



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

Titolo del progetto: Pompe di calore in impianti esistenti di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria per il miglioramento della qualità dell'aria e del risparmio di energia primaria

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

ENERGIA E AMBIENTE

Responsabile scientifico: Annunziata D'Orazio

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 12

Azienda: DAIKIN APPLIED EUROPE SPA

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

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ASTRONAUTICA, ELETTRICA ED ENERGETICA con delibera del 21/09/2021

Progetto di ricerca:

A partire dall'analisi delle concentrazioni di inquinanti registrate a Roma nei periodi di confinamento per il contenimento della diffusione del Covid 19, confrontate con quelle di altri periodi e di anni precedenti, e dalla identificazione delle principali sorgenti emmissive, si propone come intervento migliorativo della qualità dell'aria urbana la sostituzione delle attuali caldaie a servizio degli impianti di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria con pompe di calore aria/acqua. Gli scenari di sostituzione nell'ambito dell'intero patrimonio edilizio residenziale nel Comune di Roma, che rappresenta un caso studio di un intervento estendibile a livello nazionale, sono analizzati in termini di riduzione di emissioni, risparmio di energia primaria e produzione di CO₂. I risultati dimostrano una riduzione significativa delle concentrazioni. La riduzione del consumo di energia primaria varia tra il 12% e il 56% a seconda degli scenari. Mentre la sostituzione PdC/caldaia non presenta particolari ostacoli per gli impianti relativi al singolo appartamento, l'impiego di una PdC centralizzata a servizio di più unità abitative, per le quali non si vogliono modificare gli impianti interni, rappresenta una sfida tecnologica e richiede uno sforzo teorico e progettuale. Tale soluzione è indicata per un ampio parco di edifici (per esempio tale scenario è rappresentativo di più del 70% del patrimonio edilizio residenziale della città di Roma, caratterizzato da edifici di non recente costruzione e privi di adeguati spazi tecnici nelle unità abitative). Il percorso di dottorato proposto prevede l'estensione dell'analisi ad altre aree del territorio nazionale, in particolare in aree urbane e suburbane, e un'intensa attività di progettazione e successiva sperimentazione di pompe di calore di taglia media e grande con temperature di lavoro compatibili con quelle tipiche degli impianti a termosifone.

L'Unione Europea ha stabilito dei target di riduzione delle emissioni di CO₂ di almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990, con l'obiettivo di diventare "carbon neutral" entro il 2050. In questo contesto, gli edifici ad uso civile contribuiscono per circa il 40% dell'energia totale consumata e per circa il 37% delle emissioni di gas serra associate al consumo energetico. Poiché ci si aspetta che oltre l'80% degli edifici esistenti sarà ancora in piedi nel 2050, il loro rinnovamento è essenziale per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni e dell'uso di energia. Nell'Ottobre 2020 la Commissione Europea ha presentato una nuova strategia volta ad avviare una "Renovation Wave", con il chiaro obiettivo di rinnovare 35 milioni di costruzioni inefficienti entro il 2030. Uno dei fattori chiave per l'efficientamento e la riduzione di gas serra è sicuramente la conversione delle caldaie esistenti con sistemi centralizzati a pompa di calore. Un altro effetto non secondario della sostituzione di sistemi a caldaia con pompe di calore, in particolare per quanto riguarda i centri urbani, è la riduzione di emissioni di sostanze inquinanti (PM₁, PM₁₀, etc) che sono causa di malattie

alle vie respiratorie e cardiocircolatorie. La sostituzione delle attuali caldaie, anche di elevata efficienza, con pompe di calore aria/acqua ad alta temperatura, implica infatti una riduzione delle emissioni inquinanti in area urbana e un significativo risparmio di energia primaria, anche per basse quote di produzione di energia elettrica rinnovabile, e ancor più all'aumentare di queste. Tale intervento, volto a ottenere una migliore qualità dell'aria urbana, è minimamente invasivo e con un piccolo impatto per i cittadini. Tale sostituzione è valutata per differenti scenari relativi al parco edilizio (fattibilità tecnica e tecnologica) e alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. La sfida tecnologica implica una crescita culturale dell'azienda e un innalzamento del livello di competenza del settore coinvolto con buone opportunità di mercato nei prossimi 10 anni.

Titolo del progetto (inglese): Heat pumps in existing heating and hot water systems for better urban air quality and primary energy savings

Progetto di ricerca (inglese):

Strict restrictions to halt the spread of COVID-19 provided an opportunity to quantify the contribution of different pollution agents. The concentrations of pollutants, recorded in Rome during the lockdown periods for the containment of the spread of Covid 19, have been analyzed and compared with those of other periods and years. A significant contribution attributable to heating systems powered by fuel has been recorded. Thus, the replacement of existing boilers for heating and drinking hot water (DHW) production systems, with air / water heat pumps, is proposed as an intervention to improve urban air quality. The replacement scenarios, within the entire residential building stock in the Municipality of Rome, are analyzed in terms of emissions reduction, primary energy savings and reduced CO₂ production. Results show significant reductions in concentrations. Reduction in primary energy consumption varies between 12% and 56% for various scenarios, different for outdoor temperatures and mix of electricity generation. The intervention on the urban scale can reduce air pollution on a long-term basis, implying significant reductions of polluting emissions in urban areas, and entailed reduced energy (and therefore environmental) costs, with a significant step towards sustainable cities.

While the replacement heat pump/boiler does not present any particular obstacles for the systems related to a single apartment, the use of a centralized heat pump serving several residential units, for which the internal systems are not to be modified, represents a technological challenge and requires a theoretical and design effort. This solution is suitable for a large park of buildings (for example, this scenario is representative of more than 70% of the residential building stock of the city of Rome, characterized by buildings of not recent construction and with no adequate technical spaces in the housing units). The proposed PhD program includes the extension of the analysis to other areas of the national territory, in particular in urban and suburban areas, and an intense activity of design and subsequent testing of heat pumps of medium and large size, with working temperatures compatible with those typical of radiator systems.

The European Union has set targets to reduce CO₂ emissions by at least 55% from 1990 levels, with the goal of becoming "carbon neutral" by 2050. In this context, buildings for civil use contribute to about 40% of total energy consumed and about 37% of the greenhouse gas emissions associated with energy consumption. Since it is expected that more than 80% of existing buildings will still be standing in 2050, their renovation is essential to achieve the goals of reducing emissions and energy use. In October 2020, the European Commission presented a new strategy to start a "Renovation Wave," with the clear goal of renovating 35 million inefficient buildings by 2030. One of the key factors for efficiency and greenhouse gas reduction is certainly the conversion of existing boilers with centralised heat pump systems. Another important effect of the replacement of boiler systems with heat pumps, particularly in urban centers, is the reduction of emissions of pollutants (PM₁, PM₁₀, etc) which cause respiratory and cardiovascular diseases. The replacement of current boilers, even of high efficiency, with high temperature air/water heat pumps, implies in fact a reduction of pollutant emissions in urban areas and a significant saving of primary energy, even for low quotas of renewable electricity production, and even more as these increase. This intervention to obtain a better urban air quality is minimally invasive and with small impact for the citizens. This replacement is assessed for different

scenarios related to the building stock (technical and technological feasibility) and to the production of electricity from renewable sources. The technological challenge implies a cultural growth of the company and an increase in the level of expertise of the sector involved, with good market opportunities in the next 10 years.