



**Richiesta per borsa di studio da attivare ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021**

La sottoscritta CRISTINA CORNARO qualifica ASSOCIATO DI FISICA TECNICA AMBIENTALE afferente al Dipartimento di INGEGNERIA DELL'IMPRESA "MARIO LUCERTINI" Interno: 0672597233 cell:3204257088 email: cornaro@uniroma2.it

**CHIEDE**

L'attivazione di una borsa di studio di dottorato ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021. A tal fine comunica quanto segue:

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo: INGEGNERIA PER LA PROGETTAZIONE E PRODUZIONE INDUSTRIALE (IPRI)

Area per la quale si presenta la richiesta (selezionare solo una delle due):

Innovazione

Green

Tipologia di cofinanziamento (pari ad euro 8000 una tantum):

Nome dell'Ente finanziatore pubblico o privato:

Ente finanziatore: ISTITUTO SCIENZE DEL PATRIMONIO CULTURALE DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (ISPC CNR)

Persona di Riferimento: ELENA GIGLIARELLI Telefono 3478870693 Email: elena.gigliarelli@cnr.it

Impresa presso la quale svolgere il periodo obbligatorio da 6 a 12 mesi: ENUP srl

Persona di riferimento: VALERIO ADOO PUGGIONI Telefono 3388131237 Email: puggioni@enup.it

Fondi di ricerca dipartimentali

***Progetto di Ricerca***

**Titolo**

Tecnologie innovative per il miglioramento energetico-ambientale degli edifici storici. Verso un consolidamento di processo.

***Descrizione del Progetto:***

**Obiettivi**

Il progetto si propone di studiare tecnologie avanzate di **diagnostica** e **simulazione numerica** al fine di definire una metodica non invasiva per l'identificazione di soluzioni di miglioramento energetico-ambientale degli edifici storici, in un'ottica di conservazione del bene e garantendo allo stesso tempo la sostenibilità in tutte le sue declinazioni.

Strumenti di diagnostica avanzata, quali le simulazioni energetiche dinamiche (Building Performance Simulation, BPS) e di Building Information Modeling (BIM) sono gli elementi chiave che



verranno utilizzati per la definizione di soluzioni di riqualificazione sostenibile. Ad essi si affianca la diagnostica energetico-ambientale in situ per la definizione dello stato degli edifici e delle condizioni al contorno utili alla simulazione. Inoltre, la definizione ed implementazione di appropriati algoritmi di ottimizzazione multi obiettivo, permetteranno di identificare le migliori opzioni di intervento bilanciando esigenze di conservazione, efficientamento energetico e benessere dei fruitori, garantendo la sostenibilità degli interventi sotto il profilo ambientale, economico e sociale.

La metodologia verrà implementata su uno o più casi studio individuati in collaborazione con ISPC CNR. L'attività di simulazione dinamica e monitoraggio sarà supportata da EnUp, società affermata nella valutazione delle prestazioni energetiche di edifici (anche storici) mediante l'uso della tecnica avanzata della simulazione dinamica. Il Dipartimento di Ingegneria dell'Impresa collabora già con l'ISPC CNR anche nell'ambito del centro di eccellenza DTC Lazio e con EnUp per quanto riguarda gli aspetti tecnici della simulazione. Il progetto sarà dunque sviluppato sia in collaborazione con l'istituto pubblico finanziatore (ISPC CNR) che con l'azienda (EnUp) allo scopo di promuovere la sinergia tra enti pubblici e privati nella diffusione di pratiche sostenibili e green per la conservazione e l'efficientamento energetico degli edifici storici. La collaborazione con ISPC CNR sarà inoltre formalizzata con la stipula di una apposita convenzione tra le parti.

### **Descrizione sintetica**

La ricerca si articolerà su due fronti garantendo al dottorando/a una formazione sia di tipo sperimentale che teorico focalizzando le proprie attività sia su aspetti di Diagnostica che di Simulazione.

#### *Diagnostica*

L'attività di ricerca in ambito “diagnostico energetico-ambientale” permetterà di individuarne limiti e criticità con l'obiettivo di consolidare la loro applicazione al costruito storico, e studiarne il potenziale a supporto di altre dimensioni conoscitive dell'edificio tipiche della conservazione (es. analisi tecniche costruttive, fasi storiche, degrado ecc.) mediante:

- studio sistemi di monitoraggio indoor e outdoor e modalità di post-processing dati in relazione agli edifici storici;
- valutazione di limiti e criticità di metodiche analisi non invasiva in situ (es. termografia, termoflussimetria, indagini combinate ecc.)

#### *Simulazione*

In ambito “simulazione” la ricerca si propone di identificare e sistematizzare i limiti delle attuali applicazioni simulative attraverso test e redazione di buone pratiche operative (ad oggi carenti in letteratura) per fornire un contributo verso la loro diffusione applicativa sul costruito storico.

Tramite le BPS è possibile studiare ed ottimizzare la prestazione energetico-ambientale di un tessuto urbano, di un edificio o di suoi componenti costruttivi attraverso lo sviluppo di modelli comportamentali che permettono di rivelare le interazioni dinamiche fra edificio, utenti, impianti, contesto e clima, garantendo un solido supporto conoscitivo. In quanto strumenti di analisi non distruttiva, le BPS sono particolarmente interessanti in ambito storico e consentono di ricostruire il funzionamento originale degli edifici nel loro contesto ambientale, migliorandone la comprensione dei fenomeni complessi ad essi legati. Le BPS forniscono inoltre supporto decisionale per indagare le implicazioni delle diverse proposte progettuali. Nonostante i vantaggi offerti, le BPS sono ancora poco applicate al costruito storico per una serie di limiti, in parte legati alla complessità ed eterogeneità dello stesso, in parte tipici dell'approccio simulation-based ma comunque acuiti dal campo applicativo, e che sono legati a:



- incertezza dati di input;
- geometrie complesse, sistemi costruttivi non omogenei e standardizzati, limiti dei motori di calcolo su comportamento massivo e trasporto di umidità, occupant behaviour;
- mancanza di database sulle caratteristiche termofisiche (con relativa necessità di desumerle da analisi sul campo, letteratura critica, indagini diagnostiche);
- criticità nell'uso di approcci deterministici (simulation-based) su oggetti eterogenei;
- scarso dibattito interdisciplinare sul tema.

***Obiettivi formativi:***

Lo studente arricchirà le proprie conoscenze nei seguenti campi:

- diagnostica energetico-ambientale applicata a edifici storici, (termografia, termoflussimetria, sensoristica etc.)
- simulazioni e studio degli applicativi BIM e BPS (Revit, Design Builder, IDA ICE, Energy Plus)

Avrà messo a punto una tecnica che potrà essere utilizzata da enti pubblici e privati come supporto decisionale nei processi di riqualificazione degli edifici storici.

***Attività previste:***

- Review letteratura sui processi di miglioramento energetico ambientale del costruito storico e dell'impiego del simulation based design come supporto decisionale a questi interventi.
  - Identificazione delle lacune cognitive e di processo nelle attuali sperimentazioni come evidenziato in precedenza
  - Ulteriore specificazione a fronte delle lacune identificate, degli avanzamenti conoscitivi cui contribuire nel corso del dottorato.
- Applicazioni sperimentali (sia diagnostiche che simulative)
- Redazione buone pratiche
- Attività formative
- Disseminazione dei risultati

Gantt orientativo delle attività previste



I ANNO	2021		2022									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Review letteratura	[Green bar]											
Identificazione lacune												
Specificazione avanzamenti conoscitivi												
Applicazioni sperimentali												
Attività formative	[Yellow bar]											
Disseminazione dei risultati												
II ANNO	2022		2023									
	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV
Review letteratura												
Identificazione lacune												
Specificazione avanzamenti conoscitivi												
Applicazioni sperimentali	[Red bar]											
Disseminazione dei risultati	[Purple bar]											
III ANNO	2023		2024									
	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	XXX	XXXI	XXXII	XXXIII	XXXIV	XXXV	XXXVI
Applicazioni sperimentali	[Red bar]											
Redazione buone pratiche	[Dark Blue bar]											
Disseminazione dei risultati	[Purple bar]											

***Attinenza del progetto all'area indicata:***

Sotto la spinta dell'European Green Deal gli stakeholder Cultural Heritage guidati da Europa Nostra hanno sviluppato l'European Cultural Heritage Green Paper nel quale il patrimonio viene finalmente inquadrato nella sua dimensione di risorsa chiave e driver per la lotta al cambiamento climatico. Il miglioramento energetico ed ambientale degli edifici della cultura intercetta tutti e tre gli assi strategici del PNRR italiano, il tema della transizione ecologica si lega ai benefici sociali garantiti dalla cura del patrimonio (dall'effetto beacon di questi interventi alla loro presenza su tutto il territorio, alla possibilità di valorizzazione dei giovani con nuove professionalità) e alla digitalizzazione, fungendo il patrimonio da "stress test" per questo tipo di interventi e richiedendo l'uso delle tecnologie più avanzate in termini di diagnostica, simulazione e gestione del processo edilizio (BIM).

***Risultati attesi:***

- Identificazione e studio delle attuali lacune conoscitive e di processo negli interventi di miglioramento energetico ambientale al costruito storico;
- sviluppo buone pratiche per questi interventi attraverso diagnostica, BIM e software di analisi dinamica, mettendo a punto di una metodologia integrata per scopi diagnostici e prognostici in conformità con le esigenze di conservazione e tutela;
- formazione di una figura che possa contribuire in modo sostanziale al processo di rinnovamento dell'ampio parco di edilizia storica in chiave sostenibile e green.

***Azienda pubblica o privata coinvolta nazionale o straniera in cui si prevede di far svolgere il periodo obbligatorio da 6 a 12 mesi previsto dal Decreto Ministeriale:***

La borsa di dottorato sarà cofinanziata dall'istituto ISPC del CNR, a seguito di stipula di apposita convenzione. Con l'ISPC, partner del progetto, verranno condivise alcune fasi formative e di ricerca e alcune delle attività relative al corso, nonché i risultati condivisi del dottorato. L'Istituto metterà a



disposizione le proprie strutture e strumentazioni e i propri apporti scientifici collaborando nelle attività previste.

L'attività obbligatoria presso un'impresa (da 6 a 12 mesi) sarà svolta presso l'EnUp srl che da anni collabora con la proponente nell'ambito della simulazione dinamica degli edifici.

L'ISPC-CNR ha la missione di perseguire l'eccellenza scientifica e favorire l'innovazione nella conoscenza, conservazione e valorizzazione dei beni culturali attraverso ricerche collaborative che coinvolgono discipline umanistiche, scienze sperimentali e applicazioni tecnologiche. Con oltre 180 ricercatori, tecnologi e tecnici di varie discipline e una forte propensione all'interdisciplinarietà, ISPC è l'hub del CNR per la ricerca, l'innovazione, la formazione e il trasferimento tecnologico dell'area strategica Beni Culturali, aperto alla collaborazione in reti di competenza nazionali ed internazionali.

Il Built Heritage Innovation Lab, coordinatore della Rete 10 del DTC Regione Lazio, è specializzato in diagnostica e protezione del patrimonio costruito, analisi e miglioramento energetico-ambientale, simulation-based design, DSS, interoperabilità, gestione della conoscenza del processo di conservazione su piattaforme HBIM e Exhibit design per siti culturali. Progetti attivi sul tema: "BEEP BIM for Energy Efficiency in the Public sector" (programma ENICBCMed) mirato all'attuazione di questi interventi attraverso processi HBIM e simulation based supportati da Energy Performance Contracts, il POR PRO-SIT sulla progettazione HBIM-based di interventi di riqualificazione di aree industriali dismesse, il PRIN 2019 TECH-START sullo studio simulation-based dei tessuti storici urbani.

EnUp Srl è una società di ingegneria costituita nel 2014 per proporre sul mercato nazionale un'offerta specializzata sull'efficienza energetica degli edifici. Applicano i principali strumenti di innovazione nel settore come la simulazione energetica dinamica, l'adozione di protocolli di certificazione internazionale come il LEED, il monitoraggio dei consumi energetici. Il core business di EnUp Srl è la progettazione e costruzione di edifici a basso consumo energetico, applicata sia a edifici di nuova costruzione che alla riqualificazione di quelli esistenti, utilizzando per le diverse fasi del processo edilizio la simulazione dinamica degli edifici

Roma, 29 settembre 2021

**Firma**