

**DOTTORATI DI RICERCA SU TEMATICHE GREEN E DELL'INNOVAZIONE**  
**Allegato 1**

**DOTTORATO DI RICERCA IN INGEGNERIA MECCANICA E GESTIONALE**  
**XXXVII CICLO**

**Dipartimento:** Dipartimento di Meccanica, Matematica e Management

**Coordinatore:** prof. Giuseppe Casalino ([giuseppe.casalino@poliba.it](mailto:giuseppe.casalino@poliba.it))

**Posti a concorso**

- Macroarea tematica "Innovazione": n. 2 borse
- Macroarea tematica "Green": n. 4 borse

*Si precisa che per le due macroaree sono indetti concorsi distinti con graduatorie separate. Pertanto il candidato che voglia concorrere per entrambe le macroaree dovrà conferire due application distinte.*

In allegato alla presente, sono reperibili le schede delle specifiche tematiche di ricerca nell'ambito di ciascuna macroarea.

**Titolo di accesso richiesto**

Per l'accesso al Dottorato di ricerca in Ingegneria Meccanica e Gestionale è richiesto il possesso di un titolo accademico di secondo livello:

- 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

L'idoneità del titolo di studio sarà accertata dalla Commissione esaminatrice in sede di valutazione titoli.

**Istruzioni per la domanda di ammissione:**

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

**DOCUMENTAZIONE OBBLIGATORIA**

Il candidato, **pena l'esclusione dalla procedura concorsuale, deve allegare**, in upload, alla domanda online di ammissione la seguente documentazione:

1. **Curriculum vitae et studiorum** secondo il **modello** predisposto dall'Ateneo, disponibile sul sito al percorso: *Ricerca/Dottorati di Ricerca*; denominazione file: "01.CV".;
2. **Documento di riconoscimento in corso di validità**, sottoscritto; denominazione file: "02.Documento riconoscimento"; si precisa che saranno accettati, pena l'esclusione i seguenti documenti di riconoscimento:
  - Carta di identità, solo se rilasciata da uno Stato membro dell'Unione Europea;
  - Patente di guida, solo se rilasciata da uno Stato membro dell'Unione Europea;
  - Passaporto, in tutti gli altri casi (compresi i cittadini di Stati non aderenti all'Unione Europea, compreso il Regno Unito)
3. **Titoli di laurea triennale e specialistica/magistrale (o quinquennale)** posseduti, specificando i voti di laurea e l'elenco degli esami sostenuti nei due corsi di studio (o in quello quinquennale) e la relativa votazione, utilizzando il modello predisposto dall'Ateneo disponibile sul sito al percorso: *Ricerca/Dottorati di Ricerca*; denominazione file: "03.Titoli di laurea".

# DOTTORATI DI RICERCA SU TEMATICHE GREEN E DELL'INNOVAZIONE

## Allegato 1

I candidati **con titolo di accesso conseguito con ordinamento estero** devono allegare alla domanda di partecipazione, in luogo delle autodichiarazioni, i seguenti documenti redatti dall'istituzione accademica che li ha emessi:

- Certificato/Diploma di laurea con relativa votazione.
- Transcript ufficiale degli esami sostenuti durante l'intero percorso universitario con relativa votazione;
- 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).

Tale documentazione dovrà essere in italiano o in francese o in inglese, ovvero tradotta in italiano o in inglese e legalizzate 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 richiedenti visto, relative ai corsi della formazione superiore in Italia, presso le istituzioni della formazione superiore valide per l'anno accademico 2021-2022";

4. **Sintesi dell'argomento di tesi di laurea specialistica/magistrale (o quinquennale)**, con indicazione del titolo e del /i relatore/i (max 3.000 caratteri); denominazione file: "04.Abstract tesi";
5. **Proposta di ricerca** redatta utilizzando obbligatoriamente il format predisposto dal Politecnico di Bari, reperibile sul sito [www.poliba.it/it/dottorati-di-ricerca](http://www.poliba.it/it/dottorati-di-ricerca). La proposta dovrà essere redatta tenendo conto di:
  - Criteri di qualificazione della proposta di cui all'art. 3 del D.M. 16061/2021 e all'art. 5 del bando di concorso;
  - Tematiche di ricerca associate al corso di dottorato prescelto e alla macroarea tematica (Green/Innovazione, vedasi schede tematiche allegate).

La proposta di ricerca sarà esaminata esclusivamente ai fini dell'ammissione e non prefigura necessariamente l'attività di ricerca che il dottorando dovrà effettuare durante il suo percorso formativo. Denominazione file: "05 .Proposta di ricerca".

### DOCUMENTAZIONE NON OBBLIGATORIA

6. **Dichiarazione sostitutiva degli eventuali altri titoli in possesso ai fini della valutazione**, datata e sottoscritta, secondo il modello predisposto dall'Ateneo disponibile sul sito al percorso: *Ricerca/Dottorati di Ricerca*, resa ai sensi degli artt. 46 (Dichiarazioni sostitutive di certificazioni) e 47 (Dichiarazioni sostitutive dell'atto di notorietà) del D.P.R. 445/2000 (i candidati, ai sensi dell'art. 15 della Legge di Stabilità n. 183/2011 non possono presentare certificati e atti di notorietà rilasciati da pubbliche amministrazioni o da gestori di pubblici servizi relativi ai titoli in possesso ai fini della valutazione. I predetti certificati dovranno essere sostituiti dalle dichiarazioni di cui agli articoli 46 e 47 del D.P.R. 445/2000). Denominazione file: "06.Dichiarazione altri titoli"
7. (Al più ma facoltative) **Due lettere di presentazione di docenti** che abbiano seguito il percorso formativo del candidato negli studi universitari. denominazione file: "07.Lettere presentazione 1" denominazione file: "07.Lettere presentazione 2";
8. **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 conoscenza della lingua italiana. Denominazione file: "08.Certificazione linguistica 1" etc;
9. **Eventuali pubblicazioni** relative all'attività svolta e riportate nel curriculum. Denominazione file: "09. Pubblicazione 1" etc...

Tale documentazione dovrà essere in italiano o in inglese, ovvero tradotta in italiano o in inglese a cura e sotto la responsabilità del candidato.

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

# DOTTORATI DI RICERCA SU TEMATICHE GREEN E DELL'INNOVAZIONE

## Allegato 1

(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.

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.

### Prove di concorso

L'esame di ammissione consiste in:

1. **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**, volto a garantire un'adeguata 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.

La Commissione dispone, per la valutazione dei titoli e per gli esami di ciascun candidato, di un totale di cento punti (40 per i titoli e 60 per il colloquio).

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.

## BORSA N. 17



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo



### **Programma Operativo Nazionale 2014-2020 Dottorati di ricerca su tematiche dell'innovazione e green**

**10/08/2021 D.M. 10 agosto 2021, n. 1061**

**a.a. 2021/2022 - CICLO 37 –**

**TEMATICHE GREEN (AZIONE IV.5)**

## BORSA N. 17

A. RICERCA PROPOSTA

### **LA MOBILITÀ COLLETTIVA DELLE AREE METROPOLITANE CON MEZZI DI SUPERFICIE ALIMENTATI AD IDROGENO**

a. **Pertinenza del progetto di percorso dottorale in relazione alla capacità di creare un alto valore aggiunto, attraverso la valorizzazione del capitale umano, in termini di ricadute scientifiche, sociali ed economiche sul territorio nazionale, favorendo opportuni modelli di ricerca e di contaminazione di conoscenze e competenze in grado di favorire lo sviluppo di prodotti e servizi innovativi ad impatto ridotto sull'ambiente, focalizzati su temi orientati alla conservazione dell'ecosistema, alla biodiversità, nonché alla riduzione degli impatti del cambiamento climatico e alla promozione di uno sviluppo sostenibile, quale contributo per promuovere la ripresa verde e il superamento degli effetti della crisi nel contesto della pandemia di COVID-19.**

La decarbonizzazione del comparto dell'energia, dell'industria e dei trasporti è uno dei principali obiettivi che la maggior parte dei paesi del mondo (Italia inclusa) si sono prefissati nel breve e nel lungo termine al fine di ridurre l'impatto ambientale e poter salvaguardare il pianeta dalle minacce dei cambiamenti climatici. In tale scenario, la sola produzione di energia elettrica attraverso fonti rinnovabili non garantisce il pieno raggiungimento di tale obiettivo, inoltre la stessa proviene da elementi naturali non controllabili e che per questo motivo risultano non essere programmabili. Per questo motivo lo stoccaggio e il successivo utilizzo dell'energia prodotta nei momenti di picco, e che non può essere utilizzata direttamente, risulta essere il crocevia per rendere anche le fonti rinnovabili non programmabili uno strumento cruciale per ridurre le emissioni di agenti serra. Inoltre, la possibilità di utilizzare un vettore energetico come l'idrogeno per lo stoccaggio dell'energia

## BORSA N. 17

	<p>prodotta può diventare decisivo per l'utilizzo dello stesso in numerosi campi di applicazione, soprattutto se questi vengono adeguatamente e prontamente resi funzionabili. Indispensabile in ogni caso è stimolare l'idrogeno (verde) verso una rapida maggiore quota di produzione, come pure è necessario parallelamente implementare e definire le tecnologie di accumulo e di trasporto e di impiego del vettore idrogeno e consentire il rapido sviluppo di dinamiche di domanda. Fondamentale sarà anche l'apporto di ricerca e sviluppo e soprattutto l'impegno economico che il settore pubblico offrirà in questo campo per la velocizzazione di questa fase di transizione dell'uso dell'idrogeno su larga scala.</p> <p>In ognuno degli scenari possibili, più o meno pronti alla possibile attuazione, l'ipotesi con maggiori chance di rapida attuazione è la realizzazione di una mobilità ad idrogeno a patto che ci si confronti con la creazione di una rete di rifornimento che ipotizzi trasportabilità e stoccaggio. Sia inteso che la rapidità con cui realizzare una domanda per la mobilità potrebbe dipendere dalle strategie utilizzate per diffondere tali tecnologie. Una ipotesi realistica è quella di concentrare gli sforzi della ricerca su scenari di mobilità collettiva delle aree metropolitane con mezzi di superficie alimentati ad idrogeno. Si tratta cioè di studiare soluzioni di mobilità per gli autobus di città, o anche su autolinee a percorsi circolari, alimentati ad idrogeno, che quindi non necessitano di una capillare rete di distribuzione dell'idrogeno. Sicuramente lo scenario immaginato per la ricerca del dottorando è coerente con quanto proposto al livello comunitario e nazionale. Infatti, la mobilità con idrogeno determinerebbe una riduzione sull'impatto ambientale, nonché alla riduzione degli impatti del cambiamento climatico, stante la riduzione di emissioni di CO<sub>2</sub> e contribuirebbe sicuramente alla promozione di uno sviluppo sostenibile.</p>
<b>b. Tema della ricerca, evidenziando la conformità del progetto di percorso</b>	Tema della ricerca, come accennato in precedenza, sarà lo studio di sistemi atti a

## BORSA N. 17

<p><b>dottorale con la SNSI ed il PNR, la coerenza con la L.240/2010 e il DM 45/2013 in materia di dottorati, attraverso il finanziamento di dottorati in ambito Green.</b></p>	<p>consentire la mobilità collettiva delle aree metropolitane con mezzi di superficie alimentati ad idrogeno. Certamente il proposito necessita di importanti approfondimenti delle diverse tecnologie, non del tutto mature per assicurare anche le basilari fasi per garantirne la fattibilità. Ci si riferisce alle problematiche legate al trasporto, alla distribuzione, all'accumulo sui mezzi, ma anche all'utilizzo, ovvero la possibilità di uso con combustione diretta (ipotesi che non modificherebbe radicalmente le vetture) o l'utilizzo del gas in celle a combustibile e motorizzazioni elettriche (ipotesi ad elevato impatto economico sulle amministrazioni locali). Attività di ricerca in questi ambiti, che accorcino i tempi del trasferimento tecnologico, sono inquadrabili negli obiettivi del PNR e della SNSI che definiscono programmi e azioni per proprio per favorire l'elevata specializzazione e garantire alla ricerca coerenza e rapida trasferibilità.</p>
<p><b>c. Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti</b></p>	<p>Le attività di ricerca saranno svolte in collaborazione con importanti realtà del settore, nei quali è in corso la realizzazione di un insieme di infrastrutture high-tech (Hydrogen demo Valley) per la sperimentazione e la dimostrazione delle diverse tecnologie di produzione, accumulo, distribuzione e utilizzo dell'idrogeno, puro o in miscela con GN, per applicazioni nei settori energia, industria e trasporti. Attraverso l'utilizzo congiunto dei laboratori universitari, della collaborazione aziendale e delle infrastrutture, strumentazioni ed apparecchiature, saranno condotti studi ed attività sperimentali sulla filiera idrogeno legata al settore della mobilità, includendo i sistemi di distribuzione del gas (incluse le stazioni di rifornimento HRS), i sistemi di storage a terra e a bordo, fino ad arrivare ai mezzi stessi (con motore termico alimentato ad idrogeno puro,</p>

## BORSA N. 17

	<p>miscele idrometano, o con cella a combustibile). Tali competenze consentiranno al dottorando di poter espletare le attività necessarie alla comprensione delle tecnologie più idonee al raggiungimento dell'obiettivo del progetto, con particolare riferimento alle tecniche di trasporto e storage dell'idrogeno, tanto in negli hub di ricarica che sui veicoli. Nei laboratori del Politecnico di Bari saranno invece svolte le attività che consentiranno di definire gli ambiti in cui siano applicabili scenari di combustione diretta dell'idrogeno nelle attuali motorizzazioni a combustione interna (retrofitting del parco esistente), e quelli in cui sia invece necessario immaginare propulsioni elettriche con celle a combustibile o con miniturbine a gas. Le attività saranno condotte per via numerica, valutando i costi derivanti dai diversi rendimenti di conversione attraverso l'uso di codici di calcolo commerciali.</p>
<b>B. ATTIVITA' DA SVOLGERE PRESSO L'IMPRESA con sede nell'intero territorio nazionale</b>	
<b>a. Attività di ricerca da svolgere presso l'impresa</b>	<p>La presenza dell'azienda potrà consentire le attività di progettazione dei dispositivi per l'allocazione delle modifiche negli Autobus. L'azienda partner del Politecnico di Bari in numerose attività di ricerca, opera nel settore dell'innovazione industriale, progetta e produce prodotti su misura nei settori dell'ambiente, dell'energia, dell'industria chimica e dei sistemi mecatronici, con servizi di R&amp;S comprendenti gli studi di fattibilità, di ricerca industriale, costruzione e testing di prototipi e banchi prova. Tale vocazione consentirà al dottorando di trovare adeguato supporto al suo progetto di ricerca e, nel contempo, assicurare adeguato riscontro agli obiettivi di progetto.</p> <p>La progettazione di componenti per il veicolo sarà supportata da sistemi CAD e CAE avanzati e gli obiettivi prioritari saranno:</p>

## BORSA N. 17

	<ul style="list-style-type: none"><li>- individuazione delle soluzioni per il veicolo (anche in termini di spazi interni per l'allocazione delle apparecchiature);</li><li>- riduzione dei costi di produzione;</li><li>- prevenire problemi di funzionamento e rotture di componenti;</li><li>- assicurare l'operatività dei componenti del sistema;</li><li>- identificare rischi e punti deboli.</li></ul>
<b>b. Durata di permanenza in impresa del dottorando</b>	(mesi) 6
<b>c. Misurabilità dei risultati attesi e impatto potenziale dell'intervento con riferimento alle finalità del REACTEU: presenza nell'ambito del progetto di percorso dottorale di target quantificabili e misurabili coerenti con gli indicatori previsti dall'azione di riferimento del PON</b>	<p>Il processo di verifica e misura dei risultati avverrà attraverso le seguenti azioni:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- sito web del progetto di ricerca del dottorato nel quale riportare, per la visione integrale, i lavori finali "open access" prodotti e presentati in occasione di workshop e convegni, o pubblicati su riviste. Nel sito saranno anche reperibili tutte le informazioni riguardo il progetto, le singole unità e gli incontri realizzati e da realizzare. La misura degli accessi e dei contatti costituirà azione di monitoraggio del successo delle azioni.</li><li>- Numero di incontri e workshop, presentazioni a convegni nazionali e internazionali ai quali saranno pubblicamente descritte i risultati del progetto di dottorato. In tali occasioni si avrà la possibilità di verificare la coerenza delle azioni svolte in itinere in relazione agli obiettivi e, ovviamente, di affrontare specifici approfondimenti tematici anche attraverso la partecipazione di studiosi italiani e stranieri non direttamente coinvolti nel tema di dottorato; la raccolta di feedback utili per il loro ulteriore sviluppo e miglioramento costituirà l'azione di misura del risultato atteso;</li><li>- "misurare" l'attrattività delle tematiche presso la comunità scientifica e istituzionale di riferimento grazie alla realizzazione di uno special issue su una</li></ul>

## BORSA N. 17

	<p>rivista indicizzata nelle più importanti banche dati Scopus e Web of Science nel quale il dottorando dovrà conferire prodotti della ricerca;</p> <p>Inoltre, per garantire le indicazioni del REACT-EU sarà favorito il coinvolgimento di rappresentanze autorevoli delle istituzioni, degli enti (Distretti e Cluster) e delle aggregazioni e associazioni interessate, direttamente o indirettamente, agli argomenti trattati dal progetto.</p> <p>Il coinvolgimento sinergico di Università, Enea e Impresa, potrà garantire la migliore della risposta delle aziende del settore alle tematiche proposte nel presente progetto di Dottorato.</p>
<b>C. ATTIVITA' ALL'ESTERO</b>	
<b>a. Attività di ricerca da svolgere all'estero</b>	<p>Il dottorando dovrà svolgere un periodo di tempo non inferiore ad un anno presso un centro situato all'estero, oltre ai sei mesi presso l'azienda indicata dal Politecnico di Bari. Per tale ragione, pur non escludendo interazioni più lunghe, stante anche il particolare momento storico, il dottorando potrà prendere contatto Università partner senza vincoli di periodo. Tale collaborazione potrà beneficiare dell'esperienza di un centro di ricerca estero maturata anche grazie ai numerosi contratti di ricerca che tale università ha perfezionato con importanti aziende del settore. L'attività che potrà svolgere è relativa ai sistemi di iniezione e alimentazione di motori a combustione interna ad idrogeno.</p>

## BORSA N. 18



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo



### **Programma Operativo Nazionale 2014-2020 Dottorati di ricerca su tematiche dell'innovazione e green**

**10/08/2021 D.M. 10 agosto 2021, n. 1061**

**a.a. 2021/2022 - CICLO 37 –**

**TEMATICHE GREEN (AZIONE IV.5)**

## BORSA N. 18

### A. RICERCA PROPOSTA

**Studio dei processi di iniezione e combustione nei motori ad accensione comandata alimentati con idrogeno mediante iniezione diretta**

**a. Pertinenza del progetto di percorso dottorale in relazione alla capacità di creare un alto valore aggiunto, attraverso la valorizzazione del capitale umano, in termini di ricadute scientifiche, sociali ed economiche sul territorio nazionale, favorendo opportuni modelli di ricerca e di contaminazione di conoscenze e competenze in grado di favorire lo sviluppo di prodotti e servizi innovativi ad impatto ridotto sull'ambiente, focalizzati su temi orientati alla conservazione dell'ecosistema, alla biodiversità, nonché alla riduzione degli impatti del cambiamento climatico e alla promozione di uno sviluppo sostenibile, quale contributo per promuovere la ripresa verde e il superamento degli effetti della crisi nel contesto della pandemia di COVID-19.**

Il settore del trasporto contribuisce in modo significativo (circa il 27%) alle emissioni di gas serra nella UE e pertanto gli obiettivi di neutralità climatica devono necessariamente coinvolgere la riduzione dell'utilizzo dei combustibili fossili per i mezzi di trasporto. La strategia nazionale ed europea sull'idrogeno mira a un ampio uso dell'idrogeno verde sui mezzi di trasporto. In particolare, l'idrogeno può dare un contributo significativo alle soluzioni prive di emissioni di gas serra per il trasporto pesante stradale (veicoli commerciali e autobus) e per applicazioni fuoristrada (macchine edili / agricole). Anche il settore del trasporto navale, caratterizzato finora dall'utilizzo di combustibili fossili, deve necessariamente essere interessato da una transizione verso la sostenibilità ambientale, mediante l'utilizzo di combustibili green quali l'idrogeno. Oltre che nelle celle a combustibile, molto promettente è l'uso dell'idrogeno come combustibile unico nei motori a combustione interna. I motori a combustione interna alimentati da idrogeno (H<sub>2</sub>-ICE, Hydrogen Internal

## BORSA N. 18

	<p>Combustion Engines) possono sfruttare molte delle tecnologie esistenti dei motori e fornire un'opzione a emissioni zero, supportando al contempo la crescita delle infrastrutture dell'idrogeno. In particolare, molte applicazioni che richiedono elevate potenze ed impieghi prolungati (veicoli commerciali pesanti, macchine movimento terra, sistemi di propulsione navale) non sono compatibili con la pura mobilità elettrica (mediante BEV, Battery Electric Vehicles) per molte ragioni legate al peso delle batterie e alle tecnologie di ricarica. Anche i veicoli a propulsione ibrida con celle a combustibile (FCEV, Fuel Cell Electric Vehicles) presentano alcune limitazioni legate ai pesi e agli ingombri, nonché problematiche legate in generale alla loro affidabilità nel tempo. Tutte queste problematiche appaiono più facilmente superabili attraverso l'impiego di motori a combustione interna alimentati con idrogeno. La disponibilità di mezzi di trasporto affidabili e a impatto zero sull'ambiente, nella trasformazione well-to-wheel, ossia dalla fonte energetica alle ruote, potrà favorire grandemente lo sviluppo di prodotti e servizi finalizzati alla realizzazione della rete di distribuzione dell'idrogeno, dando un enorme stimolo allo sviluppo del settore e anche di tecnologie meno mature come i FCEV.</p> <p>Il percorso dottorale, che sarà svolto in stretta collaborazione con il un'importante azienda del settore con il quale sono in atto collaborazioni pluriennali, sarà incentrato sullo studio del processo di combustione in motori di veicoli commerciali alimentati con idrogeno mediante tecnologie di iniezione diretta, al fine di ridurre le problematiche finora riscontrate sulla regolarità del processo di combustione. Il dottorato potrà contribuire allo sviluppo di tecnologie emergenti nel campo dell'idrogeno, con particolare riferimento all'adeguamento della componentistica del settore automotive.</p>
<b>b. Tema della ricerca, evidenziando la conformità del progetto di percorso dottorale con la SNSI ed il PNR, la coerenza con la L.240/2010 e il DM 45/2013 in materia di dottorati,</b>	Il tema del progetto di percorso dottorale è finalizzato allo sviluppo di motori alimentati ad idrogeno per impieghi su veicoli commerciali e anche motori per trasporto navale. Il progetto pertanto si inserisce in uno

## BORSA N. 18

<p><b>attraverso il finanziamento di dottorati in ambito Green.</b></p>	<p>dei Grandi ambiti di ricerca e innovazione del PNR 2021-27 relativo alle tematiche “Clima, energia, mobilità sostenibile”, in coerenza con le politiche comunitarie “European Green Deal” ed il cluster 5 Climate, Energy and Mobility di Horizon Europee che è dedicato allo sviluppo integrato di soluzioni per la produzione, l’utilizzo e l’accumulo sostenibile di energia, tanto nei vettori consolidati (energia elettrica, gas naturale) quanto in quelli più innovativi (soprattutto idrogeno).</p> <p>Lo sviluppo di tecnologie per propulsori alimentati da idrogeno potrà portare avere come ricadute proprio la nascita e la crescita delle infrastrutture per la distribuzione dell’idrogeno quale vettore energetico, finora limitata ad alcuni impianti pilota.</p> <p>L’impatto delle ricerche costituirà un significativo contributo di progresso verso neutralità climatica, decarbonizzazione e verso zero inquinamento di tutte le tecnologie di mobilità e trasporto (aereo, navale, ferroviario, stradale, veicoli pesanti e off-roads);</p>
<p><b>c. Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti</b></p>	<p>L’obiettivo scientifico è lo sviluppo di conoscenze e modelli per l’iniezione diretta di idrogeno e la formazione di miscele e per una combustione magra e turbolenta. L’obiettivo tecnico è trasferire i risultati scientifici in applicazioni motoristiche (principalmente veicoli commerciali).</p> <p>Il lavoro sperimentale e teorico / numerico sono strettamente collegati in tutto il lavoro. In sintesi, l’attività di ricerca può dare un contributo significativo all’uso dell’H<sub>2</sub> nei trasporti tramite motori senza emissioni di CO<sub>2</sub>.</p> <p>Identificazione delle caratteristiche ottimali della miscela aria-idrogeno nei motori a combustione interna attraverso l’uso di simulazioni CFD, al fine di massimizzare la stabilità e l’efficienza della combustione. L’obiettivo principale dell’attività è l’individuazione della migliore modalità di</p>

## BORSA N. 18

	<p>miscelazione tra il combustibile considerato (idrogeno) e l'aria, per ottenere il massimo in termini di efficienza e stabilità dal processo di combustione.</p> <p>Lo studio sarà condotto sia per via numerica, attraverso simulazioni finalizzate a migliorare il processo di miscelamento aria-combustibile, sia attraverso test sperimentali che si potranno realizzare presso l'impresa o presso il partner universitario straniero</p>
<b>B. ATTIVITA' DA SVOLGERE PRESSO L'IMPRESA con sede nell'intero territorio nazionale</b>	
a. Attività di ricerca da svolgere presso l'impresa	<p>Method validation: studio e validazione della metodologia CFD da adottare per effettuare l'accoppiamento efficace tra la simulazione del flusso all'interno dell'iniettore e quello all'interno della camera di combustione.</p> <p>Studio numerico dell'influenza dei parametri dell'iniezione e del loro impatto sulla formazione della miscela con l'applicazione del DOE (Design Of Experiment):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Posizione iniettore (centrale o laterale)</li><li>• Variazione della forma dello spray</li><li>• Strategia di iniezione (numero di iniezioni, pressione, timing)</li><li>• Geometria della camera di combustione e dei condotti di aspirazione</li><li>• Influenza dei moti in camera (tumble/swirl)</li></ul>
b. Durata di permanenza in impresa del dottorando	12
<b>c. Misurabilità dei risultati attesi e impatto potenziale dell'intervento con riferimento alle finalità del REACTEU: presenza nell'ambito del progetto di percorso dottorale di target quantificabili e misurabili coerenti con gli indicatori previsti dall'azione di riferimento del PON</b>	<p>Il progetto è centrato sulla creazione di conoscenze innovative nel settore dell'impiego dell'idrogeno nella propulsione dei veicoli commerciali. Si tratta di uno studio che è legato allo sviluppo di nuove generazioni di motori con significative ricadute scientifiche, sociali ed economiche sul territorio nazionale. In particolare, il progetto di ricerca può contribuire alle azioni finalizzate alla creazione di una filiera che operi nel settore dei motori a combustione interna ad idrogeno in grado di contribuire</p>

## BORSA N. 18

	<p>significativamente al raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione nel settore dei trasporti. Inoltre, permetterà anche di salvaguardare posti di lavoro, perché consentirà la valorizzazione delle specializzazioni della meccanica e della mecatronica presenti nell'industria italiana. Questo progetto appare quindi perfettamente coerente con le finalità del piano "Recovery Assistance for Cohesion and the Territories of Europe initiative, REACT-EU", che fornisce parte delle risorse dell' EU Recovery Plan – Next Generation EU per lo sviluppo di progetti green e di infrastrutture digitali. Come visto nella sezione A.b, il progetto è conforme con la SNSI ed il PNR, ed è coerente con la L.240/2010 e il DM 45/2013 in materia di dottorati, vista la crescente necessità di favorire l'innovazione e l'interscambio tra mondo della ricerca e il mondo produttivo e l'apporto dei progetti di ricerca nei settori dell'innovazione (L. 240/2010, art. 24, co. 3 e ss.mm.ii.</p>
<b>C. ATTIVITA' ALL'ESTERO</b>	
a. Attività di ricerca da svolgere all'estero	L'attività sarà principalmente focalizzata su prove sperimentali condotte su motori da ricerca monocilindrici presso uno dei centri europei più vasti per lo studio sperimentale sui motori, con numerosi banchi prova sperimentali. L'attività sarà incentrata sulla messa a punto dei modelli numerici relativi al processo di iniezione e mescolamento dell'idrogeno

## BORSA N. 19



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo



### **Programma Operativo Nazionale 2014-2020 Dottorati di ricerca su tematiche dell'innovazione e green**

**10/08/2021 D.M. 10 agosto 2021, n. 1061**

**a.a. 2021/2022 - CICLO 37 –**

### **TEMATICHE DELL'INNOVAZIONE (AZIONE IV.4)**

## **BORSA N. 19**

#### **A. RICERCA PROPOSTA**

#### **Modellazione multifisica e digital twin per la saldatura e la fabbricazione additiva laser di prodotti multimateriale**

**a. Pertinenza del progetto di percorso dottorale in relazione alla capacità di creare un alto valore aggiunto, in termini di ricadute scientifiche, sociali ed economiche sul territorio nazionale, favorendo opportuni modelli di ricerca e la formazione di profili professionali in risposta alle esigenze di innovazione e competitività espresse dal sistema imprenditoriale, attraverso la promozione della ricerca sui temi dell'innovazione, del digitale e delle tecnologie abilitanti, sostenendo la valorizzazione del capitale umano, quale fattore determinante per lo sviluppo della ricerca e dell'innovazione in Italia.**

La saldatura di materiali dissimili si riferisce al processo di saldatura di due o più materiali con diversa composizione chimica, struttura metallografica e prestazioni in determinate condizioni tecnologiche.

La comprensione dei complessi fenomeni fisici che caratterizzano l'interazione laser-materia durante la fabbricazione di prodotti mediante tecniche basate sul fascio laser non solo richiede conoscenze approfondite di ottica, materiali, di sensoristica e trasferimento dell'energia termica trasmessa dai fotoni del laser al materiale in lavorazione ma anche la capacità di gestire e/o adattare modelli matematici, che siano in grado di prevedere gli effetti della lavorazione e le eventuali azioni correttive da apportare per evitare difetti e scarti di lavorazione.

Pertanto, il progetto formativo del dottorato proposto mira a formare una figura di esperto in grado di esplorare le problematiche della saldatura laser di materiali dissimili attraverso i moderni e potenti strumenti della simulazione numerica e del machine learning integrati con la

## BORSA N. 19

	<p>sperimentazione fisica e la caratterizzazione chimica e meccanica dei prodotti ottenuti.</p> <p>La natura multidisciplinare del progetto formativo proposto farà sì che il dottorando possa arricchire le sue conoscenze nel campo delle tecnologie innovative e abilitanti nei campi della meccanica, dei materiali e dell'informatica applicata all'industria. La visione d'insieme che risulterà dallo studio previsto durante i 36 mesi del dottorato sarà poi finalizzata alla messa a punto di un gemello digitale del processo di saldatura laser.</p> <p>Le competenze e conoscenze tecnico-scientifiche acquisite dalla figura professionale, risultante dal progetto formativo proposto, permetteranno di svolgere tanto compiti di studio e ricerca quanto quelli di ingegnere della produzione o della qualità per prodotti multimateriale ottenuti mediante lavorazioni al fascio laser.</p>
<p><b>b. Tema della ricerca, evidenziando la conformità del progetto di percorso dottorale con la SNSI ed il PNR, la coerenza con la L.240/2010 e il DM 45/2013 in materia di dottorati, con la finalità di favorire l'innovazione e l'interscambio tra mondo della ricerca e mondo produttivo e qualificazione dell'apporto dei progetti di ricerca nei settori dell'innovazione (L. 240/2010, art. 24, co. 3 e ss.mm.ii.).</b></p>	<p>Nella tendenza alla miniaturizzazione dei dispositivi elettronici di consumo, al fine di ottimizzare le prestazioni dei prodotti, sono ampiamente utilizzati prodotti realizzati con metalli e leghe dissimili. Nei dispositivi microelettronici e nelle batterie di nuova energia, i giunti metallici di forma speciale formati da metalli ad alta riflettività come il rame e l'alluminio hanno buone proprietà elettriche e termiche e sono ampiamente utilizzati.</p> <p>Nel settore dell'Aerospazio la saldatura laser velocizza il processo e, al contempo, consente di ottenere giunti con una qualità superiore rispetto alle tecniche tradizionali. Un recente sviluppo, definito saldatura laser con tecnica "wobbling" permette una gestione accurata dell'apporto termico ed è stata selezionata come soluzione più promettente per prevenire i difetti di fabbricazione.</p> <p>Anche i settori Oil e Biomedicale beneficiano della precisione e affidabilità della saldatura laser di materiali altrimenti difficilmente saldabili.</p> <p>Pertanto, le tematiche del progetto formativo proposto ricadono pienamente nell'area tematica dell'Industria intelligente e sostenibile, energia e</p>

## BORSA N. 19

	<p>ambiente della Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI). Esse riguardano i processi produttivi innovativi ad alta efficienza e per la sostenibilità industriale prevista. Anche i temi dell'Agenda digitale sono affrontati con riferimento all'integrazione della sensoristica nella messa a punto di una rete di sensori per l'acquisizione delle informazioni necessarie al funzionamento del gemello digitale dei processi di saldatura laser.</p> <p>Come previsto dal Piano Nazionale della Ricerca (PNR), il programma formativo proposto è innovativo e punta alla formazione di un capitale umano competente per multidisciplinarietà. Il programma è in grado di attrarre studiosi dall'estero e sostenere i giovani nella competizione per rendere i processi produttivi innovativi, ad alta efficienza e sostenibili attraverso modelli numerico/matematici implementabili su piattaforme informatiche industriali.</p> <p>Le informazioni ottenute direttamente dai sensori installati a bordo macchina e dalla caratterizzazione dei prodotti ottenuti mediante saldatura laser saranno elaborati per favorire l'innovazione e l'interscambio tra mondo della ricerca e mondo produttivo anche in vista dell'ottenimento di finanziamenti aggiuntivi per la creazione di team di giovani ricercatori ai sensi dell'art. 24, comma 3, della Legge 240/2010.</p>
c. Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti	<p>Attività 1.1 La prima fase dello studio riguarderà l'indagine bibliografica investigata con lo scopo di verificare quale sia l'orientamento della ricerca scientifica internazionale in questo ambito, nonché mettere in luce alcuni aspetti relativi alle tecnologie di giunzione maggiormente studiate. Si prenderanno in considerazione: gli accoppiamenti tra materiali dissimili e le tecniche di saldatura laser verso i quali la ricerca si è orientata nel corso degli anni; i paesi in cui tale ricerca è stata maggiormente sviluppata cercando di comprenderne le motivazioni. Si metterà, inoltre, in evidenza il ruolo della simulazione numerica nell'ambito dei processi presi in considerazione.</p> <p>Attività 1.2 Avvio set-up, materiali e metodi. Sulla base della ricerca bibliografica dello stato dell'arte, saranno scelti i materiali più opportuni,</p>

## BORSA N. 19

le configurazioni macchina migliori e le metodologie di sperimentazione.

Attività 1.3 Definizione e pianificazione parametri di processo. Attraverso tecniche di Design of Experiment (DOE), saranno predisposte le varie campagne sperimentali. In questa attività verranno anche studiati e sviluppati modelli agli Elementi Finiti (FEM) predittivi, in maniera tale da avere un quadro completo sull'influenza delle singole sorgenti e delle sorgenti combinate sull'evoluzione delle saldature, in termini di evoluzione termica, cicli termici, evoluzione microstrutturale, stress, tensioni residue, deformazioni termiche.

Attività 1.4 Esecuzione test. In questa attività verranno eseguiti i test di saldatura precedentemente pianificati. Si eseguiranno, anche, delle prove predisposte ad hoc per tarare i modelli FE precedentemente sviluppati.

Attività 1.5 Analisi dei giunti mediante controlli distruttivi e non. In questa attività, verranno effettuati test meccanici (prova di trazione, di fatica, etc.) e tecnologici (durezza, microdurezza, etc.) per testare la bontà dei giunti, dando, anche, particolare enfasi all'analisi microstrutturale.

Attività 1.6 Analisi dei risultati. I risultati ottenuti dall'attività precedente saranno analizzati mediante tecniche statistiche e di intelligenza artificiale, in maniera tale da correlare i parametri di processo alla bontà del giunto e all'eventuale presenza di difetti. I modelli FEM sviluppati precedentemente saranno tarati sulla base degli esperimenti opportunamente predisposti.

Attività 1.7 Ottimizzazione del processo. Sulla base delle analisi effettuate, mediante tecniche statistiche (come i diagrammi di Pareto, l'analisi della varianza (ANOVA), la Response Surface Methodology (RSM), etc.) e in base ai risultati ottenuti dai modelli FE, saranno ottimizzati i parametri di processo.

Attività 1.8 Verifica della capacità predittiva dei modelli numerici sviluppati e progettazione del gemello virtuale fabbricazione laser mediante l'individuazione delle grandezze da misurare con la relativa strumentazione sensoristica.

B. ATTIVITA' DA SVOLGERE PRESSO L'IMPRESA con sede nell'intero territorio nazionale

## BORSA N. 19

a. Attività di ricerca da svolgere presso l'impresa	Le attività 1.4 e 1.5 saranno realizzate presso un'azienda.
b. Durata di permanenza in impresa del dottorando	6 mesi
<b>c. Misurabilità dei risultati attesi e impatto potenziale dell'intervento con riferimento alle finalità del REACT EU: presenza nell'ambito del progetto di percorso dottorale di target quantificabili e misurabili coerenti con gli indicatori previsti dall'azione di riferimento del PON</b>	<p>Il processo di verifica e misura dei risultati avverrà attraverso le seguenti azioni:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- accessibilità all'anagrafe dei lavori finali "open access" prodotti e presentati in occasione di workshop e convegni, o pubblicati su riviste su sito del dipartimento. Nel sito saranno anche reperibili tutte le informazioni riguardo il progetto, le singole unità e gli incontri realizzati e da realizzare. La misura degli accessi e dei contatti costituirà azione di monitoraggio del successo delle azioni.</li><li>- Numero di incontri e workshop, presentazioni a convegni nazionali e internazionali ai quali saranno pubblicamente descritte i risultati del progetto di dottorato. In tali occasioni si avrà la possibilità di verificare la coerenza delle azioni svolte in itinere in relazione agli obiettivi e, ovviamente; la raccolta di feedback utili per il loro ulteriore sviluppo e miglioramento costituirà l'azione di misura del risultato atteso;</li><li>- verificare l'attrattività delle tematiche presso la comunità scientifica e istituzionale di riferimento grazie alla pubblicazione dei risultati ottenuti su riviste indicizzate nelle più importanti banche dati Scopus e Web of Science;</li></ul> <p>Inoltre, per garantire le indicazioni del REACT-EU sarà favorito il coinvolgimento di rappresentanze autorevoli delle istituzioni, degli enti (Distretti e Cluster) e delle aggregazioni e associazioni interessate, direttamente o indirettamente, agli argomenti trattati dal progetto.</p> <p>Il coinvolgimento dei distretti Aerospazio e Meccatronico della Regione Puglia potrà garantire la misura della risposta delle aziende del settore alle tematiche proposte nel presente progetto di Dottorato.</p>
<b>C. ATTIVITA' ALL'ESTERO</b>	
a. Attività di ricerca da svolgere all'estero	Le attività 1.6, 1.7, 1.8 potrebbero essere realizzate presso una università straniera

## BORSA N. 20



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo



### Programma Operativo Nazionale 2014-2020 Dottorati di ricerca su tematiche dell'innovazione e green

10/08/2021 D.M. 10 agosto 2021, n. 1061

a.a. 2021/2022 - CICLO 37 –

#### TEMATICHE DELL'INNOVAZIONE (AZIONE IV.4)

## BORSA N. 20

### A. RICERCA PROPOSTA

#### **Metodi di progettazione numerico sperimentali innovativi per il settore del *Truck & Trailers***

**a. Pertinenza del progetto di percorso dottorale in relazione alla capacità di creare un alto valore aggiunto, in termini di ricadute scientifiche, sociali ed economiche sul territorio nazionale, favorendo opportuni modelli di ricerca e la formazione di profili professionali in risposta alle esigenze di innovazione e competitività espresse dal sistema imprenditoriale, attraverso la promozione della ricerca sui temi dell'innovazione, del digitale e delle tecnologie abilitanti, sostenendo la valorizzazione del capitale umano, quale fattore determinante per lo sviluppo della ricerca e dell'innovazione in Italia.**

Il settore *automotive* e del *truck&trailers*, ovvero del trasporto pesante su gomma, rappresenta uno dei principali settori dell'industria italiana. Secondo i dati riportati da ANFIA (Associazione Nazionale Filiera Industria Automobilista) al 2019 il settore occupava circa 275000 addetti in oltre 5500 imprese con un giro d'affari complessivo di 106mld di euro. Tra le imprese del settore rientrano infatti, non soltanto i grandi produttori di autoveicoli, ma anche le migliaia di medie e piccole imprese che producono componentistica per queste e che sono spesso uno dei maggiori limiti allo sviluppo tecnologico dell'intera catena produttiva del veicolo, visto che non sempre dispongono delle risorse necessarie per uno sviluppo tecnologico adeguato. È quindi necessario fornire proprie a queste ultime gli strumenti utili allo sviluppo tecnologico, ovvero modelli di progettazione innovativi che permettano di realizzare prodotti al passo con le richieste del mercato.

Il settore dell'*automotive*, compreso quello dei veicoli pesanti, è infatti soggetto ad una vera e propria rivoluzione per la richiesta di riduzione dell'impatto ambientale ovvero della riduzione di emissioni di CO<sub>2</sub> da parte dei veicoli.

Per raggiungere tali obiettivi, la riduzione dei pesi è fondamentale. Questa può essere ottenuta

## BORSA N. 20

	<p>solo attraverso una progettazione <i>smart</i>. È quindi necessario formare nuove figure che siano in grado di utilizzare e sviluppare modalità innovative di progettazione che uniscano le tecniche analitico-numeriche con le analisi sperimentali, nonché una migliore capacità di analisi dei materiali.</p>
<p><b>b. Tema della ricerca, evidenziando la conformità del progetto di percorso dottorale con la SNSI ed il PNR, la coerenza con la L.240/2010 e il DM 45/2013 in materia di dottorati, con la finalità di favorire l'innovazione e l'interscambio tra mondo della ricerca e mondo produttivo e qualificazione dell'apporto dei progetti di ricerca nei settori dell'innovazione (L. 240/2010, art. 24, co. 3 e ss.mm.ii.).</b></p>	<p>Lo sviluppo di nuove metodologie di progettazione che integrino tecnologie sperimentali innovative per l'analisi del comportamento dei materiali e delle sollecitazioni nonché l'implementazione di modelli numerico-analitici innovativi, rientra perfettamente nella traiettoria tecnologica "Industria intelligente e sostenibile energie ed ambiente" delineata dalla Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente in quanto si pone come obiettivo quello di implementare sistemi produttivi evolutivi e adattativi nonché l'utilizzo di materiali innovativi ed ecocompatibili. Infatti, la crescita dei sistemi produttivi non può prescindere da migliori tecniche di progettazione, ovvero della realizzazione di un sistema completo di progettazione che ruoti attorno al prodotto e che parta da un'analisi e conoscenza migliore dei materiali (es. analisi sperimentale e modellazione dei materiali), nonché delle condizioni di utilizzo del prodotto (es. analisi delle condizioni reali di carico), fino all'analisi del fine ciclo del prodotto per ottimizzare il riciclo delle varie parti.</p> <p>Nell'ambito di tale percorso dottorale verranno sviluppati dei processi di analisi innovative delle sollecitazioni (es. sensoristica distribuita, metodologie ottiche di non contatto) nonché di analisi e modellazione del comportamento dei materiali che tengano conto dei processi di produzione e dei fenomeni di invecchiamento.</p> <p>Il lavoro si concentrerà in modo particolare sui materiali plastici di grande interesse per l'impresa partner.</p> <p>Il dottorato inoltre farà da volano ad un intenso interscambio di idee e attività tra università ed industria in quanto oltre al periodo specifico che il dottorando svolgerà in azienda, la connessione con il partner aziendale si svilupperà durante l'intero arco temporale del dottorato. In questo modo, lo studio riuscirà a svilupparsi in maniera</p>

## BORSA N. 20

	aderente ad eventuali aggiornamenti di necessità tecnologiche individuate dall'impresa.
c. Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti	<p>L'obiettivo principale della proposta di ricerca è quello di fornire al progettista gli strumenti sperimentali, analitici ed informatici innovativi per analizzare il comportamento dei materiali e componenti. Infatti, nell'ultimo decennio, lo sviluppo di un nuovo quadro industriale basato su scambi di dati flessibili ed efficaci, moderni sistemi di automazione e innovazioni nel design e nella produzione (Industria 4.0) hanno determinato profonde trasformazioni nei processi produttivi consentendo la diffusione di tecnologie di produzione innovative. Il progetto integrerà attività di tipo numerico/analitico (es. implementazione e studio di modelli costitutivi; ottimizzazione delle strutture realizzate) e di tipo sperimentali (es. realizzazione di test sperimentali innovativi per la caratterizzazione meccanica dei materiali e delle strutture).</p> <p>Il primo obiettivo della ricerca è quello di sviluppare modelli costitutivi avanzati per analizzare il comportamento dei materiali plastici. Questi dovranno tenere conto anche degli effetti dei parametri di produzione nonché dell'invecchiamento sulle caratteristiche del prodotto finale.</p> <p>Il secondo obiettivo del progetto di ricerca è quello di individuare tecniche di caratterizzazione specifiche ed innovative (es. metodologie ottiche a campo intero) per i materiali di interesse che permettano di ottenere un maggior numero di informazioni rispetto a quelle che si riescano a ottenere con le tecniche di analisi classica. Lo studio sperimentale avrà inoltre il compito di creare una prima base di dati per i modelli costitutivi sviluppati.</p> <p>Il terzo obiettivo del progetto di ricerca è quello di sviluppare metodologie e pratiche progettuali che tengano conto delle caratteristiche di questi materiali, ovvero della possibilità da parte del progettista, di poterle sfruttare per ottimizzare il comportamento del componente, nonché la possibilità di sviluppare tecniche di analisi sperimentale innovative su prototipi che siano in grado di individuare il reale comportamento dei componenti in fase di utilizzo per verificarne le caratteristiche di resistenza e funzionalità.</p>

## BORSA N. 20

B. ATTIVITA' DA SVOLGERE PRESSO L'IMPRESA con sede nell'intero territorio nazionale	
a. Attività di ricerca da svolgere presso l'impresa	Con l'impresa verrà attivata una collaborazione finalizzata a creare un reparto di sperimentazione e misure che possa interagire in maniera stabile con quello delle simulazioni, in particolare inerente alle funzionalità strutturali del software Ansys. La finalità ultima è lo studio delle correlazioni tra realtà fisica e realtà virtuale, l'identificazione di nuove modalità e procedure per testare e misurare prodotti sempre diversi, l'utilizzo innovativo di materiali noti per applicazioni che consentano un alleggerimento, con conseguente riduzione dei consumi e della generazione di CO2 degli automezzi pesanti.
b. Durata di permanenza in impresa del dottorando	(mesi) 6
<b>c. Misurabilità dei risultati attesi e impatto potenziale dell'intervento con riferimento alle finalità del REACT EU: presenza nell'ambito del progetto di percorso dottorale di target quantificabili e misurabili coerenti con gli indicatori previsti dall'azione di riferimento del PON</b>	<p>Dal punto vista dei prodotti della ricerca, ci si attende che il percorso di dottorato porti alla pubblicazione di almeno 3 lavori su rivista internazionale, alla partecipazione a 2 conferenze internazionali e alla registrazione di 1 brevetto in collaborazione con il partner aziendale. Dato l'elevato interesse industriale, ci si aspetta di promuovere i risultati della ricerca anche in workshop e seminari dedicati agli stakeholder del settore aerospazio.</p> <p>Invece, dal punto di vista dell'impatto sull'azienda proponente, si prevede la crescita del settore di ricerca e sviluppo a 1 anno dalla fine del dottorato tramite l'ampliamento delle strutture interne ivi compreso l'aumento del organico dedicato al R&amp;D, nonché della creazione, a 1 anno dalla fine del dottorato stesso, di nuove linee di produzione dedicate ai prodotti sviluppati con le tecniche innovative di progettazione, con conseguenti ricadute dirette ed indirette sui livelli occupazionali.</p>

## BORSA N. 21



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo



### Programma Operativo Nazionale 2014-2020 Dottorati di ricerca su tematiche dell'innovazione e green

10/08/2021 D.M. 10 agosto 2021, n. 1061

a.a. 2021/2022 - CICLO 37 –

TEMATICHE GREEN (AZIONE IV.5)

## BORSA N. 21

### A. RICERCA PROPOSTA

**Miglioramento della sostenibilità di processi produttivi ad altissima efficienza ma basso/trascurabile impatto ambientale**

**Studio di fluidi lubrorefrigeranti ad altissima efficienza e ridotto impatto ambientale per applicazione in processi di asportazione di truciolo e di deformazione plastica**

a. **Pertinenza del progetto di percorso dottorale in relazione alla capacità di creare un alto valore aggiunto, attraverso la valorizzazione del capitale umano, in termini di ricadute scientifiche, sociali ed economiche sul territorio nazionale, favorendo opportuni modelli di ricerca e di contaminazione di conoscenze e competenze in grado di favorire lo sviluppo di prodotti e servizi innovativi ad impatto ridotto sull'ambiente, focalizzati su temi orientati alla conservazione dell'ecosistema, alla biodiversità, nonché alla riduzione degli impatti del cambiamento climatico e alla promozione di uno sviluppo sostenibile, quale contributo per promuovere la ripresa verde e il superamento degli effetti della crisi nel contesto della pandemia di COVID-19.**

Il presente progetto di percorso dottorale ha come principale obiettivo lo sviluppo e l'implementazione di lubrorefrigeranti ad altissima efficienza ma *basso/trascurabile impatto ambientale*. Visto l'uso estremamente esteso dei fluidi lubrorefrigeranti, fondamentali nella maggior parte dei processi produttivi perché in grado non solo di limitare gli assorbimenti di potenza, ma anche di salvaguardare sia i materiali in lavorazione che i macchinari limitandone i fuori-servizio, la tematica proposta assume un ruolo centrale nella moderna industria produttiva. Essa, infatti, interseca la necessità di una produzione sostenibile, possibile grazie non solo a cicli produttivi più efficienti, ovvero caratterizzati da consumi più bassi e qualità dei componenti prodotti elevata, ma anche grazie a *scarti e/o residui della produzione che non rechino danno all'ambiente* e che siano quindi facilmente smaltibili. Questo tipo di produzione è alla base di uno *sviluppo sostenibile*, ovvero una forma di sviluppo economico compatibile con la salvaguardia dell'ambiente e dei beni liberi per le generazioni future. L'adozione nel più breve tempo possibile di metodologie produttive cosiddette "green" appare quindi indispensabile perché la

## BORSA N. 21

	<p>sostenibilità ambientale è diventata un vero impegno e rappresenta lo specchio di una rinnovata mentalità e sensibilità del management, senza guardare ai meri obblighi di legge.</p> <p>In questa ricerca l'attenzione dovrà essere principalmente rivolta ai fluidi lubrorefrigeranti adoperati nei processi di asportazione di truciolo e nei processi di deformazione plastica, centrando l'obiettivo di minimizzare l'impatto ambientale che le emulsioni esauste hanno. In entrambe le applicazioni la riduzione di attrito che la presenza dei fluidi lubrorefrigeranti garantisce, rispetto a eventuali soluzioni a secco possibili grazie a specifici (ma costosi) rivestimenti superficiali degli utensili e all'uso di macchinari in grado di resistere alle più alte temperature che si sviluppano, un <i>minore consumo di energia</i> accompagnato da una minore spesa in termini di attrezzature/macchinari. La possibilità di sviluppare fluidi lubrorefrigeranti caratterizzati da prestazioni ottimali (in termini non solo di lubricità, ma anche di protezione dalla corrosione) può inoltre permettere di unire alla riduzione dei costi legata al bassissimo impatto ambientale quella legata all'incremento di produttività determinato dalla riduzione di fermi macchina per manutenzione (non solo rotture, ma anche semplicemente cambio dell'utensile usurato). Un ciclo produttivo in cui vengano implementati in modo ottimale questo tipo di fluidi lubrorefrigeranti può a ragione permettere uno sviluppo sostenibile, l'unico oggi su cui vale la pena puntare per una ripresa che permetta di superare gli effetti della crisi che abbiamo vissuto negli ultimi 2 anni.</p>
<p><b>b. Tema della ricerca, evidenziando la conformità del progetto di percorso dottorale con la SNSI ed il PNR, la coerenza con la L.240/2010 e il DM 45/2013 in materia di dottorati, attraverso il finanziamento di dottorati in ambito Green.</b></p>	<p>Oggi sono molte le aziende che hanno deciso di orientare le proprie scelte verso uno sviluppo sostenibile, impegnandosi a ridurre l'impatto ambientale delle attività produttive con la conseguente modifica di prodotti e processi. Se poi si considera l'intera filiera produttiva, l'innovazione diventa la chiave per ottenere vantaggi indiscutibili. La trasformazione verso il green si sta rivelando non solo un punto di forza comunicativo che ha impatto sulla reputazione di un brand, aumentandone la visibilità e il bacino di utenza, ma è anche un</p>

percorso lungo la riduzione di costi e rischi e verso modelli di business più all'avanguardia.

In accordo con la Strategia Nazionale di Specializzazione Intelligente (SNSI), che ha individuato le priorità di investimento di lungo periodo declinandole in 5 aree tematiche di interesse strategico, il presente progetto di percorso dottorale si inquadra nell'area denominata "*Industria intelligente e sostenibile, energia e ambiente*". L'obiettivo del progetto è, infatti, quello di sviluppare ed implementare l'utilizzo all'interno del ciclo produttivo di lubrorefrigeranti efficienti e verdi (ovvero caratterizzati da bassissimo impatto ambientale) in sostituzione dei prodotti di origine minerale.

Questo progetto di percorso dottorale è perfettamente in linea anche con quanto previsto dal *Programma Nazionale per la Ricerca* (PNR) dove le tecnologie green (Green technologies) rappresentano una delle aree di intervento che rientrano nell'ambito di ricerca e innovazione "*Prodotti alimentari, bioeconomia, risorse naturali, agricoltura, ambiente*". Il PNR, infatti, spinge sullo sviluppo di un'economia industriale sostenibile e circolare considerando strategici i concetti di "chimica rigenerativa" (che punta alla riqualificazione e al recupero di materie prime seconde da prodotti a fine ciclo di vita) e "*demanufacturing e re-manufacturing*" (aumento del tempo di vita di prodotti a elevato valore aggiunto, recupero di risorse critiche, utilizzo in processi secondari ecc.)

L'economia circolare è strettamente legata al tema della sostenibilità in quanto un prodotto arrivato al termine della propria vita può essere scomposto e reintrodotta, nel limite del possibile, in un nuovo ciclo produttivo, generando ulteriore valore. Oggi ci troviamo di fronte ad un aumento della domanda di materie prime che si scontra con una scarsità dell'offerta. L'economia circolare può sopperire a questa mancanza proponendo soluzioni di produzione e consumo che implicino il riutilizzo di materiali (in questo caso gli oli esausti) e prodotti per allungarne il ciclo vitale, contribuendo anche alla riduzione di rifiuti.

## BORSA N. 21

<p>c. Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti</p>	<p>L'attività di ricerca è focalizzata sullo studio di lubrificanti eco-compatibili (<i>green</i>). È bene evidenziare che, affinché ci possa essere una implementazione all'interno del ciclo produttivo, è necessario, da un lato, individuare le condizioni operative in grado di massimizzare l'efficacia dello specifico fluido, dall'altro definire la composizione percentuale ottimale dell'emulsione.</p> <p>Ad una fase iniziale della ricerca basata sullo studio delle prestazioni dei fluidi attualmente utilizzati (di origine minerale) seguirà quindi una fase di sviluppo di fluidi lubrificanti in grado di garantire prestazioni ottimali ma procedure di smaltimento semplificate. Dovrà essere utilizzato un approccio numerico/sperimentale, basato su prove in laboratorio e prove sul campo (sia presso PoliBa che presso aziende), nonché da simulazioni agli elementi finiti. Le prove in laboratorio potranno anche fornire dati sperimentali utili alla calibrazione dei modelli di simulazione che si intende utilizzare per la definizione delle finestre di parametri di processo da investigare. In tal modo la fase sperimentale sul campo potrà essere mirata e potrà semplificare la successiva fase di implementazione nel ciclo produttivo dei fluidi eco-compatibili.</p>
<p><b>B. ATTIVITA' DA SVOLGERE PRESSO L'IMPRESA con sede nell'intero territorio nazionale</b></p>	
<p>a. Attività di ricerca da svolgere presso l'impresa</p>	<p>L'attività di ricerca sarà svolta presso una azienda che opera nel campo della chimica fine ed in grado di integrare la chimica verde con l'ingegneria impiantistica. L'azienda si occuperà della formulazione degli oli. Le attività previste presso l'azienda sono principalmente di due tipologie:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Test di laboratorio svolti presso la sede aziendale, che potranno servire alla realizzazione dei modelli in grado di simulare in modo affidabile quanto accade all'interno del processo industriale</li><li>2. Test presso gli impianti industriali per l'implementazione all'interno del ciclo produttivo (lavorazioni per asportazione di truciolo e per deformazione plastica) di fluidi lubrificanti <i>green</i>, che saranno utili per</li></ol>

## BORSA N. 21

	<p>dare un riscontro ai risultati ottenuti in laboratorio e per ottimizzare il modello di simulazione nonché ottimizzare le prestazioni del lubrorefrigerante.</p>
b. Durata di permanenza in impresa del dottorando titolare	12 mesi
<b>c. Misurabilità dei risultati attesi e impatto potenziale dell'intervento con riferimento alle finalità del REACTEU: presenza nell'ambito del progetto di percorso dottorale di target quantificabili e misurabili coerenti con gli indicatori previsti dall'azione di riferimento del PON</b>	<p>Questo progetto rientra nell'idea di <i>transizione verso un'economia verde</i> finanziata dal FESR nell'ambito del REACT-EU, che rappresenta uno dei più grandi programmi nell'ambito del nuovo strumento Next Generation EU. L'attività di ricerca prevista dovrà essere suddivisa in fasi, ciascuna da svolgersi o presso il PoliBa o presso l'azienda. Ogni fase dovrà avere obiettivi quantificabili in termini di risultati attesi e metodologie da adottare, chiarendo in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- principali caratteristiche dei lubrorefrigeranti su cui puntare</li><li>- necessità di attrezzature specifiche</li><li>- tipologie di fluidi <i>green</i> su cui puntare</li><li>- tipologia di prove e strumenti necessari per le prove di laboratorio</li><li>- tipologia di prove e metodologia per le prove sul campo</li><li>- tipologia di approccio numerico da considerare</li></ul>
<b>C. ATTIVITA' ALL'ESTERO</b>	
a. Attività di ricerca da svolgere all'estero	<p>Il presente progetto di percorso dottorale prevede che una parte dell'attività presso l'azienda venga svolta in aziende su territorio estero interessate all'implementazione di tali lubrorefrigeranti <i>green</i>. Il mercato internazionale (Sud Africa, Iran, Turchia) sta infatti puntando in modo molto deciso sull'utilizzo di oli da laminazione ad altissima efficienza ma basso impatto ambientale.</p> <p>Così come per i test previsti all'interno del territorio nazionale, quelli svolti all'estero si baseranno su un analogo piano sperimentale e permetteranno sia di validare l'approccio proposto (basato sui risultati delle prove di laboratorio e su quelli del modello di simulazione) sia di valutare le prestazioni sul campo.</p>

## BORSA N. 22



UNIONE EUROPEA  
Fondo Sociale Europeo



### Programma Operativo Nazionale 2014-2020 Dottorati di ricerca su tematiche dell'innovazione e green

10/08/2021 D.M. 10 agosto 2021, n. 1061

a.a. 2021/2022 - CICLO 37 –

TEMATICHE GREEN (AZIONE IV.5)

## BORSA N. 22

### A. RICERCA PROPOSTA

**Sviluppo di turbomacchine motrici in sostituzione di organi di regolazione per il recupero e la produzione di energia altrimenti dissipata**

a. **Pertinenza del progetto di percorso dottorale in relazione alla capacità di creare un alto valore aggiunto, attraverso la valorizzazione del capitale umano, in termini di ricadute scientifiche, sociali ed economiche sul territorio nazionale, favorendo opportuni modelli di ricerca e di contaminazione di conoscenze e competenze in grado di favorire lo sviluppo di prodotti e servizi innovativi ad impatto ridotto sull'ambiente, focalizzati su temi orientati alla conservazione dell'ecosistema, alla biodiversità, nonché alla riduzione degli impatti del cambiamento climatico e alla promozione di uno sviluppo sostenibile, quale contributo per promuovere la ripresa verde e il superamento degli effetti della crisi nel contesto della pandemia di COVID-19.**

Il progetto propone soluzioni alternative per il recupero e produzione di energia, altrimenti dissipata con i convenzionali sistemi di regolazione e controllo delle portate e delle pressioni in processi industriali. Ciò supporterà la crescita di industrie sempre più sostenibili dal punto di vista energetico riducendo la carbon footprint dei propri processi. Le tematiche trattate fortificheranno la posizione della Regione Puglia di attore di rilievo nazionale e internazionale nel settore dell'energia pulita.

Il progetto ben si colloca all'interno di accordi stipulati tra la Regione Puglia, il Politecnico di Bari e le più importanti realtà industriali regionali per sviluppare tematiche relative alla green energy. Si ricorda il recente accordo tra Baker Hughes e il Politecnico di Bari che hanno costituito il laboratorio pubblico-privato "Baker Hughes Pump Lab", che ha tra le sue finalità anche la ricerca nell'ambito delle macchine per il recupero energetico. Il progetto si inquadra nella pluriennale collaborazione del Politecnico di Bari con Nuovo Pignone Bari (Baker Hughes), realtà nazionale tra i leader a livello mondiale nell'ambito delle macchine idrauliche operatrici che, per esigenze di mercato e diversificazione di prodotto, ha mostrato un forte interesse a voler sviluppare turbopompe centrifughe da utilizzare a flusso inverso, le cosiddette PaT

	<p>(Pump as Turbine) ovvero pompe funzionanti come turbine per il recupero energetico.</p> <p>Inoltre, il progetto permetterà al Politecnico di Bari di rafforzare le collaborazioni con importanti centri di ricerca Europei. Infine, il know-how acquisito permetterà la creazione di nuove partnership in settori trasversali rispetto a quello energetico, che spaziano dal campo dell'ingegneria meccanica e civile al settore elettrico e gestionale.</p> <p>Il conseguimento degli obiettivi permetterà di integrare le PaT nel contesto di industria 4.0 e Internet of Things, attraverso la connessione in rete e il monitoraggio delle condizioni operative. Tale regolazione intelligente consentirà la comunicazione tra le PaT e i processi produttivi già dotati di sistemi di controllo e di accumulo smart, gestendo in maniera centralizzata l'intero sistema massimizzando la potenza recuperabile da tali processi.</p> <p>Per le aziende lo sviluppo di questa nuova tecnologia potrebbe aprire nuove fette di mercato incrementando le potenzialità del gruppo e la necessità di nuovo personale altamente qualificato. Difatti, l'esperienza accumulata durante il periodo di dottorato farà sì che questa figura, capace di portare innovazione nell'ambito della produzione di energia sostenibile, possa essere facilmente inserita all'interno dell'azienda o in altri gruppi industriali operanti nel settore delle turbomacchine, così come è avvenuto in passato con i dottori di ricerca che hanno svolto i propri progetti sulle tematiche di interesse aziendale nel settore del recupero energetico attraverso turbomacchine.</p>
<p><b>b. Tema della ricerca, evidenziando la conformità del progetto di percorso dottorale con la SNSI ed il PNR, la coerenza con la L.240/2010 e il DM 45/2013 in materia di dottorati, attraverso il finanziamento di dottorati in ambito Green.</b></p>	<p>La necessità di contrastare il cambiamento climatico e di rispondere con soluzioni green alla crescente domanda energetica globale sta portando all'aumento degli investimenti nei processi industriali che mirano alla massimizzazione del recupero di flussi di energia altrimenti dissipati.</p> <p>In quest'ottica il tema della proposta di ricerca verterà sullo sviluppo di nuove turbopompe centrifughe da utilizzare a flusso inverso con palettature regolabili in ingresso come macchine motrici, le cosiddette Pump as Turbine, per recupero energetico da processi industriali. Tra le principali applicazioni interessate a questo sviluppo ci sono gli impianti di trattamento del gas, gli impianti</p>

petrolchimici, gli oleodotti, oltre alle reti di distribuzione idrica.

In passato, il controllo della portata veniva garantito da sistemi di laminazione (valvole) del flusso che necessariamente dissipavano energia. La stessa funzione ora è spesso svolta da macchine motrici (turbine) che consentono, almeno in parte, di convertire l'energia precedentemente dissipata nella valvola in energia meccanica utilizzabile. Tuttavia, in molti casi vi è una forte variabilità della portata da trattare con conseguente richiesta di flessibilità operativa della macchina preposta al recupero di energia.

L'uso di palettature regolabili in ingresso alle turbine è una tecnologia molto efficace e già consolidata nell'ambito degli impianti idroelettrici mentre non è mai stata applicata in altri ambiti industriali dove lo scarico della turbina si trova ad alta pressione. La progettazione di tali componenti risulta pertanto altamente innovativa soprattutto se si punta alla realizzazione di meccanismi di azionamento contemporaneamente economici e affidabili.

Un altro ambito di applicazione di queste macchine è nei turbogruppi usati in impianti petrolchimici come quelli per la produzione di fertilizzanti. Solitamente i turbogruppi disponibili sul mercato sono di dimensione e potenza piccola (<300 kW) e non dispongono di sistemi per estenderne il campo operativo di portata se non una semplice valvola di bypass. L'estensione a potenze maggiori (almeno fino a 500kW) e l'estensione del campo operativo delle portate con l'uso di palettatura di ingresso variabile mira a incrementare il recupero energetico medio annuo ma soprattutto accorciare il tempo di ritorno dell'investimento.

In questo scenario, risulterà importante la gestione dell'energia tramite sistemi di accumulo in grado di rendere più sostenibile la produzione e la distribuzione di energia nei processi di interesse.

Il progetto quindi si inserisce nell'ambito green, grazie alla riduzione degli impatti del cambiamento climatico e alla promozione di una gestione smart e sostenibile dell'energia a basso contenuto di CO<sub>2</sub>, elementi catalizzatori per la grande area di intervento della transizione verde individuata dal PNR e presente nell'area tematica del SNSI volta a rendere l'industria più sostenibile in un contesto energetico e ambientale pulito.

## BORSA N. 22

c. Attività di ricerca proposta, metodologie e contenuti

L'attività di ricerca potrà avvallarsi di una stretta sinergia con i ricercatori di un laboratorio pubblico. Tradizionalmente, presso l'azienda partner sono state sviluppate soprattutto turbomacchine operatrici. Le richieste del mercato e le esigenze di diversificare la produzione per mantenere la competitività, hanno portato il gruppo a voler sviluppare apposite turbopompe centrifughe da utilizzare a flusso inverso come macchine motrici, le cosiddette PaT (Pump as Turbine) ovvero pompe funzionanti come turbine.

Di solito le pompe centrifughe dotate di diffusore palettato hanno la palettatura del diffusore fissa. Nel momento in cui la pompa deve lavorare da turbina, il diffusore diventa il distributore della macchina motrice. Per consentire di avere un ampio campo di funzionamento a elevata efficienza, è necessario rendere variabile la geometria del diffusore della pompa. Un altro aspetto rilevante è che, a differenza delle pompe centrifughe, le sollecitazioni sulle pale delle giranti delle pompe operanti in modalità inversa in presenza di palettatura statorica, possono contenere forzanti a frequenze molto alte. Per un dimensionamento ottimale, ossia di minimo costo nel rispetto dei vincoli strutturali, è necessario essere in grado di prevedere accuratamente l'entità di queste sollecitazioni indotte dal flusso.

Pertanto, l'attività di ricerca proposta, prevede una campagna di simulazioni numeriche su diversi tipi di configurazioni con lo scopo di individuare i parametri geometrici e fluidodinamici più influenti sul miglioramento delle prestazioni da turbina. Inoltre, i risultati numerici risulteranno fondamentali per poter validare il processo di progettazione.

A seguito di tali attività numeriche, prove sperimentali verranno effettuate per caratterizzare la macchina in diverse condizioni operative. Affinché il sistema possa rispondere prontamente alle variazioni delle condizioni, si vogliono sviluppare algoritmi di apprendimento evolutivisti per l'analisi, la previsione delle prestazioni e la diagnostica al fine di integrare le PaT nel contesto di industria 4.0 e Internet of Things per massimizzare la potenza recuperabile dai processi e ottimizzare la sua gestione attraverso sistemi di accumulo interconnessi.

Infine, risulta inesplorato anche il campo relativo all'applicazione di queste macchine a processi dove

## BORSA N. 22

	una parte considerevole di gas disciolto nel liquido esce dalla soluzione durante l'espansione.
<b>B. ATTIVITA' DA SVOLGERE PRESSO L'IMPRESA con sede nell'intero territorio nazionale</b>	
a. Attività di ricerca da svolgere presso l'impresa	Le attività da svolgere presso lo stabilimento aziendale sono relative agli aspetti più applicativi del progetto di ricerca. Nello specifico verranno supervisionate dal tutor aziendale le attività di: <ul style="list-style-type: none"><li>• Definizione e modellazione concettuale della architettura generale di macchina;</li><li>• Definizione di dettaglio e modellazione dei componenti del cammino del flusso e delle parti di attuazione;</li><li>• Preparazione e messa a punto delle fasi di validazione sperimentale.</li></ul>
b. Durata di permanenza in impresa del dottorando	12 mesi
<b>c. Misurabilità dei risultati attesi e impatto potenziale dell'intervento con riferimento alle finalità del REACTEU: presenza nell'ambito del progetto di percorso dottorale di target quantificabili e misurabili coerenti con gli indicatori previsti dall'azione di riferimento del PON</b>	<p>Per l'azienda partner lo sviluppo di questa nuova tecnologia potrebbe aprire nuove fette di mercato consentendo un incremento delle potenzialità del gruppo. L'aumento di scopo generato da questo progetto richiederà l'assegnazione di nuovo personale altamente qualificato. L'esperienza accumulata durante il periodo di Dottorato, farà sì che questa figura possa essere facilmente inserita all'interno dell'azienda.</p> <p>Grazie alla pluriennale collaborazione, si ritiene di poter raggiungere gli obiettivi nei tre anni della durata del Dottorato. Ne è la conferma lo sviluppo di una girante innovativa di una turbopompa centrifuga a doppio flusso che è stata integralmente pensata e progettata da zero da un gruppo di lavoro congiunto. Gli ottimi risultati sperimentali sul primo prototipo realizzato hanno portato alla presentazione di domanda di brevetto che è stata accolta.</p> <p>Le configurazioni meccaniche e idrauliche di riferimento da cui partire per lo sviluppo di questa proposta progettuale sono le pompe centrifughe per applicazioni industriali petrolchimiche, le turbine idrauliche di tipo Francis ed i turbo espansori di gas. Queste tre tipologie di macchine di riferimento fanno parte del portafoglio di prodotti della società partner del progetto.</p> <p>Il progetto, di durata triennale, sarà suddiviso in semestri.</p> <p>1) semestri 1 e 2, al Politecnico: il Dottorando si occuperà dello studio del problema effettuando una</p>

## BORSA N. 22

	<p>dettagliata analisi bibliografica. Inoltre, verranno realizzati i primi modelli numerici per la valutazione del comportamento fluidodinamico del sistema e per l'individuazione delle principali condizioni operative. Nel frattempo, si dedicherà all'ottenimento dei necessari CFU relativi alla parte di formazione;</p> <p>2) semestre 3, presso l'azienda: in questa fase, in collaborazione con il personale dell'azienda, si procederà allo sviluppo di massima della macchina;</p> <p>3) semestre 4, presso ente di ricerca estero: analisi teorica e sperimentale dell'interazione rotore-statore;</p> <p>4) semestre 5, presso il l'azienda: esecuzione del progetto definitivo del sistema e test sperimentali;</p> <p>5) semestre 6, presso il Politecnico di Bari, simulazioni di verifica e redazione del lavoro di tesi.</p>
<b>C. ATTIVITA' ALL'ESTERO</b>	
a. Attività di ricerca da svolgere all'estero	<p>Durante il periodo all'estero ci sarà un coinvolgimento nel gruppo di ricerca e nelle principali attività sperimentali svolte presso il laboratorio per macchine idrauliche.</p> <p>Il dottorando parteciperà a test sperimentali su turbine in scala ridotta per effettuare misure di rendimento, oscillazioni della pressione e campi di velocità in uscita dalla girante per studiare i fenomeni bifasici e di interazione rotore-statore che possono danneggiare le prestazioni e sicurezza della macchina idraulica.</p>