54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 1

Authors	Pres. Author	Affiliation
Gandini Jacques	x	Studio GANDINI S.R.L. ~ Verona ~ Italy

Topics Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

SENSIBLE HEATING AND COOLING OF INDOOR BUILDING SPACES BY ELIMINATING LOCAL IN-ROOM HUMIDITY CONDENSATION (AND RELATIVE DRAIN PIPES ELIMINATION) AND USING CALIBRATED HUMIDITY IN RENEWAL FAN COIL SYSTEM, FOR HEALTHIER NZEB, ZEB AND ZCB ENVIRONMENT

The transition towards NZEB, Zero Energy Buildings (ZEB), and Zero Carbon Buildings (ZCB) requires rethinking conventional HVAC approaches to indoor thermal and hygrometric control. Traditional fan-coil or split systems often rely on latent heat removal through local condensate formation, which introduces hygiene risks due to microbial potential proliferation in condensate trays and drains.
As buildings continue to be designed for lower energy use, the sensible heating and cooling opportunity presents a feasible opportunity for systems that use, at room-by-room level, sensible-only heating and cooling equipment. Examples may include: radiant cooling panels (or tubing embedded in the building structure), chilled beams, and fan coils terminal units with sensible-only cooling coils.
While traditional radiant panels are encountering difficulties to manage the inertia effects into a NZEB, ZEB or ZCB and chilled beams, which are needed to be fixed on the ceiling, sometimes are not finding sufficient space to be installed in modern buildings, the sensible heating and cooling fan coil option is becoming a very interesting possibility.

RISCALDAMENTO E RAFFREDDAMENTO SOLO SENSIBILE DEGLI SPAZI INDOOR MEDIANTE L'ELIMINAZIONE DELLA CONDENSAZIONE LOCALE DI UMIDITÀ (E DELLA RELATIVA RETE DI SCARICO CONDENSA) E L'UTILIZZO DELL'UMIDITÀ CALIBRATA DELL'ARIA DI RINNOVO IN SISTEMA A FAN COILS

La transizione verso edifici a energia quasi zero (NZEB), a energia zero (ZEB) e a emissioni zero di carbonio (ZCB) richiede di ripensare gli approcci convenzionali dei sistemi HVAC al controllo termico e igrometrico degli ambienti interni.
I tradizionali sistemi a ventilconvettori o split fanno spesso affidamento sulla rimozione del calore latente attraverso la formazione di condensa locale, introducendo così rischi igienici dovuti alla potenziale proliferazione microbica nelle vasche e negli scarichi della condensa.
Con la progettazione di edifici sempre più orientata alla riduzione dei consumi energetici, il riscaldamento e raffreddamento sensibile rappresenta una valida opportunità per l'adozione di sistemi che, a livello di singolo ambiente, utilizzano terminali capaci di operare solo in modalità sensibile.
Esempi applicativi possono includere: pannelli radianti di raffrescamento o riscaldamento (o tubazioni integrate nella struttura edilizia), travi fredde e ventilconvettori dotati di batterie di raffreddamento e riscaldamento sensibile.
Mentre i pannelli radianti tradizionali incontrano difficoltà nella gestione degli effetti d'inerzia termica negli edifici NZEB/ZEB/ZCB, e le travi fredde, che devono essere installate a soffitto, non sempre trovano spazio sufficiente negli edifici moderni, l'opzione del ventilconvettore a riscaldamento e raffreddamento sensibile sta emergendo come una soluzione particolarmente interessante.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 2

Authors	Pres. Author	Affiliation
Peretti Clara	x	Libera professionista ~ Bolzano ~ Italy
Savoia Paolo		Libero professionista ~ Mantova ~ Italy

Topics Progettazione integrata e collaborazione interdisciplinare | Integrated Design and Interdisciplinary Collaboration
Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

MECHANICAL VENTILATION AS RADON REDUCTION STRATEGY: METHODOLOGIES FOR CALCULATING FLOW RATES AND FIELD EXPERIENCES

Radon is a naturally radioactive gas that represent a health risk when it accumulates indoors. Controlled Mechanical Ventilation (VMC) is an effective strategy for radon concentrations mitigating, improving indoor air quality, and reducing occupant exposure. The principle on which it is based is the dilution of pollutants, which may include radon. Numerous scientific articles, regulations, and technical documents address
the topic of VMC as a strategy for reducing radon concentrations. This study presents a detailed review to highlight critical issues and strategies in the design and management of VMC systems against radon. In addition to the correct determination of flow rates, an important design aspect is the assessment of their imbalance, aimed at creating a slight overpressure in the rooms. This article explores methodologies for calculating the ventilation flow rates required for radon remediation, integrating theoretical models with practical field experience. Case studies that illustrate the practical application of these methodologies in real contexts, highlighting the benefits and challenges encountered during implementation, are described. The results show that proper design and management of VMC can significantly reduce radon levels, helping to create healthier and safer indoor environments.

LA VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA COME STRATEGIA DI RISANAMENTO RADON: METODOLOGIE PER IL CALCOLO DELLE PORTATE E ESPERIENZE SUL CAMPO

Il radon è un gas radioattivo naturale che rappresenta un rischio per la salute quando si accumula negli ambienti interni. La Ventilazione Meccanica Controllata (VMC) emerge come una strategia efficace per mitigare la concentrazione di radon, migliorando la qualità dell'aria interna e riducendo l'esposizione degli occupanti. Il principio sul quale si basa è la diluizione degli inquinati, tra i quali vi può essere il radon.
Molteplici articoli scientifici, normative e documentazioni tecniche affrontano il tema della VMC come strategia per ridurre le concentrazioni di radon; nello studio viene presentata una rassegna dettagliata per evidenziare criticità e strategie nella progettazione e gestione di sistemi VMC contro il radon. Oltre alla corretta determinazione delle portate un importante aspetto progettuale è la valutazione del loro sbilanciamento, finalizzato alla creazione di una leggera sovrapressione degli ambienti. Questo articolo esplora le metodologie per il calcolo delle portate di ventilazione necessarie per il risanamento del radon, integrando modelli teorici con esperienze pratiche sul campo. Vengono presentati casi studio che illustrano l'applicazione pratica di queste metodologie in contesti reali, evidenziando i benefici e le sfide incontrate durante l'implementazione. I risultati dimostrano che un'adeguata progettazione e gestione della VMC può ridurre significativamente i livelli di radon, contribuendo a creare ambienti interni più sani e sicuri.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 3

Authors	Pres. Author	Affiliation
Maistro Massimiliano		Vertiv ~ Piove di Sacco ~ Italy
Miconi Enrico		Vertiv ~ Piove di Sacco ~ Italy
Tagliapietra Piergiorgio		Vertiv ~ Piove di Sacco ~ Italy
Zerbetto Alessandro	x	Vertiv ~ Piove di Sacco ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration

Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

FROM THE CHIP TO THE ATMOSPHERE: WHAT ARE THE NEW OPPORTUNITIES FOR DATA CENTRE COOLING?

The exponential growth of Artificial Intelligence computing has transformed the way data centers are designed, deployed and operated, creating unprecedented thermal loads and energy challenges. This presentation traces the evolution from early chip architectures and air-cooled systems toward hybrid liquid and air cooling, marking a decisive shift in energy efficiency and Power Usage Effectiveness (PUE).

Emerging indicators such as tokens per kW link computational productivity with power efficiency, redefining performance evaluation in AI environments. At the infrastructure level, the secondary fluid network becomes a critical backbone for both thermal management and operational resilience. The paper examines dynamic interactions between highly variable AI workloads—characterized by rapid heat flux changes—and the thermal inertia of primary chiller systems, where instability can trigger control issues or crashes. Adaptive system control strategies are presented to stabilize these coupled loops. Finally, opportunities for heat recovery and freecooling, including Pumped refrigerant economizers (PRE), are discussed, alongside a high-level overview of modular PUE (mPUE) and tokens-per-kW as guiding metrics for sustainable, energy-positive AI data centers.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 4

Authors	Pres. Author	Affiliation
Khaliullina Dina Augsburg	x	Independent Researcher (graduate of Moscow State University of Civil Engineering) ~

Topics Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

Progettazione integrata e collaborazione interdisciplinare | Integrated Design and Interdisciplinary Collaboration

DEVELOPMENT OF A DIGITAL GOVERNANCE METHOD FOR BIM-BASED DESIGN OF SUPPORT AND FASTENING SYSTEMS FOR HVAC INSTALLATIONS ACCORDING TO ESG PRINCIPLES

The paper presents a digital governance methodology for managing large-scale BIM projects based on ESG principles. The proposed method is applied to the coordination and modeling of support and fastening systems for HVAC, piping, and structural elements. It creates a resilient organizational environment where project performance is independent of individual presence. Through transparent role distribution, unified rules, and standardized data exchange, any engineer, including team leads, can temporarily leave the project without risk to quality or deadlines. The approach supports inclusion and diversity by enabling English-language communication and equal access to project information. At the same time, it reduces the consumption of time, human, and computational resources, contributing to overall sustainability and lower carbon footprint. The methodology integrates a Design Core system, unified Search Sets in Navisworks, and a digital General Rules database, ensuring consistent knowledge flow and rapid onboarding. The presented approach demonstrates how ESG principles can be practically embedded into BIM-based coordination of support nodes and installation systems, enhancing digital efficiency, social balance, and responsible resource use within the construction industry.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 5

Authors	Pres. Author	Affiliation
Guarda Dario	x	Università di Padova ~ Vicenza ~ Italy
Righetti Giulia		Università di Padova ~ Vicenza ~ Italy
Campidelli Matteo		Innova Engineering ~ Trento ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration

EXPERIMENTAL CHARACTERIZATION OF A LATENT THERMAL STORAGE INTEGRATED WITH A RESIDENTIAL HEAT PUMP

The LIFE ITS4ZEB project integrates latent thermal energy storage with heat pumps to maximise the use of self-produced energy (e.g., photovoltaics) and to release it when required by the user. This article presents new experimental tests on a latent storage unit of approximately 8 kWh, based on an organic PCM with a phase-change temperature of 48 °C and immersed in a tank equipped with commercial finned-coil heat exchangers. These coils were adapted for this purpose by carefully redesigning the water-side circuitry, since the intended use differs from the original application.
The test campaign measured the temperature distribution during charging and discharging at 20 locations, the stored and delivered energy, and the power supplied to the user, while varying water flow rate and inlet temperature to represent typical operating conditions. The analysis shows that the use of the organic material and the selected geometry leads to significant thermal stratification within the storage unit, although this phenomenon does not compromise system functionality. The storable energy and the user-side power output are consistent with the project targets, with efficiencies in line with expectations and charging/discharging times compatible with residential profiles. Based on these tests, the investigated configuration was adopted as the project reference solution, enabling cost containment while maintaining adequate energy performance.

CARATTERIZZAZIONE SPERIMENTALE DI ACCUMULO TERMICO LATENTE INTEGRATO AD UNA POMPA DI CALORE PER IL SETTORE RESIDENZIALE

Il progetto LIFE ITS4ZEB integra accumuli termici latenti con pompe di calore per massimizzare lo sfruttamento dell'energia autoprodotta (es. fotovoltaico) e rilasciarla quando richiesta dall'utenza. L'articolo presenta nuove prove sperimentali su un accumulo latente di circa 8 kWh formato da un PCM organico avente temperatura di cambiamento di fase pari a 48 °C immerso in un serbatoio in cui sono presenti delle batterie alettate commerciali, adattate allo scopo modificando dopo attento lavoro di riprogettazione la circuitazione lato acqua, poiché l'uso previsto differisce da quello originario. La campagna prove ha misurato la distribuzione di temperatura nei processi di carica e scarica dell'accumulo in 20 posizioni, l'energia immagazzinata ed erogata e la potenza, variando portata e temperatura d'ingresso dell'acqua per rappresentare condizioni operative tipiche. L'analisi mostra che l'utilizzo del materiale organico e della geometria scelta comporta un'importante stratificazione termica tra le zone dell'accumulo ma che il fenomeno non compromette la funzionalità del sistema. L'energia stoccabile e la potenza all'utenza risultano coerenti con i target di progetto, con efficienze in linea con le attese e tempi di carica/scarica compatibili con i profili residenziali. Alla luce di questi test, la configurazione studiata è stata adottata come riferimento per il progetto, consentendo di contenere i costi ma mantenendo prestazioni energetiche adeguate.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 6

Authors	Pres. Author	Affiliation
Raisa Valentina	x	Libera professionista ~ Modena ~ Italy
Peretti Clara		Libera professionista ~ Bolzano ~ Italy
Zecchin Roberto		Manens ~ Padova ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice
Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

FROM DIRECTIVE 2002/91/EC TO DIRECTIVE 2024/1275/EC: EVOLUTION OF DESIGN CRITERIA FOR VENTILATION SYSTEMS. PAST, PRESENT, AND SUGGESTIONS FOR FUTURE DEVELOPMENTS

The document traces a historical path, highlighting the main regulatory and technical changes that have influenced the sector. The aim is to provide a reference guideline for Italian legislators, designers, and installers who, due to the rapid evolution of the international framework, find it difficult to manage the complex system of regulatory and legislative documents available. The article also contains calculation examples and monitoring results intended to guide those involved in technical and legislative discussions in sectors considered to be of primary importance for this issue: school and residential buildings. The article will also discuss the main voluntary sustainability protocols in the field of ventilation systems in order to evaluate the current criteria and strategies that can be implemented to create more sustainable buildings with better indoor air quality.
By comparing the criteria of the leading voluntary schemes with statutory requirements, the work highlights inconsistencies and opportunities for alignment that can accelerate the adoption of high-performance ventilation systems. The paper concludes with an operational roadmap and a set of field-measurable key performance indicators (KPIs) to guide design and policy decisions in the coming years, quantifying the expected benefits in terms of indoor air quality, health, energy consumption, and emissions

DALLA DIRETTIVA 2002/91/CE ALLA DIRETTIVA 2024/1275/CE: EVOLUZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI AERAULICI. PASSATO, PRESENTE E SUGGERIMENTI PER FUTURI SVILUPPI

Il documento traccia un percorso storico, evidenziando i principali cambiamenti normativi e tecnici che hanno influenzato il settore. Obiettivo è quello di fornire una linea guida di riferimento per legislatori, progettisti e installatori italiani che, a causa del veloce evolversi del panorama internazionale hanno difficoltà ad orientarsi nel complesso sistema dei documenti normativi e legislativi disponibili. La memoria contiene anche alcuni esempi di calcolo e risultati di monitoraggi che vogliono orientare gli attori presenti ai tavoli tecnici e legislativi in settori ritenuti di primaria importanza per questo tema: gli edifici scolastici e quelli residenziale.
Nell'articolo verranno inoltre discussi i principali protocolli di sostenibilità volontari nell'ambito dei sistemi di ventilazione per valutare gli attuali criteri e strategie che possono essere messi in atto per realizzare edifici più sostenibili e con una migliore qualità dell'aria interna. Mettendo a confronto i criteri dei principali schemi volontari con i requisiti di legge, il lavoro evidenzia incoerenze e opportunità di allineamento capaci di accelerare l'adozione di sistemi di ventilazione ad alte prestazioni. La memoria si chiude con una roadmap operativa e un set di KPI misurabili sul campo per orientare scelte progettuali e politiche nei prossimi anni, quantificando i benefici attesi in termini di qualità dell'aria, salute, consumi ed emissioni.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 7

Authors	Pres. Author	Affiliation
KIANI Zohreh	x	Eurovent Certita Certification ~ Paris ~ France
Cordeiro Mendonça Kátia		Plateforme Technologique du Bâtiment Durable, Lagord, France ~ La Rochelle ~ France
Nour Eddine Ali Alexandre		Eurovent Certita Certification ~ Paris ~ France
Abadie Marc		LaSIE UMR CNRS 7356, University of La Rochelle, La Rochelle, France ~ La Rochelle ~ France

Topics Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

IMPACT OF WINDOW/DOOR OPERATION ON INDOOR AIR QUALITY AND ENERGY DEMAND FOR RESIDENTIAL BUILDINGS WITH SINGLE- AND DUAL-FLOW VENTILATION SYSTEMS

Acceptable indoor air quality (IAQ) in homes is largely governed by mechanical ventilation. Maintaining it at limited energy consumption requires balancing contaminant removal with space-heating demand. Brief window airing and open interior doors can refresh air yet increase air exchange and heat loss; impacts depend on climate, airtightness, wind exposure, and outdoor pollution. Although common, these behaviors are rarely evaluated with comparable metrics across climates. This study fills this gap by comparing closed vs. scheduled window/door openings in different climates, Helsinki, Strasbourg, and Athens. The IAQ–energy trade-off is evaluated in a two-story multifamily building with (1) extraction ventilation (Single-Flow) and (2) balanced ventilation (Dual-Flow) with 78% heat recovery and 90% PM2.5 filtration. Each system is tested with (a) all windows/doors closed and (b) a scheduled opening scenario. Simulations assume tight and permeable envelopes in an urban and windy outdoor environment with high and low PM2.5 levels as boundary conditions. Heating operates from 1 October to 30 May, with setpoint of 20°C and 16°C respectively for day and night. Energy performance is based on fan electricity and air renewing heat losses, while IAQ evaluation accounts for indoor concentration of CO2, formaldehyde, and PM2.5 and relative humidity levels. Overall, scheduled openings lead to a substantial increase in heat losses while delivering only slight improvements in IAQ levels.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 8

Authors	Pres. Author	Affiliation
Evola Gianpiero		Università degli Studi di Catania ~ Catania ~ Italy
Torrisi Michele	x	Università degli Studi di Catania ~ Catania ~ Italy
Costanzo Vincenzo		Università degli Studi di Catania ~ Catania ~ Italy
Gagliano Antonio		Università degli Studi di Catania ~ Catania ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration

Innovazione nei materiali e nelle soluzioni per i servizi edilizi | Innovation in Materials and Building Services Solutions

OPERATION AND PERFORMANCE OF A NOVEL CENTRALIZED THERMAL SYSTEM WITH MULTIPLE STORAGE DEVICES FOR DOMESTIC HOT WATER.

In the H2020 project “e-SAFE”, an innovate thermal system for Domestic Hot Water (DHW) production has been implemented in a residential building in Southern Italy. The system integrates a PV-assisted air-to-water heat pump, a central storage tank, and innovative slim decentralized 140-liter tanks (one per dwelling). The central tank stores technical water, which is circulated only when required to recharge the decentralized units, avoiding continuous recirculation; moreover, technical water can be kept below 60 °C without Legionella risk for the residents. PV generation is primarily used to meet the electricity demand of the Heat Pump and the circulation pumps, while the back-up resistance inside the e-TANK is always fed by the grid.
This paper presents the dynamic simulations carried out in TRNSYS to assess the energy performance of this system according to various control logics, while also comparing it with a traditional centralized DHW system. Key performance indicators such as heat losses, electricity consumption, heat pump runtime, and seasonal coefficient of performance (SCOP) were used to evaluate energy efficiency.
The simulations confirm the suitability of integrating decentralized thermal storage and smart control strategies to optimize DHW systems in multifamily residential buildings. The study also highlighted the main weak points and how to correct them, through suitable control logic and sizing criteria.

PRESTAZIONI DI UN INNOVATIVO SISTEMA CENTRALIZZATO CON DISPOSITIVI DI ACCUMULO DECENTRALIZZATI PER L'ACQUA CALDA SANITARIA

Questo articolo presenta le simulazioni dinamiche effettuate in TRNSYS per valutare le prestazioni energetiche di un innovativo sistema per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS), implementato in un edificio residenziale nel Sud Italia. Il sistema integra una pompa di calore aria-acqua assistita da fotovoltaico, un serbatoio di accumulo centrale e innovativi serbatoi decentralizzati da 140 litri (uno per abitazione). Il serbatoio centrale immagazzina l'acqua tecnica, che viene fatta circolare solo quando necessario per ricaricare le unità decentralizzate, evitando il continuo ricircolo; inoltre, l'acqua tecnica può essere mantenuta al di sotto dei 60 °C senza rischio di legionella per i residenti.
L’articolo valuta l’adozione di diverse logiche di controllo, confrontando il sistema proposto anche con un tradizionale impianto ACS centralizzato. Per valutare l'efficienza energetica sono stati utilizzati indicatori di prestazione come le perdite di calore, il consumo di elettricità, il tempo di funzionamento della pompa di calore e il coefficiente di prestazione stagionale (SCOP).
Le simulazioni confermano l'opportunità di integrare l'accumulo termico decentralizzato e le strategie di controllo intelligente per ottimizzare i sistemi ACS negli edifici residenziali multifamiliari. Lo studio ha inoltre evidenziato i principali punti deboli e le possibili soluzioni, attraverso opportune logiche di controllo e criteri di dimensionamento.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 9

Authors	Pres. Author	Affiliation
SALIMBENI ROBERTO	x	BLACKBOX GREEN SRL ~ FIORANO MODENESE (MO) ~ Italy

Topics Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

ENERGY EFFICIENCY CHALLENGE WITH PREDICTIVE TECHNOLOGY

Predictive Technologies are becoming increasingly popular, and we at BlackBOX Green Srl consider ourselves pioneers, having developed a Predictive Weather System back in 2016, which received an international patent in 2021. We have tested and applied it to various types of HVAC systems in buildings such as restaurant chains, office buildings, schools, and condominiums, subsequently verifying its performance according to the EVO International Protocol.
Here, we'd like to discuss a CHALLENGE proposed to us by one of our clients, which we accepted to demonstrate to ourselves the performance levels our device could achieve.
A system like ours exploits weather variations around a building—climate dynamics we all witness daily. For this reason, our client wanted to test its performance on their office building, consisting of two 24-story towers in central Milan, during the worst weather period; that is, when weather variations are virtually nonexistent, namely from July 21st to August 9th. The test was conducted on data collected on our web platform, visible to both us and our client. The final test result showed a real energy saving of 17.45%. This result, under the critical conditions described, confirms that the average annual saving of 30% will be easily achieved, demonstrating the validity of our predictive technology.

LA SFIDA DELL'EFFICIENZA ENERGETICA CON LA TECNOLOGIA PREDITTIVA

Si parla sempre di più di Tecnologie Predittive e noi di BlackBOX Green Srl ci riteniamo pionieri avendo sviluppato, già dal 2016, un Sistema Meteo Predittivo, diventato poi Brevetto Internazionale nel 2021. Lo abbiamo testato ed applicato a diverse tipologie di Impianti HVAC su Edifici quali catene di Ristoranti, Palazzi Uffici, Scuole e Condomini, verificandone poi le prestazioni secondo il Protocollo Internazionale EVO.
Qui vorremmo parlare di una SFIDA che ci è stata proposta da un nostro cliente ed accettata per dimostrare anche a noi stessi, quali livelli di prestazione poteva raggiungere il nostro Dispositivo.
Un sistema come il nostro agisce sfruttando le variazioni del Meteo al contorno di un edificio; dinamica climatica che ormai abbiamo tutti quotidianamente sotto gli occhi. Per questo motivo il nostro cliente ha voluto testarne le prestazioni sul proprio edificio, ad uso uffici, costituito da 2 Torri di 24 piani ciascuna in centro a Milano, nel periodo climatico peggiore; quando, cioè, le variazioni meteo sono pressoché nulle, ovvero dal 21 Luglio al 9 Agosto
Il Test è stato effettuato sui dati raccolti sulla ns. Piattaforma WEB e visibili sia da noi che dal nostro cliente. Il risultato finale del test ha evidenziato un Risparmio Energetico reale del 17,45%. Questo risultato, nelle condizioni critiche descritte, conferma che si raggiungerà facilmente il valore medio del 30% annuale a riprova della validità della nostra tecnologia predittiva.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 10

Authors	Pres. Author	Affiliation
Siciliano Nausicaa	x	STUDIO ARCHITETTO NAUSICAA SICILIANO ~ Milano ~ Italy
Caffa Luigi		MADE ENGINEERING AND ENVIRONMENT V.L. ~ Milano ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration

Innovazione nei materiali e nelle soluzioni per i servizi edilizi | Innovation in Materials and Building Services Solutions

DECARBONIZING OUR FUTURE: GUIDELINES FOR SMART AND DIGITALIZED BUILDINGS AND CITIES. THE CONCEPT OF ENERGY SAFETY STRATEGY (E.S.S.).

The ESS concept is based on our presentation at the World Bank (Washington, 2019) and draws on technological solutions we incorporated into proposals for C40 Reiventing Cities (Milan and Rome). In 2025, an ESS document we drafted was submitted to a government-level firm at an international level, where it is currently under evaluation.
As part of the construction of a Heating District, we proposed projects that combine advanced building envelopes, low-impact materials and high-efficiency systems, translating the EPBD objectives into operational practices, reducing consumption and emissions. Indoor air quality,thermohygrometric comfort and occupant health guide design choices, while digitalization, with IoT sensors, continuous monitoring and predictive models enable intelligent management of building performance, contributing to the development of more resilient Smart Buildings and Smart Cities.
Our job confirms that decarbonization requires integrated planning, interdisciplinary collaboration and strategic vision, transforming innovation and sustainability into values for smarter, safer, more digitalized and more sustainable communities, strengthening the foundations for a low-emission future. Key issues related to energy integration are also presented, with a focus on concrete and innovative solutions for energy efficiency and supply.

DECARBONIZZARE IL NOSTRO FUTURO: LINEE GUIDA PER EDIFICI E CITTÀ INTELLIGENTI E DIGITALIZZATI. IL CONCETTO DI ENERGY SAFETY STRATEGY (E.S.S.).

Il concetto di ESS si fonda su una nostra presentazione presso la Banca Mondiale (Washington, 2019) e richiama soluzioni tecnologiche che abbiamo inserito all'interno di proposte per C40 Reiventing Cities (Milano e Roma). Nel 2025 un documento di ESS, da noi redatto, è stato consegnato in sede internazionale ad una società di rilievo governativo, presso la quale è attualmente in valutazione.
Nell'ambito della realizzazione di un Heating District, abbiamo proposto progetti che combinano involucro avanzato, materiali a basso impatto e sistemi impiantistici ad alta efficienza, traducendo gli obiettivi della EPBD in pratiche operative, con riduzione di consumi e di emissioni. Qualità dell'aria interna, comfort termoigrometrico e salute degli occupanti guidano le scelte progettuali, mentre digitalizzazione, con sensori IoT, monitoraggio continuo e modelli predittivi abilitano la gestione intelligente delle prestazioni edilizie, contribuendo allo sviluppo di Smart Buildings e Smart Cities più resilienti.Il lavoro conferma che la decarbonizzazione richiede progettazione integrata, collaborazione interdisciplinare e visione strategica, trasformando innovazione e sostenibilità in valori per Comunità più intelligenti, sicure, digitalizzate e sostenibili, consolidando le basi per un futuro a basse emissioni. Vengono altresì presentati temi fondamentali sull'integrazione energetica, con richiamo a soluzioni concrete ed innovative di efficientamento e di approvvigionamento energetico.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 11

Authors	Pres. Author	Affiliation
Di Loreto Samantha		Università G. d'Annunzio di Chieti-Pescara ~ Pescara ~ Italy
Peretti Clara	x	Consulente Provincia autonoma di Bolzano ~ Bolzano ~ Italy
Filippini Flavio		Libero professionista, esperto in radioprotezione ~ Varese ~ Italy
Bagagli Massimiliano		Istituto per l'innovazione e trasparenza degli appalti e la compatibilità ambientale ITACA ~ Roma ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice

RADON MONITORING IN PUBLIC BUILDINGS: COMPLIANCE WITH THE ITACA D.1.5 CRITERION IN BOLZANO

Radon represents a significant health risk to indoor air quality in buildings located in radon-prone areas. The ITACA Protocol (criterion D.1.5) establishes strategies to control radon migration from soil, setting the maximum level at 200 Bq/m³ as an annual average value. Monitoring is essential to verify compliance with criteria and ensure healthy indoor environments in public buildings. This study presents radon concentration monitoring in public buildings in Bolzano, an area with radon risk predisposition. The objective is to quantify radon levels in ground-floor and basement spaces, evaluate ITACA compliance, and identify the effectiveness of implemented migration control strategies (passive or active depressurization). The methodology includes continuous annual measurements conducted in lower floor areas with higher occupancy factors, according to ITACA guidelines. Preliminary results demonstrate radon concentration variations across monitored buildings and the effectiveness of adopted mitigation systems. The analysis verifies compliance with ITACA standards (200 Bq/m³) and evaluates migration control strategy performance under alpine climatic conditions. The conclusions provide guidance for achieving optimal ITACA levels, emphasizing the importance of continuous monitoring and integrated strategies.

MONITORAGGIO DEL RADON IN EDIFICI PUBBLICI: CONFORMITÀ AL CRITERIO ITACA D.1.5 A BOLZANO

Il radon rappresenta un rischio significativo per la salubrità degli ambienti interni negli edifici in zone a rischio. Il Protocollo ITACA (criterio D.1.5) definisce strategie per controllare la migrazione del radon dai terreni, fissando il livello massimo a 200 Bq/m³ come valore medio annuo. Il monitoraggio è essenziale per verificare la conformità ai criteri e garantire ambienti salubri negli edifici pubblici. Questo studio presenta il monitoraggio della concentrazione di radon in edifici pubblici a Bolzano, area con predisposizione al rischio radon. L'obiettivo è quantificare i livelli di radon nei locali al piano terra e seminterrato, valutare la conformità ITACA e identificare l'efficacia delle strategie di controllo della migrazione implementate (depressurizzazione passiva o attiva). La metodologia prevede misurazioni continue su base annuale nei piani più bassi con maggior fattore di occupazione, secondo le indicazioni ITACA. I risultati preliminari evidenziano variazioni di concentrazione di radon negli edifici monitorati e l'efficacia dei sistemi di mitigazione adottati. L'analisi verifica la conformità agli standard ITACA (200 Bq/m³) e valuta la performance delle strategie di controllo nelle condizioni climatiche alpine. Le conclusioni forniscono indicazioni per il raggiungimento dei livelli ottimali ITACA, sottolineando l'importanza del monitoraggio continuo e dell'integrazione di strategie combinate.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 12

Authors	Pres. Author	Affiliation
Peretti Clara	x	Consulente Provincia autonoma di Bolzano ~ Bolzano ~ Italy
Verdi Luca		Provincia autonoma di Bolzano ~ Bolzano ~ Italy
Fulici Gianmaria		Provincia autonoma di Bolzano ~ Bolzano ~ Italy
Montelpare Sergio		Università degli studi "G.D'ANNUNZIO" di Chiet-Pescara ~ Pescara ~ Italy
Guglielmi Leonardo		Università degli studi "G.D'ANNUNZIO" di Chiet-Pescara ~ Pescara ~ Italy
Caggiano Giuseppina		Università degli Studi di Bari Aldo Moro ~ Bari ~ Italy
Lopuzzo Marco		Università degli Studi di Bari Aldo Moro ~ Bari ~ Italy
Triggiano Francesco		Università degli Studi di Bari Aldo Moro ~ Bari ~ Italy
Serpilli Fabio		Università Politecnica delle Marche ~ Ancona ~ Italy
Lori Valter		Università Politecnica delle Marche ~ Ancona ~ Italy
Di Perna Costanzo		Università Politecnica delle Marche ~ Ancona ~ Italy

Topics Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

INDOOR AIR QUALITY AND THERMAL COMFORT IN SCHOOLS: COMPARATIVE ANALYSIS OF MECHANICAL CONTROLLED AND NATURAL VENTILATION IN NORTHERN AND SOUTHERN ITALY

The "necessARIA" project addresses analysis, promotion, and coordination of indoor air quality issues. Objectives include data integration for evaluating sanitary and plant engineering aspects. This activity analyzes air change systems in existing school buildings based on 35 installations in Bolzano, Abruzzo, and Apulia regions. Monitoring provides reliable data for future school installations. Results show optimal indoor air quality in classrooms with mechanical controlled ventilation (MCV) versus naturally ventilated classrooms, which present humidity and microbiological challenges. Continuous monitoring used CO2 indicators, temperature, relative humidity, and microbiological analysis during winter 2025–2026. The project is funded by the Ministry of Health under the National Complementary Plan "Health, Environment, Biodiversity, Climate" (PREV-A-2022-12377013).

MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA E DEL COMFORT TERMICO NEGLI EDIFICI SCOLASTICI ESISTENTI: CONFRONTO TRA AULE CON SISTEMI DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA E AERAZIONE NELLE SCUOLE DELLA PROVINCIA DI BOLZANO, IN PUGLIA E IN ABRUZZO

Il progetto "necessARIA" affronta l'analisi, promozione e coordinamento delle problematiche della qualità dell'aria interna. Gli obiettivi includono l'integrazione dei dati per valutare gli aspetti sanitari e impiantistici. Questa attività analizza i sistemi di ricambio d'aria negli edifici scolastici esistenti sulla base di 35 installazioni nelle province di Bolzano, Abruzzo e Puglia. Il monitoraggio fornisce dati affidabili per future installazioni scolastiche. I risultati mostrano qualità dell'aria ottimale in classi con ventilazione meccanica controllata (VMC) rispetto a quelle ventilate naturalmente, che presentano sfide di umidità e parametri microbiologici. Il monitoraggio continuo ha utilizzato indicatori di CO2, temperatura, umidità relativa e analisi microbiologiche durante l'inverno 2025–2026. Il progetto è finanziato dal Ministero della Salute nel Piano Nazionale Complementare "Salute, Ambiente, Biodiversità, Clima" (PREV-A-2022-12377013).

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 13

Authors	Pres. Author	Affiliation
Di Loreto Samantha	x	Università G. d'Annunzio di Chieti-Pescara ~ Pescara ~ Italy
Peretti Clara		Consulente Provincia autonoma di Bolzano ~ Bolzano ~ Italy
Guglielmi Leonardo		Università G. d'Annunzio di Chieti-Pescara ~ Pescara ~ Italy
Verdi Luca		Provincia autonoma di Bolzano ~ Bolzano ~ Italy
Montelpare Sergio		Università G. d'Annunzio di Chieti-Pescara ~ Pescara ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice
Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

INDOOR AIR QUALITY IN SCHOOL BUILDINGS: EXPERIMENTAL MONITORING AND MODEL VALIDATION ACROSS DIFFERENT CLIMATIC ZONES

Indoor air quality in school environments is crucial for student well-being and academic performance. Energy models often inadequately reproduce real indoor pollution and mechanical controlled ventilation (MCV) system behavior. This pilot study examines two existing schools equipped with MCV systems in contrasting climates: Abruzzo (sub-coastal continental) and Bolzano (alpine). The objective is to quantify indoor air quality through continuous monitoring of CO2, temperature, and relative humidity, validating FINDES 3.0 market models. The methodology includes continuous one-month monitoring in classrooms, collecting CO2, temperature, and humidity data. Collected data calibrate FINDES 3.0 models, revealing differences between simulated and actual conditions. Preliminary results show that MCV system performance varies significantly between climatic zones, and indoor air quality substantially differs from standard external ventilation conditions. Identified discrepancies reveal critical design aspects in school ventilation systems. Conclusions recommend conscious ventilation planning, considering occupant behavior, energy efficiency, and climatic resilience.

QUALITÀ DELL'ARIA IN AMBIENTI SCOLASTICI: MONITORAGGIO SPERIMENTALE E VALIDAZIONE DI MODELLI IN CLIMI DIVERSI

La qualità dell'aria negli ambienti scolastici è determinante per il benessere e le prestazioni degli studenti. I modelli di simulazione energetica spesso non riproducono adeguatamente le condizioni reali di inquinamento interno e il comportamento della ventilazione meccanica controllata (VMC). Questo lavoro presenta uno studio pilota su due aule scolastiche con VMC in contesti climatici contrastanti: l'Abruzzo (clima continentale) e Bolzano (clima alpino). L'obiettivo è quantificare la qualità dell'aria interna attraverso il monitoraggio di CO2, temperatura e umidità relativa, e validare i modelli TRNSYS 18 rispetto ai dati misurati. La metodologia prevede il monitoraggio continuo su un mese delle due aule, acquisendo concentrazione di CO2, temperatura e umidità relativa. I dati sono utilizzati per calibrare modelli TRNSYS 18, evidenziando gli scostamenti tra simulazioni e realtà. I risultati preliminari mostrano come le prestazioni della VMC variano significativamente tra i due climi e come la qualità dell'aria dipende dall'interazione tra ventilazione, occupazione e condizioni esterne. Le discrepanze tra modello e realtà identificano criticità nella progettazione della ventilazione scolastica. Le conclusioni forniscono raccomandazioni per una ventilazione consapevole, coniugando salute degli occupanti, efficienza energetica e resilienza climatica.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 14

Authors	Pres. Author	Affiliation
Pagan Andrea		CAREL INDUSTRIES S.P.A. ~ Brugine (PADOVA) ~ Italy
Gallon Marianna		CAREL INDUSTRIES S.P.A. ~ Brugine (PADOVA) ~ Italy
Mastellaro Stefano	x	CAREL INDUSTRIES S.P.A. ~ Brugine (PADOVA) ~ Italy
Solomon Michael Tesfaye		University of Cassino and Southern Lazio? ~ CASSINO ~ Italy

Topics Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

INDOOR POLLUTION: EMISSION ANALYSIS AND MITIGATION STRATEGIES THROUGH A BUILDING MANAGEMENT SYSTEM. THE CASE OF CAREL INDUSTRIES S.P.A. OFFICES.

Indoor Air Quality (IAQ) is a key determinant of occupant health, comfort, and productivity, as emphasized by the most relevant international standards. Among indoor pollutants, Volatile Organic Compounds (VOCs) represent a major concern due to their widespread emission from building materials, furnishings, and consumer products. This study investigates Total VOC (TVOC) concentrations in two office environments of different volumes at CAREL Industries S.p.A. Results show that, in the absence of ventilation, although no universal threshold for TVOCs exists, measured levels exceeded commonly cited guideline ranges, likely influenced by emissions from air fresheners and furniture. Conversely, activation of the mechanical ventilation system rapidly reduced concentrations to acceptable levels, confirming the effectiveness of controlled air exchange. These findings highlight the critical role of Building Management Systems (BMS) in continuously monitoring Indoor Air Quality (IAQ) parameters and enabling smart control strategies to optimize ventilation while minimizing energy consumption. Integrated measurement of VOCs, CO2, particulate matter (PM), temperature, and humidity is essential for evidence-based approaches that ensure healthy, sustainable, and high-performance indoor environments.

INQUINAMENTO INDOOR: ANALISI DELLE EMISSIONI E STRATEGIE DI MITIGAZIONE ATTRAVERSO UN BUILDING MANAGEMENT SYSTEM. IL CASO DEGLI UFFICI DI CAREL INDUSTRIES S.P.A.

La qualità dell'aria indoor (IAQ) è un fattore chiave per la salute, il comfort e la produttività degli occupanti, come sottolineato dai più importanti standard internazionali. Tra gli inquinanti indoor, i Composti Organici Volatili (VOC) rappresentano una delle principali criticità a causa della loro ampia emissione da materiali da costruzione, arredi e prodotti di consumo. Questo studio analizza le concentrazioni di VOC totali (TVOC) in due ambienti ufficio di volumi differenti presso CAREL Industries S.p.A. I risultati mostrano che, in assenza di ventilazione, sebbene non esista una soglia universale per i TVOC, i livelli misurati hanno superato i range di riferimento comunemente citati, probabilmente influenzati dalle emissioni di deodoranti e mobili. Al contrario, l'attivazione del sistema di ventilazione meccanica ha ridotto rapidamente le concentrazioni a livelli accettabili, confermando l'efficacia del ricambio d'aria controllato. Questi risultati evidenziano il ruolo cruciale dei Building Management System (BMS) nel monitoraggio continuo dei parametri di qualità dell'aria indoor e nell'abilitare strategie di controllo intelligente per ottimizzare la ventilazione minimizzando al contempo il consumo energetico. La misurazione integrata di VOC, CO2, particolato (PM), temperatura e umidità è essenziale per approcci basati su evidenze che garantiscano ambienti indoor salubri, sostenibili e ad alte prestazioni.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 15

Authors	Pres. Author	Affiliation
Dongellini Matteo	x	Alma Mater Studiorum - Università di Bologna ~ Bologna ~ Italy
Azzini Filippo		Alma Mater Studiorum - Università di Bologna ~ Bologna ~ Italy
Neri Alessandro		Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia ~ Reggio Emilia ~ Italy
Naldi Claudia		Alma Mater Studiorum - Università di Bologna ~ Bologna ~ Italy
Morini Gian Luca		Alma Mater Studiorum - Università di Bologna ~ Bologna ~ Italy
Gamberini Rita		Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia ~ Reggio Emilia ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration
Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

INTEGRATING LOAD PROFILING AND MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION: AN OPEN-SOURCE TOOL FOR THE DESIGN OF RENEWABLE ENERGY COMMUNITIES

The increasing interest in Renewable Energy Communities (RECs) has prompted stakeholders to gain greater confidence in simulating electric energy fluxes between different consumers and prosumers of the community. Within the framework of the SACER project, an open-source numerical tool was developed to design the optimal configuration of a REC. First, the trends of electric energy consumption for a series of typical days can be determined for a generic REC member with three different levels of accuracy. If the hourly consumption data are available, the typical profiles are defined by applying the Symbolic Aggregate approXimation algorithm. If the aforementioned data are not accessible, the representative patterns are reconstructed from monthly data, which are typically available from the energy bills of existing buildings. If no data are available, the profiles can be estimated as a function of the building intended use and floor area. Then, the optimal configuration of the REC can be assessed based on the Analytic Hierarchy Process, a multi-objective mixed-integer linear programming model. According to the relative significance of each objective function specified by the user, the revenues of REC components can be maximized by optimizing the investment costs in new renewable energy generators and batteries, while minimizing the energy costs. To test the proposed methodology, the optimal configuration of a new REC, including residential and tertiary buildings, was determined.

INTEGRAZIONE DI ALGORITMI PER IL LOAD PROFILING E L'OTTIMIZZAZIONE MULTI-OBIETTIVO: UNO STRUMENTO OPEN SOURCE PER LA PROGETTAZIONE DI COMUNITÀ ENERGETICHE RINNOVABILI

Il crescente interesse per le Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) sta spingendo gli stakeholder ad acquisire maggiore confidenza nella valutazione dei flussi di energia elettrica condivisa tra consumatori e prosumer della comunità. Nell'ambito del progetto SACER, è stato sviluppato un codice numerico open source per definire la configurazione ottimale di una CER. In primo luogo, viene determinato il profilo tipico dei consumi di energia elettrica per una serie di giorni rappresentativi per ogni utente della CER seguendo tre possibili approcci. Se i dati di consumo orario sono disponibili, i profili vengono definiti applicando l'algoritmo Symbolic Aggregate approXimation. Se tali dati non sono accessibili, i trend rappresentativi vengono ricostruiti a partire da valori di consumo mensili, tipicamente reperibili dalle bollette energetiche. In assenza di dati, i profili possono essere stimati in funzione della destinazione d'uso e della superficie utile dell'edificio. Successivamente, la configurazione ottimale della CER viene definita sulla base dell'Analytic Hierarchy Process, un modello di ottimizzazione multiobiettivo. In base al peso di ciascuna funzione obiettivo, specificato dall'utente, i ricavi di ciascun utente della CER vengono massimizzati, ottimizzando i costi di investimento e riducendo al minimo i prelievi dalla rete. Per testare l'algoritmo numerico, è stata determinata la configurazione ottimale di una nuova CER che comprende edifici residenziali e terziari.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 16

Authors	Pres. Author	Affiliation
Spena Angelo		Dipartimento Ingegneria dell'Impresa, Università di Roma Tor Vergata ~ Roma ~ Italy
Biso Francesco	x	Dipartimento Ingegneria dell'Impresa, Università di Roma Tor Vergata ~ Roma ~ Italy
Spena Vincenzo Andrea		Department of Aeronautical, Electrical and Energy Engineering, Sapienza University of Rome ~ Roma ~

Topics Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

ON ATMOSPHERIC PARTICULATE MATTER PM AND DIRECT IRRADIATION DI AS CONFOUNDING FACTORS ON THE PREDICTION OF VIRUSES SPREAD: THE MEANINGFUL CASE OF THE SARS-COV-2 DIFFUSION IN ITALY.

Climate change and air pollutants are increasingly stressing our environment; among other consequences, this increases the need for deeper insights into how epidemiological patterns respond to these factors, as dramatically shown in recent years. Parameters such as temperature and humidity have been identified as the main drivers of viral viability. In this context, the present paper proposes a general framework to define and quantify two corrective coefficients capturing the combined effects of particulate matter and solar ultraviolet radiation levels as confounding factors in virus diffusion detection. This is particularly relevant within the framework of the Enthalpy Method, an approach introduced in 2020 for pandemic risk assessments based on the combined values of temperature and humidity.The presented results, based on the case of SARS-CoV-2 in Italy – a recognized unique setting in terms of data extent, reliability, and climatic range – indicate that air pollution levels alone played a major role in fine-tuning incidence-rate predictions, while sunlight was also found to significantly improve IR predictions, although to a lesser extent than PM10 when considered individually. The inferred interaction between the two correction coefficients is examined from a comprehensive perspective, leading to suggestions for tailored evaluations in

IL RUOLO DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO PM E DELLA RADIAZIONE DIRETTA DI COME FATTORI ESTERNI CONFONDENTI NELLA PREVISIONE DELLA DIFFUSIONE INDOOR DEI VIRUS: IL CASO EMBLEMATICO DEL SARS-COV-2 IN ITALIA.

Il cambiamento climatico e gli inquinanti atmosferici esercitano una pressione crescente sull'ambiente; tra le conseguenze emerge la necessità di comprendere meglio come i pattern epidemiologici rispondano a tali fattori, come mostrato negli ultimi anni. Temperatura e umidità sono riconosciute come i principali driver della sopravvivenza virale in ambienti indoor e outdoor. In questo contesto, il presente lavoro propone un framework per definire e quantificare due coefficienti correttivi che descrivono gli effetti congiunti del particolato atmosferico e della radiazione ultravioletta come fattori confondenti nella rilevazione della diffusione virale. I fattori concepiti sono particolarmente rilevanti nel contesto del framework dell'Enthalpy Method, introdotto nel 2020 per la valutazione del rischio pandemico. I risultati, riferiti alla diffusione di SARS-CoV-2 in Italia – un contesto unico per ampiezza e affidabilità dei dati – mostrano che i livelli di inquinamento atmosferico hanno avuto un ruolo rilevante nel migliorare le previsioni di incidence-rate. Anche l'irraggiamento solare contribuisce al perfezionamento delle stime, seppur con un impatto minore rispetto al PM10. L'interazione tra i due coefficienti viene analizzata in modo integrato, offrendo indicazioni utili per valutazioni mirate in diversi contesti.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 17

Authors	Pres. Author	Affiliation
Mugnini Alice	x	Department of Theoretical and Applied Sciences, Università E-Campus ~ Novedrate ~ Italy
Evens Maarten		Department of Mechanical Engineering, KU Leuven ~ Leuven ~ Belgium
Arteconi Alessia		Department of Mechanical Engineering, KU Leuven ~ Leuven ~ Belgium

Topics Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

A NEW EXPERIMENTALLY VALIDATED ARCHETYPE OF MODEL PREDICTIVE CONTROL FOR RESIDENTIAL BUILDINGS WITH HEAT PUMPS

Model Predictive Control (MPC) provides efficient control of building heating systems, integrating comfort and energy goals. However, widespread implementation remains constrained by the computational complexity of predictive models and the inherent challenges associated with controlling advanced thermal distribution systems, particularly those incorporating heat pumps. To address these limitations, the authors have previously proposed a series of MPC archetypes aimed at simplifying controller design and facilitating large-scale deployment. These archetypes, experimentally validated on a real heat pump system, encompass three typical heating configurations: low-temperature radiators without thermal storage, low-temperature radiators with integrated storage, and underfloor heating systems. The present study extends this framework by introducing a novel archetype specifically developed for heat pump systems with underfloor heating and an external thermal energy storage unit. The MPC minimizes an objective function that can be configured according to a user-selected penalty signal, which may correspond to electricity price, primary energy consumption, or other operational criteria. This work presents the archetype and demonstrates its experimental validation using a Hardware-in-the-Loop setup, in which the building is emulated while the heat pump, thermal storage, and hydraulic circuits are physically implemented.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 18

Authors	Pres. Author	Affiliation
Chierici Matilde	x	Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy
Ferrando Martina		Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy
Causone Francesco		Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy

Topics Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

Progettazione integrata e collaborazione interdisciplinare | Integrated Design and Interdisciplinary Collaboration

AN INNOVATIVE FRAMEWORK FOR THE CONSTRUCTION OF DIGITAL TWINS TO SUPPORT ENERGY MANAGEMENT AND DECARBONIZATION OF SUSTAINABLE URBAN AND RURAL COMMUNITIES.

The growing complexity of urban energy systems and the spread of Renewable Energy Communities (RECs) require advanced digital tools capable of supporting analysis, simulations, and optimization strategies. This contribution proposes a scalable framework based on three levels: digital model, dedicated to the collection, interoperability, and normalization of energy data; digital shadow, which enables a dynamic and up-to-date representation of consumption, production, and storage systems; and digital twin, which integrates predictive models, optimization algorithms, and advanced control for coordinated management of the REC and connected urban systems. The framework is designed to address various operational functions, including multi-objective energy optimization, scenario simulation, predictive maintenance, and the management of demand- and supply-side flexibility. Applied to the urban context, it enables increased integration of renewable sources, reduction of peak loads, improvement of local grid performance, and support for decarbonization strategies. The proposed approach provides a unified methodological structure to guide the transition from simple monitoring tools to full-fledged urban digital twins capable of supporting operational and planning decisions in smart cities.

UN FRAMEWORK INNOVATIVO PER LA COSTRUZIONE DI DIGITAL TWIN A SUPPORTO DELLA GESTIONE ENERGETICA E DECARBONIZZAZIONE DI COMUNITÀ URBANE E RURALI SOSTENIBILI

La crescente complessità dei sistemi energetici urbani e la diffusione delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) richiedono strumenti digitali evoluti capaci di supportare analisi, simulazioni e strategie di ottimizzazione. Il contributo propone un framework scalare basato su tre livelli: digital model, dedicato alla raccolta, interoperabilità e normalizzazione dei dati energetici; digital shadow, che abilita una rappresentazione dinamica e aggiornata di consumi, produzione e sistemi di accumulo; e digital twin, che integra modelli predittivi, algoritmi di ottimizzazione e controllo avanzato per la gestione coordinata della CER e dei sistemi urbani connessi.
Il framework è pensato per affrontare diverse funzioni operative, tra cui ottimizzazione energetica multi-obiettivo, simulazione di scenari, manutenzione predittiva e gestione della flessibilità lato domanda e lato produzione. Applicato al contesto urbano, esso consente di aumentare l'integrazione delle fonti rinnovabili, ridurre i picchi di carico, migliorare le prestazioni della rete locale e supportare strategie di decarbonizzazione. L'approccio proposto fornisce una struttura metodologica unificata per accompagnare la transizione da semplici strumenti di monitoraggio a veri gemelli digitali urbani capaci di supportare decisioni operative e di pianificazione nelle smart city.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 19

Authors	Pres. Author	Affiliation
Quagliotti Paolo	x	Belimo srl, Grassobbio BG, Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice
Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

BUILDING TODAY FOR TOMORROW

Belimo aims to analyze and explore the trends that will redefine the construction and HVAC sectors by 2050. Starting from global megatrends—climate change, digitalization, urbanization, and the shortage of skilled Workers and talent—four key areas emerge: Environment, Economy, Society, and Technology.

On the environmental front, climate adaptation and decarbonization require resilient buildings, sustainable materials, and efficient HVAC systems, supported by advanced automation. On the economic front, stricter regulations and ESG transparency require reductions in operational and embodied emissions, while labor shortages are driving prefabrication and digital training.

On the social front, there is a growing demand for safe, healthy, and flexible spaces, with a focus on thermal comfort, air quality, and lighting. Finally, technology is enabling connected buildings, IP protocols, and next-generation automation based on AI and edge computing, fostering interoperability and resilience.

Belimo's vision emphasizes how collaboration, innovation and accelerated retrofitting are essential for smarter, more efficient and sustainable buildings, in line with global decarbonization and well-being goals.

BUILDING TODAY FOR TOMORROW

Belimo vorrebbe analizzare ed approfondire le tendenze che ridefiniranno il settore edilizio e HVAC entro il 2050.

Partendo dai megatrend globali – cambiamento climatico, digitalizzazione, urbanizzazione e scarsità di competenze e di talenti qualificati– emergono quattro aree chiave: Ambiente, Economia, Società e Tecnologia.

Sul fronte ambientale, l’adattamento climatico e la decarbonizzazione impongono edifici resilienti, materiali sostenibili e sistemi HVAC efficienti, supportati da automazione avanzata. A livello economico, normative più severe e trasparenza ESG richiedono riduzione delle emissioni operative e incorporate, mentre la carenza di manodopera spinge verso prefabbricazione e formazione digitale.

Dal punto di vista sociale, cresce la domanda di spazi sicuri, salubri e flessibili, con attenzione a comfort termico, qualità dell’aria e illuminazione. Infine, la tecnologia abilita edifici connessi, protocolli IP e automazione di nuova generazione basata su AI e edge computing, favorendo interoperabilità e resilienza.

La visione di Belimo sottolinea come collaborazione, innovazione e retrofit accelerato siano essenziali per edifici più intelligenti, efficienti e sostenibili, in linea con gli obiettivi globali di decarbonizzazione e benessere

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 20

Authors		Pres. Author	Affiliation
Iatauro Domenico		ENEA ~ Roma ~ Italy	
Lavinia Carmen	x	ENEA ~ Roma ~ Italy	
Nardi Iole		ENEA ~ Roma ~ Italy	
Sannino Raniero		ENEA ~ Portici ~ Italy	

Topics Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

THERMAL COMFORT STRATEGIES AND ENERGY IMPLICATIONS IN OFFICE BUILDINGS: A CASE STUDY

The revised Energy Performance of Buildings Directive (EPBD IV) emphasizes the importance of ensuring indoor thermohygrometric comfort and air quality in energy retrofits, addressing building energy audits towards energy efficiency solutions aimed at enhancing occupants' environmental comfort perception.
In this framework, the indoor thermal conditions of an office building have been thoroughly monitored and the dynamic hourly calculation method (UNI EN ISO 52016-1:2018) has been applied to evaluate potential retrofit strategies.
Starting from the analysis of critical issues identified during the monitoring phase, the building energy demand was estimated considering its distribution in different indoor thermal zones. Afterwards, several retrofit scenarios involving the building envelope and HVAC systems were studied in terms of energy and comfort implications.
The results show how the proposed measures can differently affect building energy needs, primary energy use and thermal comfort. The study highlights that integrating comfort analysis into energy audits can lead to more balanced and effective retrofit strategies, combining energy performance improvement with occupants' satisfaction.

STRATEGIE DI COMFORT TERMICO ED IMPLICAZIONI ENERGETICHE IN EDIFICI AD USO UFFICIO: UN CASO STUDIO

La revisione della Direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia (EPBD IV) sottolinea l'importanza di garantire il benessere termoigrometrico e la qualità dell'aria indoor nell'ambito delle riqualificazioni energetiche, di modo da indirizzare le diagnosi energetiche verso soluzioni di efficienza energetica volte a migliorare la percezione del comfort ambientale degli occupanti.
In questo quadro, sono state monitorate approfonditamente le condizioni termiche indoor di un edificio ad uso ufficio ed è stato applicato il metodo di calcolo dinamico orario (UNI EN ISO 52016-1:2018) per valutare potenziali strategie di riqualificazione.Partendo dall'analisi delle criticità riscontrate durante la fase di monitoraggio, è stato stimato il fabbisogno energetico dell'edificio considerando la sua distribuzione nelle diverse zone termiche interne. Successivamente, sono stati studiati diversi scenari di riqualificazione con inclusione dell'involucro edilizio e dei sistemi HVAC in termini di implicazioni energetiche e di comfort.
I risultati mostrano come gli interventi proposti possono influire in modo diverso sul fabbisogno energetico dell'edificio, sul consumo di energia primaria e sul comfort termico.
Lo studio evidenzia che l'integrazione dell'analisi del comfort nelle diagnosi energetiche può portare a strategie di riqualificazione più equilibrate ed efficaci, combinando il miglioramento della prestazione energetica con il benessere degli occupanti.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 21

Authors	Pres. Author	Affiliation
Cardelli Riccardo	x	Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy
Nappa Sara		Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy
Dall'O' Giuliano		Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy
Ferrari Simone		Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice

FUTURE TRAJECTORIES FOR EPBD-ALIGNED INCENTIVES: EVIDENCE FROM ITALY'S SUPERBONUS PROGRAMME

Buildings account for around 40% of final energy demand in Europe, and the last Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) calls for cost-optimal, performance-based renovation pathways toward a zero-emission building stock. In Italy, the Superbonus 110% has triggered an unprecedented renovation wave, but recent studies mostly address macroeconomic impacts, construction cost inflation and implementation barriers, rather than building-level cost-effectiveness and actual performance improvements.

This paper analyses a sample of buildings within the average climate conditions of Italy, renovated between 2021 and 2024 through Superbonus incentives. By analysing pre- and post-retrofit energy certification data, envelope and system characteristics, and investment costs, the study derives indicators such as the cost per unit of primary energy saving and the cost per unit of CO2 abatement, distinguishing different combinations of retrofit interventions. The results highlight the spread of cost-effectiveness among the interventions linked to the building characteristics. On this basis, the paper discusses future trajectories for EPBD-aligned incentives, providing a valuable contribution to reconcile decarbonisation objectives with economic sustainability.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 22

Authors	Pres. Author	Affiliation
Nardelli Chiara	x	Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy
Ferrando Martina		Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy
Causone Francesco		Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice

STANDARDISING DEEP-RENOVATION PLANNING: AN ARCHETYPE-BASED METHODOLOGY FOR GENERATING BUILDING RENOVATION PASSPORTS

Starting from the requirements introduced by the EPBD IV, which identifies the Building Renovation Passport as a key instrument for supporting long-term renovation strategies, this study proposes a methodological framework for BRPs generation that builds on the gap of a literature review. The review highlighted limitations in existing BRP approaches, including fragmented data structures, heterogeneous modelling practices and limited scalability across building types and contexts. The proposed framework is grounded in archetype-based modelling, whereby reference buildings synthesise the geometric, constructive and operational characteristics of the building stock and provide a reproducible and scalable foundation for BRPs development. This structure enables evaluations across building groups and is combined with a multi-objective optimisation procedure that explores combinations of renovation measures. By producing transparent and quantifiable renovation pathways, the methodology also strengthens the bankability of renovation projects and supporting investment planning. Overall, the integrated approach enables the construction of staged and cost-effective renovation roadmaps aligned with EPBD and applicable from individual buildings to city and region scale assessments. The study delivers a unified and operational workflow that addresses key methodological gaps and enhances the technical basis for the practical implementation of BRPs

STANDARDIZZAZIONE DELLA PIANIFICAZIONE DELLE RISTRUTTURAZIONI PROFONDE: UNA METODOLOGIA BASATA SU ARCHETIPI PER LA GENERAZIONE DI BUILDING RENOVATION PASSPORT

Partendo dai requisiti introdotti dall' EPBD IV, che identifica il Building Renovation Passport come uno strumento chiave per sostenere strategie di ristrutturazione a lungo termine, questo studio propone un quadro metodologico per la generazione dei BRP che si basa sulle lacune emerse dall'analisi della letteratura esistente, che evidenzia limiti esistenti, tra cui strutture di dati frammentate, modellizzazioni eterogenee e scalabilità limitata tra i diversi tipi di edifici. Il quadro proposto si fonda sulla modellizzazione di archetipi, in cui gli edifici di riferimento sintetizzano le caratteristiche geometriche, costruttive e operative del patrimonio edilizio e forniscono una base scalabile per lo sviluppo dei BRP. Questa struttura consente valutazioni tra gruppi di edifici ed è combinata con una procedura di ottimizzazione multi-obiettivo che esplora combinazioni di misure di ristrutturazione. Producendo percorsi di ristrutturazione trasparenti e quantificabili, la metodologia rafforza anche la bancabilità dei progetti di ristrutturazione e supportando la pianificazione degli investimenti. Nel complesso, l'approccio integrato consente la costruzione di piani di ristrutturazione graduali ed economici, in linea con i principi dell'EPBD e applicabili sia alle valutazioni dei singoli edifici sia a quelle su scala cittadina e regionale. Lo studio fornisce un flusso di lavoro unificato e operativo che migliora la base tecnica per l'attuazione pratica dei BRP.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 23

Authors	Pres. Author	Affiliation
Cardelli Riccardo	x	Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy
Davoglio Guido		Tekser s.r.l. ~ Milano ~ Italy
Mannino Antonino		Abitare Società Cooperativa ~ Milano ~ Italy
Di Pietra Biagio		Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) ~ Palermo
La Notte Luca		Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA)) ~ Roma
Ferrari Simone		Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice
Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

ASSESSING THE SMART READINESS INDICATOR TO AI-BASED PREDICTIVE CONTROL IN BUILDINGS: A PILOT CASE STUDY OF RESIDENTIAL BUILDINGS

To implement the last Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) vision of smart, decarbonised building stock by 2050, the Smart Readiness Indicator (SRI) could be applied to rate the building's digital and automation capabilities. However, the literature pointed out unclear links between SRI scores and actual energy performance, and a lack of SRI calculation applied to residential buildings with advanced Building Automation and Control Systems (BACS), e.g., AI-based predictive control. To address this gap, this study provides an evaluation of the SRI with reference to residential buildings retrofitted with new advanced BACS (including AI-based predictive control). Furthermore, through monitored energy data before and after the retrofit, the study examines how the SRI reflects actual energy performance improvements related to AI-based predictive control logics. This work provides pilot case study results for these applications in the residential sector, offering insights to refine the SRI evaluation criteria related to AI-based predictive control.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 24

Authors	Pres. Author	Affiliation
Malevolti Guglielmo	x	TEC ingegneria ~ Firenze ~ Italy
Leoncini Lorenzo		KEP energy ~ Firenze ~ Italy
Magnani Valerio		TEC ingegneria ~ Firenze ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice

REFURBISHMENT OF AN INDOOR POOL FOR PUBLIC USE.

The European Union's energy policy is strongly geared toward decarbonization through electrification of energy end-uses. Among specialized buildings in the civil sector, indoor swimming pools are among the most energy-intensive in terms of HVAC. This paper presents the energy retrofit of a municipal swimming pool in Florence, which combines repurposing the building envelope, a partial fuel switch from gas to electricity, and the installation of solar thermal and photovoltaic devices. A key aspect of the project is the retractable roof, limiting HVAC operation to the October-April period. Internal air distribution has been redesigned using micro-perforated ducts. A complete relamping is also planned. The overall structural, building, and plant design has now been completed, and construction is expected to be funded through the "Sport e Periferie" call. The article highlights the potential benefits as well as implementation challenges. An energy and environmental perspective is provided, and a technical and economic analysis is performed with a view to energy auditing. The implemented project represents the best compromise, given the operational and cost constraints. It also allows for a significant reduction in CO2 and air pollutants in a densely built-up peripheral urban area.

RIFUNZIONALIZZAZIONE DI UNA PISCINA COPERTA A USO PUBBLICO.

L’energy-policy della Unione Europea è fortemente orientata alla decarbonizzazione tramite elettrificazione degli usi finali di energia. Tra gli edifici specialistici del settore civile, le piscine coperte sono tra i più energivori dal punto di vista HVAC. L’articolo presenta la riqualificazione energetica di una piscina comunale sita a Firenze, che combina rifunzionalizzazione dell’involucro edilizio, parziale fuel-switch da gas a energia elettrica e installazione di dispositivi solari termici e fotovoltaici. Elemento centrale del progetto è rendere apribile la copertura della struttura, in modo da limitare l’attivazione HVAC al periodo ottobre-aprile. La distribuzione dell’aria interna è stata riconcepita tramite canali microforati. E’ inoltre previsto un completo relamping. Attualmente è stata ultimata la progettazione complessiva strutturale – edilizia – impiantistica, e la realizzazione dovrebbe essere finanziata tramite il bando “Sport e Periferie”. Per ciascun intervento l’articolo riporta i potenziali vantaggi ma anche le problematiche attuative. Viene data una chiave di lettura energetico-ambientale, e svolta una analisi tecnico-economica, in ottica di diagnosi energetica. Il progetto implementato risulta il miglior compromesso, noti i vincoli operativi e di costo. Consente inoltre un significativo abbattimento di CO2 e inquinanti atmosferici in un’area urbana periferica densamente edificata.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 25

Authors	Pres. Author	Affiliation
PRETE Daniele	x	ASL Lecce ~ Lecce ~ Italy
Piscitelli Prisco		ASL Lecce ~ Lecce ~ Italy
Elia Gianluca		Università del Salento ~ Lecce ~ Italy

Topics Progettazione integrata e collaborazione interdisciplinare | Integrated Design and Interdisciplinary Collaboration

PROGETTAZIONE MULTIDISCIPLINARE BEM-BASED SUPPORTATA DALL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER LA REALIZZAZIONE DI SMART HOSPITAL COGNITIVI E SOSTENIBILI

Le strutture sanitarie sono connotate da una elevata complessità costruttiva e gestionale. La trasformazione digitale e la transizione green (Twin transition) richiedono un approccio integrato della progettazione in ottica BIM/BEM. Ingegneria strutturale e impiantistica e progettazione delle infrastrutture devono essere integrate con l'architettura degli spazi e dell'ambiente in relazione al comfort dei pazienti e degli operatori in una visione olistica. E' essenziale la convergenza delle professionalità in una progettazione sistemica multidisciplinare che sia BIM/BEM ed integri in modo proattivo i molteplici aspetti progettuali e gestionali: dal BMS per il controllo di tutti i parametri strutturali, prestazionali ed ambientali all'interazione continua con il ciclo di vita della struttura ospedaliera mediante l'ausilio dell'Intelligenza Artificiale al fine di supportare i processi decisionali e di governo ed ottimizzando l'uso delle risorse in relazione all'ambiente esterno in ottica One Health. Lo studio propone la creazione di un framework concettuale per un'integrazione funzionale delle diverse discipline di ingegneria e di architettura, oltre ai settori dell'ICT, IA ed AVR, correlati con aspetti psicologici, cognitivi, di social analysis e risk management che influenzano il confort e l'ergonomia e l'adeguamento funzionale della struttura in relazione agli utilizzatori dell'Ospedale, rispetto all'ambiente esterno ed alla gestione dei rischi.

BEM-BASED MULTIDISCIPLINARY DESIGN SUPPORTED BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR THE CREATION OF COGNITIVE AND SUSTAINABLE SMART HOSPITALS.

Healthcare facilities are characterized by high levels of construction and management complexity. Digital transformation and the green transition (Twin transition) require an integrated design approach based on a BIM/BEM approach. Structural and plant engineering, and infrastructure design must be integrated with the architecture of spaces and environments, focusing on patient and staff comfort in a holistic perspective. The convergence of professional skills in a multidisciplinary, systemic design approach that is BIM/BEM-based and proactively integrates the multiple design and management aspects is essential: from the BMS for monitoring all structural, performance, and environmental parameters to continuous interaction with the hospital facility's lifecycle through the use of Artificial Intelligence to support decision-making and governance processes and optimize resource use in relation to the external environment, following a One Health approach. The study proposes the creation of a conceptual framework for the functional integration of the various engineering and architectural disciplines, as well as the ICT , AI , and AVR sectors , correlated with psychological, cognitive, social analysis , and risk management aspects that influence comfort, ergonomics, and the functional adaptation of the structure to the hospital's users, the external environment, and risk management.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 26

Authors	Pres. Author	Affiliation
Magri Massimiliano	x	Coster ~ Milano ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice
Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

VEGA ITALIA EXPANDS ITS ASSAGO HEADQUARTERS: BACS AT THE HEART OF THE PROJECT

The company Vega Italia is expanding its headquarters in Assago and the "dictat" is decarbonization. This is a building intended to host the new offices alongside the existing one.
The building consists of a basement with a recreation room and gym, a ground floor with a logistics area, a large exhibition hall and two rooms for personnel training, and a first floor with open-plan offices and meeting rooms. The VMC (Controlled Mechanical Ventilation) is realized with 6 AHUs (Air Handling Units) with recuperators and hot-cold coils, distributed and then emitted with diffusers also equipped with hydronic hot and cold coils. Therefore, in addition to the air distribution network, the building is equipped with a 4-pipe hydronic distribution network. The hot and cold fluids are generated by n.4 groundwater heat pumps (PdC) of 70 kWt each, totaling approximately 280kW. There is also a fifth heat pump for ACS (Domestic Hot Water) production, which brings the total power to just under 290kW. This threshold is important because, according to Italian Legislative Decree 40/20, this system might not be required to have a BACS (Building Automation and Control System) in class B, but the owner wanted total automation, also by virtue of the presence of solar thermal and a respectable PV (Photovoltaic) park. Thanks to the BACS, a tuning activity of the various system parameters will be carried out with a DPCA (Deming) perspective, also through the use of ML (Machine Learning) type AI.

VEGA ITALIA AMPLIA LA SUA SEDE DI ASSAGO: BACS AL CENTRO DEL PROGETTO

La società Vega Italia amplia la sua sede di Assago e il “dictat” e’ decarbonizzazione. Si tratta di un edificio destinato ad ospitare i nuovi uffici affiancando l’esistente. L’edificio e’ composto da un piano interrato con locale svago e palestra, un piano terra con parte logistica, un’ampia sala espositiva e due sale per la formazione del personale, ed un primo piano con open space per gli uffici e delle sale riunioni.
La VMC e’ realizzata con 6 UTA con recuperatori e batterie caldo-freddo distribuita e poi emessa con diffusori dotati anch’essi di batterie caldo e freddo idroniche. Quindi oltre alla rete aeraulica l’edificio e’ dotato di una rete idronica di distribuzione a 4 tubi. I fluidi caldo e freddo sono generati da n.4 PdC ad acqua di falda da 70 kWt ciascuna, quindi circa 280kW circa in tutto. C’e’ anche una quanta PdC per la produzione di ACS che porta la potenza totale di poco sotto i 290kW. Questa soglia e’ importante perché’ ai sensi del Dlgs40/20 questo impianto potrebbe non essere dotato di BACS in classe B, ma la proprietà ha voluto la totale automazione anche in virtu’ del fatto della presenza di solare termico e parco PV di tutto rispetto. Grazie ai BACS verra’ fatta una attività di tuning dei vari parametri dell’impianto in ottica DPCA (Deming) anche grazie all’uso dell’AI di tipo ML.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 27

Authors		Pres. Author	Affiliation
Talamo Maria Francesca	x	RSE ~ Milano ~ Italy	
Castaldo Veronica Lucia		RSE ~ Milano ~ Italy	
Peduzzi Arianna		RSE ~ Milano ~ Italy	
Ciardiello Adriana		RSE ~ Milano ~ Italy	
Croci Lorenzo		RSE ~ Milano ~ Italy	

Topics Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

MICROCLIMATE AND AIR QUALITY IN HISTORIC BUILDINGS: THE VILLA FARNESINA CASE STUDY

Continuous monitoring in historic buildings is crucial to combine heritage conservation, energy efficiency, sustainability, and occupants' comfort. Local microclimatic phenomena significantly influence energy and hygrothermal buildings' behaviour, affecting overall performance. Understanding their impact is essential for effective, site-specific retrofit strategies.In this scenario, a 16th century museum in Rome, Villa Farnesina, was monitored during summer 2025 to analyse indoor/outdoor microclimate and correlate environmental parameters with anthropogenic factors and thermal-energy performance.

Thermo-hygrometric sensors and microclimatic stations measured air temperature, relative humidity, air speed, VOCs, illuminance, mean radiant temperature, and CO2, assessing the impact of window openings, natural ventilation, and portable cooling systems.

During the hottest week, data revealed thermal fluctuations linked to envelope characteristics and orientation (up to +1.8°C on the 1st floor Vs the mezzanine), passive cooling effects (up to -1.3°C), and temperature increases due to visitors and equipment (up to +2.3°C). Summer comfort was critical from the occupants' perspective (PMV 1.8; PPD>70%) while temperature constantly exceeded UNI10829 limits for artwork conservation

The study confirms local monitoring campaigns as essential for defining energy retrofit strategies in historic contexts, enabling assessment of local phenomena and integrated sustainability scenarios.

MICROCLIMA E QUALITÀ DELL'ARIA NEGLI EDIFICI STORICI: IL CASO STUDIO DI VILLA FARNESINA

Il monitoraggio continuo degli edifici storici è fondamentale per coniugare conservazione, efficienza energetica, sostenibilità e comfort degli occupanti. I fenomeni microclimatici influenzano il comportamento energetico e igrotermico degli edifici incidendo sulle prestazioni. Villa Farnesina, museo del XVI secolo a Roma, è stata monitorata durante l'estate 2025 per analizzarne il microclima interno/esterno e correlare i parametri ambientali con fattori antropici e prestazioni termo-energetiche.Sensori termoigrometrici e stazioni microclimatiche hanno misurato temperatura e velocità dell'aria, umidità, VOC, illuminamento, T media radiante e CO2, valutando l'impatto dell'apertura finestre, la ventilazione naturale e i sistemi di raffrescamento portatili.

Durante la settimana più calda i dati hanno evidenziato fluttuazioni termiche legate alle caratteristiche dell'involucro e all'orientamento (fino a +1,8°C al primo piano Vs mezzanino), effetti di raffrescamento passivo (fino a -1,3°C) e incrementi di temperatura dovuti a visitatori e apparecchiature (fino a +2,3°C).

Il comfort estivo è risultato critico dal punto di vista degli occupanti (PMV 1,8; PPD >70%), mentre la temperatura ha costantemente superato i limiti UNI10829 per la conservazione delle opere d'arte.

Le campagne di monitoraggio sono essenziali per definire strategie di riqualificazione energetica in contesti storici efficaci e mirate, consentendo l'analisi di fenomeni locali e scenari di sostenibilità integrata.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 28

Authors	Pres. Author	Affiliation
Magri Massimiliano	x	coster group srl ~ milano ~ Italy

Topics Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

VISUAL PROGRAMMING OF THE REGULATION AND SUPERVISION OF THE NEW INTENSIVE CARE UNIT AT THE CARDARELLI HOSPITAL IN NAPLES.

The choice of the Cardarelli hospital in Naples was innovative.The new regulation and supervision system for the plant in question was implemented for the management of the thermal-refrigeration plant, which consists of 02 heat pumps with a pumping station and 02 AHUs (Air Handling Units) located on the roof, in addition to the regulation of the intensive care rooms (UTIC) and ELECTOPHYSIOLOGY ward located on the fourth floor.The operating logics provide for the control and regulation of temperature, humidity, and pressure according to the design setpoints by means of duct temperature probes and pressure transducers for the AHUs on the roof.For the intensive care rooms (UTIC) on the fourth floor, the operating logic must keep the temperature regulation constant using the respective post-heating coils, in addition to an overpressure of +10Pa for six rooms, and a negative pressure of -10Pa for two rooms.The regulation is ensured by detecting the differential pressure between the rooms and the corridor by means of pressure transducers, which modulate VAV-type dampers installed on the respective return ducts, to guarantee the design setpoints.The innovation is expressed in the type of programming that uses the Visual Programming technique, so that the installer is able to maintain the logic and keep it updated in the future without needing any support from the regulation manufacturer.

PROGRAMMAZIONE VISUALE DELLA REGOLAZIONE E SUPERVISIONE DELLA NUOVA TERAPIA INTENSIVA DELL'OSPEDALE CARDARELLI DI NAPOLI.

La scelta dell'ospedale Cardarelli di Napoli e' stata innovativa.Il nuovo sistema di regolazione e supervisione dell'impianto in oggetto, è stato realizzato per la gestione della centrale termofrigo composta da n°02 pompe di calore con stazione di pompaggio e n°02 UTA locate in copertura, oltre alla regolazione delle camere di terapia intensiva UTIC e degenza ELETTROFISIOLOGIA locate al quarto piano.
Le logiche di funzionamento prevedono il controllo e la regolazione di temperatura, umidità, pressione secondo i set point di progetto per mezzo di sonde temperatura a canale e trasduttori di pressione per le UTA in copertura.
Per le camere di terapia intensiva al quarto piano UTIC, la logica di funzionamento deve tenere costante la regolazione della temperatura mediante le rispettive batterie di post riscaldo, oltre la sovrapressione +10pa per sei camere, e per due camere la depressione -10pa.
La regolazione è assicurata dal rilevamento per mezzo di trasduttori di pressione del differenziale di pressione tra le camere ed il corridoio, che comandano in modulazione delle serrande tipo VAV installate sui rispettivi canali di ripresa, per garantire i set point di progetto.
L'innovazione si esprime nella tipologia di programmazione che utilizza la tecnica del Visual Programming, in questo modo l'installatore e' in grado di manutenere le logiche e tenerle aggiornate in futuro senza bisogno di alcun supporto del produttore della regolazione.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 29

Authors	Pres. Author	Affiliation
Mu Weixian	x	Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy
Cardelli Riccardo		Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy
Davoglio Guido		Tekser s.r.l. ~ Milano ~ Italy
Mannino Antonino		Abitare Società Coperativa ~ Milano ~ Italy
Ferrari Simone		Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice

Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

IMPLEMENTING ADVANCED AUTOMATION SYSTEMS TO IMPROVE THE ENERGY PERFORMANCE OF RESIDENTIAL BUILDINGS: ASSESSMENT OF A CASE STUDY BUILDING STOCK

The last Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) requires that major renovations include continuous electronic monitoring systems able to detect efficiency deviations and maintenance needs, ensure optimal energy use and respond to external signals by adjusting energy flows. While previous research has highlighted the energy-saving potential of Building Automation and Control Systems (BACS) in non-residential buildings, evidence for the residential sector is still scarce and often limited to simulations or short-term tests on single prototypes. This study assesses the energy savings obtained by advanced BACS based on AI-driven predictive logic in a pilot application on a residential building stock with heterogeneous envelope features. A comprehensive monitoring campaign has been conducted to collect heating energy consumption for several heating seasons, before and after BACS implementation. Data have been normalised on a climatic basis to allow robust comparison and generalisation of the results. The outcomes provide practice-oriented evidence of the additional benefits of predictive control beyond the mere replacement of building services, and characterise its effectiveness for buildings from different construction periods and envelope thermal performances. The findings will support designers, operators and policy makers in integrating digital control strategies into cost-effective decarbonisation roadmaps for existing residential stocks.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 30

Authors	Pres. Author	Affiliation
Mu Weixian	x	Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy
Cardelli Riccardo		Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy
Davoglio Guido		Tekser s.r.l. ~ Milano ~ Italy
Mannino Antonino		Abitare Società Coperativa ~ Milano ~ Italy
Ferrari Simone		Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice
Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy
Integration

ELECTRIFYING RESIDENTIAL HEATING SYSTEMS TOWARD CARBON-NEUTRAL BUILDINGS: A RETROFITTED BUILDING STOCK IN NORTHERN ITALY

The decarbonization of European buildings is a central goal of the last Energy Performance of Buildings Directive (EPBD), which aims at a zero-emission building stock by 2050 and the progressive phase-out of fossil-fuel boilers. To this aim, the Directive demands Member States to establish national building renovation plans on a large scale, increasing the annual renovation rate of the existing buildings. Based on this context, this study presents the results referred to a real case study of residential building stock renovation in Italy, where fossil-fuel boilers have been replaced by ground-source heat pumps, together with envelope renovation measures. The work compares monitored heating energy consumption and estimated CO2 emissions before and after the energy refurbishment, distinguishing buildings with different envelope upgrade interventions and different ages of construction, referring to representative buildings. The outcomes include a range of achievable energy and emission reductions and empirical insight into how envelope thermal performances affect the benefits of heating systems electrification. The study is intended to inform integrated renovation strategies, supporting building-renovation plans under the last

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 31

Authors		Pres. Author	Affiliation
Stasi Roberto		x	Politecnico di Bari ~ Bari ~ Italy
Semeraro Simona			Politecnico di Bari ~ Bari ~ Italy
Vecchi Francesca			Politecnico di Bari ~ Bari ~ Italy
Ruggiero Francesco			Politecnico di Bari ~ Bari ~ Italy
Berardi Umberto			Politecnico di Bari ~ Bari ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration

SCALING POSITIVE ENERGY DISTRICTS THROUGH INTEGRATED ACTIVE EXOSKELETON RETROFITTING: A REC-DRIVEN APPLICATION TO A SOCIAL HOUSING CLUSTER

The transition toward climate-neutral cities requires renovation strategies for upgrading large portions of the existing building stock while enabling collective renewable self-consumption. This study evaluates the energy-efficiency potential of en-SOLEX, a modular solar exoskeleton retrofit system, applied to a social housing district in Bari (Italy). Representative of Mediterranean post-war suburbs with high energy demand and limited roof availability, the district explores the typical challenges of deploying RECs in dense residential contexts.

The en-SOLEX system provides deep energy renovation without tenant displacement. The integration of BIPV, passive shading, and new insulation layers results in heating-and cooling energy reductions up to 35% and 25% respectively. At the district scale, BIPV installation delivers annual renewable electricity generation that exceeds total consumption, enabling surplus production for shared use.

By converting energy-intensive residential blocks into net-positive producers and increasing the share of self-consumed electricity, the system strengthens the economic and operational viability of REC, especially in social housing, where collective self-consumption can mitigate energy poverty. The results highlight that en-SOLEX may represent a scalable tool that supports REC, accelerates Positive Energy District development, and aligns local retrofit actions with the EU Fit-for-55 and EPBD recast targets.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 32 **Status** Valutato
Document

Authors	Pres. Author	Affiliation
Bianco Mauthe Degerfeld Franz	x	Politecnico di Torino ~ Torino ~ Italy
Ballarini Ilaria		Politecnico di Torino ~ Torino ~ Italy
Corrado Vincenzo		Politecnico di Torino ~ Torino ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice

TECHNICAL BUILDING SYSTEMS PERFORMANCE ASSESSMENT: COMPARISONS OF METHODS IN THE CONTEXT OF ZERO-EMISSION BUILDINGS IN ITALY

The revised Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) established a clear trajectory toward a decarbonised building stock, in which the refurbishment and delivery of zero-emission buildings play a central role. A key challenge in this transition lies in selecting the appropriate methods for assessing the building energy performance, balancing the need for accuracy with the practicality of simplified approaches.
This work analyses a representative Italian building, first in its current state and then as refurbished to comply with the zero-emission building requirements defined in the Italian context. Starting with the mandatory national monthly calculation procedures, the analysis extends to enhanced hourly simplified methods and detailed simulations for assessing the performance of technical building systems. The results highlight methodological differences among these approaches and quantify the impact of varying assumptions on system efficiency and on primary energy use.
Particular attention is given to verifying whether the building, which is deemed compliant under the national monthly method, still meets zero-emission energy-efficiency targets when assessed through more detailed procedures. Results provide insight into the robustness of current compliance procedures and support a more consistent implementation of EPBD requirements within the national practice.

VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI DEI SISTEMI TECNICI PER L'EDILIZIA: CONFRONTO TRA I METODI NEL CONTESTO DEGLI EDIFICI A EMISSIONI ZERO IN ITALIA

La versione rivista della Direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia (EPBD) definisce un percorso verso un parco immobiliare decarbonizzato, in cui la riqualificazione e la realizzazione di edifici a emissioni zero hanno un ruolo centrale. Una sfida chiave riguarda la scelta dei metodi più adeguati per valutare la prestazione energetica, bilanciando accuratezza e praticità degli approcci semplificati.
Il presente lavoro analizza un edificio rappresentativo italiano, nello stato attuale e dopo una riqualificazione conforme ai requisiti nazionali per gli edifici a emissioni zero. Partendo dalle procedure di calcolo mensili obbligatorie a livello nazionale, l'analisi include metodi semplificati orari avanzati e simulazioni dettagliate per valutare la prestazione dei sistemi tecnici per l'edilizia. I risultati evidenziano le differenze metodologiche tra gli approcci e quantificano l'impatto delle diverse assunzioni sui rendimenti dei sistemi e sull'uso di energia primaria.
Particolare attenzione è dedicata alla verifica del rispetto dei requisiti di efficienza energetica per gli edifici a emissioni zero nel caso in cui l'edificio, ritenuto conforme secondo il metodo mensile nazionale, venga valutato mediante procedure più dettagliate. I risultati offrono indicazioni sulla robustezza delle attuali procedure di verifica e favoriscono una più coerente applicazione dei requisiti EPBD nella pratica nazionale.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 33

Authors	Pres. Author	Affiliation
Caracci Elisa	x	Università degli Studi di Cassino e Del Lazio Meridionale ~ Cassino ~ Italy
Canale Laura		Università degli Studi di Cassino e Del Lazio Meridionale ~ Cassino ~ Italy
Gugliandolo Alessandra		ENEA ~ Bologna ~ Italy
La Notte Luca		ENEA ~ Roma ~ Italy
Palma Alessandro Lorenzo		ENEA ~ Roma ~ Italy
Monno Emilio		ENEA ~ Roma ~ Italy
Ficco Giorgio		Università degli Studi di Cassino e Del Lazio Meridionale ~ Cassino ~ Italy
Di Pietra Blagio		ENEA ~ Palermo ~ Italy
Puglisi Giovanni		ENEA ~ Roma ~ Italy
Bertini Ilaria		ENEA ~ Roma ~ Italy
Dell'Isola Marco		Università degli Studi di Cassino e Del Lazio Meridionale ~ Cassino ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice
Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

ASSESSING THE RELATIONSHIP BETWEEN SMART READINESS AND ENERGY PERFORMANCE IN EU RESIDENTIAL BUILDINGS

The Smart Readiness Indicator (SRI) provides a standardized framework for assessing the capability of buildings to integrate digital and automated functions that enhance energy efficiency, occupant comfort, and interaction with energy grids. Although the SRI scheme primarily focuses on non-residential buildings, its application can also be valuable in the residential sector, where the adoption of smart technologies and automation systems remains heterogeneous and often limited. Under the recent recast of the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD IV), understanding the SRI's relationship with established performance metrics is increasingly critical.
This study aims to examine the quantitative relationship between the SRI and the energy performance of a sample of residential buildings across the European Union. To this end, a statistical analysis is conducted to explore potential correlations between the SRI- along with its sub-scores (i.e., impact, domain, and aggregated scores) - energy performance indicators (e.g., energy performance certificate and/or energy consumption), and building characteristics. The findings provide valuable insights for practitioners, designers, and policymakers involved in EU energy transition.

VALUTAZIONE DELLA RELAZIONE TRA PRONTEZZA INTELLIGENTE E PRESTAZIONI ENERGETICHE NEGLI EDIFICI RESIDENZIALI DELL'UE

Lo Smart Readiness Indicator (SRI) fornisce un quadro standardizzato per valutare la capacità degli edifici di integrare funzioni digitali e automatizzate in grado di migliorare l'efficienza energetica, il comfort degli occupanti e l'interazione con le reti. Sebbene lo SRI sia focalizzato principalmente sugli edifici non residenziali, la sua applicazione può risultare utile anche nel settore residenziale, dove la diffusione delle tecnologie smart e dei sistemi di automazione è eterogenea e spesso limitata. In questo contesto, a seguito della recente revisione della Direttiva Europea sulle Prestazioni degli Edifici (EPBD IV), che introduce importanti novità sugli schemi di prestazione energetica degli edifici e sulle loro integrazioni, capire la relazione tra SRI e gli schemi di valutazione delle prestazioni energetiche consolidati è sempre più fondamentale.
Questo studio si propone di analizzare la relazione quantitativa tra lo SRI e la prestazione energetica di un campione di edifici residenziali dell'Unione Europea. A tal fine, viene condotta un'analisi statistica per esplorare le potenziali correlazioni tra lo SRI – e i suoi sub score (e.g., punteggi di impatto, dominio etc.) –, gli indicatori di prestazione energetica (ad esempio, attestato di prestazione energetica e/o consumi energetici) e le caratteristiche degli edifici. I risultati offrono indicazioni utili per professionisti, progettisti e decisori politici coinvolti nel processo di transizione energetica dell'UE.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 34

Authors	Pres. Author	Affiliation
Minelli Federico	x	University of Naples Federico II - Department of Industrial Engineering ~ Naples ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy

INTEGRATION POSSIBILISTIC ROBUST DESIGN OF LOW-CARBON AND COST-EFFECTIVE COOLING SYSTEMS FOR DATACENTERS UNDER OPERATIONAL UNCERTAINTIES

Datacenters are increasingly constrained by rising cooling loads, variable IT demand profiles, and expanding sustainability requirements. Their energy and environmental performance is strongly influenced by multiple uncertainties, including fluctuating server utilization, cooling-plant part-load behavior, external climate variability, and degradation of equipment over time. Traditional design approaches often rely on deterministic assumptions that fail to capture the large variability of real operating conditions, leading to sub-optimal or fragile system configurations. This study proposes a possibilistic robust-design methodology for datacenter cooling and energy systems, aimed at identifying solutions that maintain stable performance across a broad range of uncertain operating scenarios. A large scenario ensemble combines variations in IT load curves, ambient conditions, free-cooling availability, and component aging. Simulation outputs (electricity use and CO2-eq emissions) are transformed into triangular fuzzy numbers through a probability-to-possibility mapping, enabling a non-probabilistic representation of performance dispersion. The approach is demonstrated on a medium-size datacenter where alternative cooling strategies (air-based, indirect evaporative, hybrid liquid-air systems) and different recovery and control schemes form the design space. The results highlights configurations that preserve low emissions and acceptable costs under strongly varying conditions.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 35

Authors	Pres. Author	Affiliation
Minelli Federico	x	University of Naples Federico II - Department of Industrial Engineering ~ Naples ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration

DUAL-USE BUILDING ROOFTOPS FOR AGRIVOLTAIC APPLICATIONS IN WARM-TEMPERATE CLIMATES - A NEUTROSOPHIC DECISION ANALYSIS

Rooftop agrivoltaic systems offer a promising dual-use strategy for dense urban areas by combining photovoltaic generation with horticultural production. However, selecting an optimal agrivoltaic configuration involves multiple conflicting criteria (including PV yield, crop suitability, shading levels, and investment costs) affected by significant uncertainty in both climatic and agronomic parameters. This study proposes a neutrosophic multi-criteria decision-making framework integrating CRITIC-based objective weighting and MAIRCA ranking to evaluate alternative rooftop agrivoltaic layouts. A warm-temperate Mediterranean context (Naples, Italy) is considered, where dynamic seasonal weighting emphasizes crop performance during spring–summer and PV output in autumn–winter. Crop–light compatibility and seasonal photosynthetically active radiation (PAR) availability are evaluated through hourly shading analyses, while photovoltaic electricity generation is quantified using an hourly solar irradiance and module performance simulation. The neutrosophic representation allows expert judgments and performance indicators to include indeterminacy, improving robustness. The framework demonstrates that incorporating seasonal priorities and epistemic uncertainty leads to more stable and context-adapted rankings, supporting decision-makers in designing efficient rooftop dual-use systems.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 36

Authors	Pres. Author	Affiliation
Serpilli Fabio	x	Università Politecnica delle Marche ~ Ancona ~ Italy

Topics Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

OPTIMIZATION OF BUILDING ENERGY MANAGEMENT THROUGH THE DEVELOPMENT OF A DYNAMIC DIGITAL TWIN

In this work, through the analysis of a case study, we describe how the combined use of a dynamic energy model and predictive weather models can serve as an effective tool for the management and optimization of building energy performance.

OTTIMIZZAZIONE DELLA GESTIONE ENERGETICA DI EDIFICI ATTRAVERSO LA CREAZIONE DI UN DIGITAL TWIN DINAMICO

In questo lavoro, attraverso l'analisi di un caso studio, viene descritta come l'utilizzo combinato di un modello energetico dinamico con modelli meteorologici previsionali possa essere un valido strumento per la gestione ed ottimizzazione energetica di edifici

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 37

Authors		Pres. Author	Affiliation
Serpilli Fabio			Univpm ~ Ancona ~ Italy
Lori Valter		x	Univpm ~ Ancona ~ Italy
Di Perna Costanzo			Univpm ~ Ancona ~ Italy
Di Loreto Samantha			Unich ~ Pescara ~ Italy

Topics Progettazione integrata e collaborazione interdisciplinare | Integrated Design and Interdisciplinary Collaboration
Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

VMC IN SCHOOL CLASSROOMS: INSTALLATION AND MANAGEMENT FOR OPTIMAL SPEECH INTELLIGIBILITY

Indoor air quality and speech intelligibility are key factors for comfort and learning effectiveness in school classrooms. The installation of Mechanical Ventilation Systems (VMC) ensures proper air exchange and reduces pollutant concentration, but it can affect acoustic conditions. This paper explores design and management strategies for VMC systems aimed at minimizing noise and optimizing speech intelligibility. Through technical solutions and case studies, practical solutions are proposed to balance environmental comfort and acoustic performance, with a focus on current regulations and the specific needs of educational facilities.

VMC IN AULE SCOLASTICHE: INSTALLAZIONE E GESTIONE PER UNA INTELLEGIBILITÀ OTTIMALE

La qualità dell'aria e l'intellegibilità del parlato sono fattori determinanti per il comfort e l'efficacia dell'apprendimento nelle aule scolastiche. L'installazione di impianti di Ventilazione Meccanica Controllata (VMC) rappresenta una soluzione per garantire il ricambio d'aria e ridurre la concentrazione di inquinanti, ma può influire sulle condizioni acustiche. Questo articolo analizza strategie di progettazione e gestione degli impianti VMC volte a minimizzare il rumore e ottimizzare l'intellegibilità del parlato. Attraverso soluzioni tecniche e casi studio, vengono proposte soluzioni pratiche per bilanciare comfort ambientale e prestazioni acustiche, con particolare attenzione alle normative vigenti e alle esigenze delle strutture scolastiche.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 38

Authors	Pres. Author	Affiliation
Serpilli Fabio	x	Univpm ~ Ancona ~ Italy
Lori Valter		Univpm ~ Ancona ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice
Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy
Integration

IMPACT ON INDOOR AND OUTDOOR ACOUSTIC COMFORT IN THE DECARBONIZATION PROCESS OF RESIDENTIAL AREAS

The decarbonization of residential buildings, driven by the new EPBD4 directive, involves replacing fossil fuel generators with heat pump solutions. While these measures significantly reduce emissions and improve energy efficiency, they also lead to increased outdoor noise impact and potential issues of sound intrusion in indoor environments. This paper examines the acoustic implications of the energy transition, highlighting the challenges posed by heat pump noise and proposing mitigation strategies to ensure both indoor and outdoor comfort. Current regulations and future perspectives for integrating energy efficiency with acoustic quality are also discussed

IMPATTO SUL COMFORT ACUSTICO INDOOR E OUTDOOR NEL PROCESSO DI DECARBONIZZAZIONE DI AREE RESIDENZIALI

Il processo di decarbonizzazione degli edifici residenziali, promosso dalla nuova EPBD4, prevede la sostituzione dei generatori a combustibili fossili con soluzioni a pompa di calore. Sebbene tali interventi contribuiscano alla riduzione delle emissioni e al miglioramento dell'efficienza energetica, essi comportano un incremento dell'impatto acustico esterno e potenziali problemi di intrusività sonora negli ambienti abitativi. Questo articolo analizza le implicazioni acustiche della transizione energetica, evidenziando le criticità legate al rumore generato dalle pompe di calore e proponendo strategie di mitigazione per garantire il comfort indoor e outdoor. Vengono inoltre discusse le normative vigenti e le prospettive di integrazione tra efficienza energetica e qualità acustica

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 39

Authors	Pres. Author	Affiliation
De Luca Giovanna	x	Edilclima S.r.l. ~ Borgomanero ~ Italy
Gorrino Alice		Edilclima S.r.l. ~ Borgomanero ~ Italy
Bianco Mauthe Degerfeld Franz		Politecnico di Torino - Dipartimento Energia "Galileo Ferraris" ~ Torino ~ Italy
Ballarini Ilaria		Politecnico di Torino - Dipartimento Energia "Galileo Ferraris" ~ Torino ~ Italy
Corrado Vincenzo		Politecnico di Torino - Dipartimento Energia "Galileo Ferraris" ~ Torino ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice

BRINGING TOGETHER RENOVATION PASSPORT AND SMART READINESS INDICATOR CERTIFICATE: A CASE STUDY

The recently published EPBD sets an ambitious trajectory toward a zero-emission building stock, introducing instruments aimed at accelerating deep renovation and digitalisation. Among these, the renovation passport (RP) supports staged, long-term renovation strategies tailored to individual buildings, while the smart readiness indicator (SRI) certificate assesses the ability of buildings to optimise energy efficiency, respond to occupants' needs, and interact with the grid. Although conceived for complementary purposes, their combined potential has not been widely investigated yet.

Within this framework, a methodology integrating RP driven renovation planning and SRI assessment is proposed. Starting from an energy audit, the approach defines a tailored, staged renovation plan that includes both traditional and smart-solution measures. The associated benefits are evaluated in terms of thermal energy needs, primary energy use, indoor environmental quality, and costs. The procedure is tested on an Italian office building.Embedding smart measures within the renovation plan enables a clearer interpretation of SRI outcomes and highlights their influence on energy performance, flexibility, and comfort. Results show that coupling RP and SRI certificate fosters a more holistic building assessment, enhances the robustness of staged renovation strategies, and supports informed decision-making for both owners and practitioners in line with the EPBD's zero-emission ambition.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 40

Authors	Pres. Author	Affiliation
Capretta Emidio	x	Albo Ingegneri ~ Ascoli Piceno ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration

FIFTH-GENERATION OR COLD DISTRICT HEATING: COMPARATIVE ANALYSIS OF ENERGY AND ENVIROMENTAL BENEFITS

Thermal production plants are one of the areas in which mature, high-efficiency and low environmental impact technologies are struggling to spread. In a regulatory framework that constrains the evolution of plants towards energy saving and emission reduction, the cost of technologies is declining; however, there are still limitations related to the possibility of application and use of energy infrastructure. This study aims to analyze the combination of water-to-water heat pump technology with district heating network infrastructure, to overcome these limitations and expand the potential applications of both. Through an objective analysis of the technical and operational characteristics of these technologies, it is possible to identify how the two systems can be used in an integrated plant that constitutes a new generation of district heating networks. Heat pumps produce thermal energy at the temperature required by the individual end user, without constraining the temperature level of the network. This allows for the exploitation of a wide range of low-cost renewable or recovered waste thermal resources, simplifying the infrastructure and making it more cost-effective. This approach reduces the initial barriers to development and greatly expands the operational flexibility of district heating systems.

TELERISCALDAMENTO DI QUINTA GENERAZIONE O A RETE FREDDA: ANALISI COMPARATIVA DEI VANTAGGI ENERGETICI ED AMBIENTALI

Gli impianti di produzione termica sono uno degli ambiti in cui tecnologie mature, ad alta efficienza e basso impatto ambientale trovano difficoltà di diffusione. In un quadro normativo che vincola l'evoluzione degli impianti verso il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni, il costo delle tecnologie è in declino; tuttavia rimangono dei limiti legati alla possibilità di applicazione ed all'utilizzo delle infrastrutture energetiche. Lo studio che viene presentato si pone l'obiettivo di analizzare la combinazione della tecnologia delle pompe di calore acqua/acqua con l'infrastruttura della rete di teleriscaldamento, per sopperire ai limiti e moltiplicare le potenzialità applicative di entrambe. Attraverso un'analisi-obiettivo delle caratteristiche tecniche ed operative di queste tecnologie, è possibile individuare le modalità con cui i due sistemi possono essere utilizzati in un impianto integrato che si configura come una nuova generazione di reti di teleriscaldamento. Le pompe di calore producono energia termica alla temperatura richiesta dalla singola utenza finale, senza vincolare il livello di temperatura della rete. Ciò permette di sfruttare una vasta gamma di risorse termiche rinnovabili o di recupero a basso costo, semplificare l'infrastruttura e renderla più economica. Questo approccio riduce le barriere iniziali allo sviluppo e amplia notevolmente la flessibilità operativa dei sistemi di teleriscaldamento.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 41

Authors	Pres. Author	Affiliation
Nocera Francesco	x	Department of Civil Engineering and Architecture, University of Catania, via S. Sofia 64, 95123 Catania, Italy ~ Catania ~ Italy
Evola Gianpiero		Department of Electrical, Electronic and Computer Engineering, University of Catania, viale A. Doria 6, 95125 Catania, Italy ~ Catania ~ Italy
Costanzo Vincenzo		Department of Electrical, Electronic and Computer Engineering, University of Catania, viale A. Doria 6, 95125 Catania, Italy ~ Catania ~ Italy
Mistretta Marina		Department of Information Engineering, Infrastructure and Sustainable Energy, University Mediterranean of Reggio Calabria, Via Graziella, Feo di Vito, Reggio Calabria 89122, Italy ~ Reggio Calabria ~ Italy
Sonia Longo		Department of Engineering, University of Palermo, Viale delle Scienze Bld. 9, 90128 Palermo, Italy ~ Palermo ~ Italy
Detommaso Maurizio		Department of Civil Engineering and Architecture, University of Catania, via S. Sofia 64, 95123 Catania, Italy ~ Catania ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration

Innovazione nei materiali e nelle soluzioni per i servizi edilizi | Innovation in Materials and Building Services Solutions

DWC HYDROPONIC ROOFS FOR BUILDING DECARBONIZATION: A PARAMETRIC DYNAMIC THERMAL ANALYSIS

Dynamic thermal assessment of hydroponic roofs reveals strong passive cooling effects and reduced HVAC energy demand.

TETTI IDROPONICI DWC PER LA DECARBONIZZAZIONE DEGLI EDIFICI: ANALISI TERMICA DINAMICA PARAMETRICA

Il lavoro propone un sistema modulare di tetto idroponico Deep Water Culture (DWC) come soluzione passiva per ridurre i carichi termici e supportare la decarbonizzazione degli edifici. Il sistema combina massa termica, isolamento naturale e principi di Building Integrated Agriculture (BIA), risultando adatto alla riqualificazione dei solai piani. Mediante simulazioni dinamiche eseguite con TRNSYS su tre tipologie di solaio (non isolato, isolato e leggero prefabbricato), è stato analizzato l'effetto di tre profondità d'acqua (20, 30 e 40 cm) sui fabbisogni energetici stagionali e sui principali parametri termo-dinamici: sfasamento (TL), fattore di attenuazione (DF), flusso termico e temperature superficiali. La configurazione da 20 cm risulta ottimale, con una riduzione del fabbisogno di raffrescamento fino al –45,6% e un incremento dello sfasamento da 7 h a 14 h, oltre a un abbattimento delle temperature superficiali esterne superiore a 10 °C nelle ore più critiche. I benefici sono particolarmente evidenti nei sola leggeri, caratterizzati da scarsa inerzia termica. Profondità maggiori non offrono vantaggi aggiuntivi e possono peggiorare la risposta estiva. Il modulo idroponico DWC emerge quindi come una tecnologia passiva multifunzionale capace di migliorare l'efficienza energetica, ridurre i carichi HVAC e contribuire alla resilienza microclimatica urbana.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 42

Authors	Pres. Author	Affiliation
Dmitrij Gorlovsky	x	Johnson Controls Systems & Service GmbH ~ Mannheim ~ Germany

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration

SINGLE-EFFECT DOUBLE-LIFT ABSORPTION CHILLER WITH OPTIMIZED COP

Absorption chillers operate using thermal energy and typically provide chilled water for commercial and industrial air conditioning. These systems have recently attracted increasing attention since their operation with reusable heat reduces the consumption of fossil fuels and electricity. To improve the use of absorption chillers, Single Effect Double Lift (SE/DL) absorption chillers have been introduced and operated in district heating networks. In this presentation following topics will be covered:

- Explanation of technology
- Operating ranges & Applications
- Unique COP optimization
- Safety through 2 step EVA&ABS
- Case study of implemented systems

This presentation provides an explanation of the system's functionality, introduces its diverse areas of application, and illustrates practical implementation through a case study of installed systems. Finally, the presentation will address the results of new COP optimization development and cycle simulation of SE/DL absorption chiller.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 43

Authors	Pres. Author	Affiliation
Gagliano Antonio		Università degli Studi Catania ~ Catania ~ Italy
Tina Giuseppe Marco		Università degli Studi Catania ~ Catania ~ Italy
Aneli Stefano	x	Università degli Studi Catania ~ Catania ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration

USE OF PHOTOVOLTAIC/THERMAL SYSTEMS, HEAT PUMPS AND ELECTRIC AND THERMAL STORAGE FOR THE ENERGY SELF-SUFFICIENCY OF RESIDENTIAL BUILDINGS

Promoting complete decarbonization by relying on renewable energy sources for energy supply is a key strategy in the building sector. However, the intermittency, non-programmability, and spatial-temporal mismatch characteristics of renewable energy pose challenges to their compatibility with the electricity grid due to the mismatch between energy production and demand. This study compares the performance of generation systems consisting of a heat pump, a photovoltaic (PV) system, or a photovoltaic/thermal system, and electrical and/or thermal storage. In these systems, the charging and discharging phases of the storage systems are managed based on energy production and demand, with the goal of maximizing energy self-sufficiency while limiting exchanges with the grid. Using a reference building located in Sicily (Catania), the annual performance of the different system configurations was simulated using the TRNSYS software. The system comprising a photovoltaic system and thermal and electrical storage increases self-consumption from 34.1% to 69.4% and self-sufficiency from 27.9% to 59.9%, compared to systems without storage systems. The system with a photovoltaic/thermal system and dual storage achieves 96.2% self-consumption and 86.9% self-sufficiency. This latter configuration allows for the goal.

IMPIEGO DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI/TERMICI, POMPE DI CALORE E ACCUMULO ELETTRICO E TERMICO PER L'AUTOSUFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI RESIDENZIALI

Promuovere la completa decarbonizzazione affidando l'approvvigionamento energetico alle fonti rinnovabili è una delle strategie chiave nel settore edilizio. Tuttavia, le caratteristiche di intermittenza, non programmabilità e disallineamento spazio-temporale delle energie rinnovabili pongono sfide alla loro compatibilità con la rete elettrica a causa del mismatch tra produzione e domanda di energia. Questo studio propone un confronto tra le prestazioni di sistemi di generazione costituiti da pompa di calore, impianto fotovoltaico o fotovoltaico/termico, e storage elettrico e/o termico. In questi impianti le fasi di carica e di scarica degli accumuli sono gestiti in funzione della produzione e della domanda di energia, con l'obiettivo di ottimizzare l'autosufficienza energetica limitando gli scambi con la rete. Utilizzando un edificio di riferimento situato in Sicilia (Catania), le prestazioni annuali delle diverse configurazioni impiantistiche sono state simulate utilizzando il software TRNSYS. Il sistema composto da impianto fotovoltaico e di storage termico ed elettrico incrementa l'autoconsumo dal 34.1% al 69.4% e l'autosufficienza dal 27.9% al 59.9%, rispetto ad impianti privi di sistemi di accumulo. Il sistema con impianto fotovoltaico/termico e doppio accumulo raggiunge un autoconsumo del 96.2% e un'autosufficienza dell'86.9%. Quest'ultima configurazione consente di raggiungere l'obiettivo di un edifico pressochè energeticamente autosufficente.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 44

Authors	Pres. Author	Affiliation
Laughlin Scott	x	UL Solutions ~ Marietta ~ United States of America

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration
Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

IAQ SENSING RELIABILITY STANDARDS AND IMPACT ON BUILDING INDOOR AIR QUALITY

Indoor Air Quality (IAQ) sensors are increasingly embedded in smart buildings, yet their performance varies significantly across technologies. Studies show low-cost sensors can deviate by up to 50% from reference instruments without advanced calibration, with reproducibility degrading over time due to drift and environmental interference. Such inaccuracies risk occupant health and drive inefficient HVAC operation, undermining decarbonization goals. This presentation will analyze the IAQ sensor market, highlighting reliability gaps in PM, CO_2, VOC, and multi-gas sensing. We will discuss the regulatory and voluntary standards covering ambient and indoor air quality sensors. Specifically, we will contrast the ranges, analytes, and methods for testing these sensors, with examples from the development of UL2905. We will also review emerging mandates for continuous IAQ monitoring in Europe, North America, and Asia Pacific. The session concludes advocating for rigorous adherence to performance metrics to ensure actionable, trustworthy data for health protection and optimized energy use in smart, decarbonized buildings.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 45

Authors	Pres. Author	Affiliation
Gandini Jacques	x	Studio GANDINI S.R.L. ~ Verona ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration
Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

USE OF LARGE HEAT PUMPS (LHP) COMBINED WITH WASTE HEAT RECOVERY AND RENEWABLE ELECTRICITY IN FOURTH-GENERATION DISTRICT HEATING (4GDH)

The decarbonization of the heating sector is a central component of the European Union's energy and climate strategy, as reinforced by the revised Energy Efficiency Directive (Directive (EU) 2023/1791) and the Renewable Energy Directive (RED III). These frameworks mandate the progressive deployment of Efficient District Heating and Cooling (EDHC) systems, which must integrate increasing shares of renewable heat, waste heat recovery, and high-efficiency technologies. Within this legislative landscape, fourth-generation district heating (4GDH) systems are emerging. In this paper we investigate on the Italian waste to energy plants scenario.

IMPIEGO DI POMPE DI CALORE DI GRANDE POTENZA COMBINATE CON RECUPERO DI CALORE DI SCARTO ED ELETTRICITÀ DA FONTE RINNOVABILE NEI SISTEMI DI TELERISCALDAMENTO DI QUARTA GENERAZIONE

La decarbonizzazione del settore del riscaldamento costituisce una componente centrale della strategia energetica e climatica dell'Unione Europea, come ribadito dalla Direttiva sull'Efficienza Energetica (Direttiva (UE) 2023/1791) rivista e dalla Direttiva sulle Energie Rinnovabili (RED III). Questi quadri normativi impongono l'implementazione progressiva di sistemi di Teleriscaldamento e Teleraffreddamento Efficienti (EDHC - Efficient District Heating and Cooling), i quali devono integrare quote crescenti di calore rinnovabile, recupero di calore di scarto e tecnologie ad alta efficienza. All'interno di questo contesto legislativo, i sistemi di teleriscaldamento di quarta generazione (4GDH) stanno emergendo. In questo paper analizziamo lo scenario italiano degli impianti waste-to-energy e l'applicabilità delle pompe di calore di potenza.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 46

Authors	Pres. Author	Affiliation
Carbone Andrea		Politecnico di Torino ~ Torino ~ Italy
Ghiringhello Lorenzo		Enerbrain ~ Torino ~ Italy
Buso Tiziana	x	Enerbrain ~ Torino ~ Italy
Toniolo Jacopo		Enerbrain ~ Torino ~ Italy

Topics Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

ENERGY EFFICIENCY IN NURSING HOMES: RESULTS FROM THE RETROFIT OF HEATING CONTROL SYSTEMS

In Europe, the rising need for nursing home beds—driven by an ageing population and the reduced capacity of families to support elderly relatives—makes energy efficiency in these facilities increasingly important.
In France, the regulatory framework further encourages action: the Décret Tertiaire requires tertiary buildings to reduce consumption by 2030, the Décret BACS, aligned with the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) requirements, mandates the adoption of Building Automation and Control Systems (BACS) by 2027, and the Certificats d'Économies d'Énergie (CEE) mechanism provides financing for such interventions through the BAT-TH-116 scheme.
Within this framework, French nursing homes are ideal candidates for efficiency measures on Building Management Systems. Occupied by elderly guests requiring steady and comfortable indoor conditions, for these buildings, heating is the main energy cost. Retrofitting solutions that optimise system management without altering indoor comfort are therefore strategic.This is the context for the efficiency project that Enerbrain collaborated on in 2024 to upgrade the heating control systems of nine nursing homes in France by integrating a cloud-based control strategy. This article presents the technical solutions implemented at each site, the challenges of integrating BACS class B (EN ISO 52120-1-2022) controls into existing systems, and the energy savings recorded in the first months after commissioning.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 47

Authors	Pres. Author	Affiliation
Capulli Domenico	x	Veltha Despoluiçao atmosferica ~ Rio d e Janeiro ~ Brazil

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration
Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

DECARBONIZATION IN A MUTUALISTIC SYMBIOSIS IAQ @ ENERGY ECONOMY

GHG emissions track changes in the CO2 concentration curve over time, with emission-reduction efforts being offset by global growth factors such as the rising energy consumption of data centers (ASHRAE W25/27), HVAC system efficiency limits, and adaptive thermal comfort models in Japanese buildings. A reduction of up to 18% in building air conditioning energy (NET Zero challenger) through air-treatment systems that continuously remove physico-chemical and biological contaminants. The use of alkaline liquid-centrifugation air-purification technology, capable of extracting PM2.5 and biological agents while continuously neutralizing gases and odors, including CO2, offers a strategic advantage over mechanical solid-media filtration. This approach increases IAQ resilience to occupant-generated carbon emissions, considering that individuals emit CO2 at approximately 41,660 mg/h during office activities. Although the CO2 concentration limit of 1200 ppm represents only 0.012% of the mass of conditioned air, which still contains 21% oxygen, conventional HVAC systems inject 17–23 m³/h of outdoor air (450 ppm CO2) per occupant. In our approach, system operation is optimized by monitoring indoor CO2 and O2 levels instead. Application of the technology to a CO2-rich airstream resulted in the formation of sodium carbonates, confirming both the continuous stabilization of CO2 concentration and the feasibility of liquid-centrifugal filtration as a decarbonization pathway for HVAC systems.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 48

Authors	Pres. Author	Affiliation
Di Cicco Alejandro Jose		Politecnico di Milano, Department of Energy ~ Milan ~ Italy
Scorzetti Marilena		Politecnico di Milano, Department of Energy ~ Milan ~ Italy
Scoccia Rossano	x	Politecnico di Milano, Department of Energy ~ Milan ~ ItalyAprile Marcello Politecnico di Milano, Department of Energy ~ Milan ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration

Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

OPTIMAL OPERATIONAL STRATEGY FOR WASTE HEAT RECOVERY FROM AN IT SERVERS' ROOM IN A UNIVERSITY CAMPUS

IT energy consumption in tertiary buildings in Europe is seldom optimized, and the resulting heat is commonly rejected to the environment. Within the context of the EU founded Hycool-it project, a case study is conducted to explore the feasibility of waste heat recovery from an IT servers' room in a university campus. The server room of about 100 kW electricity load is cooled by two chillers for redundancy, equipped with intelligent free cooling. The IT cooling demand is alleviated by a dedicated water-water heat pump (HP), that contributes to covering the space heating demand of a large university building, thus simultaneously reducing the consumption for electricity of the IT cooling equipment and natural gas of the building space heating system. A Mixed Integer Linear Programming (MILP) problem is formulated to find the optimal operational strategy. It is based on the minimization of energy bill. Performance indicators include PUE (power usage effectiveness), ERF (energy reuse factor). Calculations show waste heat recovery greatly decreases gas consumption for space heating (while electricity consumption adds to the space heating energy bill due to the heat recovery HP) and slightly decreases electricity consumption for server room cooling during winter months. Overall, waste heat recovery greatly improves both the financial and the environmental performance of the system, showing energy bill savings of about 18k €/year and CO2 emission reduction of about 51k kg-CO2/year.

UNA STRATEGIA DI CONTROLLO OTTIMALE PER IL RECUPERO DEL CALORE DI SCARTO DA UNA SALA SERVER IN UN CAMPUS UNIVERSITARIO

Il recupero del calore di scarto nelle sale server rappresenta una strategia efficace per ridurre sia il consumo energetico complessivo della sala server sia il fabbisogno di riscaldamento degli edifici vicini. Data la complessità delle interazioni tra raffreddamento, recupero del calore e sistemi di riscaldamento degli edifici, questo studio si propone di valutare l'integrazione operativa del recupero del calore di scarto di sale server, considerando vincoli di domanda realistici. L'analisi è stata condotta tramite un modello di ottimizzazione MILP (Mixed-Integer Linear Programming), focalizzato su un caso studio che comprende un edificio universitario del Politecnico di Milano e una sala server, utilizzando una pompa di calore acqua-acqua per il recupero del calore di scarto. I risultati dimostrano che il recupero del calore riduce il Power Usage Effectiveness (PUE) da 1,59 a valori tra 1,50 e 1,46 e genera un Energy Reuse Factor (ERF) che passa dal 14,5% al 21%. I risparmi economici annuali variano tra 34'000 e 49'000 €, mentre le emissioni di CO_2 diminuiscono dal 18% al 26%. La valutazione di diversi scenari di programmazione del riscaldamento con avvio anticipato porta a migliori prestazioni complessive, evidenziando l'importanza dell'ottimizzazione del profilo di carico termico per una migliore valorizzazione del calore di scarto.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 49

Authors	Pres. Author	Affiliation
Dell'Oro Davide	x	Department of Architecture, Built Environment, and Construction Engineering, Politecnico di Milano ~ Milan ~
Maile Tobias		Fakultät für Architektur und Bauwesen, Technische Hochschule Augsburg ~ Augsburg ~ Germany
Fischer Martin		Department of Civil and Environmental Engineering, Stanford University ~ Stanford ~ United States of
Bazjanac Vladimir		Indipendent Researcher ~ Berkeley ~ United States of America

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration
Progettazione integrata e collaborazione interdisciplinare | Integrated Design and Interdisciplinary Collaboration

EMPIRICAL EVALUATION OF AN OWNER-FOCUSED CAPACITY-BUILDING SEMINAR FOR PORTFOLIO-SCALE BUILDING DECARBONIZATION

Decarbonizing the building sector is essential for climate mitigation, yet progress is frequently constrained by technical, financial, informational, and cultural barriers among building owners. This study empirically evaluates a targeted, owner-focused capacity-building intervention based on the Inform–Educate–Train–Support framework and the Stanford Building Decarbonization Learning Accelerator platform, aimed at enabling informed retrofit and energy transition decisions at the building portfolio scale. A 90-minute pilot seminar was delivered to a large institutional building owner and its administrators and facility managers (n = 180), with a purposive evaluation sample of 27 decision-makers. The seminar integrated climate science fundamentals with operational and embodied carbon concepts and practical decarbonization strategies for existing buildings, including electrification of HVAC systems, renewable energy integration, energy efficiency measures, and life-cycle–based decision metrics. Post-seminar assessment showed high short-term knowledge retention, with a mean accuracy of 95.2%. Follow-up actions – including energy contract reviews and requests for technical support – demonstrate early translation of knowledge into operational decarbonization processes. These results provide robust early empirical evidence that structured, owner-centered capacity building can activate institutional decision-making and initiate portfolio-level building decarbonization pathways.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 50

Authors		Pres. Author	Affiliation
Mosca Caterina			Rilo Digital Planning ~ Roma ~ Italy
Ercoli Caterina			Rilo Digital Planning ~ Roma ~ Italy
Maroder Edoardo			Rilo Digital Planning ~ Roma ~ Italy
Di Ciaccio Damiano		x	Rilo Digital Planning ~ Roma ~ Italy

Topics Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

OPERATIONAL PROTOCOL FOR THE DIGITAL MANAGEMENT AND MONITORING OF BUILDINGS: THE CASE OF THE ROME CHAMBER OF COMMERCE

The increasing urgency to reduce the environmental impact of the building stock requires digital tools supporting data-driven, continuously updatable decision-making. Despite its benefits, digitalization in building management remains fragmented, with limited integration between surveying, modeling, and operational activities.
This work presents an operational protocol structured in four phases. The first two form the static process, i.e., a digital survey, followed by the creation of a digital model that combines all technical information. The last two constitute the dynamic process, focused on centralized data management and the analysis of maintenance information. A workflow defines roles, access, approvals, and updates, ensuring consistency and traceability. Integrated analytical tools support the monitoring of maintenance activities, identification of critical areas, cost control, and informed decision-making. The result is a single connected environment tailored to the needs of the operators.
The protocol was applied to two Rome Chamber of Commerce properties: a building at Via dell'Oceano Indiano and the Hadrianeum. Digitalization enabled the survey of complex building systems, the adoption of an integrated information model, and a reduction in the environmental impact of facility management, achieved through the elimination of paper use and improved efficiency and transparency.

PROTOCOLLO OPERATIVO PER LA GESTIONE DIGITALE E IL MONITORAGGIO DEGLI EDIFICI: IL CASO DELLA CAMERA DI COMMERCIO DI ROMA

La crescente urgenza di ridurre l'impatto ambientale del patrimonio edilizio richiede strumenti digitali capaci di supportare processi decisionali basati sui dati e aggiornabili nel tempo. Nonostante i suoi vantaggi, la digitalizzazione nella gestione degli edifici è ancora frammentaria, con una scarsa integrazione tra rilievo, modellazione e attività operative.Il lavoro presenta un protocollo operativo in quattro fasi. Le prime due definiscono il processo statico: un rilievo digitale e la creazione di un modello digitale che integra tutte le informazioni tecniche. Le ultime due costituiscono il processo dinamico, dedicato alla gestione centralizzata dei dati e all'analisi delle informazioni manutentive. Un workflow stabilisce ruoli, accessi, approvazioni e aggiornamenti, garantendo coerenza e tracciabilità; l'integrazione di strumenti di analisi consente di monitorare le attività manutentive, individuare le criticità, controllare i costi e prendere decisioni consapevoli. Il risultato è un ambiente unico e connesso, adattato alle esigenze degli operatori.Il protocollo è stato applicato a due immobili della Camera di Commercio di Roma: un edificio in Via dell'Oceano Indiano e il Tempio di Adriano. La digitalizzazione ha permesso il rilievo di complessi sistemi impiantistici, l'uso di un modello informativo integrato e la riduzione dell'impatto ambientale delle attività di facility management, grazie all'eliminazione della carta e a una maggiore efficienza e trasparenza.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 51

Authors	Pres. Author	Affiliation
TRUFFO Davide	x	Airzone Italia ~ Milano ~ Italy
FERNANDEZ HERNANDEZ Francisco		Grupo de Energía de la Universidad de Málaga ~ Malaga ~ Spain
PENA Suarez		Altra Corporaciòn ~ Malaga ~ Spain
BANDERA CANTALEJO Juan Antonio		Altra Corporaciòn ~ Malaga ~ Spain
GONZÁLEZ MURIANO Mari Carmen		Altra Corporaciòn ~ Malaga ~ Spain
QUINTERO MARIN Desiree		Airzone Italia ~ Milano ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration

Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

CONTROL SOLUTIONS FOR VARIABLE REFRIGERANT FLOW (VRF) SYSTEMS IN OFFICE BUILDINGS

Variable Refrigerant Flow (VRF) systems are widely utilized in HVAC applications due to their high part-load efficiency, control flexibility, and ease of installation. However, they require extensive piping and complex configurations compared to conventional systems, resulting in higher refrigerant charges and increased sensitivity to leaks. Literature indicates that direct emissions, combined with the high Global Warming Potential (GWP) of refrigerants, can partially offset energy savings, making the refrigerant charge management a critical design factor.

This paper evaluates a control system for a VRF installation in an office building designed to reduce refrigerant charge by minimizing the number of indoor units. The proposed solution replaces standard terminals with ducted units equipped with plenums and motorized dampers. This configuration enables independent temperature control in each zone via thermostats regulating fan speed and unit set-points based on thermal demand.A simulation study using a new VRF model in TRNSYS18 is presented. The objective is to compare the proposed zoning control strategy

SOLUZIONI DI CONTROLLO PER SISTEMI A FLUSSO DI REFRIGERANTE VARIABILE (VRF) IN EDIFICI PER UFFICI

I sistemi a Flusso di Refrigerante Variabile (VRF) sono ampiamente diffusi nelle applicazioni HVAC per l'elevata efficienza ai carichi parziali, la flessibilità di controllo e la facilità di installazione. Tuttavia, rispetto ai sistemi tradizionali, richiedono tubazioni estese e configurazioni complesse, comportando elevate cariche di refrigerante e maggiore sensibilità alle perdite. La letteratura segnala che l'elevata carica di refrigerante e i rischi di perdite possono, dato il GWP del fluido refrigerante, vanificare i risparmi energetici dei VRF. La gestione della quantità di gas diviene quindi un aspetto progettuale critico. Questo lavoro valuta un sistema di controllo per impianti VRF in edifici a uso ufficio, mirato a ridurre la carica di refrigerante diminuendo il numero di unità interne. La soluzione proposta sostituisce i terminali standard con unità canalizzate dotate di plenum e serrande motorizzate. Tale configurazione permette il controllo indipendente della temperatura di zona tramite termostati che regolano velocità dei ventilatori e set-point in base ai fabbisogni termici.

Viene presentato uno studio di simulazione con un nuovo modello VRF in TRNSYS18. L'obiettivo è confrontare la strategia di controllo a zone proposta con un'installazione convenzionale, valutandone i benefici in termini di consumi energetici, comfort termico e sostenibilità economica.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 52

Authors	Pres. Author	Affiliation
Ballerini Vincenzo		Università di Bologna ~ Bologna ~ Italy
Valdiserri Paolo		Università di Bologna ~ Bologna ~ Italy
Rossi Di Schio Eugenia		Università di Bologna ~ Bologna ~ Italy
Coccagna Maddalena		Lab. Interdipartimentale CIAS - Università di Ferrara ~ Ferrara ~ Italy
Bisi Matteo		Lab. Interdipartimentale CIAS - Università di Ferrara ~ Ferrara ~ Italy
Volta Antonella		Lab. Interdipartimentale CIAS - Università di Ferrara ~ Ferrara ~ Italy
Droghetti Lorenzo		Liceo Classico L. Ariosto ~ Ferrara ~ Italy
Mazzacane Sante	x	Lab. Interdipartimentale CIAS - Università di Ferrara ~ Ferrara ~ Italy

Topics Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

INDOOR AIR QUALITY IN SCHOOLS: A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN CLASSROOMS WITH NATURAL AND MECHANICAL VENTILATION

IAQ is a critical determinant of human well-being, influencing both mental and physical health in enclosed environments. Its importance has intensified as modern construction increasingly prioritizes airtight and energy-efficient building envelopes, driven in Europe by progressively stringent requirements under the energy performance building directives. Although these measures enhance energy performance, they can also create adverse indoor conditions when adequate mechanical or natural ventilation is not provided. Insufficient ventilation in highly airtight buildings often leads to the accumulation of pollutants and reduced thermal comfort, thereby increasing the likelihood that occupants will experience symptoms commonly associated with Sick Building Syndrome (SBS).
The present study investigated the effects of installing a heat recovery mechanical ventilation system (MVHR) on indoor air quality in a high school classroom in Ferrara, Italy. The analysis focused on experimental measurements of temperature (T), relative humidity (RH), and carbon dioxide (CO2) both inside and outside in two different classrooms, in addition to the evaluation of microbiological contamination. The first classroom is naturally ventilated, whilst the second has the MVHR system installed, allowing a comparison between natural and mechanical ventilation. With a comprehensive approach, particulate matter (PM2.5), volatile organic compounds (VOCs), and radon levels (Rn) were also monitored.

QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA NELLE SCUOLE: ANALISI COMPARATIVA TRA AULE CON VENTILAZIONE NATURALE E MECCANICA

La IAQ è un fattore determinante per il benessere umano e la salute fisica e mentale negli ambienti chiusi. La sua importanza si è intensificata con l'edilizia moderna che privilegia sempre più involucri edilizi ermetici ed efficienti dal punto di vista energetico. Sebbene queste misure migliorino le prestazioni energetiche, possono anche creare condizioni interne avverse in assenza di un'adeguata ventilazione meccanica o naturale. Una ventilazione insufficiente in edifici altamente ermetici porta spesso all'accumulo di inquinanti e a una riduzione del comfort termico, aumentando così la probabilità che gli occupanti manifestino sintomi comunemente associati alla Sindrome dell'Edificio Malato (SBS).
Il presente studio ha indagato gli effetti dell'installazione di un sistema di ventilazione meccanica con recupero di calore (MVHR) sulla qualità dell'aria interna in un'aula di una scuola superiore a Ferrara, in Italia. L'analisi si è concentrata su misurazioni sperimentali di temperatura (T), umidità relativa (UR) e anidride carbonica (CO2) sia all'interno che all'esterno in due diverse aule, oltre alla valutazione della contaminazione microbiologica. La prima aula è ventilata naturalmente, mentre la seconda è dotata del sistema MVHR, che consente un confronto tra ventilazione naturale e meccanica. Con un approccio globale, sono stati monitorati anche i livelli di particolato (PM2.5), composti organici volatili (COV) e radon (Rn).

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 53

Authors	Pres. Author	Affiliation
Alvich Alessia		Università degli Studi di Palermo ~ Palermo ~ Italy
Beccali Marco	x	Università degli Studi di Palermo ~ Palermo ~ Italy
Bonomolo Marina		Università degli Studi di Palermo ~ Palermo ~ Italy
Testasecca Tancredi		Università degli Studi di Palermo ~ Palermo ~ Italy

Topics Digitalizzazione e gestione intelligente delle prestazioni | Digitalization and Smart Performance Management

Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

EVALUATING THERMAL COMFORT UNDER ZONAL RADIANT CEILING CONTROL: DESIGN AND TESTING OF A NOVEL MONITORING SETUP

Improving the energy performance of buildings remains a key priority in the European Union, particularly considering that building sector accounts for a substantial proportion of overall energy consumption. Recent advances in HVAC system efficiency, driven by the integration of Internet of Things technologies, have enhanced the intelligence and adaptability of indoor climate systems. However, achieving the right balance between occupant comfort and energy savings remains a persistent challenge. This paper presents the design and an experimental campaign of a novel monitoring setup aimed at evaluating thermal comfort in a case study building located in southern Italy. The experimental facility features a zonally controllable radiant ceiling system operating in parallel with an air conditioning unit, to provide flexible indoor climate management. Building on previous simulation results, an experimental campaign was conducted under various operating scenarios to assess comfort responses at multiple user positions. In addition to conventional Fanger indices, this study introduces additional local thermal comfort parameters to more accurately characterise the impact of localised heating sources. Preliminary results suggest that distinguishing between operating scenarios and utilising zonal climate control can reduce discomfort while maintaining the potential for energy savings. The results support efficient plant operation through management strategies integrating user comfort

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 54

Authors	Pres. Author	Affiliation
Lamacchia Francesco Paolo	x	POLITECNICO DI BARI ~ Bari ~ Italy
Berardi Umberto		POLITECNICO DI BARI ~ Bari ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice

BUILDING STOCK'S RENOVATION IN URBAN AREA BY BIPV: ENERGY, STRUCTURAL AND FIRE SAFETY CONSIDERATIONS

Only a small percentage of renovated buildings in urban land harnesses the solar electricity potential from the building façade-integrated photovoltaic (BIPV) systems. The goal of the present research is to review the limits of the current practice for renovating building stock in urban areas through BIPV-solutions in urban renewal design processes. Meanwhile, due to the ageing building stock, most of the buildings in seismic-prone regions do not match modern seismic standards, and due to the last Italian fire protection guidelines for PV building-integrated systems a new approach for building's renovation is need. By using consolidated energy load curves, this study enables estimations of the overall energy demand of the construction, while associating with the energy power generated by the BIPV systems. The study concerns either the power of a BIPV façade balanced best to the households' daily. The BIPV-related building' s seismic and fire safety engineering considerations open a new challenge and new concepts to those ones that take into account the facade. This analysis constitutes a strategic potential in terms of design approach transferability and will have positive repercussions for the urban, architectural and constructive design practices, and it will be also an effective support for defining new tailored renovation urban policies

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 55

Authors	Pres. Author	Affiliation
Pedranzini Federico	x	Politecnico di Milano ~ Milano ~ Italy
Piterà Luca Alberto		AiCARR ~ Milano ~ Italy

Topics Dalla EPBD alla pratica progettuale | From the EPBD to Design Practice
Qualità dell'aria interna, comfort e salute | Indoor Air Quality, Comfort and Health

VENTILATION RATES AND CONTROL STRATEGIES IN VAV SYSTEMS: EFFECTS ON ENERGY CONSUMPTION IN NON-RESIDENTIAL BUILDINGS IN CONSIDERATION OF THE EPBD AND EN 16798

The study extends previous work on determining outdoor air flow rates in non-residential buildings, shifting the focus from simply complying with indoor air quality requirements to assessing the energy effects on systems. The design flow rates obtained using different calculation methods, including EN 16798 part 1 and the Italian National Annex, are taken as a basis for analysing the energy performance of a variable flow ventilation system, in line with the objectives of EPBD 2024 on decarbonisation and indoor environmental quality.The assessment applies a dynamic simulation model of a variable flow primary air system, representative of a typical office building. The model is applied to a matrix of scenarios that combines the flow rate calculation method, air quality category, air diffusion strategy in the environment and fan control logic.The expected results quantify the energy impact associated with the various regulatory references and control methods, highlighting the trade-offs between energy consumption, indoor air quality and thermal comfort in occupied spaces, and providing selection criteria for the design and refurbishment of ventilation systems in office buildings.

PORTATE DI VENTILAZIONE E STRATEGIE DI CONTROLLO NEGLI IMPIANTI VAV: EFFETTI SUI CONSUMI ENERGETICI IN EDIFICI PER NON RESIDENZIALI ALLA LUCE DELLA EPBD E DELLA EN 16798

Lo studio estende un precedente lavoro sulla determinazione delle portate di aria esterna negli edifici non residenziali, spostando il focus dal solo rispetto dei requisiti di qualità dell'aria interna alla valutazione degli effetti energetici sugli impianti. Le portate di progetto ottenute con i diversi metodi di calcolo, inclusi la EN 16798 parte 1 e l'Appendice Nazionale Italiana, vengono assunte come base per analizzare il comportamento energetico di un sistema di ventilazione e climatizzazione a portata variabile, in coerenza con gli obiettivi della EPBD 2024 su decarbonizzazione e qualità dell'ambiente interno.
Per la valutazione si utilizza un modello dinamico di simulazione di un impianto ad aria primaria a portata variabile, rappresentativo di un edificio tipo per uffici. Il modello è applicato a una matrice di scenari che combina metodo di calcolo delle portate, categoria di qualità dell'aria, strategia di diffusione dell'aria in ambiente e la logica di regolazione del ventilatore. I risultati attesi quantificano l'impatto energetico associato ai diversi riferimenti normativi e alle modalità di controllo, mettendo in luce i compromessi tra consumo di energia, qualità dell'aria interna e benessere termico negli ambienti occupati, e fornendo criteri di scelta per la progettazione e la riqualificazione degli impianti di ventilazione negli edifici per uffici.

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 56

Authors	Pres. Author	Affiliation
Poletto Fabio	x	Hiref spa ~ Tribano Pd ~ Italy
Faccio Matteo		Hiref spa ~ Tribano Pd ~ Italy

Topics Decarbonizzazione dei servizi di costruzione e integrazione energetica | Decarbonization of Building Services and Energy Integration

RETHINKING WASTE HEAT: THE SUSTAINABLE FUTURE OF DATA CENTERS

The growing energy demand of data centers calls for a deeper reflection on efficiency and sustainability strategies. Today, data centers are no longer just digital infrastructures: they are major producers of waste heat—an energy source that often goes unused. Recovering it means reducing consumption and emissions, transforming the data center into an active player in the energy transition.Waste heat recovery offers a concrete solution to reduce inefficiencies and support more effective energy models. In this session, we will explore the main technical possibilities for capturing and reusing data center heat, along with the conditions that make this process truly efficient from an energy and environmental standpoint.We will also delve into the opportunities and challenges of an integrated system in which the data center interacts with residential buildings, public facilities, and industrial sites, contributing to the creation of an Energy Loop District: a circular ecosystem where waste heat becomes a shared resource, energy use across the territory is optimized, and a more sustainable urban model is supported."

RIPENSARE IL CALORE DI SCARTO: IL FUTURO SOSTENIBILE DEI DATA CENTER

Il crescente fabbisogno energetico dei data center impone una riflessione sulle strategie di efficientamento e sostenibilità. Oggi i data center non sono più solo infrastrutture digitali: sono grandi produttori di calore di scarto, un'energia che spesso non viene valorizzata. Recuperarla significa ridurre consumi ed emissioni, trasformando il data center in un attore attivo della transizione energetica. Il recupero del calore dissipato rappresenta una soluzione concreta per ridurre gli sprechi e favorire modelli più efficienti. Nell'intervento esploreremo le principali possibilità tecniche per recuperare e riutilizzare il calore dei data center e le condizioni che rendono questo processo realmente efficace dal punto di vista energetico e ambientale. Approfondiremo inoltre opportunità e sfide di un sistema integrato in cui il data center dialoga con edifici residenziali, strutture pubbliche e realtà industriali, contribuendo alla creazione di un Energy Loop District: un ecosistema circolare in cui il calore di scarto diventa risorsa condivisa, si ottimizza l'uso dell'energia sul territorio e si favorisce un modello urbano più sostenibile"

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 57

Authors	Pres. Author	Affiliation
Marco Cigolotti,		Studio Cigolotti,, Novara, Italy
Ilaria Giuliani,		Comune di Milano, Italy
Fabio Minchio,		Studio 3F engineering,Vicenza, Italy
Filippo Busato,		Universitas Mercatorum Roma, Italy - Studio 3F engineering, Vicenza, Italy

Topics From the EPBD to Design Practice
Integrated Design and Interdisciplinary Collaboration

THE CONSTRUCTION OF A FORECAST METEOROLOGICAL YEAR FOR THE CITY OF MILAN: IMPACT ON BUILDING DESIGN AND ENERGY PERFORMANCE

The construction of a typical climate year based on CMIP6 data represents an innovative approach to assessing the effects of climate change on the energy performance of buildings. The method integrates global climate models with downscaling and bias-correction techniques, allowing the generation of hourly series consistent with future projections and more representative of expected operating conditions than traditional TMYs. The procedure involves selecting CMIP6 models related to the SSP 3-7.0 scenario for the area of interest, reconstructing the main meteorological parameters, and assembling a climate file useful for dynamic simulations and comfort analyses. The article presents a case study dedicated to the climate of Milan, a city particularly sensitive to urban heat islands and summer heat waves, with the aim of assessing the expected variation in thermal loads, consumption, and comfort indicators. The results show how a typical year based on future climate conditions can support adaptation strategies, more resilient design choices, and urban energy planning consistent with decarbonization objectives

LA COSTRUZIONE DI UN ANNO CLIMATICO PREVISIONALE PER LA CITTÀ DI MILANO: IMPATTO SULLA PROGETTAZIONE E LA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

La costruzione di un anno climatico tipo basato sui dati CMIP6 rappresenta un approccio innovativo per valutare gli effetti del cambiamento climatico sulle prestazioni energetiche degli edifici. Il metodo integra modelli climatici globali con tecniche di downscaling e bias-correction, consentendo di generare serie orarie coerenti con le proiezioni future e più rappresentative delle condizioni operative attese rispetto ai tradizionali TMY. La procedura prevede la selezione dei modelli CMIP6 relativi allo scenario SSP 3-7.0 per l'area di interesse, la ricostruzione dei principali parametri meteorologici e l'assemblaggio di un file climatico utile alle simulazioni dinamiche e alle analisi di comfort. L'articolo presenta un caso studio dedicato al clima di Milano, città particolarmente sensibile all'isola di calore urbana e alle ondate di calore estive, con l'obiettivo di valutare la variazione attesa nei carichi termici, nei consumi e negli indicatori di comfort. I risultati mostrano come un anno

54th AiCARR International Congress
March 25 - 26, 2026
MCE Milan, Italy
Decarbonising our future: energy, economic and social aspects of smarter and digitalized buildings and cities.

Abstract 58

Authors	Pres. Author	Affiliation
1. Mazzarella Livio,		Politecnico di Milano, Milano, Italy

Topics From the EPBD to Design Practice - Indoor Air Quality, Comfort and Health

HEALTH BASED IAQ DESIGN: A COMPARISON AMONG DIFFERENT APPROACHES

Usually, two methods are in use today for designing ventilation, one prescriptive and the other performance based.The prescriptive method is based on the modified perceived air quality approach through a binomial formula (ASHAE 62.1, EN 16798-1), which accounts for human presence effect and release of pollutants from the building components, and it is based on prefixed specific clean air flow rates given in tables.
In designing a ventilation or any other kind of air cleaning, it is necessary to know the required clean air flow rate to achieve a certain target.
Thus, herewith a methodology is provided for defining a minimum clean air flow rate to be used as design target for keeping the infection probability at a defined level respect to a specific virus. This methodology is based on the usual steady state approach to define the most severe conditions for system sizing, i.e. design conditions. Then, the calculation formula for defining the minimum clean air flow rate able to keep the infection probability below a target value has been derived. Thus, a simple program has been developed to calculate such target values for any available virus infectious capacity, expressed in quanta, which allows us to specify all boundary conditions, such as the activity and activity level of both infectious and susceptible individuals, their numbers, the room size, etc.
At the same time several others standardised air quality design method as described in EN 16798-1, ASHARE 62.1, ASHARE 241 have been employed to be able to check the difference in volume flow rate between the heath-based and the perceived quality-based approach.
As result, what emerges from a preliminary analysis carried out using such tool is that if we constrain the comparison to the most common and frequently spread virus, seasonal influenza, the design flow rate required by the perceived IAQ method is enough in several cases.

PROGETTARE LA QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA PER LA TUTELA DELLA SALUTE: CONFRONTO TRA APPROCCI PROGETTUALI

Oggi, per la definizione delle portate d'aria sono comunemente impiegati due metodi: uno prescrittivo e uno prestazionale. Il metodo prescrittivo si fonda su una versione modificata dell'approccio alla qualità dell'aria percepita, mediante una formula binomiale (ASHRAE 62.1, EN 16798-1), che tiene conto dell'effetto della presenza umana e del rilascio di inquinanti da parte dei componenti edilizi; esso si basa inoltre su portate specifiche prefissate di aria pulita, riportate in apposite tabelle.
Nella progettazione di un sistema di ventilazione o di qualsiasi altra tecnologia di trattamento/purificazione dell'aria, è necessario conoscere la portata dell'aria esterna richiesta per conseguire un determinato obiettivo. Pertanto, nel presente lavoro viene proposta una metodologia per definire una portata minima di aria esterna da utilizzare nel progetto, al fine di mantenere la probabilità di infezione a un livello definito rispetto a uno specifico virus. Tale metodologia si basa sul consueto approccio in condizioni stazionarie, finalizzato a individuare le condizioni più gravose per il dimensionamento del sistema (ossia le condizioni di progetto). È stata quindi derivata la formula di calcolo per determinare la portata minima di aria esterna in grado di mantenere la probabilità di infezione al di sotto di un valore-obiettivo. A tal fine è stato sviluppato un programma di calcolo per determinare tali valori-obiettivo per qualunque virus di cui sia disponibile la capacità infettiva, espressa in quanta, consentendo di specificare tutte le condizioni al contorno, quali ad esempio l'attività e il livello di attività sia degli individui infettivi sia di quelli suscettibili, il loro numero, le dimensioni dell'ambiente, ecc.
Parallelamente, sono stati applicati diversi altri metodi standardizzati di progettazione della qualità dell'aria, come descritti in EN 16798-1, ASHRAE 62.1 e ASHRAE 241, al fine di verificare le differenze nelle portate d'aria tra l'approccio basato sulla salute e quello basato sulla qualità percepita. Dai risultati emerge, in esito a un'analisi preliminare condotta mediante tale strumento, che limitando il confronto al virus più comune e frequentemente diffuso, l'influenza stagionale la portata di progetto richiesta dal metodo IAQ "percepita" risulta in diversi casi sufficiente.