

**Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021**

Titolo del progetto: HEALTHY and EFFICIENT BUILDINGS

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:  
ARCHITETTURA E COSTRUZIONE

Responsabile scientifico: Eugenio Arbizzani

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 6

Azienda: Over S.p.A.

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 7000

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA E PROGETTO con delibera del 23.09.2021

Progetto di ricerca:

Nel "Grande ambito di ricerca e innovazione Clima, Energia, Mobilità Sostenibile" del PNR – Piano Nazionale della Ricerca 2021-2027, punto 5.4 Energetica ambientale, in coerenza con la Missione M2C3: Efficienza Energetica e Riquilibrificazione degli Edifici del PNRR, la proposta intende approfondire la gestione integrata del sistema edificio impianto, valutato non solo energeticamente efficiente, ma efficace nel suo impatto sull'ambiente outdoor, nella sua neutralità climatica e nel controllo delle condizioni di sicurezza e comfort dell'ambiente indoor, contribuendo alla riduzione degli impatti del cambiamento climatico, sia a livello locale che globale.

La ricerca articolata nei tre anni del periodo di dottorato con approfondimenti successivi, pone le sue basi su un assunto scientifico che deriva dalla perimetrazione della messa a sistema delle ricerche sul settore dell'efficientamento energetico e della gestione e del controllo della qualità dell'aria, divenuto quest'ultimo un tema di rilevante attualità in forza dell'accelerazione imposta dalle nuove e più stringenti esigenze di controllo igienico della qualità dell'aria indoor, dovute al controllo della trasmissione virale in ambienti confinati.

I due ambiti di ricerca si sono sviluppati negli ultimi due decenni in modo parallelo, ma non concorrente, trascurando o non sviluppando in modo efficace le potenziali interazioni positive. Il livello di confidenza sull'efficacia della modellizzazione delle soluzioni costruttive e impiantistiche per la gestione dell'efficienza energetica delle edificio permetto di mettere in relazione in modo virtuoso le interazione con la gestione del controllo della qualità dell'aria, in modo da sviluppare gli ambiti di ulteriore efficientamento del sistema edificio/ impianto, sia in termini energetici che di qualità ambientale, tralasciando un nuovo profilo prestazione nell'edificio sano ed efficiente, dove il guadagno in termini di efficienza implementata può tradursi anche in una riduzione dell'impatto fisico dei dispositivi impiantistici con una rilevante riduzione del carico ambientale e materiale dell'edificio.

La ricerca partirà dallo sviluppo di una banca dati interattiva di informazioni ambientali in grado di sviluppare e testare sistemi e tecnologie di smart metering dei parametri energetici e ambientali, utili ad orientare la progettazione di sistemi di impianto e sistemi edilizi effettivamente integrati per la gestione delle condizioni di qualità dell'aria interna ed esterna. La ricognizione potrà essere realizzata a partire dalla disponibilità di dati sul monitoraggio ambientale sul patrimonio edilizio nazionale, messi a disposizione dal partner industriale della ricerca grazie all'utilizzo di dispositivi e tecnologie proprietarie.

Gli ampi margini di ottimizzazione ecosistemica attesi permetteranno di modellizzare l'impatto sulle scelte tecnologiche, tipo-morfologiche e funzionali ottenibile sugli edifici grazie alla robusta riduzione dei consumi energetici, a fronte dell'efficientamento di gestione e qualità dell'ambiente interno; si potranno testare soluzioni progettuali innovative di interazione edificio/impianto, con un significativo progresso verso la transizione verde del settore grazie

ad un più mirato ricorso a componentistica di precisione orientata verso lo standard NZEB e Active Buildings. I margini di miglioramento dell'efficienza ed efficacia delle soluzioni sarà più evidente negli edifici a media e alta complessità tecnologica riducendo l'impatto materiale del sistema impiantistico edilizio e dei suoi costi di gestione, ma sarà più rilevante in edifici a bassa complessità tecnologica, come il patrimonio per la formazione o per la residenza collettiva, raggiungendo target di efficienza e di qualità ambientale interna non traguardabili con la gestione tradizionale, grazie alla gestione smart a bassa intensità tecnologica di dispositivi di interfaccia con l'utenza.

La letteratura scientifica sugli edifici ad alta complessità e ad alta intensità tecnologica – edifici per il terziario avanzato, edilizia ospedaliera, edilizia industriale, ecc. – ha ampiamente documentato l'evoluzione del settore e permette una ricostruzione degli scenari energetici delle varie tipologie di edifici e dei loro apparati d'impianto per il controllo della climatizzazione interna molto affidabile; allo stesso modo la valutazione dei consumi e delle prestazioni energetiche seguono prassi e metodiche assolutamente consolidate e condivise, ma ugualmente non è stato considerato di particolare interesse strategico l'interazione con la gestione della qualità dell'aria interna.

In questo settore la esistono parecchi studi sul controllo dei livelli di comfort e sull'interazione con il comportamento degli utenti, in grande parte basata su valutazione post abitativa - Post Occupancy Evaluation, POE – basata sulla sistematica valutazione delle prestazioni degli edifici costruiti e occupati per un dato periodo di tempo, valutazione che nel caso dei parametri ambientali si basa sulla percezione delle condizioni di comfort/dis-comfort che possono essere fortemente influenzate dalla sensibilità dei singoli utenti.

La valutazione dei parametri di qualità e salubrità dell'ambiente indoor si basa su parametri misurabili e gestibili attraverso la combinazione concorrente di dispositivi impiantistici, configurazione dello spazio confinato e comportamento dell'utenza, in rapporto con la gestione del raffrescamento, la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e la capacità di produzione di energia rinnovabile nello stesso edificio.

Nel caso degli edifici a bassa intensità tecnologica dove il controllo ambientale è solo parzialmente affidato al supporto impiantistico, la prestazione energetica e la gestione dei parametri ambientali interni sono fortemente condizionati dalle prestazioni termofisiche del sistema edilizio e dalla sua configurazione morfo-tipologica, spesso strettamente legata alla cultura materiale del contesto.

In quest'ultimo caso sarà importante declinare scenari di implementazione tecnologica a bassa intensità e basso impatto che permettano in ogni caso di raggiungere i target più avanzati di efficienza energetica ambientale e di salubrità individuati dai vari standard internazionali.

La messa a sistema del controllo di gestione energetici e ambientale permette di modellare un edificio sempre più a bassa intensità tecnologica, quindi più sostenibile oltre che energeticamente, anche economicamente in tutto il suo ciclo di vita, ottimizzando in modo rilevante le risorse necessarie alla realizzazione e alla gestione degli edifici grazie al ricorso ad una progettazione avanzata di precisione dei componenti edilizi, valorizzando la capacità di interazione tra i vari sistemi dell'edificio in modo realmente intelligente ed interoperativo.

I risultati potranno essere trasferibili anche all'intervento sul patrimonio costruito, concorrendo in modo significativo al miglioramento del suo contributo alla de-carbonizzazione del settore, implementazione di nuove tecniche e pratiche di rinnovo e retrofitting degli edifici esistenti, e identificazione di metodi, strategie e soluzioni complessive per la riqualificazione energetica e la decarbonizzazione degli edifici esistenti declinando le modalità di integrazione e i livelli di trasformazione in ragione della articolata specificità propria degli organismi edilizi.

L'adozione di questi sistemi permetterà una sempre più capillare transizione digitale nella gestione dell'ambiente costruito, sempre più aperta e condivisa anche con gli utenti finali.

La ricerca intercetta gli Obiettivi 2021-2027 dell'ambito PNR in particolare:

Articolazione 2. Rigenerazione e de-carbonizzazione del patrimonio edilizio

Articolazione 3. Impianti di climatizzazione, indoor air quality e comfort

Articolazione 5. Better data and models for optimizing the building performance

A partire dall'ambito di ricerca individuato, coerentemente con i Key Performance Indicators (KPI) di interesse per il settore della ricerca individuati nel PNR, è possibile indicare altri possibili filoni di sviluppo e implementazione dell'attività di indagine scientifica, di potenziale interesse per la comunità scientifica e per partnership industriali dei settori edilizio, ICT e delle tecnologie abilitanti, rivolti a:

- Sviluppo di modelli di simulazione degli edifici che includano la previsione di alti livelli di sicurezza e di efficienza energetica;
- Sviluppo di modelli e procedure per il deep renovation dei sistemi edilizi e il retrofitting degli impianti di climatizzazione.
- Sviluppo di dispositivi di interfaccia con l'utenza relativi ai consumi energetici istantanei e medi degli edifici, anche in relazione alle loro eventuali autoproduzioni energetiche e mantenimento/rigenerazione della qualità dell'aria.
- Sviluppo di metodi per la valutazione del grado di complying del settore con le linee-guida nazionali ed internazionali di decarbonizzazione e sostenibilità (Action Plan e Green Deal).

Titolo del progetto (inglese): HEALTHY and EFFICIENT BUILDINGS

Progetto di ricerca (inglese):

In the "Great area of research and innovation Climate, Energy, Sustainable Mobility" of the PNR - National Research Plan 2021-2027, point 5.4 Environmental energy, in line with the M2C3 Mission: Energy Efficiency and Renovation of Buildings of the PNRR 2021, the proposal intends to deepen the integrated management of the building / plant system, evaluated not only energy efficient, but effective in its impact on the outdoor environment, in its climate neutrality and in the control of the safety and comfort conditions of the indoor environment, contributing to the reduction of the impacts of climate change, to local and global level.

The research articulated in the three years of the doctoral period with subsequent in-depth studies, lays its foundations on a scientific assumption that derives from the perimeter of the system of research on the energy efficiency sector and the management and control of air quality, the latter has become a highly topical issue due to the acceleration imposed by the new and more challenging requirements of hygienic control of indoor air quality, due to the control of viral transmission in confined spaces.

The two fields of research have developed over the past two decades in a parallel but not concurrent way, neglecting or not effectively developing potential positive interactions.

The level of confidence on the effectiveness of the modeling of the construction and plant solutions for the management of the energy efficiency of buildings allows us to positively relate the interactions with the management of air quality control, in order to develop the areas of further efficiency of the building / plant system, in terms of energy and environmental quality, targeting a new performance profile in the healthy and efficient building, where the gain in terms of efficiency implemented can also translate into a reduction in the physical impact of the plant devices with a significant reduction of the environmental and material load of the building.

The research will start from the development of an interactive database of environmental information capable of developing and testing smart metering systems and technologies of energy and environmental parameters, useful for guiding the design of plant systems and building systems effectively integrated for the management of conditions of indoor and outdoor air quality.

The survey can be carried out starting from the availability of data on environmental monitoring on the national building heritage, made available by the industrial research partner, thanks to the use of proprietary devices and technologies.

The wide margins of ecosystem optimization expected will allow modeling the impact on the technological, type-morphological and functional choices obtainable on buildings thanks to the robust reduction of energy consumption, in the face of the efficiency of management and quality of the internal environment; it will be possible to test innovative building / plant interaction design solutions, with significant progress towards the green transition of the sector thanks to a more targeted use of precision components oriented towards the NZEB standard and Active Buildings.

The margins for improving the efficiency and effectiveness of the solutions will be more evident in buildings with medium and high technological complexity, reducing the material impact of the building system and its management costs, but will be more relevant in buildings with low technological complexity, such as the assets for training or collective residency, reaching targets of efficiency and internal environmental quality that cannot be achieved with traditional management, thanks to the low-tech smart management of user interface devices.

The scientific literature on highly complex and technologically intensive buildings - advanced tertiary sector, hospital construction, industrial construction, etc. - has extensively documented the evolution of the sector and allows a reconstruction of the energy scenarios of the various types of buildings and their very reliable internal air conditioning control systems; in the same way, the evaluation of consumption and energy performance follow absolutely consolidated and shared practices and methods, but equally the interaction with the management of indoor air quality was not considered of particular strategic interest.

In this sector there are several studies on the control of comfort levels and on the interaction with user behavior, largely based on Post Occupancy Evaluation, POE - based on the systematic evaluation of the performance of buildings built and occupied in the time, an assessment which in the case of environmental parameters is based on the perception of comfort / dis-comfort conditions which can be strongly influenced by the sensitivity of individual users.

The evaluation of the quality and healthiness parameters of the indoor environment is based on measurable and manageable parameters through the concurrent combination of plant devices, configuration of the confined space and user behavior, in relation to the management of cooling, winter and summer conditioning of buildings and their renewable energy production capacity in the same building.

In the case of buildings with low technological intensity, where environmental control is only partially entrusted to plant support, the energy performance and the management of internal environmental parameters are strongly conditioned by the thermophysical performance of the building system and its morpho-typological configuration, often strictly linked to the material culture of the context.

In this case, it will be important to decline low-intensity and low-impact technological implementation scenarios that allow in any case to reach the most advanced targets of environmental energy efficiency and healthiness identified by the various international standards.

The implementation of the energy and environmental management control system makes it possible to model a building with an increasingly low technological intensity, therefore more sustainable as well as energetically, also economically throughout its life cycle, significantly optimizing the resources necessary for the construction and building management thanks to the use of advanced precision design of building components, enhancing the ability to interact between the various building systems in a truly intelligent and interoperable way.

The results may also be transferable to the intervention on the built heritage, significantly contributing to the improvement of its contribution to the decarbonisation of the sector, the implementation of new techniques and practices for the renewal and retrofitting of existing buildings, and the identification of methods, strategies and comprehensive solutions for the energy requalification and decarbonisation of existing buildings, declining the integration methods and the levels of transformation according to the articulated specificity of building organizations. The adoption of these systems will allow an increasingly widespread digital transition in the management of the built environment, increasingly open and shared also with end users.

The research intercepts the 2021-2027 objectives of the PNR area in particular:

- Section 2. Regeneration and decarbonisation of the building stock
- Section 3. Air conditioning systems, indoor air quality and comfort
- Articulation 5. Better data and models for optimizing the building performance

Starting from the research field identified, in line with the Key Performance Indicators (KPI) of interest for the research sector identified in the PNR, it is possible to indicate other possible lines of development and implementation of the scientific investigation activity, of potential interest for the scientific community and industrial partnerships in the construction, ICT and enabling technologies sectors, aimed at:

- Development of building simulation models that include the prediction of high levels of safety and energy efficiency;
- Development of models and procedures for the deep renovation of building systems and the retrofitting of air conditioning systems.
- Development of interface devices with users relating to the instant and average energy consumption of buildings, also in relation to their possible energy self-production and maintenance / regeneration of air quality.
- Development of methods for assessing the degree of complying in the sector with national and international

guidelines for decarbonisation and sustainability (Action Plan and Green Deal).