

ANNO 31 - OTTOBRE 2022 - N. 62

**L'EVOLUZIONE DEGLI ATTESTATI DI  
PRESTAZIONE ENERGETICA (APE)  
NEL CONTESTO EUROPEO**

---

**IL D.LGS.199/21: PRINCIPALI  
NOVITÀ ED ASPETTI SIGNIFICATIVI**

---

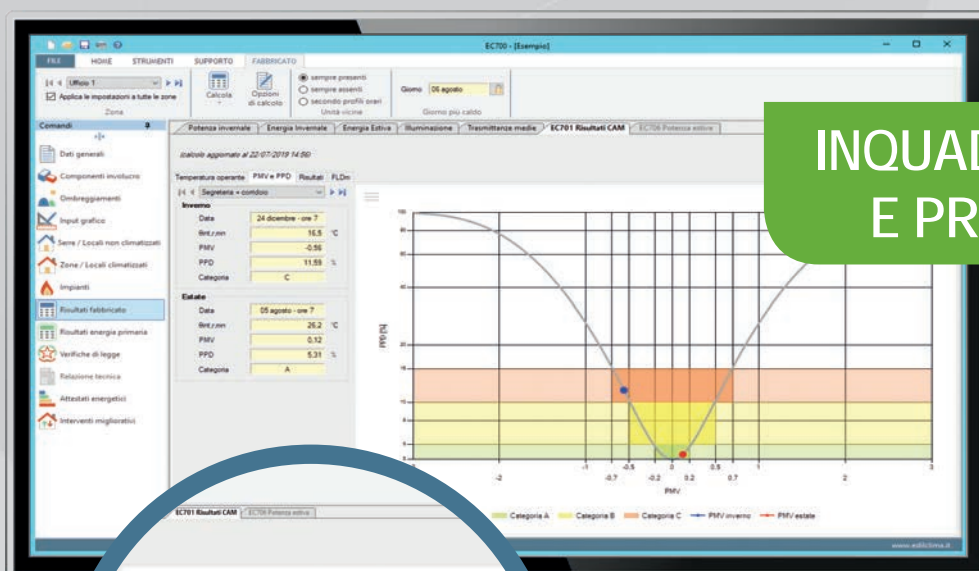
**ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA  
DI AMBIENTI D'ANGOLO: ESEMPI DI  
CALCOLO**

---

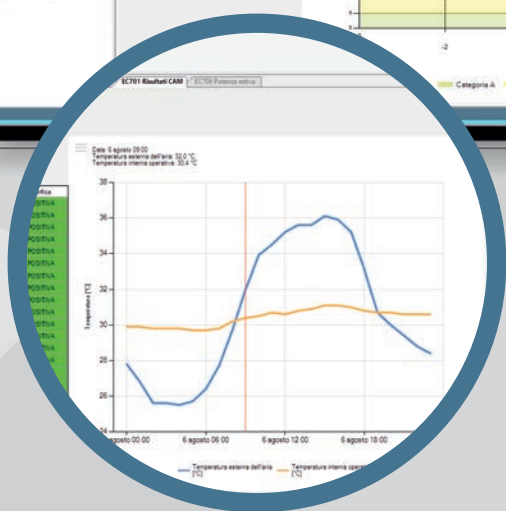
EDITORE EDILCLIMA S.R.L. - ISCR. TRIBUNALE DI NOVARA N. 6 DEL 25.02.91 - SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - PUBBL. 70% NOVARA



# EC701 PROGETTO E VERIFICHE EDIFICIO-IMPIANTO



INQUADRA IL QR CODE  
E PROVA LA TRIAL



Verifiche di Legge  
DM 26.6.2015 | CAM | AQE

Verifiche di Legge secondo  
D.Lgs. n.199/2021

ASSISTENZA TECNICA QUALIFICATA E GRATUITA



**DIRETTORE RESPONSABILE**

Per. Ind. Franco Soma

**Editore:** Edilclima S.r.l.

Via Vivaldi, 7 - 28021 Borgomanero (NO)

Tel. 0322 83 58 16 - Fax. 0322 84 18 60

**Hanno collaborato a questo numero:**

Claudio Agazzone

Andrea Chierotti

Barbara Cristallo

Eleonora Ferraro

Romina Frisone

Albano Gheller

Alice Gorrino

Nicola Granzotto

Marta Michelutti

Edoardo Piana

Simona Piva

Donatella Soma

Franco Soma

Paola Soma

**Periodicità:** Semestrale

Iscrizione al Tribunale di Novara n. 6

del 25.02.91

Spedizione in abbonamento postale

Pubbl. 70% - Novara

**Stampa:** La Terra Promessa - Novara**Grafica e impaginazione:**

Edilclima S.r.l. - Borgomanero

UNIDEA S.r.l. - Gozzano

**Tiratura media:**

12.000 copie. Invio gratuito a professionisti, installatori, enti pubblici ed agli operatori del settore che ne fanno richiesta.

Questa rivista Le è stata inviata su sua richiesta, tramite abbonamento postale. I dati personali, da Lei liberamente comunicati, sono registrati su archivio elettronico e/o informatico, protetti e trattati da EDILCLIMA S.r.l. in via del tutto riservata, nel pieno rispetto del D.Lgs. 196/2003 (codice in materia di protezione dei dati personali), nonché nel rispetto dei principi di protezione dei dati personali stabiliti dal Regolamento Europeo (GDPR 2016/679).

I suoi dati personali vengono trattati da EDILCLIMA S.r.l. per le proprie finalità istituzionali e comunque connesse o strumentali alle proprie attività nonché per finalità di informazioni commerciali e/o invio di messaggi e comunicazioni pubblicitarie ovvero promozionali. I dati personali forniti non verranno comunicati a terzi né altrimenti diffusi, eccezione fatta per le persone fisiche o giuridiche, in Italia o all'estero che, per conto e/o nell'interesse di EDILCLIMA S.r.l., effettuino specifici servizi elaborativi o svolgano attività connesse, strumentali o di supporto, a quelle di EDILCLIMA S.r.l.

Potrà in ogni momento e gratuitamente esercitare i diritti previsti dall'art. 7 del D.Lgs. 196/2003, nonché dal Regolamento Europeo (GDPR 2016/679) scrivendo a EDILCLIMA S.r.l. Via Vivaldi, 7 - 28021 Borgomanero (NO) o inviando una e-mail a: [progetto2000@edilclima.it](mailto:progetto2000@edilclima.it) Per l'informativa completa al trattamento dei dati personali, nonché per il dettaglio dei diritti dell'interessato vedi: <https://www.edilclima.it/assets/repository/misc/termini-trattamento-dati-personali.pdf>

Gli articoli di PROGETTO 2000 sono pubblicati sul sito [www.progetto2000web.it](http://www.progetto2000web.it)

# SOMMARIO

## 04

L'evoluzione degli attestati di prestazione energetica (APE) nel contesto europeo

AUTORI VARI

## 14

Le aziende informano

COMPARATO NELLO S.r.l.

## 16

Il D.Lgs. 199/21: principali novità ed aspetti significativi

DONATELLA SOMA

## 19

Isolamento acustico di facciata di ambienti d'angolo: esempi di calcolo

NICOLA GRANZOTTO - EDOARDO PIANA



# L'EVOLUZIONE DEGLI ATTESTATI DI PRESTAZIONE ENERGETICA (APE) NEL CONTESTO EUROPEO



**Gli autori forniscono una panoramica degli approcci e degli strumenti esistenti esplorati nel progetto TIMEPAC, parzialmente conosciuti, ma ancora poco diffusi nel contesto dell'UE e di sicuro non interconnessi tra loro**

*di AUTORI VARI*

## INTRODUZIONE

*di Alice Gorrino - Edilclima S.r.l. - Italia*

Nell'ambito delle politiche europee del Green Deal, la Commissione Europea ha pubblicato la sua Renovation Wave Strategy per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici promuovendo le ristrutturazioni, al fine di raggiungere la neutralità climatica entro il 2050.

Per consentire e favorire questa transizione, è necessario mettere in campo strumenti (tecnologici, informatici e politici) utili ad attrarre e incoraggiare la varietà di stakeholder (utenti finali, gestori immobiliari, ESCO, enti pubblici ecc.) a promuovere ed intraprendere ristrutturazioni profonde. In questo contesto, quale sarà il ruolo degli Attestati di Prestazione Energetica (APE)?

Innanzitutto, cos'è un APE? L'APE è stato introdotto per la prima volta nell'ambito della Direttiva sul rendimento energetico nell'edilizia – EPBD (2002/91/CE) e nel 2010, con la rifusione dell'EPBD (2010/31/UE), sono stati introdotti nuovi requisiti per migliorarne la qualità.

Lo scopo principale degli APE è stato chiaramente fissato nel 2002 e non è cambiato sostanzialmente. L'obiettivo principale è fornire al proprietario dell'edificio (o acquirente o locatario) informazioni trasparenti sulla prestazione energetica dell'edificio e consigli pratici sul miglioramento di tale prestazione.

Gli APE hanno inoltre diverse potenzialità nel guidare le politiche energetiche in quanto sono tra le fonti di informazioni più importanti e trasparenti sulla prestazione energetica del parco edilizio dell'UE e su potenziali miglioramenti energetici.

Nell'ambito dei nuovi target europei, possiamo considerare l'APE uno degli strumenti di valutazione adeguati per promuovere le strategie di ristrutturazione importanti al fine di trasformare l'ambiente costruito in edifici a zero emissioni?

È abbastanza evidente che gli attuali APE hanno grossi limiti: da una parte la qualità e l'affidabilità del dato deve essere migliorata per ottenere indicatori maggiormente affidabili, dall'altra un approccio di valutazione di tipo sistemico deve essere introdotto perché gli APE possano diventare strumenti adeguati a valutare un parco edilizio in continua evoluzione, non più statico ma dinamico, connesso alla rete e integrato a sistemi di gestione intelligente in cui il ruolo dell'occupante ha una forte rilevanza.

Per superare tali limiti, nella nuova proposta della Direttiva EPBD, pubblicata il 15 dicembre 2021 ed in uscita probabilmente nel 2023, nell'ambito del pacchetto "Fit for 55", viene fornito un nuovo modello per gli APE, con collegamenti a indicatori volontari di prestazione complessivi che permettano di valutare la prestazione di nuove tecnologie (ad



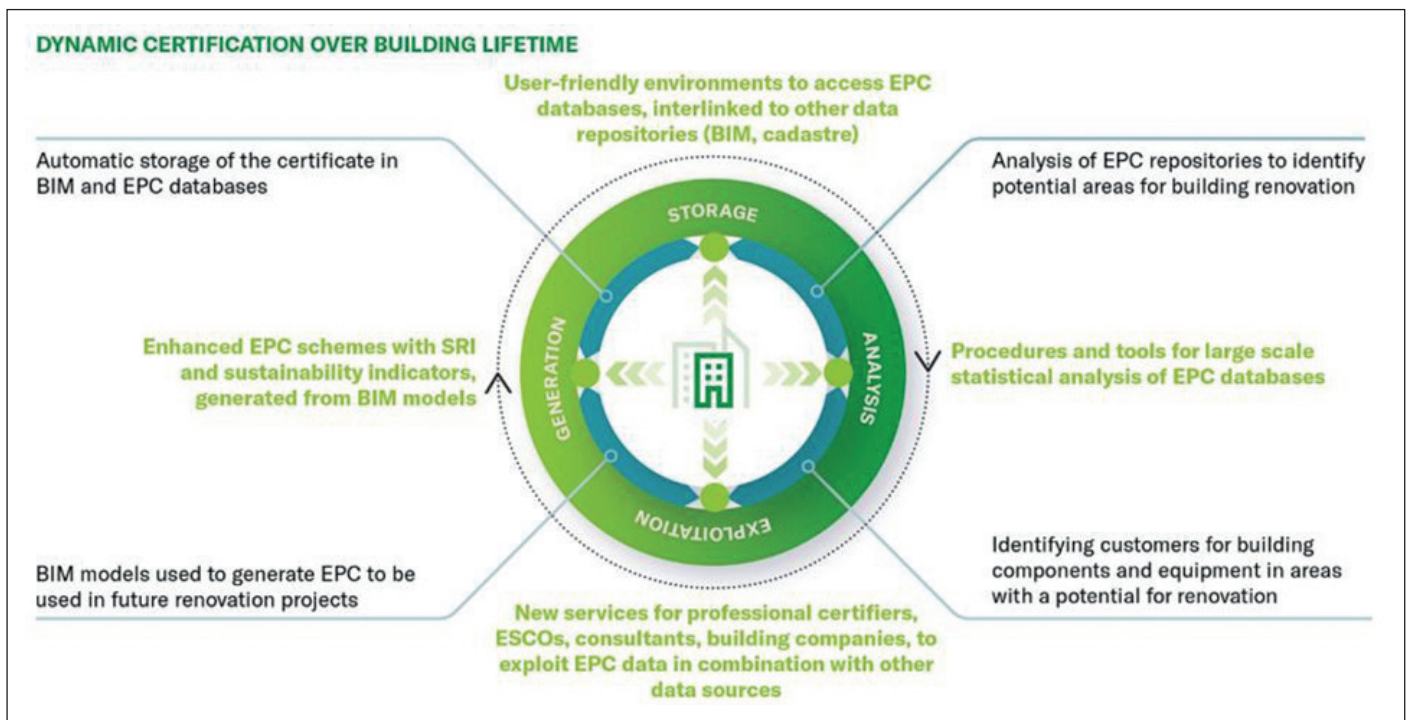


Fig. n. 1: approccio TIMEPAC con rappresentazione del flusso di dati di un APE durante la vita dell'edificio

es. sistemi di misurazione intelligente) e per superare una valutazione prettamente energetica. Inoltre, per incoraggiare un rinnovamento profondo e graduale del patrimonio edilizio, vengono proposti nuovi approcci e strumenti come il Building Renovation Passport (BRP).

Il progetto Horizon2020 TIMEPAC (Towards Innovative Methods for Energy Performance Assessment and Certification of Buildings) si inserisce in questo contesto e crede davvero che gli APE, insieme ai nuovi approcci e alle nuove tecniche di valutazione, debbano diventare uno strumento per valutare le prestazioni complessive degli edifici e per monitorare tali prestazioni in modo più dinamico.

## IL PROGETTO TIMEPAC

### di Leandro Madrazo - La Salle - Spagna

TIMEPAC si pone l'obiettivo, di migliorare i processi di certificazione energetica degli edifici, sviluppando un approccio olistico che considera gli edifici come strutture dinamiche integrate nell'ambiente urbano. L'approccio di TIMEPAC semplificherà la gestione e lo scambio del flusso di dati in tutte le fasi della certificazione energetica - generazione, archiviazione, analisi e utilizzo - al fine di ottenere un APE più efficace nonché l'implementazione di nuovi servizi per utilizzarlo (Fig. n. 1).

In TIMEPAC sono previsti cinque scenari futuri in cui la nuova generazione di APE potrebbe essere utilizzata come strumento efficace per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici:

- generazione di APE migliorati attraverso l'uso del BIM. Il Building Information Modeling (BIM) può essere utilizzato per generare APE utilizzando strumenti di simulazione avanzati. Ciò fornirebbe informazioni più accurate sulla prestazione energetica dell'edificio;
- miglioramento dell'APE attraverso l'integrazione con dati operativi. I dati contenuti negli APE potrebbero così

essere confrontati con le informazioni sul consumo energetico effettivo, sull'uso di diverse fonti di energia e sul controllo delle apparecchiature dell'edificio. Questo confronto aiuterebbe a dare credibilità ai certificati;

- integrazione di indicatori di Smart Readiness (Smart Readiness Indicator - SRI) e indicatori di sostenibilità all'interno degli APE. La prestazione energetica di un edificio sarà valutata attraverso gli indicatori dell'APE, ma anche attraverso nuovi strumenti come gli indicatori SRI. Inoltre, la valutazione complessiva dovrebbe tenere conto degli indicatori di sostenibilità più ampi [es. indicatori Level(s)]. La struttura dei dati dell'APE dovrà essere armonizzata con i nuovi strumenti, in modo da favorirne l'integrazione;
- creazione di un Building Renovation Passport (BRP) attraverso l'utilizzo di archivi di dati. Il "fascicolo del fabbricato" farà parte del Building Renovation Passport (BRP) che diventerà obbligatorio in Europa. Conterrà una pianificazione di interventi di ristrutturazione dell'edificio insieme ad un aggiornamento regolare dell'APE a valle di ciascun intervento. In questo contesto, l'APE non sarà più una valutazione "statica", ma una valutazione continua;
- analisi statistica su larga scala a partire dai database degli APE. La grande quantità di dati generati e archiviati sul fabbisogno energetico degli edifici permetterà di sviluppare analisi statistiche su larga scala per la costruzione di modelli previsionali di valutazione dell'impatto delle misure di retrofit energetico.

I nuovi metodi e strumenti per migliorare le attuali pratiche di certificazione saranno implementati in scenari dimostrativi in sei paesi europei: Austria, Croazia, Cipro, Italia, Slovenia e Spagna. I risultati saranno utilizzati come materiale formativo per i professionisti coinvolti nel processo di certificazione. Infine, la TIMEPAC Academy sfrutterà ulteriormente i metodi e gli strumenti innovativi di miglioramento degli APE sviluppati nel progetto in modo che possano essere applicati su scala europea.

**LA QUALITÀ DEGLI ATTESTATI DI PRESTAZIONE ENERGETICA: ANALISI E VALUTAZIONE ALL'INTERNO DEL PROGETTO TIMEPAC**

*di Ilaria Ballarini - Politecnico di Torino - Italia*

L'APE è un documento obbligatorio per gli edifici di nuova costruzione, in caso di ristrutturazione importante o riqualificazione energetica, per edifici venduti o affittati. Oltre a fornire una valutazione energetica dell'edificio, esso rappresenta anche una fonte fondamentale di dati che possono essere sfruttati per valutare la prestazione energetica del parco edilizio, la povertà energetica di un paese e il monitoraggio di politiche locali di rinnovamento energetico.

Per ottenere modelli energetici affidabili del patrimonio edilizio, i dati di ingresso degli APE devono essere accurati e affidabili. La qualità dei dati dipende principalmente da tre fattori: la validità dei dati di input, la metodologia di calcolo della prestazione energetica dell'edificio, gli strumenti applicati e la competenza del certificatore (fattore, quest'ultimo, che ha la maggiore influenza sul risultato finale).

Il miglioramento della qualità dei dati negli APE è uno degli obiettivi principali del progetto TIMEPAC.

Un'attività preliminare svolta in TIMEPAC è stata orientata a valutare l'attuale qualità dei dati a livello europeo attraverso un confronto effettuato sui sei paesi partecipanti (Austria – provincia di Salisburgo – Croazia, Cipro, Italia – regione Piemonte – Slovenia e Spagna – Catalogna). A livello nazionale/regionale, i partner del progetto hanno analizzato e confrontato i dati degli APE (in termini di dati di input e output) e raccolto le informazioni necessarie attraverso una scheda di raccolta dati per analizzarne la qualità.

Per ogni dato sono state indicate le informazioni sulla sua fonte (es. catasto, rilievo in loco, legislazione o norma tecnica, calcolo, ecc.) e le modalità utilizzate per la sua determinazione (es. sopralluogo, calcolo dettagliato, calcolo semplificato, misurazione/monitoraggio, assunzione del tecnico, riferimento esterno, ecc.).

È stata sviluppata una matrice di confronto (Fig. 2a) e, per ciascuna combinazione di fonte di dati e modalità di determinazione, è stato identificato un livello di incertezza

SOURCE TYPE	WAY OF DETERMINATION					
	Inspection	Detailed calculation	Simplified calculation	Measurement / Monitoring	Technician assumption	External reference
Cadastre database						Level 3
Geographical database						Level 3
Regional or national database						Level 3
Statistical database						Level 3
Survey on-site	Level 2			Level 3	Level 2	
Technician defined	Level 2			Level 2	Level 1	Level 2
Legislative or technical standard		Level 3	Level 2		Level 2	Level 3
Based on occupant interview	Level 2				Level 2	
Existing energy report						Level 2
Numerical assessment		Level 3	Level 1			
Energy bills	Level 2			Level 3		

Fig. n. 2a): matrice di confronto sviluppata nel progetto TIMEPAC

su una scala di qualità da 1 a 3. Ad esempio, un alto livello di incertezza (bassa qualità - 1) si verifica quando il dato è definito dal tecnico attraverso un'assunzione, mentre si può avere un basso livello di incertezza (alta qualità - 3) quando la fonte è un database a cui si accede attraverso un riferimento esterno.

La Fig. 2b) fornisce una panoramica dei dati di input degli APE rappresentati dalla combinazione di origine dati e modalità di determinazione. Si può notare che la maggior parte delle informazioni ha un livello di qualità dei dati medio-basso. Pertanto, nella fase successiva del progetto TIMEPAC, verranno sviluppate metodologie per aumentare l'accuratezza di questi dati, ad esempio introducendo intervalli di confidenza negli input per guidare il certificatore nella generazione di un APE affidabile, o avvalendosi di strumenti BIM, come dettagliato nella sezione specifica dell'articolo.

**VALUTAZIONE OLISTICA DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI: IL NUOVO APPROCCIO DELL'UNIONE EUROPEA**

*di Vincenzo Corrado - Politecnico di Torino - Italia*

L'approccio alla valutazione energetica degli edifici è in evoluzione, sia perché vi sono sviluppi metodologici e normativi, sia perché vi è una forte innovazione nella progettazione degli edifici e del sistema energetico cui gli edifici sono connessi. Pertanto tale complessità di sistema deve essere integrata nella metodologia di calcolo e sicuramente l'evoluzione degli APE dovrà seguire questi sviluppi.

L'approccio normativo attuale alla valutazione della prestazione energetica degli edifici, come specifica l'Ente Internazionale di Standardizzazione (ISO, the International Organization for Standardization), deve essere di tipo olistico, per valutare in maniera globale le prestazioni energetiche del sistema edificio-ambiente superando le barriere metodologiche dell'approccio passato, determinate da calcoli e valutazioni di requisiti prestazionali riferiti al singolo componente.

In questo contesto anche gli strumenti di calcolo stanno diventando sempre più multi-scala (es. dal singolo edificio al contesto urbano), multi-dominio (es. analisi termica, illu-

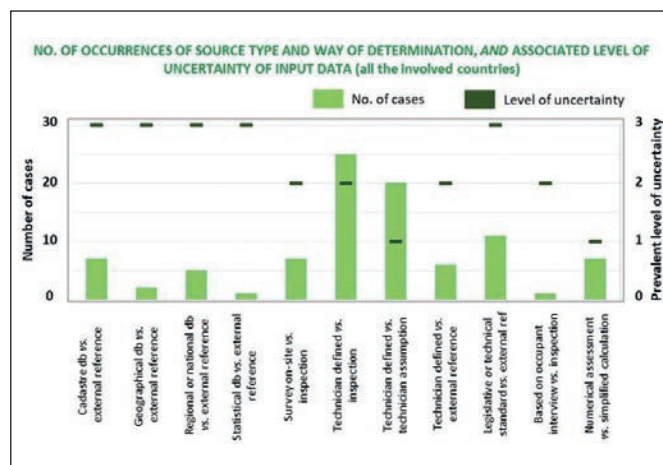


Fig. n. 2b): numero di dati di input degli APE per ciascuna combinazione di fonte di dati e modalità di determinazione

minazione, CFD, acustica, ecc.) e multi-oggetto (es. performance energetica, qualità ambientale interna, resilienza climatica, sostenibilità ambientale, rapporto costo-efficacia).

Inoltre, un approccio di tipo olistico deve essere adottato per la progettazione di edifici ad alte prestazioni, (es. NZEB, edifici ad emissioni zero) che sono destinati a soddisfare una molteplicità di requisiti, abbracciando le condizioni ambientali interne, le caratteristiche termiche del fabbricato, l'installazione degli impianti di climatizzazione, la fornitura di acqua calda sanitaria, l'installazione di illuminazione integrata, i sistemi solari attivi e i sistemi di automazione e controllo.

È chiaro che solo un approccio di tipo olistico permette di valutare in maniera sistemica l'insieme di tecnologie e strategie atte a progettare edifici caratterizzati da alte prestazioni energetiche in cui il consumo di energia viene coperto in percentuali molto alte da fonti di energia rinnovabile.

Per quanto riguarda l'evoluzione progettuale e tecnologica, stanno penetrando nel mercato nuove tecnologie che abbracciano sia l'involucro edilizio che i sistemi tecnici edilizi. Elementi chiave sono l'efficienza energetica, la rinnovabilità, la flessibilità, l'intelligenza, la sostenibilità ambientale e la resilienza climatica.

Inoltre, vi è in parallelo un cambiamento sostanziale del modello di produzione energetica che sta evolvendo da un modello centralizzato (grosse centrali di produzione di energia collegate a sistemi di distribuzione estesi) ad un modello di tipo diffuso con produzione di energia locale, in cui il ruolo di produttore e quello di consumatore vengono a coincidere (prosumer), importando energia in varie forme ed esportando energia prodotta in loco da fonti di energia rinnovabile. In questo contesto il ruolo degli occupanti diventa sempre più centrale nell'intero processo di progettazione e gestione degli edifici e ciò si riflette in particolare nell'adozione di sistemi di controllo personalizzati dell'ambiente interno.

In ultima analisi, nell'approccio alla valutazione della prestazione energetica, viene data sempre maggiore importanza alla personalizzazione e calibrazione dei modelli, con l'obiettivo di colmare il divario tra consumo energetico calcolato e consumo energetico effettivo (Fig. n. 3).



Fig. n. 3: nuovi trend nella progettazione della prestazione energetica degli edifici

## EVOLUZIONE DEL QUADRO LEGISLATIVO UE: L'INTRODUZIONE DEL BUILDING RENOVATION PASSPORT

di **Susanne Geissler - SERA Institute - Austria**

Il numero delle ristrutturazioni edilizie è da molto tempo al di sotto degli obiettivi europei prefissati ed è pertanto necessaria un'azione correttiva per raggiungere il futuro obiettivo di edifici ad emissioni zero. Pertanto, la proposta di rifusione della Direttiva EPBD, all'articolo 10, include disposizioni sul *Building Renovation Passport (BRP)*.

Il BRP è un piano di interventi di ristrutturazione per un singolo edificio e garantisce, se la ristrutturazione profonda viene eseguita in diverse fasi di interventi distribuiti nell'arco di diversi anni invece che in una volta sola, che le misure di ristrutturazione siano pianificate nella giusta sequenza con informazioni tecnico-finanziarie incluse.

Si potrebbe obiettare che un nuovo strumento come il BRP non è necessario e che aggiungerebbe solo maggiore complessità in un contesto già difficile. Sebbene sia vero che l'APE contenga già raccomandazioni per la riqualificazione energetica, in molti Stati Membri dell'UE si tratta solo di misure generali, non accompagnate da un piano di attuazione né da una stima dei costi.

Lo scopo principale dell'APE è descrivere la prestazione energetica di un edificio indipendentemente dal suo uso, affinché i fruitori dell'edificio possano avere uno strumento per confrontare dal punto di vista energetico una vasta gamma di edifici simili per altri aspetti (ubicazione, planimetria, ecc.). In poche parole, il metodo di calcolo dell'APE è appropriato, ma ha ricadute sulla pertinenza delle raccomandazioni.

L'integrazione dell'APE con il BRP pertanto, risulterebbe appropriata e aggiungerebbe informazioni efficaci per una stima più realistica di interventi di ristrutturazione. C'è un altro aspetto importante del BRP che l'APE non affronta.

In molti casi una ristrutturazione profonda non è possibile da eseguire in una volta sola per motivi socio-economici. Pertanto, le misure di efficienza energetica e di integrazione con energia rinnovabile dovrebbero essere combinate con le misure normalmente pianificate per mantenere e migliorare l'edificio.

Fonte delle immagini:

- <https://www.constructiontuts.com/sustainable-construction/>

- <https://energycue.it/positive-energy-district-citta-futuro-europa-produrranno-energia/19746/>

- <https://www.foundationrecruitment.com/how-climate-change-affects-property/>

J.Y. Park, M.M. Ouf, B. Gunay, Y. Peng, W. O'Brien, M.B. Kjærsgaard, Z. Nagy. "A critical review of field implementations of occupant-centric building controls". *Building and Environment* 165, 2019 (<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106351>)



# Tavola rotonda con le aziende produttrici: il punto di vista degli esperti sul tema della transizione energetica

Edilclima ha partecipato alla 42esima edizione di Mostra Convegno Expocomfort, la manifestazione fieristica tenutasi presso il polo fieristico di Rho dal 28 giugno al 1° luglio 2022.

La tavola rotonda, organizzata da Edilclima in collaborazione con importanti aziende produttrici, ha permesso di approfondire le tecniche di progettazione con pompa di calore e di tracciarne i confini di utilizzo nel prossimo futuro.

GUARDA LE **VIDEO-INTERVISTE**  
REALIZZATE DA **JACQUES GANDINI**





# TAVOLA ROTONDA

## MEP BIM FORUM

in collaborazione con

**BAXI**

**IMMERGAS**

**RETHINK ENERGY**  
Building the future

**VIESSMANN**



**Stefano Silvera**  
Technical Support  
Edilclima



**Marco Grisot**  
Strategic Marketing  
Team Manager Baxi



**Simonetta Tino**  
Pre Sales Department  
Sales Engineer Immergas



**Alberto Villa**  
Relazioni Istituzionali e  
Rapporti Associativi Viessmann Italia



**Giuseppe Medeghini**  
Direttore Tecnico  
Rethink Energy



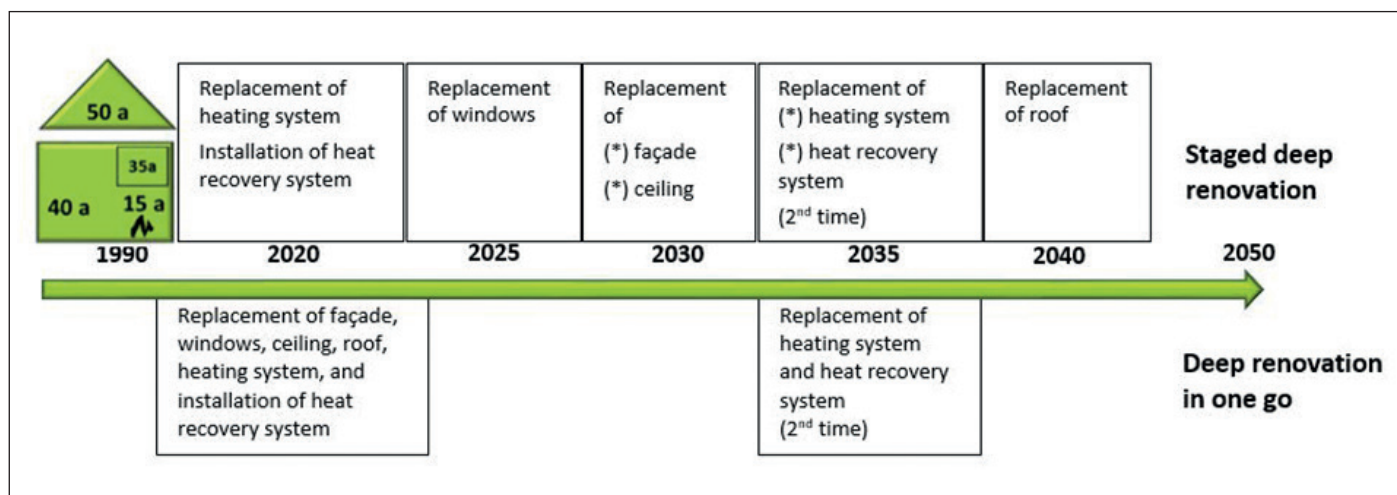


Fig. n. 4: ristrutturazione graduale (a tappe)

Ad esempio, se è necessario sostituire i serramenti, si potrebbe valutare l'implementazione combinata di schermature solari.

Quanto sopra, dimostra che l'APE deve essere integrato ad altri strumenti per promuovere in modo efficiente la ristrutturazione degli edifici. Per questo motivo, da tempo, diversi Stati Membri dell'UE, hanno iniziato ad utilizzare un secondo documento volontario insieme all'APE per fornire raccomandazioni di ristrutturazione su misura. Sulla base di tali iniziative, spesso correlate a servizi di consulenza energetica e sovvenzioni o prestiti agevolati per misure di ristrutturazione, sono stati lanciati progetti europei per esplorare approcci diversi e imparare gli uni dagli altri.

I risultati hanno mostrato che sarebbe utile introdurre il BRP per tutti gli Stati Membri dell'UE, inizialmente su base volontaria, per diventare poi obbligatorio in una fase più avanzata.

**L'INTEGRAZIONE DELLO SMART READINESS INDICATOR E DELLA SOSTENIBILITÀ NEGLI ATTESTATI DI PRESTAZIONE ENERGETICA**

*di Boris Sucic - Jožef Institute - Slovenia*

L'efficienza energetica e l'uso razionale delle risorse in combinazione con l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile, rappresentano la spina dorsale del futuro sviluppo sostenibile in qualsiasi settore. In questo contesto, la riduzione del consumo energetico negli edifici in combinazione con l'ampia integrazione delle fonti di energia rinnovabile (FER) nelle aree urbane, sono elementi vitali nella transizione a lungo termine verso una società a basse emissioni di carbonio.

Il quadro della politica energetica e climatica dell'UE prevede che il sistema energetico europeo diventi decentralizzato, decarbonizzato e gestito in comunità, con una produzione e una gestione locale fino al 45% dei consumi. Sebbene la teoria citi spesso le cosiddette soluzioni universalmente applicabili, le esperienze pratiche confermano che non è possibile pianificare e attuare comunità energetiche di successo senza gli adeguati indicatori di supporto alle decisioni.

In questo contesto, la proposta di includere lo Smart Readiness Indicator (SRI) negli APE esistenti, ha un enorme

potenziale per consentire un cambiamento sostenibile delle attuali pratiche di sviluppo e la trasformazione del parco edilizio esistente in un grande generatore di energia.

Al momento lo SRI è uno schema volontario dell'UE, basato su una valutazione di tipo multicriteria, che verrà utilizzato per valutare la disponibilità tecnologica degli edifici a interagire con i loro occupanti, a interagire con le reti energetiche connesse e ad operare in modo più efficiente. Il concetto di SRI e i sette criteri di impatto proposti sono illustrati nella Fig. n. 5.

Dalla sua definizione è chiaro che lo SRI è un indicatore che può fornire informazioni utili per la ridefinizione delle politiche energetiche, perché permette di integrare il potenziale di flessibilità di un edificio all'analisi di prestazione energetica fornita dall'APE. Lo SRI può anche servire come indicatore a supporto delle società di servizi energetici (ESCO) e dei proprietari di edifici nello sfruttamento delle aree urbane per la produzione da FER e per sostenere la mobilità elettrica.

L'integrazione dell'APE con lo SRI e con indicatori di sostenibilità [es. indicatori Level(s)] sono passaggi necessari per accelerare la creazione di comunità locali di energia sostenibile. Secondo l'ultima proposta di rifusione della Direttiva EPBD, i metodi di valutazione e di certificazione energetica dovranno integrare una valutazione globale di sostenibilità.

L'approccio proposto dello SRI consente, attraverso l'identificazione di profili energetici degli utenti finali e pattern di consumo energetico, di supportare strategie di efficientamento energetico basate sull'utilizzo di tecnologie di smart metering. Ha anche il potenziale per fornire informazioni preziose ai provider energetici o alle società di distribuzione dell'energia per adattare i propri servizi, finalizzati a bilanciare domanda e offerta di energia (es. programmi di Demand Side Management o di Demand Response), alle condizioni reali di utilizzo dell'energia degli utenti finali.

Nel contesto dell'integrazione dell'APE con gli indicatori dello SRI e degli indicatori di sostenibilità, la sfida principale sarà l'integrazione di entrambi gli approcci senza rende-



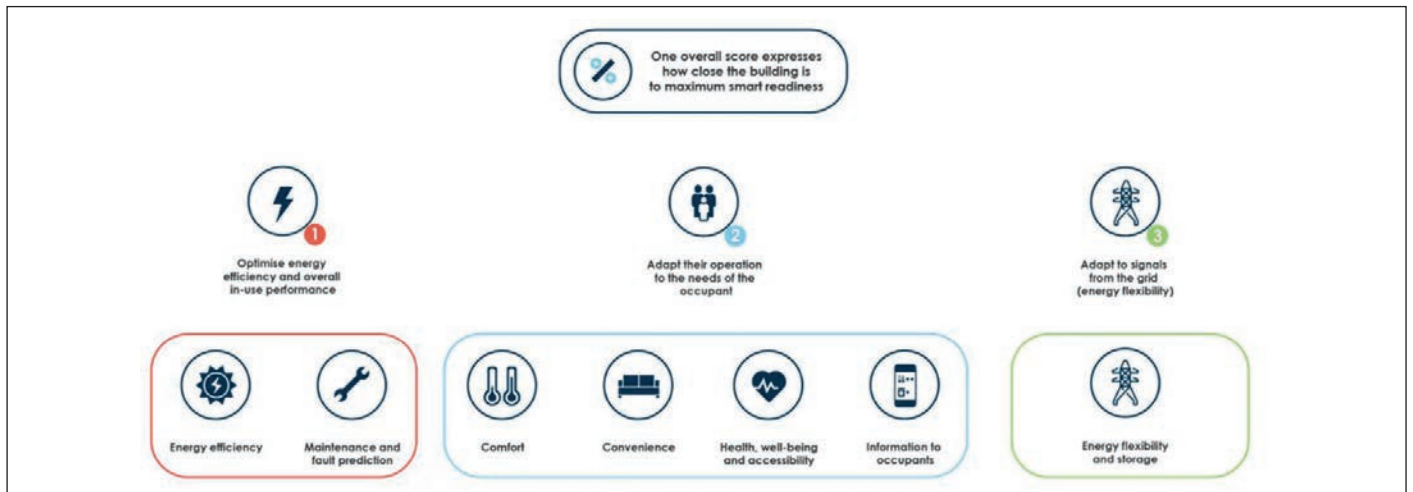


Fig. n. 5: Concetto di SRI e sette criteri di impatto selezionati

re il processo di generazione degli APE troppo complesso e costoso per gli utenti finali.

### IL BUILDING INFORMATION MODELING INTEGRATO NELL'ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

di Alice Gorrino - Edilclima S.r.l. - Italia

Il National Institute of Building Science definisce il Building Information Modeling (BIM) come "una rappresentazione digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di una struttura [...] e una risorsa di conoscenza condivisa per le informazioni di un edificio che costituisce una base affidabile per le decisioni durante il suo ciclo di vita, dalla fase di progettazione fino alla sua demolizione".

Il BIM, quindi, non è solo una soluzione tecnologica e informatica per la progettazione integrata, ma anche un metodo di lavoro collaborativo, che facilita un approccio sistemico dell'edificio attraverso una collaborazione in tempo reale tra esperti. In ambiente BIM, ogni componente dell'edificio ha diversi attributi (es. caratteristiche termofisiche, costi, informazioni di fabbricazione ecc.) ed è collegato ad altri componenti tramite connessioni ordinate gerarchicamente.

Secondo la struttura proposta dalla norma UNI 11337: *Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni, per garantire il flusso dei dati*, dovrebbe essere presente un Common Data Environment (CDE) per condividere, gestire e archiviare i dati di processo; ad un livello sottostante si trova il Software Authoring (SA) e più in basso ancora gli strumenti analitici, uno per ciascuna area disciplinare.

La vera sfida relativa all'approccio BIM è facilitare lo scambio di dati dal modello architettonico a quelli analitici, evitando ripetizioni di imputazione dati e quindi ridondanza delle informazioni causata da uno scarso coordinamento tra diversi software ed esperti.

Per lo scambio di dati sono disponibili diverse modalità: scambio di dati attraverso formati proprietari, soluzioni plug-in e formati aperti. Quest'ultimo è il più esplorato e promettente poiché migliora l'interoperabilità tra gli strumenti. Tra i formati aperti, lo standard IFC è il più utilizzato e conosciuto e potrebbe essere il modo di interconnettere strumenti analitici con soluzioni di Software Authoring.

Quando si parla della prossima generazione di APE, sicuramente vanno citati l'approccio e la tecnologia BIM. Naturalmente un modello e un approccio BIM potenzialmente velocizzano la raccolta e l'elaborazione dei dati, una fase del processo di certificazione che richiede molto tempo, fornendo un modello digitale che rappresenta le caratteristiche fisiche, geometriche e funzionali. Anche la qualità del dato di input può essere influenzata positivamente, poiché la presenza di un modello BIM riduce anche i potenziali errori durante una immissione manuale dei parametri.

Un modello digitale, una volta realizzato e archiviato, può contenere anche le informazioni aggiornate relative ai lavori di manutenzione, e quindi sarà anche più semplice generare la versione aggiornata di un APE. Inoltre, è stata anche esplorata attraverso diversi progetti di ricerca la possibilità di collegare database BIM con database di dati reali e database online, pertanto l'ambiente BIM integrato con banche dati di questa natura permetterebbe anche l'arricchimento degli APE con nuove informazioni utili ad una valutazione di tipo sistemico.

Nonostante questo elenco di vantaggi, nell'ambito dell'integrazione degli APE con strumenti BIM, dovrà essere studiata anche la convenienza di generare un APE partendo da un modello BIM. Non è certamente conveniente per il certificatore affidarsi a un modello BIM per certificare un appartamento, poiché non vi è convenienza diretta per nessuno degli attori coinvolti ed è importante che il costo del certificato rimanga sostenibile per il proprietario dell'edificio.

Il progetto TIMEPAC si colloca in questo contesto e ha l'obiettivo di analizzare e lavorare sul flusso di dati tra gli strumenti, fornendo metodi e linee guida per facilitare gli esperti del settore edile nell'utilizzo dei metodi BIM integrati con strumenti di valutazione energetica per la predisposizione di APE.

**Il progetto TIMEPAC ha ricevuto finanziamenti dal programma di ricerca e innovazione dell'Unione Europea "Horizon 2020" nell'ambito della convenzione di sovvenzione n. 101033819.**

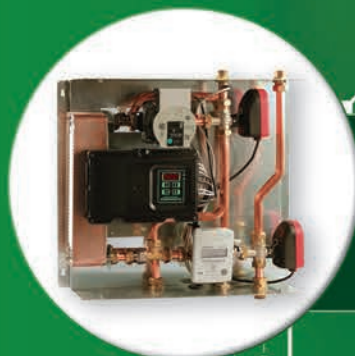
## SOLUZIONI DEDICATE PDC



**CLIMA PDC** • valvola motorizzata 3 vie per la commutazione automatica tra pompa di calore e caldaia



**DIATECH PDC** • modulo satellite con produzione istantanea di ACS per impianti centralizzati con pompa di calore



**ECOSAN PDC** • unità idraulica per la produzione istantanea di ACS idonea all'abbinamento con puffer riscaldato da pompa di calore - 35-50 kW



**ECOSAN PDC L** • unità idraulica per la produzione istantanea di ACS idonea all'abbinamento con puffer riscaldato da pompa di calore - 100-150 kW



Sistemi Idrotermici  
**COMPARATO®**

**Affidabili**  
per natura.



TEL: +39 019 510.371  
FAX: +39 019 517.102



WWW.COMPARATO.COM



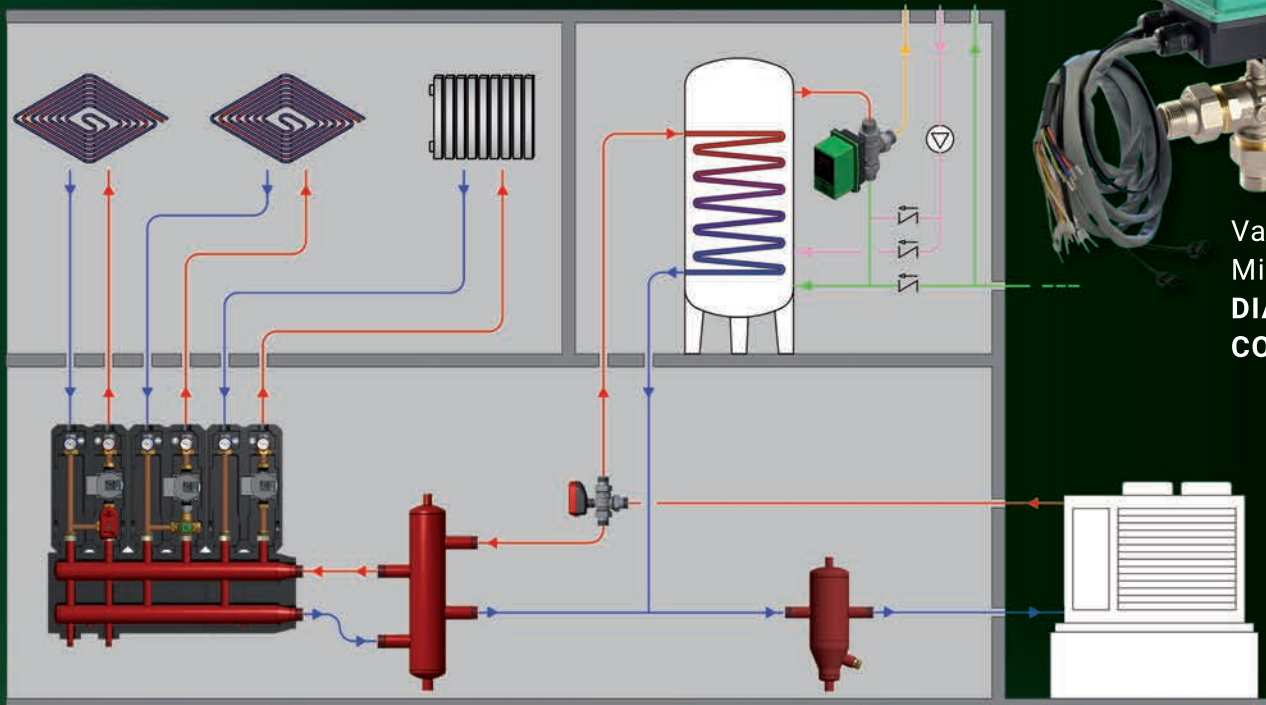
INFO@COMPARATO.COM



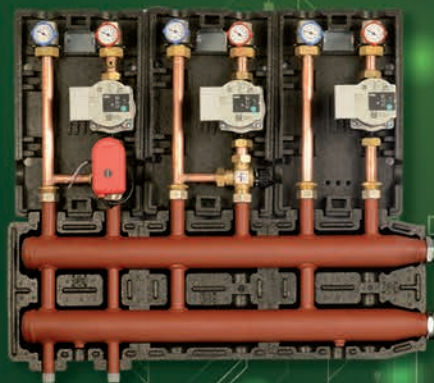
# OMPE DI CALORE

## SCHEMA APPLICATIVO IMPIANTO PdC

Valvola Motorizzata  
Deviatrice  
**SINTESI**



Valvola  
Miscelatrice  
**DIAMIX L**  
**COMPAMIX L**



**SISTEMA**

Compensatore  
**DIACOM**

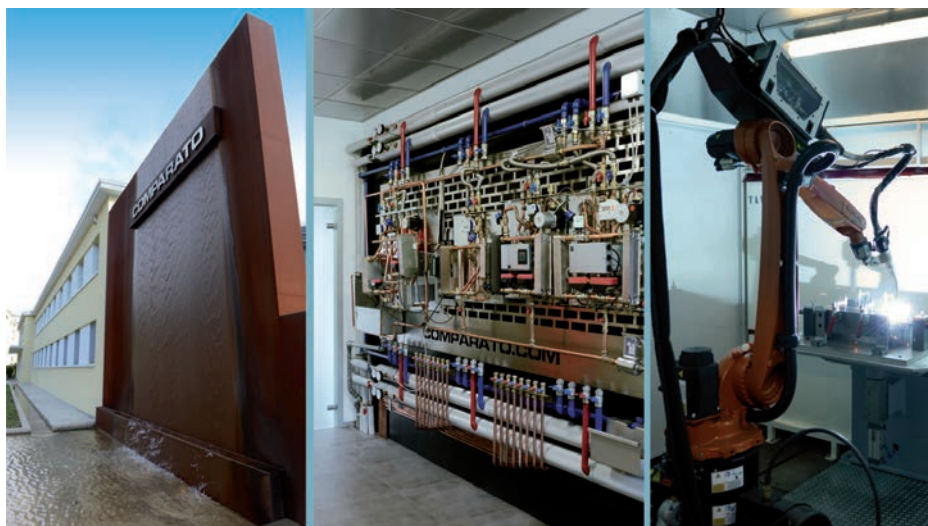


Defangatore  
Idrociclonico  
**DIADef**  
**MAGNETICO**



# LE AZIENDE INFORMANO

## COMPARATO NELLO S.r.l.



La Comparato Nello presenta una nuova serie di prodotti dedicati ai moderni impianti con pompe di calore

Frutto della costante attenzione alle reali esigenze tecniche e tecnologiche del settore HVAC coniugate con il know how aziendale maturato in più di 50 anni di attività, La Comparato Nello presenta una nuova serie di prodotti dedicati ai moderni impianti con pompe di calore, in linea con l'attenzione per il risparmio energetico che da sempre distingue l'azienda.

### CLIMA PDC

**Diamant CLIMA PDC** e **Compact CLIMA PDC** sono le nuove valvole a 3 vie motorizzate per la commutazione automatica tra pompa di calore e caldaia.

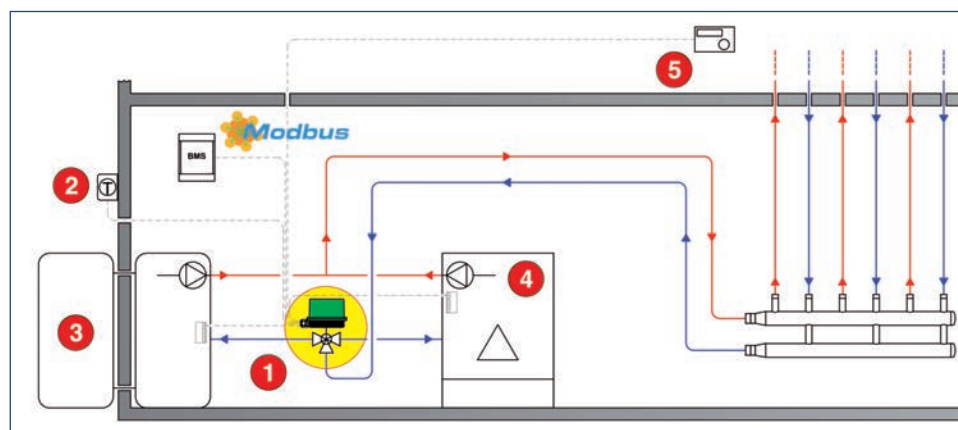
Grazie all'elettronica di gestione integrata e all'apposita sonda, il regolatore rileva la temperatura esterna e devia l'impianto verso la pompa di calore o verso la caldaia in funzione del valore impostato. Con questa soluzione l'impianto è sempre alimentato dal generatore più conveniente, in termini di efficienza, al variare delle condizioni della temperatura esterna.

Inoltre le valvole della serie **CLIMA PDC** consentono di controllare la temperatura del bollitore per l'acqua calda sanitaria comandando una valvola motorizzata che permette di deviare la mandata verso la serpentina del bollitore quando necessario.

**Diamant CLIMA PDC** e **Compact CLIMA PDC** memorizzano le ore

in cui è in funzione la caldaia e le ore in cui è in funzione la pompa di calore: quando il contatto del termostato ambiente è chiuso, il regolatore inizia il conteggio del parametro "ore:minuti" in funzione dello stato della valvola commutatrice.

Tutti i dati memorizzati sono resi disponibili tramite la connessione seriale RS485 con protocollo di comunicazione Modbus-RTU ed il software Comparato ClimaPDC Tool.



### ESEMPIO APPLICATIVO

#### COMMUTAZIONE PDC / CALDAIA

#### Legenda

1. Valvola motorizzata Clima PDC
2. Sonda temperatura esterna
3. Pompa di calore
4. Caldaia
5. Termostato ambiente



**DIATECH PDC**

**Diatech PDC** è il modulo di contabilizzazione diretta con produzione istantanea di acqua calda sanitaria per impianti centralizzati con generatore a pompa di calore.

Grazie allo speciale scambiatore a piastre ad elevata superficie di scambio termico, il modulo è in grado di produrre istantaneamente 15 l/min di acqua calda sanitaria (salto termico 10/45°C) con una temperatura della rete di distribuzione di soli 50°C, contrariamente alle versioni tradizionali che necessitano di temperature superiori ai 65°C.

**Diatech PDC** è disponibile in versione pensile o ad incasso con connessioni idrauliche contrapposte, superiori verso l'impianto centralizzato ed inferiori verso l'unità abitativa, ed equipaggiabile con differenti sistemi di bilanciamento dell'impianto.

**ECOSAN PDC e PDC-L**

**ECOSAN PDC** ed **ECOSAN PDC-L** sono unità idrauliche per la produzione istantanea di acqua calda sanitaria progettate per lavorare con basse temperature di mandata del primario.

Sono ideati all'abbinamento con puffer riscaldati da pompe di calore grazie alla possibilità di mantenere l'acqua tecnica accumulata a temperatura pari o inferiore a 50°C.

**ECOSAN PDC** è disponibile con potenza nominale 35 kW e 50 kW.

La regolazione elettronica della temperatura dell'acqua calda sanitaria opera modulando la portata del fluido primario tramite circolatore elettronico con controllo PWM.

Mediante la tastiera ed il display a bordo unità è possibile modificare la temperatura di erogazione dell'acqua calda sanitaria ed accedere a tutti i parametri e le funzioni di controllo.

**ECOSAN PDC-L** è disponibile con potenza nominale 100 kW e 150 kW, la temperatura di mandata alla linea di distribuzione dell'acqua calda sanitaria è regolata mediante valvola miscelatrice elettronica **DIAMIX** con possibilità di effettuare il ciclo di disinfezione termica antilegionella dell'anello di ricircolo.

La circolazione sul circuito primario è garantita da una pompa smart di ultima generazione in grado di mantenere costante il differenziale di temperatura tra mandata e ritorno modulando la portata.

Mediante la tastiera ed il display a bordo della valvola miscelatrice **DIAMIX** è possibile modificare la temperatura di erogazione dell'acqua calda sanitaria ed accedere a tutti i parametri e le funzioni di controllo.



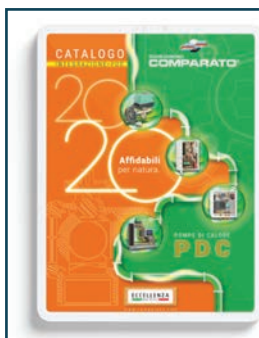
DIATECH PDC



ECOSAN PDC L



ECOSAN PDC



Scarica il Catalogo  
INTEGRAZIONE • PDC



Sistemi Idrotermici  
**COMPARATO**

Sistemi Idrotermici  
**COMPARATO**  
www.comparato.com

CAIRO MONTENOTTE (SV) • LOCALITÀ FERRANIA • ITALIA • VIALE DELLA LIBERTÀ  
TEL. +39 019 510.371 • FAX +39 019 517.102 • www.comparato.com • info@comparato.com

# IL D.LGS. 199/21: PRINCIPALI NOVITÀ ED ASPETTI SIGNIFICATIVI



Una breve panoramica sul nuovo “decreto rinnovabili”, al fine di comprenderne l’impatto sulle verifiche di legge ed evidenziarne i punti di maggior rilievo

di DONATELLA SOMA

## PREMESSA

E' stato pubblicato, sulla Gazzetta Ufficiale n. 285 del 30.11.2021, il D.Lgs. n. 199 del 08.11.21, costituente attuazione della Direttiva (UE) 2018/2001, relativa alla promozione dell'uso di energia da fonti rinnovabili. Scopo del decreto, noto come il nuovo “decreto rinnovabili”, è accelerare la crescita sostenibile nazionale, in linea con gli obiettivi di decarbonizzazione posti a livello europeo.

Il decreto, in vigore dal 15.12.21, disciplina, all'art. 26 ed all'allegato 3, le verifiche di legge relative all'utilizzo delle fonti rinnovabili negli edifici, aspetto precedentemente definito dal D.Lgs. 28/11 (attuazione della direttiva 2009/28/CE), art. 11 ed allegato 3.

Le nuove disposizioni introducono, rispetto alla regolamentazione precedente, maggiori specificazioni ed obblighi più severi, seppur riconfermandone, nel contempo, l'impostazione generale ed i principi chiave.

Tali disposizioni si applicano a partire dal 13.06.22 (decorsi cioè centoottanta giorni dalla pubblicazione del decreto), data in cui si considerano abrogate le disposizioni precedenti.

Un riepilogo delle principali differenze, così come delle più significative specificazioni ed analogie, rispetto al D.Lgs. 28/11, è riportato nel prospetto 1.

## AMBITO DI APPLICAZIONE

Le disposizioni del decreto si applicano agli edifici di nuova costruzione o sottoposti a ristrutturazione rilevante, per i quali la richiesta del titolo edilizio sia stata presentata a partire al 13.06.2022 (data di applicazione effettiva del decreto).

Ricadono nella definizione di “ristrutturazione rilevante”, ai sensi del D.Lgs. 28/11, art. 2, comma 1, lettera m, le seguenti tipologie di edifici:

- edifici esistenti, aventi superficie utile superiore a 1.000 m<sup>2</sup> i quali siano soggetti a ristrutturazione integrale degli elementi costituenti l'involucro edilizio;

- edifici esistenti soggetti a demolizione e ricostruzione, anche in manutenzione ordinaria.

Ulteriori precisazioni sono fornite, dal punto di vista terminologico, dalle FAQ MISE (seconda serie, agosto 2016), le quali, sebbene riferite al D.Lgs. 28/11, dovrebbero considerarsi, a tutt'oggi, ancora valide.

Per “ristrutturazione integrale” si intende, ai sensi della FAQ n. 2.2, una ristrutturazione contestuale di tutti gli elementi costituenti l'involucro edilizio, la quale sia tale da modificare la prestazione energetica dell'edificio ed impatti sulla totalità della sua superficie disperdente (sono, ad esempio, esclusi gli interventi di semplice tinteggiatura).

Per “involucro edilizio” si intende invece, ai sensi della FAQ n. 2.3, quello “disperdente”, vale a dire la sommatoria di tutte le superfici di separazione tra il volume climatizzato ed il volume esterno con esso confinante (aria esterna, ambienti non climatizzati, terreno, ambienti climatizzati ad una temperatura differente).

Esulano dal campo di applicazione del decreto gli edifici di cui al D.M. 26.06.15 “linee guida nazionali per la certificazione energetica”, appendice A, per i quali non sussiste cioè l'obbligo di redazione dell'APE.

## QUOTA RINNOVABILE

Il decreto impone una copertura, mediante il ricorso ad impianti alimentati a fonte rinnovabile, di almeno il 60%, sia dei consumi relativi alla produzione di ACS sia di quelli complessivi, relativi alla produzione di ACS, alla climatizzazione invernale ed alla climatizzazione estiva. Ciò significa che la quota rinnovabile “QR” (rapporto tra energia primaria rinnovabile ed energia primaria totale) relativa alla produzione di ACS, così come quella complessiva (riscaldamento, raffrescamento ed ACS), deve essere superiore al 60%.

Non concorrono al soddisfacimento dell'obbligo gli impianti a fonte rinnovabile i quali producano energia elettrica destinata esclusi-



**PROSPETTO 1 - RIEPILOGO DELLE PRINCIPALI DIFFERENZE, SPECIFICAZIONI ED ANALOGIE RISPETTO AL D.Lgs. 28/11**

ARGOMENTO	DESCRIZIONE
Ambito di applicazione	Riconferma, quale ambito di applicazione del decreto, delle medesime casistiche precedentemente definite dal D.Lgs. 28/11 (nuova costruzione, ristrutturazione rilevante), con la specifica esclusione, però, degli edifici di cui al D.M. 26.06.15 "linee guida nazionali per la certificazione energetica", appendice A (per i quali non sussiste cioè l'obbligo di redazione dell'APE).
Quota rinnovabile	Definizione di obblighi, relativamente alla verifica della quota rinnovabile, più severi (valore minimo incrementato dal 50 al 60%).
Effetto Joule	Esclusione, ai fini del soddisfacimento dell'obbligo relativo alla quota rinnovabile, coerentemente con l'impostazione già definita dal decreto "requisiti minimi", dei contributi di energia elettrica destinati esclusivamente alla produzione di calore per effetto Joule (es. fotovoltaico abbinato a radiatori elettrici).
Teleriscaldamento/ teleraffrescamento	Esonero, con riguardo alla verifica della quota rinnovabile, non solo degli edifici allacciati ad una rete di teleriscaldamento, ma anche di quelli allacciati ad una rete di teleraffrescamento: in entrambi i casi la condizione è che si soddisfi, mediante il collegamento alle predette reti, l'intero fabbisogno energetico per climatizzazione invernale/estiva dell'edificio (non più per climatizzazione invernale ed ACS, come prescritto invece dalla regolamentazione precedente).
Potenza elettrica installata	Definizione di obblighi, relativamente alla verifica della potenza elettrica installata, più severi (il coefficiente moltiplicativo della superficie in pianta dell'edificio, originariamente pari a 0,02, indipendentemente dalla tipologia di edificio, viene infatti incrementato a 0,025, per gli edifici esistenti, ed a 0,05, per gli edifici di nuova costruzione).
Superficie in pianta dell'edificio	Ai fini della determinazione del valore minimo di potenza elettrica installata, esclusione, nel calcolo della superficie in pianta dell'edificio, delle relative pertinenze.
Edifici pubblici	In caso di edifici pubblici: <ul style="list-style-type: none"> <li>• con riguardo alla verifica della quota rinnovabile, innalzamento del valore minimo dal 55 al 65% (tale valore discende da un incremento, rispetto al valore di base, non più del 10% ma di circa l'8%, partendo però da una percentuale iniziale già di per sé più elevata);</li> <li>• con riguardo invece alla verifica della potenza elettrica installata, definizione di un incremento, rispetto al valore di base, del 10% (stesso incremento definito dalla regolamentazione precedente, applicato, però, ad una percentuale di partenza anch'essa più elevata).</li> </ul>
Verifiche alternative	In caso di verifica alternativa (impossibilità tecnica di ottemperare al soddisfacimento degli obblighi), definizione del valore limite dell'indice di prestazione energetica non rinnovabile ( $EP_{nren}$ ), non più in base alla formula precedentemente fornita dalla regolamentazione preesistente (correzione del valore limite di legge in base alla quota rinnovabile ed alla potenza elettrica installata, richieste ed effettive), bensì mediante il meccanismo dell'"edificio di riferimento", a tale scopo appositamente costruito (introduzione di un terzo edificio di riferimento rispetto a quelli già adottati in relazione ai requisiti minimi ed all'APE).
Modalità di installazione	Introduzione di precisazioni in merito alle modalità di installazione degli impianti (sugli edifici, al loro interno o nelle relative pertinenze, specificamente definite).
Impianti solari termici	Introduzione di precisazioni in merito agli impianti solari installati su tetti piani.
Impianti solari fotovoltaici	Esclusione, ai fini del soddisfacimento degli obblighi, degli impianti fotovoltaici installati a terra.
Requisiti tecnici	Introduzione di maggiori dettagli in merito ai requisiti tecnici degli impianti, ai fini dell'accesso o meno agli incentivi statali (allegato 4).
Incentivi statali	Riconferma della possibilità di accesso, per gli impianti realizzati ai fini del soddisfacimento degli obblighi, agli incentivi statali diretti alla promozione delle fonti rinnovabili, compresi i fondi di garanzia o rotazione, con l'introduzione, però, delle seguenti precisazioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>• omissione della limitazione relativa alla sola quota parte eccedente rispetto a quella minima, necessaria per il soddisfacimento degli obblighi;</li> <li>• esplicita esclusione, dalla possibilità di accesso al beneficio, degli impianti realizzati a servizio di edifici di nuova costruzione.</li> </ul>
Relazione tecnica	Introduzione di precisazioni in merito alla relazione tecnica di progetto (trasmissione al GSE, controlli).
Linee guida CTI	Attribuzione, al Comitato Termotecnico Italiano (CTI), del compito di stendere le linee guida applicative dei contenuti del decreto (esempi di calcolo numerici).
Piano di revisione	Definizione di un piano di revisione quinquennale degli obblighi.
Future estensioni	Ipotesi di futuro ampliamento, nell'ambito del piano di revisione quinquennale, del campo di applicazione del decreto, estendendolo, ad esempio, oltreché ad alcune destinazioni d'uso aggiuntive, alle ristrutturazioni importanti di 1° livello.

vamente alla generazione di calore per effetto Joule. Sono invece esonerati dal soddisfacimento dell'obbligo gli edifici allacciati ad una rete di teleriscaldamento/teleraffrescamento "efficiente" (come definita dal D.Lgs. 102/14, art. 2, comma 2), purché il teleriscaldamento/teleraffrescamento soddisfi l'intero fabbisogno energetico per la climatizzazione invernale/estiva dell'edificio.

**POTENZA ELETTRICA INSTALLATA**

La potenza elettrica minima degli impianti alimentati a fonte rinnovabile, da installarsi obbligatoriamente sopra l'edificio, al suo interno o nelle relative pertinenze, deve essere calcolata mediante la seguente formula:

$$P = k \times S \quad (\text{kW})$$

dove:

- k è un coefficiente moltiplicativo (0,025 per gli edifici esistenti; 0,05 per gli edifici di nuova costruzione) espresso in kW/m<sup>2</sup>;
- S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, ovvero la proiezione al suolo della sagoma dell'edificio (escluse le pertinenze), espressa in m<sup>2</sup>.

**EDIFICI PUBBLICI**

In caso di edifici pubblici, gli obblighi relativi alla quota rinnovabile devono essere elevati al 65% mentre quelli relativi alla potenza elettrica installata devono essere incrementati del 10%.

**VERIFICHE ALTERNATIVE**

In caso di impossibilità tecnica di ottemperare agli obblighi, occorre procedere ad una verifica alternativa, perseguendo un valore di energia primaria non rinnovabile ( $EP_{nren}$ ) complessivo, comprensivo cioè di tutti i servizi (riscaldamento, raffrescamento, ACS), inferiore al corrispondente valore limite.

Il valore limite dell'energia primaria non rinnovabile ( $EP_{nren,lim}$ ) deve essere calcolato, considerando i servizi effettivamente presenti nell'edificio di progetto, mediante il meccanismo dell'"edificio di riferimento", ossia un edificio "gemello" di quello reale, contraddistinto da prestazioni prefissate.

A tale scopo, occorre adottare il medesimo edificio di riferimento utilizzato per la verifica dei requisiti minimi di progetto, ai sensi del D.M. 26.06.15, appendice A, capitolo 1, dotandolo, però, di nuove efficienze medie stagionali di generazione ( $\eta_{p,nren}$ ), valutate, in relazione a ciascun servizio, rispetto all'energia primaria non rinnovabile (D.Lgs. 199/21, allegato 3, tabella 1).

Le efficienze predette si adottano in sostituzione di quelle fornite dal decreto "requisiti minimi" ( $\eta_{gn}$ ), definite invece, per ciascuna tipologia di generatore, rispetto all'energia utile (D.M. 26.06.15, appendice A, paragrafo 1.2.1, capoverso 5, tabella 8).

Le efficienze medie stagionali di generazione, da utilizzarsi per la costruzione dell'edificio di riferimento, sono riassunte nel prospetto 2.

## PROSPETTO 2 - EFFICIENZE MEDIE STAGIONALI DEI SOTTOSISTEMI DI GENERAZIONE

SERVIZIO	$\eta_{p,nren}$
Riscaldamento	1,54
Raffrescamento	1,28
ACS	1,28

**NOTA.** Le efficienze riportate nel prospetto 2, valutate rispetto all'energia primaria non rinnovabile, sono espresse dal seguente rapporto:

$$\eta_{p,nren} = Q_{gen,out} / Q_{p,nren} \quad (-)$$

dove:

$Q_{gen,out}$  è l'energia utile in uscita dalla generazione, espressa in kWh;

$Q_{p,nren}$  è l'energia primaria non rinnovabile in ingresso alla generazione, espressa in kWh.

Le efficienze utili ( $\eta_{gn}$ ), definite dal decreto "requisiti minimi", sono invece espresse dal seguente rapporto:

$$\eta_{gn} = Q_{gen,out} / Q_{gen,in} \quad (-)$$

dove:

$Q_{gen,in}$  è l'energia utile in ingresso alla generazione, espressa in kWh.

L'impossibilità tecnica di ottemperare agli obblighi deve essere evidenziata dal progettista nella relazione tecnica di progetto, di cui al D.Lgs. 192/05, art. 8, comma 1, dettagliando la non fattibilità di tutte le varie opzioni tecnologiche disponibili.

### MODALITÀ DI INSTALLAZIONE

Gli impianti devono essere realizzati, salvo il caso di alimentazione tramite reti di teleriscaldamento/teleraffrescamento, sugli edifici, al loro interno o nelle relative pertinenze. Per "pertinenza" si intende la superficie comprendente, oltre all'impronta a terra del fabbricato, anche un'area con quest'ultimo confinante, la quale sia comunque inferiore o uguale al triplo della superficie dell'impronta. In caso di impianti solari termici o fotovoltaici installati su tetti a falda, i pannelli devono essere aderenti ai tetti o integrati in questi ultimi, adottando la medesima inclinazione ed il medesimo orientamento della falda. In caso di tetti piani, la quota massima, riferita all'asse mediano dei pannelli, deve risultare inferiore o uguale all'altezza minima della balaustra perimetrale. In caso di assenza della balaustra perimetrale, l'altezza massima dei pannelli rispetto al piano deve essere invece inferiore o uguale a 30 cm. Sono esclusi, ai fini del soddisfacimento degli obblighi, gli impianti fotovoltaici installati a terra.

### REQUISITI TECNICI ED INCENTIVI STATALI

Gli impianti a fonti rinnovabili per il riscaldamento ed il raffrescamento devono rispettare le specifiche ed i requisiti tecnici di cui all'allegato 4.

In caso di impianti i quali non accedono ad incentivi pubblici, occorre fare riferimento al D.M. 26.06.15 "requisiti minimi".

In caso di impianti i quali accedono ad incentivi pubblici, vengono invece definiti specifici requisiti aggiuntivi, in funzione della tipologia di generatore (pompe di calore, generatori a biomassa, collettori solari termici, generatori ibridi, microgeneratori).

Gli obblighi relativi all'utilizzo delle fonti rinnovabili si considerano assolti, ai sensi dell'allegato 3, art. 3, comma 1, per gli impianti i quali rispettino i requisiti predetti.

Gli impianti progettati per assolvere ai medesimi obblighi possono inoltre, ai sensi dell'art. 26, comma 6, ad eccezione di quelli a servizio di edifici di nuova costruzione, accedere agli incentivi statali previsti per la promozione delle fonti rinnovabili, compresi i fondi di garanzia o rotazione.

### RELAZIONE TECNICA

Le verifiche ed i calcoli previsti del decreto devono essere inseriti

dal progettista nella relazione tecnica di progetto (di cui al D.Lgs. 192/05, art. 8, comma 1), una copia della quale deve essere trasmessa al GSE ai fini del monitoraggio del conseguimento degli obiettivi in materia di fonti rinnovabili di energia.

La verifica del rispetto degli obblighi deve essere effettuata dai Comuni, i quali si avvalgono a tale scopo della relazione predetta. Quanto riportato nella relazione può essere oggetto, oltreché dei controlli effettuati dai Comuni, di ulteriori controlli, definiti dai provvedimenti regionali, ai sensi dell'art. 26, comma 7, del decreto.

### REGOLAMENTI REGIONALI

Le Regioni o Province Autonome possono, ai sensi dell'art. 26, comma 7, definire inasprimenti degli obblighi, così come imporre che questi ultimi debbano essere soddisfatti, totalmente o parzialmente, ove necessario, in ragione del perseguimento/mantenimento degli obiettivi relativi ai valori di qualità dell'aria, mediante impieghi delle fonti rinnovabili differenti dalla combustione di biomasse.

I regolamenti regionali o comunali previgenti, in materia di utilizzo delle fonti rinnovabili, devono essere adeguati alle nuove disposizioni, ai sensi del medesimo art. 26, comma 8, entro il 13.06.22 (decorsi cioè centoottanta giorni dall'entrata in vigore del decreto), data in cui le disposizioni preesistenti si considerano abrogate.

La Provincia di Trento ha, ad esempio, recepito, attraverso la Legge Provinciale n. 4 del 02.05.22, le disposizioni del nuovo decreto.

### LINEE GUIDA CTI

Il Comitato Termotecnico Italiano (CTI) deve predisporre, entro sessanta giorni dalla pubblicazione del decreto, delle linee guida, comprensive di esempi di calcolo numerici, volte ad agevolare l'applicazione.

Tali linee guida, in corso di elaborazione da parte del Gruppo Consuntivo Legge 90, dovrebbero approfondire alcune valutazioni metodologiche (correlate, ad esempio, ad aspetti quali l'effetto Joule, la ventilazione meccanica ed il fotovoltaico), oltreché disciplinare, alla luce della pubblicazione del nuovo Regolamento Delegato (UE) 2022/759, modificante l'allegato VII della direttiva (UE) 2018/2021, una procedura di calcolo finalizzata alla definizione della quantità di energia rinnovabile utilizzata per il raffrescamento (pompa di calore, teleraffrescamento).

### SCENARI FUTURI

Gli obblighi relativi alle fonti rinnovabili verranno rivalutati, a decorrere dal 1° gennaio 2024, con cadenza almeno quinquennale, tenendo conto dell'evoluzione tecnologica.

In occasione di tale revisione, si valuterà l'estensione degli obblighi anche agli edifici sottoposti a ristrutturazione importante di 1° livello, oltreché agli edifici di categoria E2, E3 ed E5, i quali abbiano superficie utile superiore a 1.000 m<sup>2</sup>, indipendentemente che siano sottoposti o meno a ristrutturazione.

### CONCLUSIONI

Si conclude quindi come la regolamentazione vigente imponga obblighi sempre più severi ed ambiziosi, a cui occorre assolvere attraverso una progettazione quanto più possibile sostenibile, avanzata ed integrata.

Strategie essenziali, a tale scopo, sono, non solo la minimizzazione dei fabbisogni energetici (fabbricato ed impianti), attraverso l'implementazione di interventi di efficientamento efficaci, ma anche l'adozione di un "paniere" di vettori energetici ben congeniato, variegato ed ottimizzato, il quale permetta di privilegiare l'utilizzo dell'energia primaria rinnovabile rispetto a quello dell'energia primaria non rinnovabile. ■



# ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA DI AMBIENTI D'ANGOLO: ESEMPI DI CALCOLO



**Gli autori forniscono una panoramica del nuovo metodo per il calcolo delle facciate d'angolo introdotto dalla nuova norma UNI 11175-1, utile nella valutazione dell'isolamento acustico per tenere conto degli effetti di diffrazione**

di NICOLA GRANZOTTO, EDOARDO PIANA

## 1. INTRODUZIONE

Durante la fase di progettazione si incontra spesso il problema di dover valutare l'isolamento acustico delle facciate in corrispondenza degli angoli degli edifici. La progettazione delle prestazioni di isolamento acustico di facciata di un edificio viene eseguita secondo la norma ISO 12354-3 [1]. Questa norma descrive un modello di calcolo per stimare le caratteristiche di isolamento acustico a partire dalle prestazioni dei singoli elementi.

Il calcolo previsionale dell'isolamento acustico di facciata di ambienti d'angolo non è sufficientemente dettagliato nella norma ISO 12354-3, per questo motivo è stato sviluppato un metodo di calcolo, riportato nella recente norma UNI 11175-1, per alcuni casi particolari, riferito al posizionamento di una sorgente sonora nelle condizioni di misurazione in opera secondo quanto previsto dalla norma ISO 16283-3 [2].

## 2. DETERMINAZIONE DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA

### 2.1. Valutazione sperimentale dell'isolamento acustico di facciata secondo ISO 16283-3

Le misurazioni dell'isolamento acustico di facciata vengono eseguite secondo la norma ISO 16283-3. A seconda dello scopo della misurazione, è possibile utilizzare diversi tipi di sorgente con caratteristiche spettrali molto diverse come ad esempio il traffico stradale, ferroviario, aereo o un altoparlante che emette rumore rosa.

L'utilizzo del metodo dell'altoparlante è necessario quando si devono valutare facciate con elevate prestazioni acustiche, quando la sorgente reale (traffico, ferrovia e aeromobili) non ha ener-

gia sufficiente per una corretta valutazione o quando è richiesta una maggiore ripetibilità dei risultati.

La misura in opera con altoparlante, secondo la norma ISO 16283-3, viene eseguita posizionando la sorgente di rumore all'esterno, con direzione verso il centro della facciata. L'angolo tra la normale alla facciata e l'onda sonora che la colpisce deve essere di  $45^\circ \pm 5^\circ$  mentre la distanza minima,  $D$ , tra la facciata e la cassa acustica deve essere di almeno 5 m (Fig. n. 1). La direttività della sorgente deve essere uniforme.

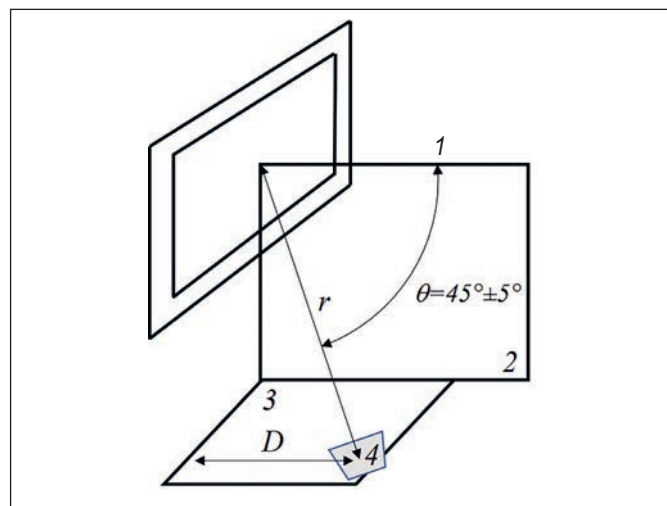


Fig. n. 1: geometria del metodo con altoparlante: 1 normale alla facciata, 2 piano verticale, 3 piano orizzontale, 4 altoparlante

L'isolamento acustico di facciata con altoparlante,  $D_{ls,2m,nT}$  è calcolato mediante la seguente formula come differenza tra il livello di pressione sonora esterna misurato a 2 m davanti al centro della facciata ( $L_{1,2m}$ ) e la media spaziale del livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente ( $L_2$ ), corretto da un fattore che tiene conto del tempo di riverberazione (T):

$$D_{ls,2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \lg \left( \frac{T}{T_0} \right) \quad (1)$$

dove:

- $L_{1,2m}$  è il livello di pressione sonora esterna misurato a 2 m davanti al centro della facciata [dB];
- $L_2$  è la media spaziale del livello di pressione sonora nell'ambiente ricevente [dB];
- T è il tempo di riverberazione (s);
- $T_0=0,5$  s è il tempo di riverbero di riferimento.

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata,  $D_{ls,2m,nT,w}$  viene infine calcolato secondo la norma ISO 717-1 [3].

Quando si utilizzano posizioni diverse della sorgente sonora, ad esempio quando si valuta l'isolamento acustico di un ambiente d'angolo, il risultato combinato deve essere calcolato secondo la seguente formula:

$$D_{ls,2m} = -10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{-D_i/10} \right) \quad (2)$$

dove:

- n è il numero di posizioni della sorgente;
- $D_i$  è la differenza di livello per ciascuna combinazione sorgente-ricevitore.

Nel caso di facciate con due o più lati esposti al rumore, la norma ISO 16283-3 non specifica in quali posizioni deve essere collocato l'altoparlante. Tuttavia, in questo caso, sono necessarie diverse misure sulla facciata.

La Fig. n. 2 mostra, ad esempio, quattro possibili combinazioni di posizionamento della sorgente per una stanza d'angolo posta al piano terra di un edificio.

Considerando l'esempio di Fig. n. 2, si possono valutare le seguenti quattro combinazioni di una sorgente posizionata a terra ad una distanza di 5 m dalla facciata: (a) 1a - 2a; (b) 1a - 2b; (c) 1b - 2a; (d) 1b - 2b.

La combinazione 1a-2a è quella che porta generalmente ad un valore di isolamento di facciata minore e quindi in favore di sicurezza, in quanto i due lati risultano direttamente esposti al rumore.

La combinazione 1b-2b invece è quella che porta ad un risultato dell'isolamento generalmente maggiore, in quanto il lato della facciata opposto alla sorgente risulta schermato dall'edificio. Risulta perciò necessario quantificare le suddette differenze e, se possibile, fornire il valore più rappresentativo dell'isolamento acustico di facciata; inoltre per una corretta interpretazione delle prestazioni di isolamento acustico della facciata, il rapporto di prova deve indicare quale posizione della sorgente viene scelta durante le misurazioni.

## 2.2. Progettazione dell'isolamento acustico della facciata secondo la norma ISO 12354-3

L'isolamento acustico di facciata dipende dal potere fonoisolan-

te apparente della facciata stessa vista dall'interno del locale, dall'influenza della forma esterna della facciata e dalle dimensioni del locale. L'isolamento acustico di facciata viene calcolato analiticamente secondo la formula:

$$D_{2m,nT} = R' + \Delta L_{fs} + 10 \lg \left( C_{sab} \frac{V}{T_0 S} \right) \quad (3)$$

dove:

- $R'$  è il potere fonoisolante apparente della facciata [dB];
- $\Delta L_{fs}$  è la differenza di livello dovuta alla forma della facciata [dB];
- $C_{sab}=0,16$  è la costante di Sabine [dB];
- V è il volume della stanza ricevente [m<sup>3</sup>];
- S è l'area totale della facciata vista dall'interno [m<sup>2</sup>].

Il potere fonoisolante apparente  $R'$  viene calcolato come:

$$R' = -10 \lg \left( \sum_{i=1}^n \tau_{e,i} + \sum_{f=1}^m \tau_f \right) \quad (4)$$

dove:

- $\tau_{e,i}$  è il coefficiente di trasmissione dell'elemento di facciata  $i$  dovuto alla trasmissione diretta del suono incidente su questo elemento, relativo alla potenza sonora incidente sulla facciata totale;
- $\tau_f$  è il coefficiente di trasmissione di una facciata o elemento  $f$  dovuto alla trasmissione laterale, relativa alla potenza sonora incidente sulla facciata totale;
- n è il numero di elementi di facciata per la trasmissione diretta;
- m è il numero di elementi di facciata laterali.

Per piccoli elementi tecnici (es. prese d'aria, cassonetti) il coefficiente di trasmissione viene calcolato come:

$$\tau_{e,i} = \frac{10}{S} 10^{-D_{n,e,i}/10} \quad (5)$$

dove:

- $D_{n,e,i}$  è la differenza di livello di pressione sonora normalizzata per il piccolo elemento  $i$ -esimo.

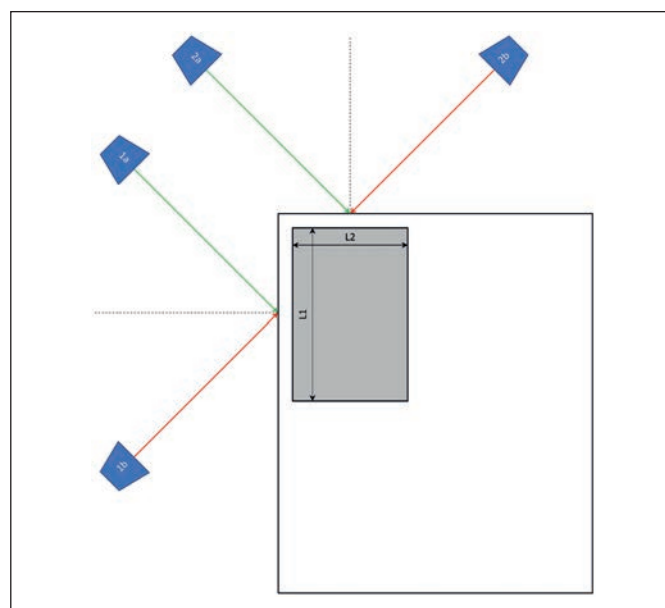


Fig. n. 2: esempio di una stanza d'angolo con due pareti con diverse combinazioni di posizioni degli altoparlanti: (a) 1a - 2a; (b) 1a - 2b; (c) 1b - 2a; (d) 1b - 2b.



Per altri elementi (es. muri, tetto, finestre) il coefficiente di trasmissione può essere calcolato secondo la formula:

$$\tau_{e,i} = \frac{S_i}{S} 10^{-R_i/10} \quad (6)$$

dove:

$R_i$  è il potere fonoisolante dell'*i*-esimo elemento [dB];

$S_i$  è la sua area [m<sup>2</sup>].

La norma precisa che, se la facciata non è piana, la superficie totale deve essere ottenuta come somma delle superfici di tutti gli elementi che compongono la facciata visti dall'interno, a condizione che il suono incida in modo omogeneo su tutte le sue porzioni.

Se questo requisito non può essere soddisfatto, ogni parte della facciata soggetta ad un campo sonoro incidente omogeneo deve essere considerata separatamente nei calcoli. Se le diverse parti della facciata totale sono soggette a diversi livelli di pressione sonora, come nel caso di un ambiente d'angolo, è possibile considerare queste parti separatamente.

Se si effettuano calcoli separati per i due lati della facciata e la media logaritmica (2) viene calcolata senza considerare il contributo del rumore proveniente da altre parti della facciata, si può commettere un errore di valutazione. Nel caso di misure in opera, è invece corretto utilizzare la media logaritmica data da (2) perché tali misure tengono già conto della quantità di rumore proveniente dalla porzione di facciata che non è direttamente colpita dall'onda sonora.

Allo scopo di calcolare l'isolamento acustico di facciata, nella norma UNI 11175-1 è stata introdotta l'attenuazione dovuta alla diffrazione dell'angolo dell'edificio o alla diversa distanza sorgente-facciata,  $D_{FL}$ , dove F indica la facciata considerata e L la posizione ipotizzata per l'altoparlante. Si riportano di seguito alcuni casi particolari e delle formulazioni utili per il calcolo previsionale.

### 3. CALCOLO DELL'ISOLAMENTO DI FACCIATA DI AMBIENTI D'ANGOLO

#### 3.1. Caso di un ambiente d'angolo con due pareti

L'isolamento acustico di facciata di un ambiente d'angolo con due pareti può essere calcolato mediante le seguenti formule [4]:

$$D_{2m,nT,w1} = -10\lg \left( 10^{-\frac{D_{2m,nT,w11}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w22} + \Delta D_{21}}{10}} \right) \quad (7)$$

$$D_{2m,nT,w2} = -10\lg \left( 10^{-\frac{D_{2m,nT,w22}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w11} + \Delta D_{12}}{10}} \right) \quad (8)$$

$$D_{2m,nT,w} = -10\lg \left( \frac{10^{-\frac{D_{2m,nT,w1}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w2}}{10}}}{2} \right) \quad (9)$$

dove:

$D_{2m,nT,w1}$  è l'indice di valutazione dell'isolamento dell'intera facciata con l'altoparlante in posizione 1;

$D_{2m,nT,w2}$  è l'indice di valutazione dell'isolamento dell'intera facciata con l'altoparlante in posizione 2;

$D_{2m,nT,w11}$  è l'indice di valutazione dell'isolamento di facciata del solo lato 1 con l'altoparlante in posizione 1;

$D_{2m,nT,w22}$  è l'indice di valutazione dell'isolamento di facciata del solo lato 2 con l'altoparlante in posizione 2;

$\Delta D_{21}$  è l'attenuazione dovuta allo spigolo dell'edificio o alla diversa distanza sorgente-facciata per il lato 2 con l'altoparlante in posizione 1;

$\Delta D_{12}$  è l'attenuazione dovuta allo spigolo dell'edificio o alla diversa distanza sorgente-facciata per il lato 1 con l'altoparlante in posizione 2;

$D_{2m,nT,w}$  è l'indice di valutazione dell'isolamento di facciata complessivo.

Per l'attenuazione,  $\Delta D_{FL}$ , possono essere utilizzati i valori riportati nella Tabella 1.

Tabella 1 - Attenuazioni dovute alla diffrazione dell'edificio o alla diversa distanza sorgente-facciata per i piani: terra, primo, secondo e terzo

Piano	$\Delta D_{12b} = \Delta D_{21b}$ Posizione 1b o 2b	$\Delta D_{12a} = \Delta D_{21a}$ Posizione 1a o 2a
Terra	15	0
Primo	12	2
Secondo	12	Non prevista
Terzo	11	Non prevista

Le attenuazioni sono state ricavate tramite simulazione software, considerando una distanza altoparlante-facciata pari a 5 m per il piano terra e il piano primo. Per i piani superiori l'altoparlante deve essere posto ad una distanza dalla facciata pari all'altezza del centro della facciata dal piano del terreno. In tal caso la sorgente risulta posizionata frontalmente alla facciata e le posizioni 1a e 2a non sono previste.

Le attenuazioni variano anche in funzione delle dimensioni dell'ambiente; i valori riportati sono da considerarsi come minimi e si riferiscono ad un edificio in prossimità di altri edifici, posti ad una distanza di 10 m. Per altre casistiche si consiglia di consultare il riferimento bibliografico [4].

#### 3.2. Caso di un ambiente con una parete e il tetto

Nel caso di un ambiente con una parete e il tetto a vista, se si considera di posizionare l'altoparlante solamente sul piano del terreno, può essere utilizzata la seguente formula:

$$D_{2m,nT,w} = -10\lg \left( 10^{-\frac{D_{2m,nT,w11}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w33} + \Delta D_{31}}{10}} \right) \quad (10)$$

dove:

$D_{2m,nT,w33}$  è l'indice di valutazione dell'isolamento di facciata del solo lato 3 (tetto) senza attenuazione;

$\Delta D_{31}$  è l'attenuazione dovuta allo spigolo dell'edificio o alla diversa distanza sorgente-facciata per il lato 3 (tetto) con l'altoparlante in posizione 1.

Per inclinazioni del tetto minori o uguali al 40% si possono utilizzare le attenuazioni riportate nella Tabella 2.

Tabella 2 - Attenuazioni relative al tetto dovute alla diffrazione dell'edificio per i piani: terra, primo, secondo e terzo

Piano	$\Delta D_{12b} = \Delta D_{21b}$ Posizione 1b o 2b
Terra	10
Primo	16
Secondo	16
Terzo	15

Nel caso sia più rappresentativo considerare una seconda posizione dell'altoparlante direzionata verso il tetto, ad esempio per considerare un rumore proveniente da tutte le direzioni verso la facciata (rumore da traffico e rumore dovuto ad automobili, ecc.), risulta molto complicato generalizzare una formulazione a causa delle molteplici variabili in gioco.

In questo caso potranno essere utilizzate le formule (1), (2) e (3) con attenuazioni nulle, in favore di sicurezza.

### 3.3. Caso di un ambiente d'angolo con due pareti e il tetto

Nel caso di un ambiente con due pareti e il tetto a vista avente due inclinazioni diverse, se si considera di posizionare l'altoparlante sul piano del terreno, si possono utilizzare le seguenti formule:

$$D_{2m,nT,w1} = -10 \lg \left( 10^{-\frac{D_{2m,nT,w11}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w22} + \Delta D_{21}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w33} + \Delta D_{31}}{10}} \right) \quad (11)$$

$$D_{2m,nT,w1} = -10 \lg \left( 10^{-\frac{D_{2m,nT,w11}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w22} + \Delta D_{21}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w33} + \Delta D_{31}}{10}} \right) \quad (12)$$

dove:

$\Delta D_{31}$  è l'attenuazione dovuta allo spigolo dell'edificio o alla diversa distanza sorgente-facciata per il lato 3 (tetto) con l'altoparlante in posizione 1;

$\Delta D_{32}$  è l'attenuazione dovuta allo spigolo dell'edificio o alla diversa distanza sorgente-facciata per il lato 3 (tetto) con l'altoparlante in posizione 2;

$D_{2m,nT,w}$  viene calcolato con la formula (9).

Per le attenuazioni delle pareti si possono considerare i valori della Tabella 1 mentre per le attenuazioni del tetto si possono considerare i valori della Tabella 3.

Tabella 3 - Attenuazioni relative al tetto dovute alla diffrazione dell'edificio per i piani terra, primo, secondo e terzo

Piano	$\Delta D_{13b}$ , $\Delta D_{31b}$ , $\Delta D_{23b}$ , $\Delta D_{32b}$	$\Delta D_{13a}$ , $\Delta D_{31a}$ , $\Delta D_{23a}$ , $\Delta D_{32a}$
	Posizione 1b o 2b	Posizione 1a o 2a
Terra	15	0
Primo	12	2
Secondo	12	Non prevista
Terzo	11	Non prevista

### 4. ESEMPIO DI CALCOLO

Si riporta di seguito un esempio di calcolo relativo ad ambienti d'angolo di dimensioni:  $L_1 = 4,5$  m,  $L_2 = 3,5$  m e altezza 2,70 m, posti al piano terra.

Si considera, come indice di valutazione del potere fonoisolante della parete opaca, il valore  $R_{wm} = 50$  dB, mentre per il serramento il valore  $R_{wf} = 37$  dB. Entrambi i lati hanno una finestra di dimensioni 1.400 m x 1.300 m.

Si considerano inoltre un coefficiente di forma della facciata  $\Delta L_{fs} = 0$  e una perdita di isolamento per trasmissioni laterali pari a 2 dB.

Applicando la formula (3) gli indici di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione del solo lato 1 e del solo lato 2 risultano rispettivamente:

$$D_{2m,nT,w11} = 42,7 \text{ dB}$$

$$D_{2m,nT,w22} = 42,9 \text{ dB}$$

Per quanto riguarda le attenuazioni dovute alla diffrazione si considerano i valori riportati nella Tabella 1.

Si riportano di seguito i calcoli dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, approssimati ad una cifra decimale, relativi all'ambiente d'angolo posto al piano terra per le combinazioni della sorgente sonora 1a - 2a e 1b - 2b.

Combinazione 1a - 2a:

$$D_{2m,nT,w1} = -10 \lg \left( 10^{-\frac{D_{2m,nT,w11}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w22} + \Delta D_{21}}{10}} \right) = -10 \lg \left( 10^{-\frac{42,7}{10}} + 10^{-\frac{42,9+0}{10}} \right) = 39,8 \text{ dB}$$

$$D_{2m,nT,w2} = -10 \lg \left( 10^{-\frac{D_{2m,nT,w22}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w11} + \Delta D_{12}}{10}} \right) = -10 \lg \left( 10^{-\frac{42,9}{10}} + 10^{-\frac{42,7+0}{10}} \right) = 39,8 \text{ dB}$$

$$D_{2m,nT,w} = -10 \lg \left( \frac{10^{-\frac{D_{2m,nT,w1}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w2}}{10}}}{2} \right) = -10 \lg \left( \frac{10^{-\frac{39,8}{10}} + 10^{-\frac{39,8}{10}}}{2} \right) = 39,8 \text{ dB}$$

Combinazione 1b - 2b:

$$D_{2m,nT,w1} = -10 \lg \left( 10^{-\frac{D_{2m,nT,w11}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w22} + \Delta D_{21}}{10}} \right) = -10 \lg \left( 10^{-\frac{42,7}{10}} + 10^{-\frac{42,9+15}{10}} \right) = 42,5 \text{ dB}$$

$$D_{2m,nT,w2} = -10 \lg \left( 10^{-\frac{D_{2m,nT,w22}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w11} + \Delta D_{12}}{10}} \right) = -10 \lg \left( 10^{-\frac{42,9}{10}} + 10^{-\frac{42,7+15}{10}} \right) = 42,8 \text{ dB}$$

$$D_{2m,nT,w} = -10 \lg \left( \frac{10^{-\frac{D_{2m,nT,w1}}{10}} + 10^{-\frac{D_{2m,nT,w2}}{10}}}{2} \right) = -10 \lg \left( \frac{10^{-\frac{42,5}{10}} + 10^{-\frac{42,8}{10}}}{2} \right) = 42,6 \text{ dB}$$

Nella Tabella 4 si riportano i risultati ottenuti.

Tabella 4 - Risultati dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione per le diverse combinazioni di posizione 1a-2a e 1b-2b

Piano	$D_{2m,nT,w}$ 1a-2a	$D_{2m,nT,w}$ 1b-2b
Terra	39,8	42,6

Si può notare come al piano terra la combinazione 1b - 2b fornisca un valore dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione,  $D_{2m,nT,w}$ , maggiore di 2,8 dB rispetto alla combinazione 1a - 2a. La combinazione 1a - 2a risulta pertanto in favore di sicurezza. ■

### Bibliografia

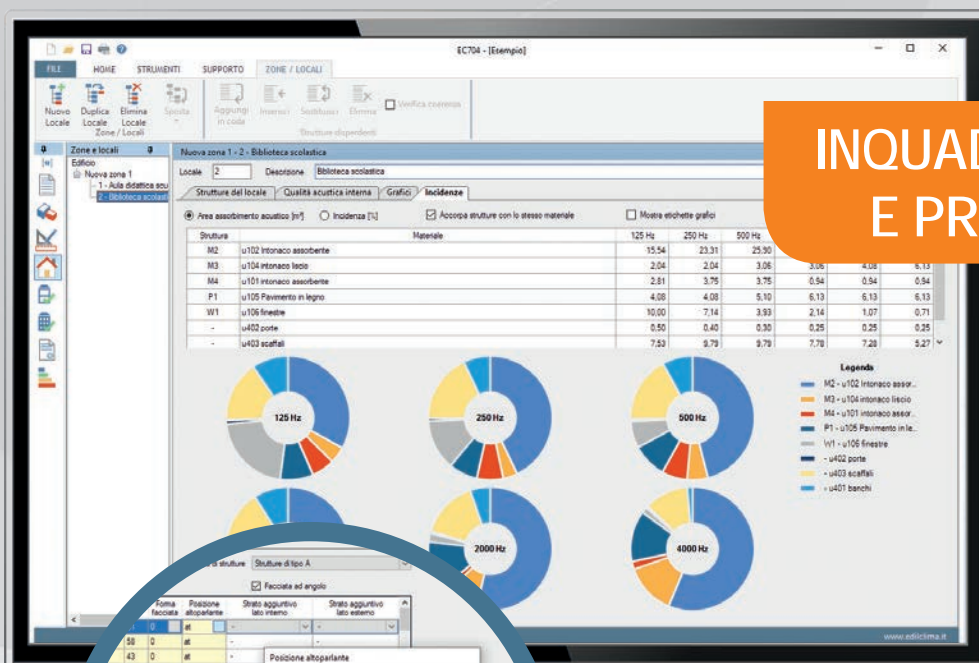
- [1] ISO 12354-3:2017 Building Acoustics. Estimation of Acoustic Performance of Buildings from the Performance of Elements-Part 3: Airborne Sound Insulation against Outdoor Sound.
- [2] ISO 16283-3:2016 Acoustics. Field Measurement of Sound Insulation in Buildings and of Building Elements Façade Sound Insulation.
- [3] ISO 717-1:2020 Acoustics. Rating of Sound Insulation in Buildings and of Building Elements. Part 1: Airborne Sound Insulation.
- [4] Granzotto N., Piana E.A. Evaluation Method for Façade Acoustic Insulation for a Corner Room: Discussion on the Results Obtained as a Function of the Source Position. Applied Science 2020, 10(21), 7434. <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/21/7434>.

L'Ing. Nicola Granzotto è dottore di ricerca in Fisica Tecnica presso l'Università degli Studi di Padova. Il Prof. Edoardo Piana è responsabile del Laboratorio di Acustica Applicata del Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Industriale presso l'Università degli Studi di Brescia.



# EC704

## REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI



INQUADRA IL QR CODE  
E PROVA LA TRIAL



Aggiornato alle norme  
UNI 11175 e UNI 11532-2:2020

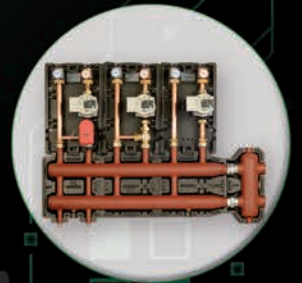
Importazione dati sia dal software  
EC700 che da file .IFC

Nuovo calcolo facciate ad angolo

ASSISTENZA TECNICA QUALIFICATA E GRATUITA

# Affidabili per natura.

VALVOLE MOTORIZZATE  
COMPONENTI PER CENTRALE TERMICA  
MODULI SATELLITE  
INTERFACCE IDRAULICHE



Accedi al  
nostro mondo  
**#DIGITAL**



Sistemi Idrotermici  
**COMPARATO®**

COMPARATO NELLO S.R.L. • VIALE DELLA LIBERTÀ • LOCALITÀ FERRANIA • 17017 • CAIRO MONTENOTTE



TEL: +39 019 510.371  
FAX: +39 019 517.102



WWW.COMPARATO.COM



INFO@COMPARATO.COM