



PhD in INGEGNERIA AEROSPAZIALE / AEROSPACE ENGINEERING - 38th cycle

**THEMATIC Research Field: WIND TURBINES: SOURCE OF ENERGY AND OF RECYCLABLE
MATERIAL FOR A CIRCULAR ECONOMY**

Monthly net income of PhDscholarship (max 36 months)

€ 1400.0

In case of a change of the welfare rates during the three-year period, the amount could be modified.

Context of the research activity

Motivation and objectives of the research in this field

I paesi EU hanno concordato nuovi obiettivi per il 2030 con lo scopo di aiutare l'UE a ottenere un sistema energetico ancora più sostenibile, verso la neutralità climatica proposta per il 2050. Uno di questi obiettivi è quello di raggiungere almeno una quota del 27% di consumo di energia rinnovabile. Il recente PNRR prevede inoltre che un minimo del 37% della spesa debba sostenere gli obiettivi climatici. Il piano previsto dal PNRR, tra le altre cose, deve contribuire alla transizione verso un'economia circolare e la riduzione e il riciclaggio dei rifiuti.

Nell'ambito delle energie rinnovabili, l'energia eolica è quella che negli ultimi decenni ha visto la maggior crescita. Occorre però evidenziare alcuni aspetti: 1) gli obiettivi 2030 e 2050 richiedono nuove installazioni di energia rinnovabile; 2) in Italia e in molti altri paesi europei, c'è una carenza di nuove aree terrestri adatte a nuove installazioni; 3) molti parchi eolici esistenti sono dotati di vecchie turbine eoliche. Tra i punti precedenti, l'ultimo merita un'attenzione particolare, in quanto si prevede che avrà un impatto importante perché molti parchi eolici italiani sono prossimi alla fine. Per risolvere questo problema, si stanno mettendo in atto diverse strategie di repowering e revamping di parchi eolici.

L'idea di questo progetto è quella di investigare gli aspetti della progettazione di pale eoliche per il repowering di turbine eoliche esistenti e per lo studio di soluzioni



	<p>tecnologiche innovative per la produzione di energia da fonti rinnovabili che siano più sostenibili. L'obiettivo finale è quella di dar vita a una maggiore economia circolare anche in questo settore attraverso diverse attività congiunte</p> <p>1) la progettazione aerodinamica, strutturale ed aeroelastica di pale eoliche studiando a) materiali innovativi che permettano non solo un'estensione del ciclo di vita della macchina, ma anche che possano essere riciclate a fine vita dando vita a un'economia circolare e b) studiando nuove soluzioni tecnologiche che possano ridurre l'utilizzo di materiali (sistemi bi-pala, macchine ad asse verticale, macchine volanti per la produzione in alta quota, ecc.)</p> <p>2) lo studio della riciclabilità delle pale esistenti (si stima che nei prossimi anni ci saranno tonnellate di pale da smaltire) per la realizzazione di nuove pale (o parte di esse) o altri manufatti.</p> <p>3) Lo sviluppo di modelli di "costo" e modelli di "valore", quali obiettivi finali della progettazione di macchine eoliche</p>
<p>Methods and techniques that will be developed and used to carry out the research</p>	<p>Il recente PNRR prevede che un minimo del 37% della spesa debba sostenere gli obiettivi climatici. Il piano previsto dal PNRR, tra le altre cose, deve contribuire alla transizione verso un'economia circolare e la riduzione e il riciclaggio dei rifiuti. La ricerca che si propone in questa attività di dottorato si inserisce in questo ambito e quindi, più in generale, nella tematica dello "sviluppo sostenibile" di cui al punto 4.1 del Bando.</p> <p>L'attività di ricerca svolta dalla Dottoranda/a sarà prevalentemente di natura numerica sui due aspetti chiave della ricerca: 1) progettazione di pale eoliche con materiali innovativi e maggiormente riciclabili, e 2) studio della riciclabilità delle pale esistenti nei parchi eolici e destinati allo smaltimento, 3) studio di tecnologie che possano ridurre l'utilizzo di materiale (sistemi bi-pala, macchine ad asse verticale, ecc). Tali attività numeriche prevedono prima l'utilizzo poi il necessario sviluppo di modelli allo stato dell'arte per questi tipi di applicazione (modello ingegneristici di aerodinamica, stima delle caratteristiche dei materiali, analisi dei carichi su</p>



	<p>aerogeneratori tramite codici aeroelastici, progetto di pale tramite codici basati su ottimizzazione e minimizzazione del costo dell'energia). Quindi le attività previste sono, in sintesi: i) studio dello stato dell'arte sui materiali (anche da altri settori "affini", quali l'aerospazio) e sulle loro caratteristiche non solo meccaniche ma anche di riciclabilità, ii) studio dello stato dell'arte sui metodi di progetto e sul processo di ottimizzazione di pale eoliche (già da anni portato avanti dal gruppo di ricerca), iii) definizione di uno o più casi test su cui svolgere le analisi, iv) definizione e sviluppo di modelli matematici per la modellazione dei sistemi di interesse, v) applicazione ai casi test delle nuove metodologie proposte e confronto con applicazioni simili disponibili prima della attività di ricerca, in modo tale da comparare i risultati e quantificare i miglioramenti della tecnologia vi) scrittura della tesi e di paper scientifici da presentare in conferenze internazionali.</p>
Educational objectives	<p>In contemporanea con lo sviluppo della ricerca, alla\al Dottoranda\o sarà richiesto di dedicare del tempo all'acquisizione di competenze tecniche e personali fortemente specialistiche e orientate ad un suo futuro ingresso nel mercato di riferimento. In particolare, la\il Dottoranda\o dovrà completare 30 CFU tramite la frequenza a corsi di livello Dottorale erogati dal Politecnico di Milano sia attraverso i vari Dipartimenti che tramite la stessa Scuola di Dottorato. La scelta del piano di studi verrà fatta di comune accordo con la\il Dottoranda\o privilegiando i suoi interessi specifici e l'attinenza delle materie scelte con il settore scientifico\disciplinare del Dottorato. In aggiunta a questo percorso formativo, alla\al Dottoranda\o viene offerta la possibilità, se lo desidera, di seguire qualunque corso che sia parte dei programmi di Laurea Magistrale del Politecnico. Inoltre eventuali collaborazioni con aziende del settore daranno alla\al Candidata\o la possibilità di esplorare il mondo industriale, ampliando quindi le sue competenze al di fuori del mondo accademico. La figura che si formerà avrà quindi una ottima capacità di lavoro nell'ambito della ricerca e sviluppo, ma con un'attenzione al mondo produttivo\industriale italiano e non. Dal</p>



	<p>momento che si prevede una forte rilevanza scientifica della ricerca proposta, alla\al Dottoranda\o verrà proposta la possibilità di pubblicare contributi in riviste scientifiche soggette a peer\review e, all'occorrenza, di presentare i propri risultati presso Conferenze Scientifiche del settore (EAWP PHD Seminar, TORQUE, WESC...). Se lo desidera, la\il Dottoranda\o potrà essere coinvolto\o in attività di supporto alla didattica. Come ormai prassi in molti progetti europei, le attività di ricerca della\del Dottoranda\o, verranno anche pubblicizzate in attività di dissemination verso il pubblico, giovane e adulto, nelle varie iniziative già in essere presso il Politecnico di Milano (open day lab, MeetMeTonight, canali social, ecc.). In tutte queste iniziative verrà dato rilievo del finanziamento INPS alla ricerca proposta.</p>
Job opportunities	<p>Il progetto di ricerca prevede un forte orientamento al mercato dell'energia eolica italiano e si propone di sviluppare metodologie direttamente esportabili sul mercato. Durante il Dottorato, la\il Candidata\o acquisirà delle ottime competenze inerenti il settore dell'energia eolica: dal momento che la ricerca si propone di sviluppare metodologie che impattino a livello di sistema, e quindi che tocchino molti aspetti della vita operativa dell'impianto, alla\al Candidata\o verrà richiesto di sviluppare solide competenze analitiche, in particolare riguardo alla modellazione dei fenomeni aerodinamici, idrodinamici, strutturali, inerziali che agiscono sul parco eolico. Allo stesso tempo, svilupperà competenze di progettazione integrata delle varie componenti del parco (turbine, strutture di supporto, connessione elettrica, trasporto). Inoltre la\il Candidata\o svilupperà una solida conoscenza delle tecniche di ottimizzazione necessarie allo sviluppo della parte algoritmica. Al termine della ricerca, la\il Candidata\o avrà quindi sviluppato competenze multidisciplinari di valore e tipicamente apprezzate dai vari attori del mercato di riferimento. Con uno sguardo specifico al mercato Italiano, si segnala come la potenza eolica installata nel nostro paese sia in continua crescita (vedi Statistiche sulle fonti rinnovabili. Gestore Servizi Energetici GSE, 2012) e che diversi operatori abbiano già ricevuto ordini significativi per il</p>



	biennio 2020\22. Si tratta quindi di un settore maturo e in crescita per il quale il possesso di competenze specialistiche di alto livello rappresenta un notevole valore aggiunto. Le opportunità di lavoro tuttavia non si limitano al settore italiano e d internazionale dell'energia eolica, ma anche a tutti quelli ambiti industriali dove sono richieste competenze di progettazione multidisciplinare e capacità di modellazione e di integrazione di sistemi complessi (quali il mondo aeronautico, spaziale, automobilistico, ecc.).
Composition of the research group	0 Full Professors 1 Associated Professors 2 Assistant Professors 3 PhD Students
Name of the research directors	Prof. Alessandro Croce

Contacts
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Aerospaziali - Politecnico di Milano Via La Masa 34, 20156 Milano - Italy +390223998323 - email: phd-daer@polimi.it web: https://www.aero.polimi.it/

Additional support - Financial aid per PhD student per year (gross amount)	
Housing - Foreign Students	--
Housing - Out-of-town residents (more than 80Km out of Milano)	--

Scholarship Increase for a period abroad	
Amount monthly	2100.0 €
By number of months	6

Additional information: educational activity, teaching assistantship, computer availability, desk availability, any other information
The Ph.D. candidate will receive a desk and a personal computer. Apart from the compulsory ones, the Ph.D. candidate will have the opportunity to follow additional courses, receive economic support to attend summer schools, and participate in conferences. There will be the possibility of paid teaching assistantship.