante rete di interazioni di ricerca nei diversi settori applicativi e delle forti sinergie tra le aree coinvolte del Politecnico di Bari e dell'Università degli Studi di Bari Aldo Moro, capitalizzando le competenze maturate nei numerosissimi programmi di trasferimento tecnologico degli Atenei proponenti e le potenzialità dei tanti laboratori pubblico-privati in essi presenti da tempo e delle iniziative di ricerca industriale in atto sul territorio regionale e nazionale.

Il Corso si articola in due macro-ambiti culturali interconnessi a garanzia degli obiettivi formativi fortemente interdisciplinari:

- Tecnologie core che comprendono sistemi embedded, reti di sensori intelligenti, ICT, Internet of Things, Industrial Internet, Big Data e Analytics, Fog/Cloud/Mobile Edge Computing, cybersecurity, automazione industriale e sistemi di misura, robotica, sviluppo di macchine intelligenti, progettazione meccanica e tecnologie di lavorazione, ingegneria dei processi, sistemi di produzione evolutivi e adattativi, sistemi energetici efficienti e sostenibili, innovazione dei processi organizzativi e dei modelli di business.
- Tecnologie emergenti, che comprendono nanotecnologie e materiali avanzati, additive manufacturing, prototipazione rapida, tribologia industriale, dispositivi e sensori avanzati, smart systems, quantum technology, smart wearable devices, collaborative robotics, advanced Human Machine Interface, automazione cognitiva, advanced machine learning, virtual & augmented reality, metaverso, digital twin e simulazione, Human-centered artificial intelligence, blockchain, smart education and training per il trasferimento tecnologico.

Le tecnologie saranno esplorate con una sensibilità rivolta a sostenibilità sociale, economica, ambientale e al miglioramento del benessere dell'uomo.

Al fine di formare Dottori di Ricerca in grado di contribuire alla innovazione tecnologica, alla trasformazione digitale e allo sviluppo sostenibile delle maggiori filiere produttive nel panorama nazionale ed europeo, il Collegio dei Docenti individua per ogni studente un percorso formativo personalizzato che consenta un adeguato grado di approfondimento in linea con gli interessi e i talenti specifici. Il percorso comprende, unitamente all'attività di ricerca specificamente definita per un impegno globale di 120 crediti, anche un'attività didattica per un numero massimo di crediti pari a 60, in accordo con il regolamento didattico della Scuola di Dottorato (SCUDO) del Politecnico di Bari (<https://www.poliba.it/sites/default/files/dottorati/regscudo2021.pdf>), da svolgersi preferibilmente nei primi due anni.

L'attività didattica svolta, tipicamente, nel primo anno è orientata a rendere più omogenee le competenze fondamentali. Gli studenti potranno poi seguire insegnamenti specialistici attivati per raggiungere gli obiettivi specifici del Corso. In particolare, la didattica dottorale comprende insegnamenti offerti dalla SCUDO (<https://www.poliba.it/it/dottorato-di-ricerca-pagina/offerta-didattica>) tra cui lo studente può scegliere i più idonei ad arricchire il proprio percorso formativo in accordo con il Supervisore e con il Collegio dei Docenti. L'offerta formativa della SCUDO è articolata su tre livelli: livello 1-paniere di materie a scelta di interesse comune; livello 2-panieri di interesse per specifiche aree tematiche; livello 3-panieri a scelta su proposta dei Collegi di Dottorato (i dettagli sugli insegnamenti proposti dal Collegio SSI in relazione ai livelli 2 e 3 sono riportati nella Sezione 4). La didattica dottorale del Corso di Dottorato è completata da percorsi seminariali (<http://phd-ssi.poliba.it/scientific-events/>), focalizzati su aspetti specifici relativi all'innovazione tecnologica, alla trasformazione digitale e allo sviluppo sostenibile dell'industria, organizzati anche in collaborazione con grandi aziende, PMI e centri di ricerca, con cui sussistono già numerosi e consolidati rapporti di collaborazione.

Agli studenti è anche fortemente consigliata una permanenza di studio presso Università o Centri di ricerca esteri di rilevante prestigio internazionale, nonché un'interazione stretta con il mondo industriale, funzionale anche a una migliore comprensione dei processi di trasferimento tecnologico e implicita per percorsi formativi a più forte caratterizzazione in tale direzione.

### **Sbocchi occupazionali e professionali previsti:**

Il rapporto ALMALAUREA 2023 sul profilo e sulla condizione occupazionale dei Dottori di Ricerca attesta l'elevata efficacia delle competenze acquisite durante il percorso dottorale per lo svolgimento della specifica attività lavorativa, testimoniata da circa il 77% degli occupati, nonché l'elevato tasso di occupazione (circa pari a 91%) già ad un anno dal conseguimento del titolo di Dottorato, con una media di soli tre mesi per il reperimento della prima opportunità lavorativa ad elevato grado di specializzazione.

La condizione occupazionale dei Dottori di Ricerca risulta, pertanto, migliore di quella dei laureati nelle stesse aree CUN di pertinenza del Corso di Dottorato di Ricerca, con circa l'84%

degli occupati che svolge una “professione intellettuale, scientifica e di elevata specializzazione”.

Inoltre, in questa fase storica le aziende sono chiamate ad investire in tecnologie digitali utili a sostenere il passaggio verso l'Industria Intelligente e lo Sviluppo Sostenibile e, di conseguenza, hanno bisogno di reperire personale qualificato funzionale a questo scopo. Il rapporto Excelsior di Unioncamere-ANPAL 2023 prevede un fabbisogno complessivo di circa 4 milioni di lavoratori nel periodo 2023-2027, con una netta crescita nella richiesta di figure tecniche, soprattutto in ambiti quali digitale, green e demografico che avranno un impatto sempre più rilevante sul mercato del lavoro, nei prossimi anni. Dal confronto tra domanda e offerta emerge, nel complesso, un'offerta insufficiente a coprire le necessità del sistema economico, con differenze significative tra i diversi ambiti di studio. In particolare, per le aree STEM, i mismatch più critici si riscontrano nell'ambito delle scienze matematiche, fisiche e informatiche e in quello ingegneristico. Permane, pertanto, una situazione di criticità nelle competenze degli individui che non corrispondono pienamente alle esigenze di innovazione tecnologica e trasformazione digitale e sostenibile dell'industria.

Le competenze specifiche acquisite alla fine del percorso dottorale in Smart and Sustainable Industry rispondono pienamente alle esigenze di figure professionali chiave nello sviluppo di sistemi ad elevato contenuto tecnologico, espresse dalla moderna industria manifatturiera che è chiamata a investire costantemente sull'innovazione di processo, di prodotto e di servizio.

Tra i settori industriali di sbocco, e di particolare interesse in ambito regionale e nazionale, appare rilevante citare: aerospazio, automotive, mobilità e trasporti, smart city, biomedicina, meccanica e mecatronica, agroalimentare, elettronica, informatica, telecomunicazioni, energia, logistica, siderurgia, tessile-abbigliamento-calzaturiero, manifatturiero. In aggiunta a tali settori, per i Dottori di Ricerca formati si possono individuare sbocchi professionali in attività di ricerca e sviluppo per l'industria dei servizi, nonché per sistemi, prodotti e servizi legati alla gestione delle risorse.

I Dottori di Ricerca in Smart and Sustainable Industry potranno operare come consulenti professionali richiesti anche dalle realtà industriali per la gestione dei processi di innovazione e come esperti per lo sviluppo di programmi di ricerca dell'Unione Europea.

Infine, alcuni dei Dottori di Ricerca formati potranno essere assorbiti nei ruoli accademici di università italiane e estere nonché divenire ricercatori presso enti di ricerca pubblici e privati, e presso consorzi per lo sviluppo sostenibile e l'innovazione tecnologica dell'industria.