

Bando di concorso per l'ammissione ai corsi di dottorato del XXXVIII ciclo del Politecnico di Bari

Allegato 6

DOTTORATO DI RICERCA IN

INDUSTRIA 4.0

Corso di Dottorato Interateneo con l'Università degli Studi di Bari Aldo Moro

Codici identificativi di Progetto (CUP): D93C22000560001; D93D22001370001

| SCHEDA DI DOTTORATO XXXVIII CICLO | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIPARTIMENTO | Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione |
| COORDINATORE | Prof. Gennaro Boggia (gennaro.boggia@poliba.it) |
| POSTI A CONCORSO | 14 |
| | di cui |
| <i>Posti con borsa di studio Poliba</i> | 2 |
| <i>Posto con borsa di studio Poliba riservata a laureati in università estera</i> | 1 |
| <i>Posti con borsa di studio Uniba</i> | 3 |
| <i>Posti con borsa di studio Poliba finanziata con fondi PNRR – ex DM 351/2022</i> | 3 di cui: |
| <u>Vedasi elenco tematiche di ricerca in coda</u> | BORSA N. 1 - Ambito: PNRR; Tematica: "Piattaforme di ottimizzazione e il controllo per Drone-as-a-service nella logistica"; BORSA N. 2 - Ambito: PNRR; Tematica: "SANI- Sviluppo di nanomateriali antimicrobici sostenibili per l'innovazione nel settore dell'Industria alimentare"; BORSA N. 3 - Ambito: Pubblica Amministrazione; Tematica: "Sviluppo di strategie di controllo avanzate basate sull'intelligenza artificiale per la mobilità urbana". |
| <i>Posti con borsa di studio Poliba finanziata con fondi PNRR – ex DM 352/2022</i> | 2 di cui: |
| <u>Vedasi elenco tematiche di ricerca in coda</u> | BORSA N. 4 - Co-finanziata da: Manta Group s.r.l.; Tematica: "La flessibilità energetica tramite sistemi di accumulo per i fabbisogni di edifici industriali"; BORSA N. 5 - Co-finanziata da: Hevolus s.r.l.; Tematica: "Strumenti e metodi per Rendere accessibile il Metaverse alle piccole e medie imprese italiane e non". |
| <i>Posti senza borsa di studio</i> | 3 |
| TITOLO DI ACCESSO RICHIESTO <i>Per l'accesso al Dottorato di Ricerca in Industria 4.0 è richiesto il possesso di un titolo accademico di II livello</i> | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Laurea quinquennale conseguita con ordinamento previgente il D.M. 509/99; ➤ Laurea Specialistica (ordinamento D.M. 509/99); ➤ Laurea Magistrale (ordinamento D. M. 270/04); |

| | |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | ➤ Titolo accademico conseguito con ordinamento estero di livello corrispondente ¹ . |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------|

DOMANDA DI AMMISSIONE

Si precisa che quanto previsto nel presente paragrafo integra e non sostituisce gli artt. 2 e 3 del bando di concorso.

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>DOCUMENTAZIONE OBBLIGATORIA da allegare obbligatoriamente alla domanda online, pena l'esclusione dalla procedura concorsuale.</p> | <p>➤ Curriculum vitae et studiorum secondo il modello predisposto dall'Ateneo, disponibile al link https://www.poliba.it/it/dottorati-di-ricerca.</p> <p>(Denominare il file "01.CV").</p> <p>➤ Documento di riconoscimento in corso di validità. Si precisa che saranno accettati, pena l'esclusione i seguenti documenti di riconoscimento:</p> <ul style="list-style-type: none">• carta d'identità (solo se rilasciata da uno Stato membro dell'UE);• patente di guida (solo se rilasciata da uno Stato membro dell'UE);• passaporto in tutti gli altri casi (compresi i cittadini di Stati non aderenti all'UE). <p>(Denominare il file "02.Documento Riconoscimento").</p> <p>➤ Titoli di laurea triennale e specialistica/magistrale (o quinquennale) posseduti.</p> <p>I candidati con titolo di accesso conseguito in Italia devono allegare <u>obbligatoriamente</u> il modello predisposto dall'Ateneo, (disponibile al link https://www.poliba.it/it/dottorati-di-ricerca) specificando le seguenti informazioni:</p> <ul style="list-style-type: none">• voti di laurea;• elenco degli esami sostenuti nei due corsi di studio (o in quello quinquennale);• relativa votazione. <p>(Denominare il file "03.Titoli di Laurea").</p> <p>I candidati con titolo di accesso conseguito con ordinamento estero devono allegare, in luogo delle autodichiarazioni, i seguenti documenti² redatti dall'istituzione accademica che li ha emessi:</p> <ul style="list-style-type: none">• certificato/diploma di laurea con relativa votazione;• transcript ufficiale degli esami sostenuti durante l'intero percorso universitario con relativa votazione; |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

¹ L'idoneità del titolo estero che, invece, **non sia già stato dichiarato equipollente** alla laurea, fermo restando la verifica di ufficio della validità amministrativa, viene accertata dalla Commissione giudicatrice del concorso nel rispetto della normativa vigente in Italia e nel Paese dove è stato rilasciato il titolo stesso e dei trattati o accordi internazionali in materia di riconoscimento di titoli per il proseguimento degli studi.

² **ATTENZIONE:** Tale documentazione dovrà essere in italiano o in francese o in inglese, ovvero tradotta in italiano o in inglese e legalizzata dalle competenti rappresentanze diplomatiche o consolari italiane, a cura e sotto la responsabilità del candidato, secondo le "Procedure per l'ingresso, il soggiorno e l'immatricolazione degli studenti internazionali, e il relativo riconoscimento dei titoli, per i corsi della formazione superiore in Italia 2022-2023".

| | |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none">• ogni altro documento ritenuto utile ai fini della dichiarazione di idoneità dei titoli con quelli previsti dal presente bando (Diploma Supplement, dichiarazione di valore in loco). <p><i>(Denominare il file "03.Titoli di Laurea").</i></p> <p>➤ Abstract della tesi di laurea specialistica/magistrale (o quinquennale), con indicazione del titolo e del /i relatore/i (max 3.000 caratteri).</p> <p><i>(Denominare il file "04.Abstract Tesi").</i></p> <p>➤ Tesi di laurea specialistica/magistrale (o quinquennale).</p> <p>In caso di candidati laureandi, ai sensi dell'art. 2, allegare l'elaborato di tesi svolto sino alla data di presentazione della domanda, con indicazione del titolo e del relatore. ATTENZIONE: si intende la dissertazione scritta di tesi eseguita dal candidato laureando sino alla data di presentazione della domanda di ammissione al presente concorso, che, in termini di capitoli o di pagine, consenta un'utile valutazione del relativo contenuto/argomento alla Commissione giudicatrice. In nessun caso la sintesi dell'argomento di tesi (abstract) sarà considerato elaborato di tesi.</p> <p><i>(Denominare il file "05.Tesi").</i></p> <p>➤ Proposta di Ricerca che si intende sviluppare nel Corso di Dottorato e che riporti la base di partenza scientifica della proposta, gli obiettivi della ricerca, le metodologie che si intendono adottare. La proposta/Il progetto di ricerca sarà esaminata/o esclusivamente ai fini dell'ammissione e non prefigura necessariamente l'attività di ricerca che il dottorando dovrà effettuare durante il suo percorso formativo.</p> <p>Per la presentazione della proposta di ricerca è obbligatorio utilizzare il format predisposto (denominato "ALLEGATO F_FORMAT PROPOSTA DI RICERCA_DRI 4.0" presente al link https://www.poliba.it/sites/default/files/dottorati/allegato_f_format_proposta_di_ricerca_dri_4.0.docx).</p> <p>ATTENZIONE: Qualora si volesse proporre un progetto di ricerca in linea con le tematiche ai sensi DD.MM. 351/2022 e 352/2022, è necessario che la proposta di ricerca sia redatta in coerenza con una o più tematiche indicate all'elenco in coda.</p> <p><i>(Denominare il file "06.Proposta di Ricerca").</i></p> |
| DOCUMENTAZIONE NON OBBLIGATORIA | ➤ Dichiarazione sostitutiva degli eventuali altri titoli in possesso ai fini della valutazione, datata e sottoscritta (modello |

| | |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>disponibile al link https://www.poliba.it/it/dottorati-di-ricerca), resa ai sensi degli artt. 46 e 47 del D.P.R. 445/2000.</p> <p><i>(Denominare il file "07.Dichiarazione altri titoli").</i></p> <p>➤ Una o due lettere di presentazione di docenti che abbiano seguito il percorso formativo del candidato negli studi universitari.</p> <p><i>(Denominare il file "08.Lettera presentazione 1", "08. Lettera presentazione 2").</i></p> <p>➤ Eventuali certificazioni linguistiche, idonee all'accertamento della conoscenza della lingua inglese con livello pari almeno al B2. I soli candidati con cittadinanza non italiana potranno allegare in questa sezione la certificazione linguistica per l'accertamento della lingua italiana.</p> <p><i>(Denominare il file "09.Certificazione linguistica 1"; etc).</i></p> <p>➤ Eventuali pubblicazioni relative all'attività svolta e riportate nel Curriculum.</p> <p>Tale documentazione dovrà essere in italiano o in inglese, ovvero tradotta in italiano o in inglese a cura e sotto la responsabilità del candidato.</p> <p>Nel caso di pubblicazioni voluminose non disponibili in formato elettronico o che eccedano i MB consentiti, il candidato potrà presentarle separatamente, in formato cartaceo o su supporto elettronico (CD o DVD_ROM) corredate da un elenco, entro le ore 14:00 del giorno di scadenza di presentazione delle domande di ammissione al concorso.</p> <p>La presentazione delle pubblicazioni in modalità cartacea o su supporto elettronico potrà avvenire con invio di plico, idoneamente chiuso e controfirmato sui lembi di chiusura, a mezzo di servizio postale, corriere privato o agenzia di recapito, al seguente indirizzo: Magnifico Rettore del Politecnico di Bari – Direzione Gestione Risorse e Servizi Istituzionali- Settore Ricerca, Relazioni Internazionali e Post-Lauream - Ufficio Protocollo – Via Amendola 126/B, 70126 BARI. Sul plico dovranno essere riportati, il nome e il cognome del candidato e la dicitura: "Concorso di ammissione al Corso di Dottorato in [identificazione del Dottorato]". Il recapito in tempo utile del plico con le pubblicazioni, mediante servizio postale, corriere privato, agenzia di recapito, presso l'Ateneo è ad esclusivo rischio del candidato.</p> <p><i>(Denominare il file "10.Pubblicazione 1"; etc).</i></p> |
| <p>RIEPILOGO DOCUMENTAZIONE</p> | <p><u>Documenti obbligatori:</u></p> <p>➤ Curriculum vitae et studiorum – obbligatorio <i>(denominare il file "01.CV");</i></p> <p>➤ Documento di riconoscimento in corso di validità – obbligatorio <i>(denominare il file "02.Documento Riconoscimento");</i></p> |

| | |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Titoli di laurea triennale e specialistica/magistrale (o quinquennale) – obbligatorio (<i>denominare il file "03.Titoli di Laurea"</i>); ➤ Abstract della tesi di laurea specialistica/magistrale (o quinquennale) – obbligatorio (<i>denominare il file "04.Abstract Tesi"</i>); ➤ Tesi di laurea specialistica/magistrale (o quinquennale) – obbligatorio (<i>denominare il file "05.Tesi"</i>); ➤ Proposta di Ricerca (<i>denominare il file "06.Proposta/Progetto di Ricerca"</i>). <p>Documenti non obbligatori:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Dichiarazione sostitutiva degli eventuali altri titoli in possesso – non obbligatoria (<i>denominare il file "07.Dichiarazione altri titoli"</i>); ➤ Una o due lettere di presentazione di docenti – non obbligatoria (<i>denominare il file "08.Lettera presentazione 1", "08. Lettera presentazione 2"</i>); ➤ Eventuali certificazioni linguistiche – non obbligatoria (<i>denominare il file "09.Certificazione linguistica 1"; etc</i>); ➤ Eventuali pubblicazioni – non obbligatoria (<i>denominare il file "10.Pubblicazione 1"; etc</i>). |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| PROVE DI CONCORSO | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. VALUTAZIONE DEI TITOLI POSSEDUTI | Valutazione dei titoli posseduti (media esami, voto di laurea, tesi di laurea, Master, Corsi di specializzazione, Corsi di perfezionamento, certificati linguistici, pubblicazioni, ecc.). |
| 2. COLLOQUIO | Il colloquio sarà volto a garantire un'idonea valutazione comparativa dei candidati e finalizzata alla verifica dell'attitudine alla ricerca, della disponibilità a svolgere esperienza all'estero e degli interessi scientifici del candidato. |
| DATE DELLE PROVE DI CONCORSO | Lunedì 12 settembre 2022; Martedì 13 settembre 2022; Mercoledì 14 settembre 2022; Giovedì 15 settembre 2022; Venerdì 16 settembre 2022. |
| <p>La Commissione dispone, per la valutazione dei titoli e per gli esami di ciascun candidato, di un totale di 100 punti (40 per i titoli e 60 per il colloquio).</p> <p>Una valutazione titoli con punteggio inferiore a 10 non darà accesso al colloquio. Il colloquio si intende superato con un punteggio minimo pari a 15.</p> <p>Il punteggio minimo totale per l'idoneità al concorso è quindi pari a 25.</p> | |



L'esito della valutazione dei titoli e del progetto sarà reso noto sul portale ESSE3, nell'area personale di ciascun candidato. Nessuna comunicazione sarà pertanto inviata ai candidati.

Al termine degli esami, la Commissione procede alla valutazione complessiva e compila la graduatoria di merito sulla base dei punteggi ottenuti dai candidati nelle singole prove.

I criteri di valutazione dei titoli saranno stabiliti dalle singole Commissioni.

SEGUE ELENCO TEMATICHE DI RICERCA

BORSA N. 1 DRI 4.0

D.M. 351/2022

Ambito: PNRR

Tematica: “Piattaforme di ottimizzazione e il controllo per Drone-as-a-service nella logistica”

RICERCA PROPOSTA:

Obiettivi e Innovatività

I droni, noti anche come veicoli aerei senza pilota (UAV), rappresentano una tecnologia abilitante dell'Industria 4.0, grazie alla loro funzionalità e versatilità in diversi settori industriali e logistici. Negli ultimi anni, gli UAV sono diventati fondamentali per diverse applicazioni e sono riusciti a penetrare in molti settori di business. Generalmente, le funzionalità dei droni si rivelano vantaggiose in luoghi che l'uomo non può raggiungere o in cui non può operare in modo tempestivo ed efficiente. Di recente, i droni sono sempre più impiegati nelle tipiche attività di aziende logistiche per svariati utilizzi – inclusi nel cosiddetto paradigma del Drone-as-a-Service (DaaS) – volti ad aumentare l'efficienza e la produttività del lavoro, ridurre il carico di lavoro e i costi di produzione, migliorare la precisione, perfezionare servizio e relazioni con i clienti e risoluzione di problemi di sicurezza su vasta scala.

Le applicazioni DaaS per la logistica possono essere classificate in diversi modi, ad esempio in base sulle principali capacità di cui i droni sono dotati, generalmente identificate come “see”, “sense” e “move”. “See” è la capacità di raccogliere dati visivi, spesso sotto forma di immagini e video. Nella logistica, esempi sono l'ispezione visiva di apparecchiature e il monitoraggio della sicurezza e dell'ergonomia degli operatori. “Sense” è la capacità di raccogliere dati grezzi e trasformarli in dati strutturati (cioè informazioni) senza eseguire operazioni fisiche aggiuntive. Alcuni esempi rilevanti nella logistica includono l'ispezione termica di attrezzature e macchine, il rilevamento di gas pericolosi, il monitoraggio e la ricerca di pallet persi per la gestione dell'inventario. “Move” è la capacità di afferrare e trasportare oggetti o eseguire operazioni fisiche. Un tipico esempio è costituito dalle operazioni intra-logistiche, come la consegna di componenti leggeri, pezzi di ricambio o strumenti. In aggiunta alle precedenti, sta emergendo la necessità di un'ulteriore capacità, che consiste nel raccogliere dati e trasformarli in informazioni durante l'esecuzione di operazioni fisiche (e.g., esecuzione dell'inventario, picking dei prodotti, consegna degli ordini), di conseguenza combinando le capacità “see”, “sense” e “move”. L'implementazione simultanea di tali capacità però introduce importanti sfide nelle tecniche di cooperazione, analisi, elaborazione delle informazioni e ottimizzazione, che sono tutte quante per natura incentrate sul controllo e richiedono lo sviluppo di ulteriori strumenti innovativi. Non a caso, in questo ambito sono ancora pochi i contributi nella corrispondente letteratura di settore. Colmare questo divario è esattamente l'obiettivo del presente progetto.

Metodologia ed Organizzazione delle Attività

Con l'obiettivo di combinare le capacità dei droni “see”, “sense” e “move”, questo progetto di ricerca si occuperà di definire nuove tecniche di decisione e controllo per l'uso di DaaS nei magazzini e nella logistica esterna. Le attività si concentreranno sullo sviluppo di nuove architetture e meccanismi di

controllo per la pianificazione del percorso e la prevenzione delle collisioni (“move”), utilizzando sensori di bordo in ambienti sia strutturati che in cambiamento dinamico (“see”), senza fare affidamento su infrastrutture di comunicazione esterne, come come GPS o sistemi di motion capture, e implementando algoritmi in grado di identificare eventuali anomalie (“sense”) all'interno della gestione del magazzino e delle consegne urbane. Inoltre, i droni dovranno essere in grado di navigare attivamente e collaborare con gli operatori sia in ambienti interni che esterni.

La ricerca affronterà le seguenti attività impegnative:

- Work Package (WP) 1: Sviluppo di soluzioni DaaS per coordinare in modo efficiente droni e flotte di droni con diverse risorse verso un obiettivo comune nella gestione del magazzino (e.g., gestione dell'inventario, intra-logistica degli item, ispezione e sorveglianza) e nella gestione delle consegna pacchi nelle aree urbane (e.g., consegnare forniture mediche di emergenza come defibrillatori o campioni di sangue per test e piccoli articoli da e-commerce).
- WP2. Definire meccanismi di controllo per migliorare la sicurezza, l'ergonomia e l'efficienza produttiva dell'operatore, concentrandosi sul campo emergente dell'interazione uomo-drone in ambienti interni ed esterni con l'uso di metodi di Speed and Separation Monitoring e Power and Force Limiting.
- WP3. Implementazione di nuovi algoritmi decisionali e di controllo per la pianificazione e il tracciamento del percorso (e.g., Linear Quadratic/Gaussian Regulator, Model Predictive Control, Sliding Mode Control) e prevenzione delle collisioni (e.g., potenziale artificiale, Velocity Obstacles, Probabilistic Roadmap, Rapidly-exploring Random Tree) con ostacoli fissi (e.g., infrastrutture) e dinamici (e.g., persone, uccelli) in ambienti strutturati e che cambiano dinamicamente.
- WP4: Sviluppo di architetture di controllo per droni che trasportano carichi utili studiando in dettaglio la dinamica dei sistemi e le manovre (soprattutto durante le modalità operative di decollo e atterraggio).
- WP 4: disseminazione dei risultati della ricerca, assicurandone un accesso aperto al pubblico.

Le attività di ricerca si svolgeranno presso il Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione del Politecnico di Bari ed in particolare presso il Decision and Control Laboratory (D&CLab - <http://dclab.poliba.it/>).

Inoltre, sfruttando partnership preesistenti, saranno previste collaborazioni con gruppi di ricerca appartenenti ad università estere e che presentano esperienza pluriennale in progetti di ricerca nel settore della logistica e orientati alla risoluzione delle problematiche dell'Industria 4.0, tra cui ad esempio la Division of Systems and Control, Chalmers University, Svezia. In particolare, verrà effettuato un periodo di sei mesi di studio e ricerca all'estero.

Infine, sulla base di collaborazioni consolidate, le prestazioni delle soluzioni messe a punto saranno validati in scenari realistici mediante casi di studio implementati in aziende del settore, quali ad esempio Elettroc80.

La tematica di ricerca è primariamente di assoluta centralità per il Corso di Dottorato Nazionale in Autonomous Systems, dato che i droni permettono ai sistemi logistici di raggiungere in modo automatico determinati obiettivi senza l'intervento o il controllo di un operatore umano; il tema di

ricerca è di estrema pertinenza anche per il Corso di Dottorato in Industria 4.0, il cui scopo è appunto quello fornire ai dottorandi una formazione di elevata qualità scientifica nelle tematiche di ricerca finalizzate alla transizione verso la logistica del tutto automatizzata e interconnessa.

Coerenza con i Criteri di Ammissibilità dei Dottorati di Ricerca PNRR (DM 351/2022)

Il progetto di ricerca è conforme all'art. 7 del DM 351/2022 per le motivazioni di seguito esposte.

Innanzitutto, il tema del progetto è in linea con le strategie industriali di ricerca e sviluppo, prioritarie sia nel contesto nazionale che sovranazionale, che identificano nell'impiego dei droni un'importante leva per l'aumento della competitività delle supply chain in risposta ai grandi cambiamenti del mercato mondiale.

In particolare, il progetto è in linea con i pilastri strategici e i principi orizzontali del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Nel contesto del PNRR, il tema della ricerca proposta è fondamentale per la cosiddetta missione M3C2 "Intermodalità e logistica integrata": lo sviluppo di soluzioni basate su droni contribuiscono ad ottimizzare processi e servizi, sostituendo gran parte delle operazioni manuali e riducendo i margini di errore.

Inoltre, la proposta progettuale, combinando le potenzialità dei droni con i vantaggi dei sistemi di controllo automatici, ben si colloca rispetto alla maturata esigenza di competitività delle supply chain sui mercati globali e locali tramite la creazione di processi logistici ad alto livello di innovazione tecnologica.

Infine, l'obiettivo del progetto di ricerca proposto ha un forte carattere multidisciplinare e fa riferimento a tutti i settori scientifici che intervengono nella definizione dei sistemi logistici, per guidare ed orientare i processi delle supply chain, sulla base di valutazioni scientifiche che comprendano in anticipo i mutamenti socio-economici e tecnologici in atto al fine di attivare processi di fertilizzazione essenziali per una transizione innovativa della logistica di nuova generazione. L'attuazione dell'intero percorso di dottorato promuoverà pertanto la multidisciplinarietà e l'intersectorialità attraverso il coinvolgimento di imprese e i centri di ricerca, in Italia e all'estero, nella formazione di elevata qualità scientifica nelle tematiche di ricerca che spaziano tra le tecnologie di produzione/logistica e dell'informazione.



BORSA N. 2 DRI 4.0

D.M. 351/2022

Ambito: PNRR

Tematica: “SANI- Sviluppo di nanomateriali antimicrobici sostenibili per l’innovazione nel settore dell’Industria alimentare”

RICERCA PROPOSTA:

Il progetto mira alla progettazione, caratterizzazione e implementazione di trattamenti basati su nanomateriali ad azione sinergica per combattere la formazione e/o la crescita di biofilm di interesse nel settore dell’industria alimentare.

Vari microrganismi patogeni (es. batteri, funghi) possono crescere durante il processo di lavorazione di un prodotto alimentare o direttamente su di esso con conseguente formazione di biofilm (colonie immerse in una matrice di polisaccaridi, proteine e DNA esogeno).

Questi sono capaci di aderire e svilupparsi sensibilmente su superfici di svariata natura (dall’acciaio alla buccia della frutta) rendendo inefficaci i processi di sanificazione/disinfezione convenzionali (es. ipoclorito, sali di ammonio quaternario).

Esempi problematici di patogeni nel campo dell’industria alimentare sono la *Listeria monocytogenes* e la *Salmonella enterica* in quanto possono causare malattie gravi per l’uomo fino alla morte. Secondo l’EFSA (Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare) nel 2019 più di 2500 casi di listeriosi sono stati accertati in Europa con mortalità oltre il 17%, mentre la salmonellosi ha riguardato 88000 casi. Risulta quindi cruciale investire anche nella ricerca e sviluppo di **sistemi innovativi di impiego nelle fasi di lavorazione e confezionamento di alimenti per la loro messa in sicurezza nonché per la disinfezione delle superfici di lavoro sfruttando processi sostenibili e a basso impatto.**

Infatti, un altro aspetto importante in questo settore riguarda la possibilità di realizzare i nuovi nanomateriali antimicrobici ispirandosi ai principi della **Green Chemistry perseguendo quindi gli obiettivi del Green Deal europeo.** In tal senso, saranno messe a punto delle strategie di sintesi basate sull’uso di **processi in fase acquosa scalabili e a basso costo** (ad esempio di tipo elettrochimico) per la realizzazione di **nanoantimicrobici ad azione sinergica** sfruttando precursori chimici ecocompatibili e poco tossici con propensione ad approcci zero waste. Nanostrutture (NS) di metalli (Cu, Ag) e ossidi metallici (ZnO, MgO) e loro combinazioni saranno realizzate in combinazione con ulteriori agenti a nota azione antimicrobica di origine naturale (es. lisozima, chitosano) per la realizzazione di rivestimenti nella forma di film sottili e/o di nanocompositi per la modifica del packaging alimentare nonché delle superfici di lavoro.

Il coinvolgimento del partner estero (**University of Balearic Island, PI: Professor Manuel Mirò, con cui è già in atto una indagine congiunta su interazioni fra nanoantimicrobici e liposomi**) permetterà di valutare l’efficacia delle nuove soluzioni tecnologiche proposte in specifici casi di studio, rappresentando quindi un valore aggiunto per la formazione del dottorando sia in termini di internazionalizzazione, che di ricerca applicata.

Il percorso proposto presenta un significativo carattere di interdisciplinarietà collocandosi all'intersezione tra chimica, industria e innovazione di processo intercettando non solo la missione "istruzione e ricerca" del PNRR, ma anche quello della rivoluzione verde. Il progetto permetterà quindi di formare un professionista qualificato con competenze trasversali dalla scienza dei materiali, chimica analitica, microbiologia alla tecnologia di processi alimentari rendendo spendibile il know-how acquisito in diversi comparti lavorativi, in primis nel settore della qualità e sicurezza alimentare. Inoltre, il gruppo di ricerca del proponente vanta una pluriennale esperienza nel settore dei nanoantimicrobici per applicazioni nell'industria agroalimentare, come anche testimoniato dal recente finanziamento di un progetto PON Industriale "ProFood IV. Prodotti e processi innovativi per la filiera ortofrutticola della IV gamma". Tale progetto potrà rappresentare un'ulteriore fonte di cofinanziamento per il dottorato in oggetto nonché la possibilità per il dottorando di collaborare con altri partner di ricerca e di imprese del settore.

Nel dettaglio, gli obiettivi del progetto saranno:

- O1 Progettazione e sintesi con procedure a basso impatto di nuovi materiali combinati a base di nanostrutture e altri agenti naturali, attivi contro biofilm di patogeni tipici della food industry.
- O2 Caratterizzazione analitica dei nuovi materiali e valutazione delle performance come trattamenti antimicrobici in vitro.
- O3 Studio delle interazioni fra i nanomateriali e sistemi modello cellulari, al fine sia di prevenire effetti indesiderati, sia di massimizzare l'efficacia antimicrobica
- O4 Messa a punto di nuovi rivestimenti per alcuni casi di studio reali.

Per O1 si partirà da processi preferenzialmente elettrochimici e di chimica "dolce" in fase acquosa prediligendo temperature e pressione ambiente per la preparazione delle nanostrutture antimicrobiche. Si selezioneranno processi con alta resa e basso consumo di reagenti. NS di Cu e ZnO saranno preferite, in particolare ZnO è riconosciuto dalla Food and Drug Administration americana come sicuro (GRAS, generally recognized as safe). La combinazione con ulteriori componenti ad azione mirata (es. biopolimeri, oli essenziali...) sarà valutata sia direttamente durante la sintesi delle NS che dopo la loro preparazione. Inoltre, la processabilità degli ibridi come rivestimenti di superfici o film per la modifica di packaging alimentare sarà parte integrante di O1.

O2 è strettamente connesso con O1. Le attività relative all'O2 permetteranno allo studente di familiarizzare con l'uso di svariate tecniche analitiche per la caratterizzazione chimico-fisica dei materiali realizzati (es. microscopie elettroniche, XPS, FTIR, spettroscopie atomiche, DLS, potenziale zeta, ...), utile poi per la corretta selezione delle soluzioni innovative più opportune da testare in vitro contro specifici microorganismi. Inoltre, ciò permetterà di valutare il rilascio di NS intere (indesiderato per la loro possibile tossicità per l'uomo).

La combinazione di O1 e O2 garantirà la migliore scelta dei materiali realizzati e che saranno studiati approfonditamente in O3.

Infine, l'O4 punterà alla realizzazione di almeno una soluzione innovativa applicabile ad uno specifico caso reale di interesse per l'industria agroalimentare. In quest'ottica sarà valutata la possibilità di brevettare il processo se di interesse.

I costanti contatti tra partner proponente ed estero permetteranno di creare condizioni di lavoro ottimali per la riuscita del progetto, anche in termini di pubblicazioni e presentazioni a congresso. Si



prediligeranno riviste open access e congressi internazionali nonché la disseminazione di dati/risultati in modo ottimale per massimizzare l'uso e l'impatto degli stessi secondo i principi dell'Open Science e "Fair Data".

BORSA N. 3 DRI 4.0
D.M. 351/2022
Ambito: Pubblica Amministrazione
Tematica: “Sviluppo di strategie di controllo avanzate basate sull'intelligenza artificiale per la mobilità urbana”

RICERCA PROPOSTA:

L'**obiettivo del progetto** di percorso dottorale è quello di studiare, sviluppare e testare strategie di controllo avanzate basate sull'intelligenza artificiale per sistemi e sottosistemi complessi riguardanti le modalità di spostamento delle persone e delle merci in una città intelligente.

In particolare **il progetto di percorso dottorale si prefigge** di:

- Obiettivo 1: migliorare la resilienza del sistema di trasporto rispetto alle sue fragilità e al suo possibile degrado, migliorando la sicurezza e riducendo l'impatto ambientale;
- Obiettivo 2: realizzare la trasformazione digitale delle reti infrastrutturali per una mobilità maggiormente integrata, efficiente, sicura e protetta;
- Obiettivo 3: preparare le reti di trasporto all'immissione di veicoli connessi e automatizzati:
 - sviluppare strategie di controllo innovative per flotte di veicoli connessi e automatizzati e/o infrastrutture intelligenti;
 - sviluppare strategie di controllo robuste per flotte di veicoli connessi e automatizzati, infrastrutture intelligenti e veicoli non connessi.

In particolare, il progetto studierà e implementerà tecnologie di intelligenza artificiale e di *deep reinforcement learning* applicate sia alla modellazione e controllo dei veicoli automatizzati e connessi, sia alla modellazione, controllo e gestione di infrastrutture intelligenti connesse con le persone e i veicoli (semafori, parcheggi, illuminazione, pavimentazione, ecc.). In particolare, il *deep reinforcement learning* è un metodo di apprendimento per tentativi ed errori che ha bisogno di un ambiente di simulazione per addestrare la politica dell'agente che svolgerà determinati compiti. Dopo l'addestramento, l'agente sarà in grado di prendere le migliori decisioni servendosi esclusivamente della politica sottoposta precedentemente a regolazione e delle letture dei sensori. Per ottenere un buon addestramento della politica dell'agente, l'ambiente di simulazione deve riprodurre fedelmente il comportamento del sistema reale sia attraverso modelli concreti che attraverso modelli astratti che riproducano la realtà mediante l'uso del computer.

Il progetto proposto crea un alto valore aggiunto in termini scientifici in quanto svilupperà tecnologie dell'intelligenza artificiale e del *deep reinforcement learning* utilizzabili in diversi settori industriali. D'altro canto, le tecniche innovative dell'intelligenza artificiale e del *deep reinforcement learning* hanno grandi ricadute in termini economici in quanto tendono a sostituire il lavoro lungo e costoso di calibrazione dei modelli realizzato oggi quasi manualmente, con tecniche automatiche basate su algoritmi digitali.

Dal punto di vista sociale determina una nuova cultura con la valorizzazione del capitale umano determinando lo sviluppo di profili professionali basati sulla digitalizzazione dei processi industriali in una prospettiva di Industria 4.0.

La ricerca si inquadra nella visione del programma quadro Horizon Europe 2021-2027 che illustra le priorità di ricerca per sostenere una ripresa sostenibile, accelerando ulteriormente la doppia transizione verde e digitale e del PNRR che intende implementare la missione strategica della transizione digitale.

Nel settore della mobilità un'importanza fondamentale è data alla digitalizzazione dei trasporti concentrandosi in particolare sulla mobilità automatizzata.

Il tema della ricerca è conforme con la SNSI poiché si svolge nell'ambito dell'area tematica Agenda Digitale, Smart Communities, Sistemi di mobilità intelligente e utilizzerà soluzioni basate sulle tecnologie dell'Informazione e della comunicazione, come Servizi Connessi e Cooperativi, Intelligenza Artificiale e Big Data che consentono di connettere utenti, veicoli e infrastrutture in modo intelligente, efficiente, sicuro e sostenibile.

L'attività di ricerca sarà incentrata su alcune aree tematiche del **CCAM**. Saranno progettate **architetture cloud**, capaci di gestire moduli intelligenti in cui **tecniche di Deep Reinforcement Learning e di ottimizzazione** saranno implementate per le seguenti infrastrutture e flotte di veicoli connessi e/o automatizzati:

- la pavimentazione intelligente in grado di monitorare le condizioni stradali e persino l'usura del manto stradale, nonché di condividere le informazioni con gli automobilisti;
- il parcheggio intelligente in grado di indicare agli automobilisti gli spazi disponibili, nonché le zone con meno auto parcheggiate per garantire una facile manovra di parcheggio, riducendo il tempo trascorso evitando la ricerca di un parcheggio, minimizzando i rischi di possibili incidenti all'interno del parcheggio;
- la segnaletica stradale intelligente in grado di monitorare le condizioni di traffico e di riprogrammarsi per suggerire agli automobilisti percorsi per alleviare la congestione;
- l'illuminazione stradale intelligente con videocamere, microfoni e sensori, in grado di attenuarsi quando non ci sono veicoli e/o pedoni transitanti nelle vicinanze e di raccogliere informazioni sul traffico, la sicurezza pubblica e la qualità dell'aria;
- i semafori intelligenti in grado di ottimizzare le proprie fasi semaforiche in base al traffico automobilistico e pedonale, nonché di riprogrammarsi per facilitare il passaggio di veicoli di emergenza, oppure veicoli per il trasporto pubblico;
- i trasporti pubblici intelligenti in grado di contare i passeggeri, monitorare le posizioni dei veicoli e condividerne automaticamente lo stato, connettersi con le infrastrutture intelligenti descritte precedentemente, nonché con altri veicoli automatizzati;
- le flotte intelligenti, tra cui i veicoli di polizia e vigili del fuoco, nonché furgoni per consegne private, taxi e treni, in grado di condividere la loro posizione, monitorare i propri conducenti, connettersi con le infrastrutture intelligenti descritte precedentemente, nonché con altri veicoli automatizzati.

Inoltre, la ricerca si inquadra nel Cluster 4 del PNR Digitale, Industria e Aerospazio perseguendo i seguenti obiettivi:

OB4: Consolidare e potenziare le tecnologie digitali ed emergenti affidabili. Infatti, il progetto valorizzerà le competenze e le eccellenze scientifiche e tecnologiche nel settore chiave della mobilità automatizzata con l'impiego di soluzioni di intelligenza artificiale.

OB7: Rafforzare l'ecosistema industria-ricerca e il trasferimento tecnologico Il progetto rafforzerà l'innovazione e l'interscambio tra la ricerca ed il mondo industriale tramite la stretta collaborazione con centri di ricerca e aziende nel settore dell'automotive e non solo.

I conseguenti **impatti** saranno:

IMP6: Definizione di una società inclusiva nell'uso delle tecnologie per l'individuo e per lo sviluppo dell'economia, ottimizzandone l'impiego e minimizzandone i rischi.

IMP8: Miglioramento delle relazioni industria-università e creazione di un circolo virtuoso di trasferimento di competenze.

Infine, la ricerca **ricade nel programma Horizon Europe e Green Deal** e in particolare nella priorità Industry and Green Deal, An industrial strategy for a competitive, green, digital Europe, in cui la visione generale è quella di un'Europa che progetta e sviluppa tecnologie competitive e affidabili per l'industria, basate in particolare sull'intelligenza artificiale e la transizione digitale.

La ricerca proposta sarà composta dalle seguenti fasi:

Fase 1 – Stato dell'arte. Nella prima fase sarà effettuata una prima analisi dello stato dell'arte sulle tecniche di intelligenza artificiale, e poi un dettagliato studio sul deep reinforcement learning (DRL). In questa fase sarà importante analizzare e classificare le caratteristiche e le peculiarità degli ambienti di simulazione, delle configurazioni degli algoritmi di addestramento, delle ricompense (funzioni di reward) per addestrare il singolo agente o più agenti, delle politiche dell'agente in base al controllo da effettuare.

Fase 2 – Identificazione dei modelli per la simulazione. Nella seconda fase si identificano i modelli concreti e/o modelli astratti per simulare il comportamento di una infrastruttura intelligente oppure di una flotta di veicoli connessi e/o automatizzati. I modelli saranno validati anche con l'aiuto di collaborazioni con aziende del settore e con il Comune di Bari.

Fase 3 – Addestramento dell'agente tramite Deep Reinforcement Learning. Nella terza fase si utilizzerà i modelli di simulazioni saranno utilizzati per addestrare la politica dell'agente tramite DRL. Sarà importante ottenere una politica dell'agente robusta rispetto alle incertezze.

Fase 4 – Validazione della politica dell'agente. Nella quarta fase si effettuerà la validazione della politica dell'agente: una campagna di test sugli algoritmi implementati sarà svolta in stretta collaborazione con il Comune di Bari.

Fase 5 – Pubblicazione dei risultati. Questa fase sarà contemporanea alle altre fasi e sarà incentrata sulla pubblicazione dei risultati su conferenze internazionali (IEEE SMC, IEEE CDC, IEEE CASE, IEEE ICRA, Conferenze IFAC) che su riviste internazionali del settore (IEEE Trans. on Automatic Control, IEEE Trans.



on Automation Science and Engineering, Control Engineering in Practice, IEEE Trans. on Control System Technology, IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica).



BORSA N. 4 DRI 4.0

D.M. 352/2022

Co-finanziata da: Manta Group s.r.l.

Tematica: “La flessibilità energetica tramite sistemi di accumulo per i fabbisogni di edifici industriali”

RICERCA PROPOSTA:

Il settore della climatizzazione degli edifici è da tempo impegnato nella ricerca di tecnologie capaci di garantire una maggiore efficienza energetica e una maggiore flessibilità. L'elettrificazione diretta e la cogenerazione termico-elettrica sono tra gli approcci più perseguiti per favorire una significativa riduzione dell'impatto ambientale ed economico delle richieste energetiche degli edifici, ed in particolare degli opifici. Tuttavia, la stagionalità della domanda di calore, la sempre crescente richiesta di carichi refrigeranti, la variabilità e limitata capacità della fornitura di energia elettrica rinnovabile rappresentano limiti significativi che limitano le attività in edifici, come gli opifici, costruiti spesso senza alcuna attenzione al risparmio energetico. In questo quadro, vi è una crescente attenzione per l'elettrificazione degli edifici in accoppiamento all'utilizzo di sistemi di accumulo energetico e per l'accoppiamento di energia solare con accumuli termici al fine di ridurre la richiesta energetica di un edificio. Ciò è evidente nel cluster 5 “Climate, Energy and Mobility” del programma “Horizon Europee” dedicato allo sviluppo di soluzioni per la produzione, l'utilizzo e l'accumulo sostenibile di energia.

Con la domanda elettrica degli edifici che diventa sempre più significativa e una percentuale crescente di generazione intermittente di energia rinnovabile da fonte solare fotovoltaico, spesso adottata in modo massiccio nei comparti industriali dove lo spazio in copertura è ampio, vi sono nuove opportunità per le reti energetiche nei comparti industriali che vogliono affrontare sfide crescenti per gestire l'equilibrio tra domanda e offerta e la produzione/distribuzione energetica del distretto locale. In questo scenario, una risposta smart alle richieste energetiche che sappia promuovere l'accumulo energetico termico ed elettrico anche al fine di promuovere la flessibilità della richiesta energetica nel settore industriale, sta ricevendo una crescente attenzione.

Il presente progetto si concentra su diverse modalità di accumulo energetico, sia elettrico che latente questo ultimo tramite batterie termiche con materiali a cambiamento di fase, il cui funzionamento sarà implementato attraverso l'utilizzo di sistemi IoT ed il collegamento con sistemi gestionali aziendali. Il caso di studio sarà rappresentato dall'azienda partner del presente progetto, la MANTA GROUP. Tale azienda ha sviluppato interesse verso le tecnologie di accumulo di energia che promettono una più flessibile gestione della propria domanda energetica, nella consapevolezza che avere edifici energeticamente flessibili è essenziale per una rete elettrica affidabile e resiliente, specie in opifici come quelli della MANTA GROUP in cui si richiede una variabilità minima delle temperature e dei livelli di umidità interna. Tali richieste determinano significativi costi energetici per la MANTA GROUP, che potranno essere alleviati tramite produzione rinnovabile distribuita e accumuli energetici, capaci di trasformare l'opificio migliorando la stabilità di approvvigionamento energetico.



Il progetto appare quindi pienamente coerente con l'ambito disciplinare della fisica tecnica, ed in particolare con il collegio di dottorato cui il presente progetto afferirebbe (Industria 4.0).

BORSA N. 5 DRI 4.0

D.M. 352/2022

Co-finanziata da: Hevolus s.r.l.

Tematica: “Strumenti e metodi per Rendere accessibile il Metaverse alle piccole e medie imprese italiane e non”

RICERCA PROPOSTA:

a) Tema della ricerca e coerenza con la Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI) approvata dalla Commissione europea

Con la diffusione degli smartglasses prevista dagli analisti, Il Metaverso sarà a breve la principale piattaforma social di integrazione del mondo reale, virtuale e misto (Virtual, Augmented e Mixed reality). Questo nuovo e affascinante paradigma dischiude una serie di opportunità ancora inesplorate in vari campi della esperienza utente, delle applicazioni, della personalizzazione del prodotto e dei servizi, della riduzione dei trasporti e degli sprechi. Tuttavia, il Metaverso, rappresenta anche un pericolo per coloro che non ne padroneggiano gli strumenti e le metodologie o che semplicemente non possono sostenerne i costi di accesso. In aggiunta, il comparto del Made in Italy che punta sul prodotto di qualità ed emozionale e dovrà trovare forme di espressione efficaci per esprimersi attraverso questi nuovi canali e strumenti.

La ricerca in coerenza con la Strategia Nazionale “Industry systems and applications for attractiveness of Made in Italy “ in mira a velocizzare e semplificare l’accesso al Metaverso soprattutto da parte PMI e microimprese.

b) Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti

Le attività principali saranno lo studio Metaverse da un punto di vista teorico con lo scopo di individuarne e formalizzarne le criticità sia da un punto di vista dei sistemi software che hardware, delle relative interfacce e dei limiti di accessibilità. Saranno esplorate metodologie e strumenti per la costruzione di ambienti Metaverse ad alto impatto e facilmente personalizzabili. Le metodologie verranno validate con dei casi di studio con aziende selezionate con metriche scientifiche (SUS, NASA TLX).

c) Grado di innovazione della ricerca

La ricerca ha un Grado di innovazione elevato sia da un punto di vista scientifico ma anche industriale. I risultati attesi sono un avanzamento della conoscenza su questi nuovi canali, pubblicabile su giornali e conferenze internazionali, ma anche sul piano competitivo con lo sviluppo di metodologie, algoritmi e applicazioni proprietarie eventualmente brevettabili.

d) Coerenza del tema di ricerca con l'ambito disciplinare del dottorato e con la composizione del Collegio dei docenti

Questa ricerca è coerente con la composizione multidisciplinare del Collegio dei Docenti Industry 4.0 in quanto interessa i seguenti ambiti: Industrial e Interaction Design, Information Technology e Human Computer Interaction, Artificial intelligence e agenti e Misure per la rilevazione di dati dell’interazione dell’utente.

e) Fattibilità tecnica della proposta e cronoprogramma di attuazione

La fattibilità è supportata dalla esperienza ventennale del gruppo di ricerca proponente (Vr3lab del Politecnico di Bari) e dell'azienda Hevolus, e delle sue partnership con laboratori di ricerca e aziende leader nel settore (Virginatech, Microsoft, Qualcomm, ect.)- Il crono programma prevede il primi 6 mesi in università locale, poi 12 mesi in azienda, 12 mesi in università estera e 6 mesi in università locale.

f) Sinergie rispetto all'eventuale successivo impiego dei dottori di ricerca

Al termine del dottorato il profilo professionale ottenuto nell'ambito Metaverse, rappresenterà una risorsa chiave per lo sviluppo del paese e appetibile sia a livello industriale che universitario, anche grazie alle sinergie durante la disseminazione dei risultati in conferenze e workshop.