



Ricerca di Sistema elettrico

Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio

S. Pili, F. Poggi, G. Cau, E. Loria, A. Madeddu, C. Frau

PROTOCOLLO PER LA CREAZIONE DI UNO STRUMENTO DI SUPPORTO PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEL PATRIMONIO EDILIZIO

S. Pili, F. Poggi, G. Cau, E. Loria, A. Madeddu, C. Frau (Sotacarbo SpA)

Con il contributo di: M. Fadda, E. Maggio (Sotacarbo SpA)

Dicembre 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico (oggi Ministero della Transizione Ecologica) - ENEA
Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - III annualità

Obiettivo: *N. 1 - Tecnologie*

Progetto: *1.5 - Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti*

Work package: *1 - Edifici ad alta efficienza energetica*

Linea di attività: *LA1.28 - Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio*

Responsabile del Progetto: Giovanni Puglisi, ENEA

Responsabile del Work package: Domenico Iatauro, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "*Metodologie e strumenti per lo sviluppo di strategie di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente*"

Responsabile scientifico ENEA: Giovanni Puglisi

Responsabile scientifico SOTACARBO: Marcella Fadda

Indice

SOMMARIO.....	5
1 INTRODUZIONE.....	6
1.1 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO AUREE.....	6
1.2 PORTALI E APPLICAZIONI WEB A SUPPORTO DELLA VALORIZZAZIONE ENERGETICA DEL PATRIMONIO EDIFICATO.....	6
1.2.1 <i>Repowermap</i>	7
1.2.2 <i>OnePlace</i>	7
1.2.3 <i>Greenovation</i>	9
1.2.4 <i>EnerMaps</i>	10
1.2.5 <i>HotMaps</i>	11
1.2.6 <i>Enerfund</i>	13
1.2.7 <i>Valinta</i>	15
1.2.8 <i>Bologna solar city</i>	16
1.2.9 <i>Condomini+4.0</i>	17
1.2.10 <i>Il simulatore RECON</i>	18
2 METODOLOGIA.....	20
2.1 APPROCCIO ALLA MODELLAZIONE ENERGETICA ALLA SCALA URBANA.....	20
2.2 APPROCCIO GENERALE DEL PROGETTO AUREE.....	23
2.2.1 <i>Abaco Geografico</i>	25
2.2.2 <i>Patrimonio Residenziale</i>	25
2.2.3 <i>Sezione Immobiliare</i>	26
2.3 STRUTTURA DELL'UBEM.....	26
2.3.1 <i>Attività di rilievo e pre-processing</i>	31
2.3.2 <i>Pagina dell'Abaco Geografico</i>	35
2.3.3 <i>La scheda edificio</i>	37
2.3.4 <i>Scheda unità immobiliare</i>	40
2.3.5 <i>Assegnazione degli impianti e scenario di stato attuale</i>	43
2.3.6 <i>Scenari di progetto</i>	48
2.4 METODO PER LA VALUTAZIONE DI COERENZA.....	49
3 RISULTATI.....	53
3.1 TIPOLOGIE EDILIZIE.....	53
3.2 RILIEVO URBANO.....	57
3.2.1 <i>Risultati dell'attività di rilievo</i>	57
3.3 RISULTATI MODELLAZIONE ENERGETICA.....	63
3.3.1 <i>Risultati modellazione energetica per sezione censuaria</i>	75
3.4 RISULTATI DELLA VALUTAZIONE DI COERENZA.....	78
4 WWW.AUREE.IT E LA SPERIMENTAZIONE DELLE INTERFACCE.....	92
4.1 IL PORTALE.....	92
4.2 ARCHITETTURA.....	92
4.3 MODULI APPLICATIVI.....	94
4.3.1 <i>Building (Edificato)</i>	94
4.3.2 <i>Building audit (Questionario appartamento)</i>	95
4.3.3 <i>Building typology (Tipologie edilizie)</i>	97
4.3.4 <i>Business (Imprese)</i>	99
4.3.5 <i>Help template (Testi fissi)</i>	100
4.4 SPERIMENTAZIONE DEL PORTALE E DELLE SUE INTERFACCE.....	102
4.4.1 <i>Interviste agli operatori economici</i>	102
4.4.2 <i>Intervista agli utenti generici</i>	107
4.4.3 <i>Intervista agli studenti</i>	113

4.4.4	<i>Aspettative degli utenti</i>	116
4.5	INTERAZIONE TRAMITE QUESTIONARI: STATISTICHE SULE INFORMAZIONI INSERITE.....	116
5	DISCUSSIONE E ANALISI DEI RISULTATI.....	121
5.1	DATI DI BASE E ATTIVITÀ DI RILIEVO	121
5.1.1	<i>Lo studio tipologico</i>	121
5.1.2	<i>La base topografica e l'attività di rilievo</i>	122
5.2	MODELLAZIONE ENERGETICA	123
5.3	IL PORTALE AUREE. IT	125
5.3.1	<i>Portabilità di AUREE</i>	127
5.3.2	<i>Sviluppo di nuovi servizi</i>	127
6	CONCLUSIONI.....	128
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	130

Sommario

Con il progetto AUREE “Abaco URbano Energetico degli Edifici” è stato sviluppato uno strumento di supporto alle strategie di efficientamento energetico e recupero del patrimonio edilizio urbano, indirizzato a un contesto italiano di città di medio–piccola dimensione a clima mediterraneo. In questa terza annualità si sono raffinate le metodologie di trattamento dei dati base, le procedure di calcolo e le interfacce del portale AUREE.it al fine di realizzare lo strumento delineato nelle precedenti fasi. L’attività ha seguito principalmente due indirizzi di ricerca: semplificare e standardizzare i processi per definire un protocollo costituito da strumenti e linee guida ripetibili, e studiare e testare ulteriormente le procedure per individuarne i punti di forza e di debolezza per successivi sviluppi e altre applicazioni. In una prima fase si è ulteriormente aggiornato lo stato dell’arte con uno studio su strumenti web-based simili ad AUREE e le possibili interazioni con le comunità energetiche. A questo ultimo proposito, è interessante osservare che AUREE potrebbe essere utile per la definizione dei consumi energetici ove non siano disponibili dati di base. Per ciò che concerne la parte metodologica si sono determinate sia la configurazione finale dell’approccio utilizzato, sia le procedure dell’Urban Building Energy Model sviluppato *ad hoc*, sia la struttura del portale. Si è discussa la rappresentazione dei risultati del modello energetico e quelli ottenuti da una sperimentazione effettuata coinvolgendo alcuni stakeholders locali mediante confronto con software di controllo. Sono stati identificati punti di forza e di debolezza dello strumento e sono delineati possibili nuovi obiettivi. L’attività ha consentito di sviluppare e testare metodologia e strumenti in un caso studio di particolare interesse per la peculiarità del patrimonio immobiliare. La sperimentazione ha permesso di creare uno strumento, che potrà essere replicato su altri centri urbani regionali.

1 Introduzione

Il lavoro di ricerca è inserito nell'ambito del piano triennale della ricerca di sistema elettrico 2019-2021, approvato con il decreto Ministeriale del 29/08/2019, Sotacarbo svilupperà le attività di ricerca afferenti al tema 1.5 "Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti" e inquadrate nel WP1 Edifici ad alta efficienza energetica.

1.1 Inquadramento del progetto AUREE

Le attività descritte nel presente documento, afferenti alla LA 1.28, costituiscono la parte conclusiva del progetto triennale AUREE (Abaco Urbano Energetico degli Edifici).

Nella sua interezza, l'obiettivo della ricerca è stato definire una metodologia di studio e sperimentare uno strumento per il supporto del processo di recupero ed efficientamento del patrimonio edilizio tramite un approccio multi scala, che integra la prospettiva del singolo edificio con quella urbana e di quartiere, in un'ottica partecipativa adattata a contesti di piccola o media dimensione, caratterizzati da limitato accesso a risorse economiche e umane.

L'approccio di studio metodologico si è basato sulla esplicitazione degli elementi ricorrenti (involucro, impianti, degrado, etc) e su informazioni di profilo d'uso tipo (utilizzo, presenza, consumi, comfort, preferenze, etc), che possono favorire l'individuazione di interventi di retrofitting standard e altamente ripetibili a carattere locale.

La metodologia è stata implementata a costituire un portale web, basato su una architettura informatica di tipo WebGIS.

In altre parole, lo strumento creato si configura come un modello urbano del patrimonio edilizio (City Model), dove ogni singolo oggetto contiene le informazioni tipologiche definite in precedenza e può essere utilizzato, tramite opportune procedure, per individuare preliminari ipotesi di retrofit. Il modello urbano, nel suo complesso, può essere inoltre usato per definire e valutare scenari progettuali e i possibili effetti di politiche di incentivazione su ambiti spaziali più ampi (isolati, quartieri, intera città, etc), oppure per tipologia edilizia (edifici storici, edifici moderni, villette, palazzi, etc) e/o di utilizzo (scuole, uffici, etc).

La rappresentazione geografica tramite layers tematici facilita la comunicazione della conoscenza e mantiene una struttura aperta che permette l'aggiunta di nuovi contenuti informativi anche non direttamente legati al processo di efficientamento energetico.

Il portale è multi utente (inteso come un software client-server), e favorisce la partecipazione dei diversi tipi di attori locali, coinvolti nel processo di recupero ed efficientamento del patrimonio edilizio (decisori della PA, ESCo, fruitori dei servizi, lavoratori, proprietari di abitazioni, etc), che acquisiscono conoscenza dal portale e forniscono informazioni di feedback per raffinare il City Model nei contenuti e nelle metodologie stesse, generando un flusso informativo bidirezionale continuo.

Lo sviluppo di modelli e strumenti per lo studio di processi alla scala urbana (microclima, fabbisogno energetico, difesa e gestione del rischi) sta avendo una rapida diffusione in questi anni. La letteratura riporta diversi casi orientati al supporto all'efficientamento energetico del patrimonio edilizio, tuttavia essi sono generalmente di natura piuttosto sperimentale e legati a contesti con ampia disponibilità di risorse economiche e umane (grandi città, progetti europei). Altre applicazioni si stanno sviluppando in casi dove la disponibilità dei dati base e la configurazione del patrimonio edilizio facilita notevolmente l'applicazione di questi strumenti (infrastrutture energetiche di proprietà comunale, estesi parchi edilizi pubblici, grandi opportunità di investimento).

1.2 Portali e applicazioni web a supporto della valorizzazione energetica del patrimonio edificato

In questa sezione si riporta una descrizione dei principali portali WebGIS e applicazioni web, alcuni dei quali sviluppati a partire da progetti finanziati con fondi Europei ed attualmente in fase di svolgimento, a supporto della valorizzazione energetica del patrimonio edificato e della diffusione della conoscenza, in linea con i principali obiettivi del piano strategico Europeo in materia di energia e clima.

1.2.1 Repowermap

Repowermap (<http://www.repowermap.org>) è una mappa interattiva (Figura 1.1) delle energie rinnovabili che mira a contribuire alla protezione dell'ambiente e del clima, attraverso la promozione delle energie pulite e dell'efficienza energetica, facilitando al contempo lo scambio di informazioni sulle tecnologie correlate. Il progetto è stato ideato nel 2008 dall'omonima associazione con sede in Liechtenstein guidata da Roman Bolliger ed è sostenuto dall'aprile del 2012 ad oggi dall'Unione Europea nell'ambito del programma Intelligent Energy Europe.

Tutte le persone che hanno installato un impianto ad energia rinnovabile possono inserire online nella mappa il proprio progetto rendendolo in questo modo visibile a tutti gli utenti e ispirandoli a seguire lo stesso percorso. Gli *installatori di impianti FER* possono registrare la propria attività. La mappa può inoltre essere facilmente integrata e personalizzata nei siti web delle organizzazioni, comuni, regioni o delle aziende che prendono parte all'iniziativa. In questo modo, gli esempi disponibili sono mostrati al tempo stesso su diversi siti web, aumentando il numero di persone che li vedono e vi si ispirano. Repowermap è online dal 2012 ma solo tra la fine dell'anno 2012 e l'inizio del 2013 ha raggiunto grande notorietà. Attualmente l'applicazione è disponibile in 10 lingue, e sono ad oggi mappati oltre 75300 impianti di rinnovabili nel mondo.

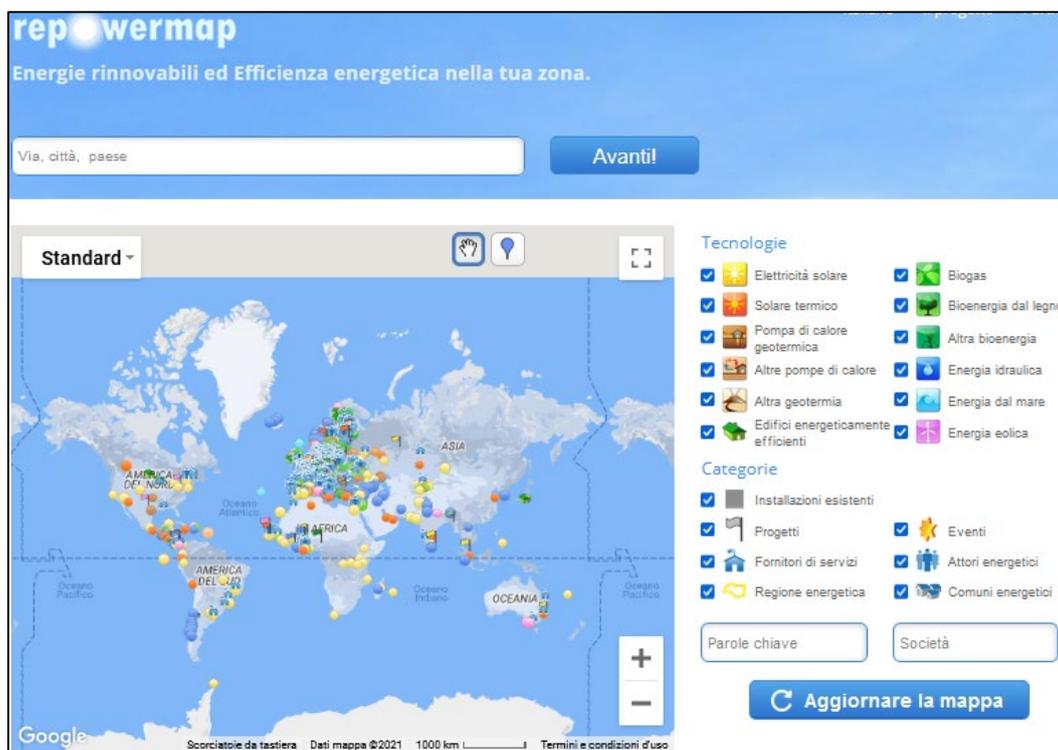


Figura 1.1 - Schermata principale repowermap.com.

1.2.2 OnePlace

La piattaforma OnePlace (<https://oneplace.fbk.eu/>) (Figura 1.2) è uno spazio web dedicato alla raccolta di materiale per l'efficienza energetica (best practice, strategie e piani d'azione, strumenti, materiale educativo) a supporto di autorità pubbliche, cittadini e pianificatori energetici nella corretta gestione dell'energia e nel risparmio energetico nell'edilizia pubblica. Questo strumento è stato inizialmente sviluppato all'interno del progetto BOOSTEE-CE (CE906 - <http://www.interreg-central.eu/Content.Node/BOOSTEE-CE.html>) e poi capitalizzata all'interno di TARGET-CE (CE1666 - <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/TARGET-CE.html>), ambedue sostenuti dal programma Interreg CENTRAL EUROPE, finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale.



Figura 1.2 - Schermata principale della piattaforma OnePlace.

Nel dettaglio la piattaforma *OnePlace* presenta le seguenti funzionalità principali:

- uno **strumento webGIS** (3DEMS) per una migliore valutazione e visualizzazione del consumo energetico all'interno degli edifici pubblici attraverso modelli 3D delle città. Il visualizzatore webGIS (**Figura 1.3**) consente agli utenti di navigare in un ambiente urbano 3D, selezionare un edificio di interesse, recuperare le informazioni relative all'energia (come audit energetico, dati catastali/edilizi, immagini termiche, potenziale fotovoltaico dei tetti degli edifici, ecc.) ed effettuare analisi con i dati energetici.
- **roadmap finanziarie** con esempi di buone prassi e pratiche indicazioni per utilizzare risorse finanziarie nazionali e a livello Europeo. Le varie soluzioni di finanziamento assisteranno le autorità locali e gli enti pubblici nel loro impegno di efficientamento energetico;
- un **database** (**Figura 1.4**), con una lista di esperti del settore energetico (architetti, ingegneri, revisori dei conti, artigiani, tecnici e installatori, agenzie per l'energia, ecc.) e con una ricca presenza di informazioni, a livello nazionale, su apparecchi elettronici ed elettrici per aiutare i potenziali investitori a prendere delle valide decisioni nel campo energetico;
- un **archivio** di esperienze (**Figura 1.4**), buone pratiche e linee guida a livello nazionale, relative all'efficientamento energetico. Una serie di approcci e misure utilizzate nelle varie città europee coinvolte nel progetto forniscono una guida per altre città nella progettazione di politiche e programmi efficaci per l'efficienza energetica urbana.



Figura 1.3 - Visualizzatore WebGIS.

Catalog of Best Practices

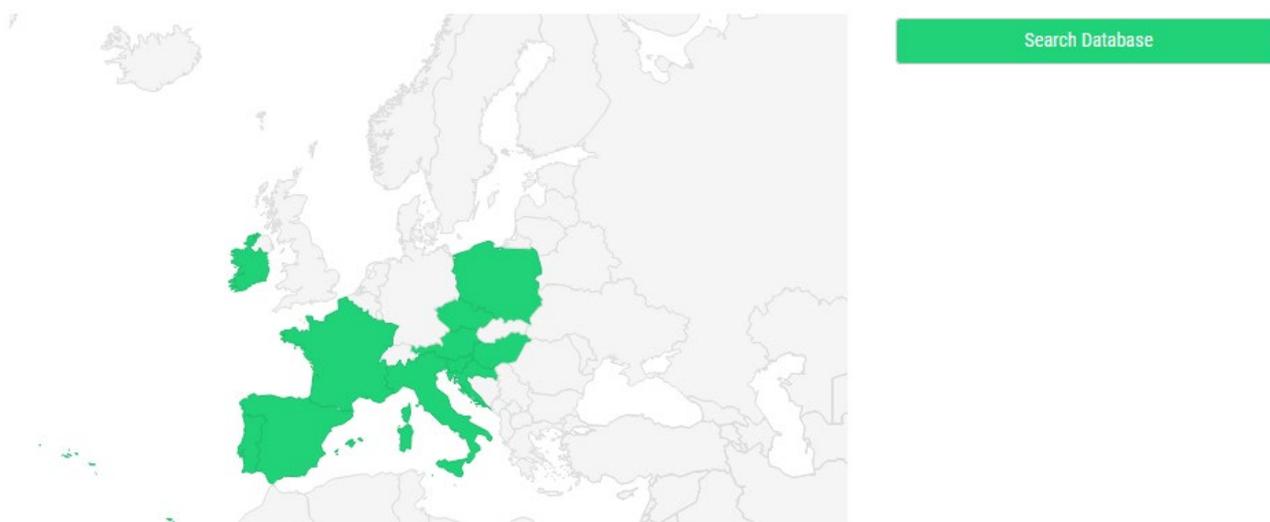


Figura 1.4 - Database buone pratiche e linee guida a livello nazionale, relative all'efficiamento energetico.

1.2.3 Greenovation

Greenovation (www.greenovation.it) è una piattaforma web (Figura 1.5), creata nel 2016 dall'omonima innovativa startup dell'incubatore del Politecnico di Torino, che permette agli utenti di approcciarsi in modo semplice al mondo dell'efficiamento energetico degli edifici, fornendo gratuitamente, per l'abitazione che si desidera analizzare, un progetto preliminare di riqualificazione energetica contenente l'analisi e la ripartizione dei costi dell'energia, la classe energetica attuale dell'immobile e alcune proposte di interventi di retrofit migliorativi. L'utente può rilasciare in un apposito form (<https://www.greenovation.it/Form>) i propri dati (nome, cognome, comune e provincia di residenza), e quelli relativi al proprio edificio, dalla tipologia di abitazione, alla metratura; dall'involucro, ai serramenti; dalla tipologia di riscaldamento e raffrescamento, all'acqua calda sanitaria; dalle fonti rinnovabili alla spesa energetica annua.

Al termine della compilazione l'utente riceverà sulla propria casella di posta elettronica un progetto di riqualificazione energetica generato dal sistema e personalizzato per la propria abitazione, in grado di aumentare la consapevolezza delle potenzialità che una o più tipologie di intervento possono avere sull'immobile analizzato. Dal punto di vista tecnico, questo portale si basa su un ampio database di casi di

studio, per i quali è stata svolta un'analisi sulla base delle norme UNI TS 11300, e di reali edifici che hanno subito interventi di efficientamento energetico. La piattaforma mette a confronto i dati dell'utente con i dati contenuti nel database, per restituire un progetto di riqualificazione energetica conforme all'edificio che l'utente desidera analizzare.

Sono inoltre disponibili a pagamento una serie di servizi e di informazioni più approfondite e di suggerimenti mirati alla riduzione dell'impatto ambientale e all'abbattimento dei costi energetici, tra cui:

- costi degli interventi consigliati;
- specifiche tecniche dei materiali e delle tecnologie impiegate;
- computo metrico estimativo e piano finanziario di rientro specifico per ciascun intervento migliorativo proposto;
- eventuale sopralluogo da parte di un tecnico Greenovation.



Figura 1.5 Interfaccia sito Greenovation.it.

1.2.4 EnerMaps

EnerMaps (<https://enermaps.eu/>) (Figura 1.6) è un progetto biennale (2020-2022), finanziato dal programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea e coordinato dal CREM (Centre de Recherches Énergétiques et Municipal), ed è stato sviluppato per contribuire ad incrementare l'efficienza per la ricerca e per la gestione della transizione energetica. Lo scopo del progetto è quello di migliorare la disponibilità, la qualità e la gestione dei dati sull'energia termica ed elettrica per l'industria delle tecnologie rinnovabili, per i pianificatori energetici, i consulenti, i ricercatori, i responsabili politici e le amministrazioni pubbliche, applicando i principi FAIR che richiedono che i dati siano Trovabili, Accessibili, Interoperabili e Riutilizzabili.

Per supportare la ricerca energetica a livello europeo, lo strumento EnerMaps aiuterà gli attori del settore energetico ad incontrarsi ed a condividere facilmente le proprie conoscenze e contribuirà allo sviluppo di politiche efficaci. In particolare, tutti gli utenti potranno accedere liberamente ad una dashboard contenente un database di dati energetici esistenti prodotti dalla comunità scientifica, caratterizzato da un sistema di gestione in grado di fornire una selezione di controllo di qualità dei dati attraverso una visualizzazione integrata e dei moduli di calcolo. In questo modo tutti gli attori specializzati nel settore energetico avranno la possibilità di accedere rapidamente a tutta una serie di dati innovativi e approfondimenti correlati, facilitando e accelerando il processo decisionale e la transizione energetica. La comunità scientifica avrà inoltre accesso ad un numero illimitato di articoli e pubblicazioni di ricerca sulle energie rinnovabili che saranno centralizzati su un'unica piattaforma.

Unitamente allo sviluppo di EnerMaps verrà inoltre organizzato un vasto programma di formazione e networking relativo ai dati energetici per consentire sia agli utenti principali che agli utenti finali di riutilizzare e sviluppare i dati energetici.



Figura 1.6 - Schermata principale del sito enermaps.eu.

1.2.5 HotMaps

HotMaps è un progetto di durata quadriennale (2016-2020), finanziato dal programma Horizon 2020 dell'Unione Europea, a cui hanno partecipato 16 partner coordinati dall'università tecnica di Vienna (Figura 1.7). L'iniziativa è nata con il principale obiettivo di sviluppare uno strumento per supportare le autorità pubbliche, le agenzie energetiche ed i decisori politici nella pianificazione strategica di riscaldamento e raffreddamento su scala locale, regionale e nazionale e in linea con le politiche dell'UE. Il software è stato testato e sviluppato coinvolgendo nel progetto 7 aree pilota presenti nel territorio europeo (Germania, Irlanda, Romania, Spagna, Svizzera e Regno Unito) che hanno consentito di ottenere un toolbox online di facile utilizzo interamente basato sulle esigenze degli utenti e ad oggi a servizio di tutti gli stati membri dell'UE.



Figura 1.7 - Mappa delle città pilota e dei partner partecipanti al progetto HotMaps.

Tutti gli utenti possono visualizzare la mappa Europea (**Figura 1.8**) (<https://www.hotmaps.eu/map>) dalla quale è possibile attingere ad un'ampia gamma di informazioni rilevanti che consentono di ottenere una prima stima della domanda di riscaldamento e raffrescamento nella regione di proprio interesse e di identificare il potenziale di energia rinnovabile necessario per coprire la domanda energetica.

Lo strumento consente inoltre di:

- identificare il potenziale di calore residuo da impianti industriali all'interno di un'area selezionata;
- stimare il potenziale di teleriscaldamento in modo efficiente all'interno di un'area selezionata;
- stimare e confrontare i costi del riscaldamento individuale rispetto alle opzioni di teleriscaldamento all'interno di un'area selezionata.

Utilizzando dati più dettagliati e applicando moduli di calcolo del toolbox, si è in grado di elaborare scenari per percorsi di decarbonizzazione di riscaldamento e raffrescamento molto più completi. I pianificatori energetici delle autorità nazionali e locali sono inoltre supportati da un manuale di orientamento, sviluppato nell'ambito del progetto e che include una guida alle migliori pratiche per la pianificazione strategica del riscaldamento, basata sulla conoscenza e sull'esperienza dei paesi e delle regioni leader in Europa. Inoltre, è presente una guida su come eseguire la valutazione completa del riscaldamento e raffreddamento in modo efficiente secondo la direttiva sull'efficienza energetica (EED).

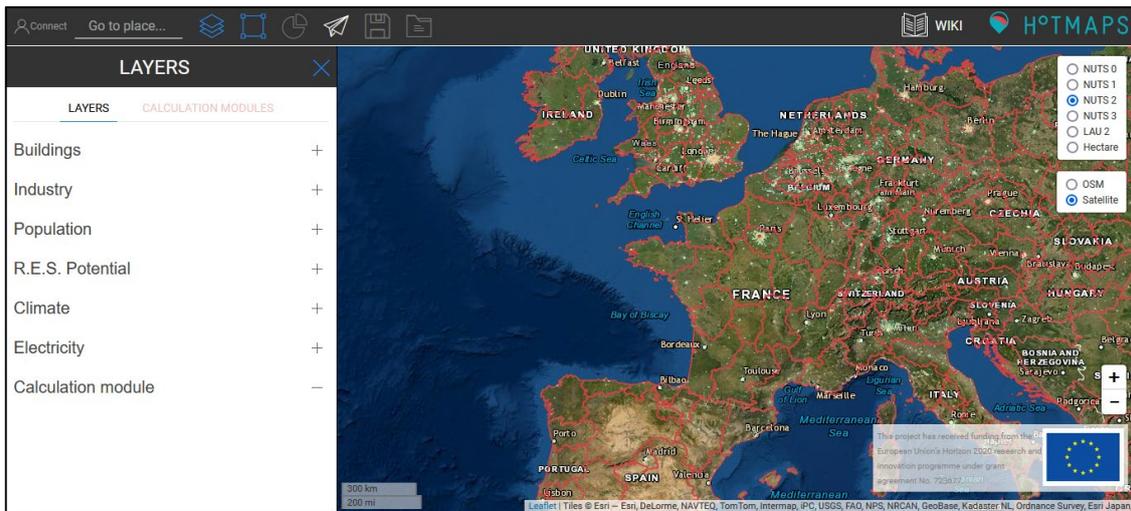


Figura 1.8 - Mappa Europea (HotMaps).

1.2.6 Enerfund

Enerfound, nato dall'omonimo progetto finanziato dal programma HORIZON 2020 dell'Unione Europea (data di avvio 1° febbraio 2016 – data di completamento 30 aprile 2019), è uno strumento di valutazione della fattibilità di progetti di riqualificazione energetica profonda principalmente per edifici pubblici, commerciali e condomini residenziali di grandi dimensioni. L'interfaccia utente è costituita da una mappa online (Figura 1.9) che mostra la prestazione energetica dei singoli edifici in vista del loro potenziale di retrofit. Il sistema utilizza i dati di Certificati di Prestazione Energetica provenienti da 13 stati membri dell'UE e altri dati open source (come i costi di ristrutturazione). L'utente, dopo aver selezionato il paese di suo interesse, può esplorare facilmente la mappa (Figura 1.10), selezionare più edifici attingendo alle informazioni dettagliate sulla loro prestazione energetica (Figura 1.11).

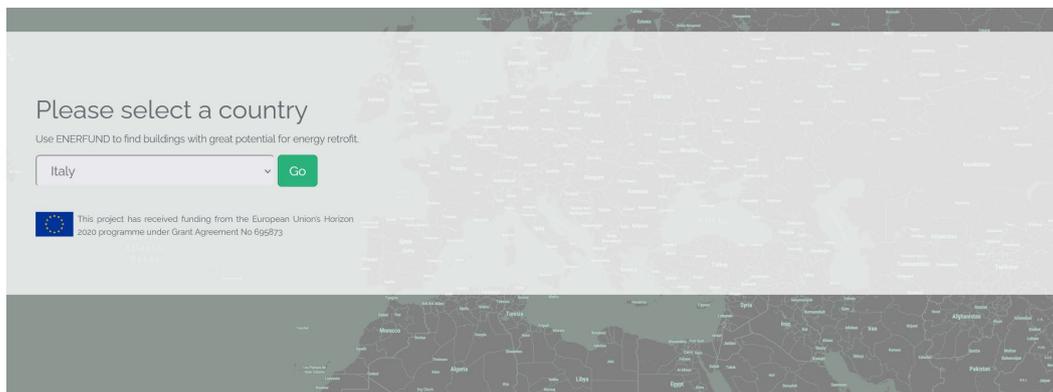


Figura 1.9 - Mappa online delle prestazioni energetiche degli edifici.



Figura 1.10 - Rappresentazione della mappa a seguito della selezione del Paese d’interesse.



Figura 1.11 - Funzionalità della mappa.

Sulla piattaforma sarà presto disponibile per ogni edificio un indicatore Enerfund, uno strumento decisionale che valuta le opportunità di ristrutturazione profonda utilizzando un insieme di parametri, analoghi ai punteggi sull'affidabilità creditizia impiegati dalle banche per valutare i clienti. Questo indicatore è il risultato di un'equazione che utilizza otto principali parametri, con diversi fattori di peso, che sono stati selezionati come parametri chiave per la costruzione della riqualificazione energetica:

- area totale e potenziale di risparmio energetico (parametri obbligatori);
- anno di costruzione;
- prezzo medio di vendita dell'edificio;
- livello di occupazione;

- contributo proprio (per finanziare la ristrutturazione);
- livelli di rumore;
- stato di proprietà dell'edificio.

Il punteggio ENERFUND utilizza i dati solo da database aperti disponibili nell'UE, al fine di mantenere i dati aggiornati e nel caso in cui uno dei parametri di cui sopra non sia disponibile, vengono adoperati i valori predefiniti.

1.2.7 Valinta

Energiavalinta.fi (<http://www.energiavalinta.fi/>) è una piattaforma interattiva sviluppata nell'ambito del progetto "Eco-Efficient Real Estate Solutions - Regional Energy Information Service" finanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale, gestito dalla società finlandese Wirma Lappeenranta Oy e attualmente implementato nelle città di Lahti e Lappeenranta. Il portale è rivolto a proprietari di immobili, utenti e altre parti interessate ed è gratuito per gli utenti. Il servizio fornisce all'utente informazioni sulle soluzioni energetiche a basse emissioni di carbonio potenzialmente applicabili nel proprio edificio, consentendo confronti tra i diversi sistemi di produzione di energia in base al costo, al tempo di recupero dell'investimento e alle emissioni di CO₂. Inoltre, i fruitori possono confrontare le prestazioni del proprio edificio con altri edifici ubicati in zona e richiedere preventivi ad aziende che offrono soluzioni energetiche tramite il servizio. Sarà così possibile per le città disporre di uno strumento per fornire ai costruttori, che considerano soluzioni energetiche, informazioni aggiuntive imparziali come base per il processo decisionale.

L'utente ha la possibilità di digitare l'indirizzo dell'edificio desiderato (Figura 1.12) o di selezionarlo direttamente tramite mappa (Figura 1.13) attraverso la quale è possibile visualizzare visivamente il potenziale solare o geotermico dell'edificio. Sulla base dell'indirizzo, il servizio recupera le informazioni relative all'ubicazione della proprietà e calcola automaticamente l'attuale consumo energetico stimato dell'edificio, i costi e le emissioni e le potenzialità per le diverse forme di energia. L'utente ha la possibilità di affinare i dati di input ottenendo in questo modo una raffinazione sul calcolo. Il servizio può essere utilizzato per stimare differenti forme di energia tra cui: solare, geotermica, verde, solare termico, pompe di calore aria-acqua, riscaldamento a pellet (Figura 1.14).

Fill in street and house number.

Use only property number.



Search from a map

You can easily find your building on the map. You can also see the solar and geothermal energy for the buildings visualized on a map.

Figura 1.12 - Mappa degli edifici per la stima del potenziale solare-geotermico.

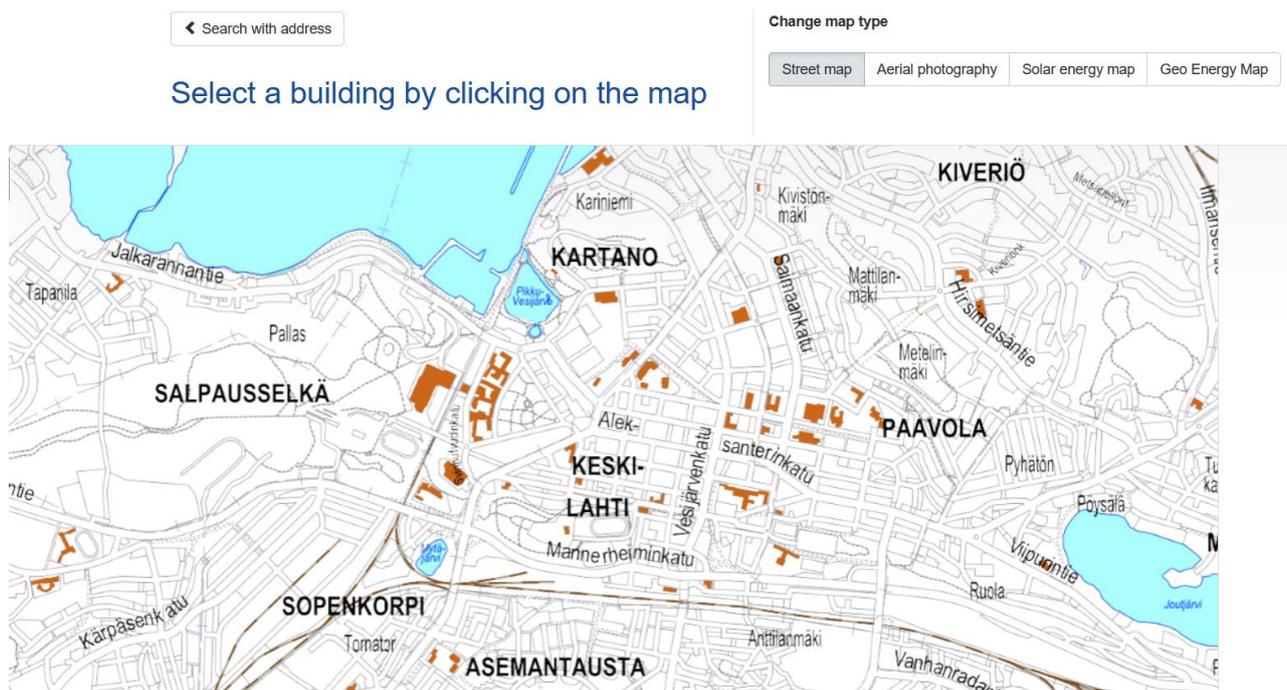


Figura 1.13 - Area di dettaglio della mappa degli edifici.

Here's how you could save

	Solar heat could save up to 41 000 € and 21 000 kg CO ₂ e per year	See how >
	Solar electricity could save up to 49 000 € and 120 000 kg CO ₂ e per year	See how >
	Air-to-water heat pump could save up to 120 000 € and - kg CO ₂ e per year	See how >
	District heating Solution is already used in the building	See how >
	Geothermal heat pump could save up to 200 000 € and - kg CO ₂ e per year	See how >
	Wood pellets could save up to 170 000 € and - kg CO ₂ e per year	See how >
	Green electricity could save up to 600 000 kg CO ₂ e per year	See how >

Figura 1.14 - Stima delle differenti forme di energia.

1.2.8 Bologna solar city

Bologna solar city è un servizio web del Comune di Bologna, che consente l'analisi dell'energia potenziale solare di tutti i tetti della città. Questo strumento ha come principale obiettivo quello di sensibilizzare la

cittadinanza ad una maggiore attenzione verso la riduzione dei consumi energetici e al rispetto dell'ambiente, attraverso l'installazione di pannelli solari e/o fotovoltaici sul tetto della propria abitazione. Si tratta di un'applicazione web (**Figura 1.15**) basata sulla Carta Tecnica Comunale (CTC) e realizzata dal Sistema Informativo Territoriale (SIT) del Comune di Bologna, che permette sia di individuare i sistemi di energia rinnovabile già realizzati sul territorio comunale sia di valutare per ogni edificio quali benefici ambientali potrebbero derivare dall'installazione di sistemi di energia rinnovabile.

Il servizio offre all'utente una panoramica dei sistemi di energia rinnovabile (fotovoltaici e solari termici) già realizzati sul territorio comunale (con la loro esatta localizzazione ed i dettagli tecnici degli impianti) e consente di simulare la riduzione dei valori di CO₂ che si otterrebbero con l'installazione di pannelli fotovoltaici su uno o più edifici di interesse.

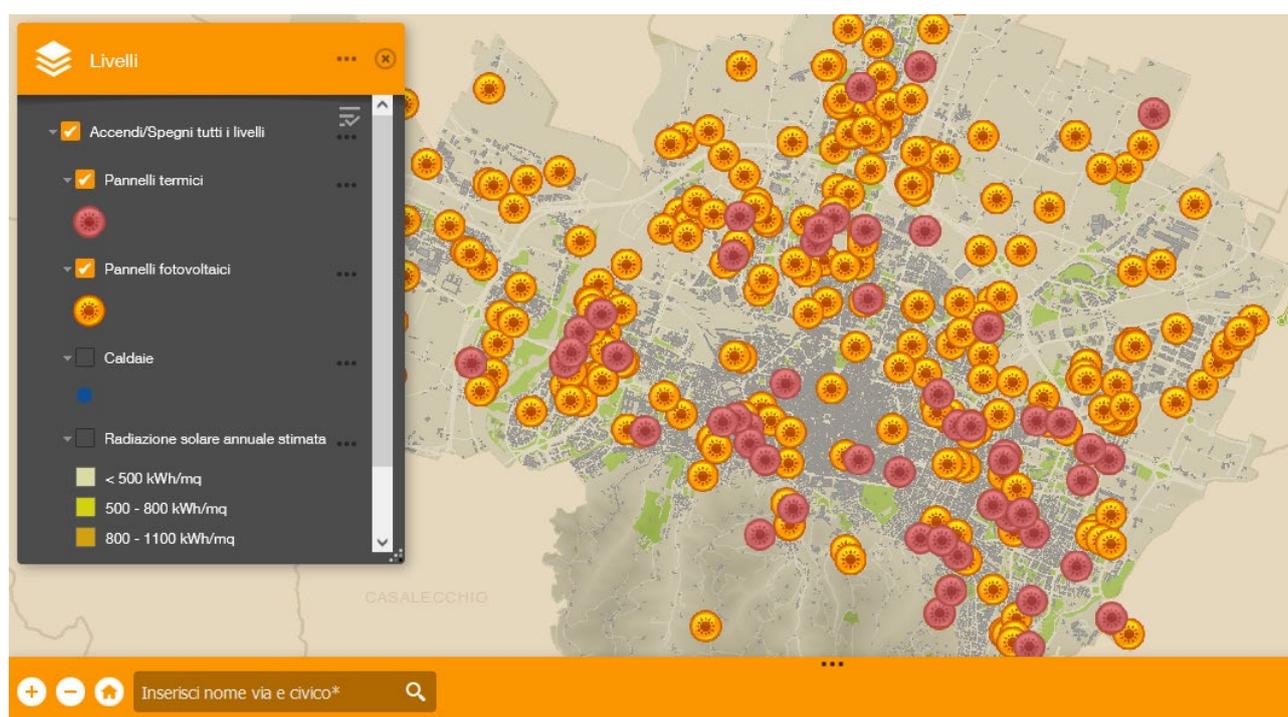


Figura 1.15 - L'applicazione web Bologna Solar City.

1.2.9 Condomini+4.0

Condomini 4.0 (**Figura 1.16**) è un'applicazione gratuita per smartphone realizzata dall'ENEA a supporto di tecnici abilitati (periti, geometri, architetti e ingegneri) che operano nel settore dell'edilizia con particolare specializzazione sugli aspetti strutturali ed impiantistici. L'app consente di misurare in modo semplice i consumi energetici e le caratteristiche strutturali degli edifici condominiali per una prima valutazione degli interventi di messa in sicurezza, riqualificazione ed efficientamento. Inserendo le informazioni nei loro rispettivi campi è possibile ottenere un report dettagliato dei rilievi, la classificazione energetica, corredata degli interventi utili per migliorarne la prestazione, informazioni relative alla vulnerabilità strutturale e un file contenente tutte le informazioni inserite dal tecnico.

Il sistema mette a confronto i consumi reali dell'immobile con il fabbisogno energetico di riferimento per gli edifici di tipo condominiale, assegnando ad ogni fabbricato, una classe di merito (buono/sufficiente/insufficiente) sia per i consumi da riscaldamento che per quelli elettrici.

Per individuare le aree in cui i condomini richiedono i maggiori interventi, l'ENEA ha anche predisposto una piattaforma informatica di pianificazione strategica per un unico progetto di recupero degli edifici esistenti che preveda anche il miglioramento strutturale delle costruzioni in base alle diverse criticità territoriali, ambientali e climatiche.



Figura 1.16 - Applicazione web Condomini 4.0.

1.2.10 Il simulatore RECON

RECON (*Renewable Energy Community ecONomic simulator* - Strumento per la valutazione economica delle Comunità di Energia Rinnovabile) (<https://recon.smartenergycommunity.enea.it>) è un applicativo web (Figura 1.17) realizzato da ENEA nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico, il cui principale obiettivo è quello di supportare e favorire lo sviluppo di nuove Comunità Energetiche Rinnovabili (CER). Si tratta di uno strumento innovativo e di semplice utilizzo che consente di effettuare analisi preliminari di tipo energetico, economico e finanziario in ambito residenziale. Sulla base di semplici informazioni come consumi elettrici, caratteristiche degli impianti e alcuni parametri legati all'investimento, RECON è in grado di stimare resa energetica, impatto ambientale, autoconsumo e condivisione dell'energia nelle CER e di calcolare i flussi di cassa e i principali indicatori economici e finanziari (valore attuale netto, tasso interno di rendimento, tempo di ritorno dell'investimento, ecc.), considerando diverse forme di finanziamento dell'investimento e gli incentivi previsti dall'attuale quadro regolatorio. Si tratta di un *tool* versatile che ha la capacità di analizzare cluster di abitazioni con diversi livelli di conoscenza delle informazioni; inoltre, nel caso in cui i consumi non siano disponibili, il simulatore li stima sulla base di algoritmi implementati ad hoc.

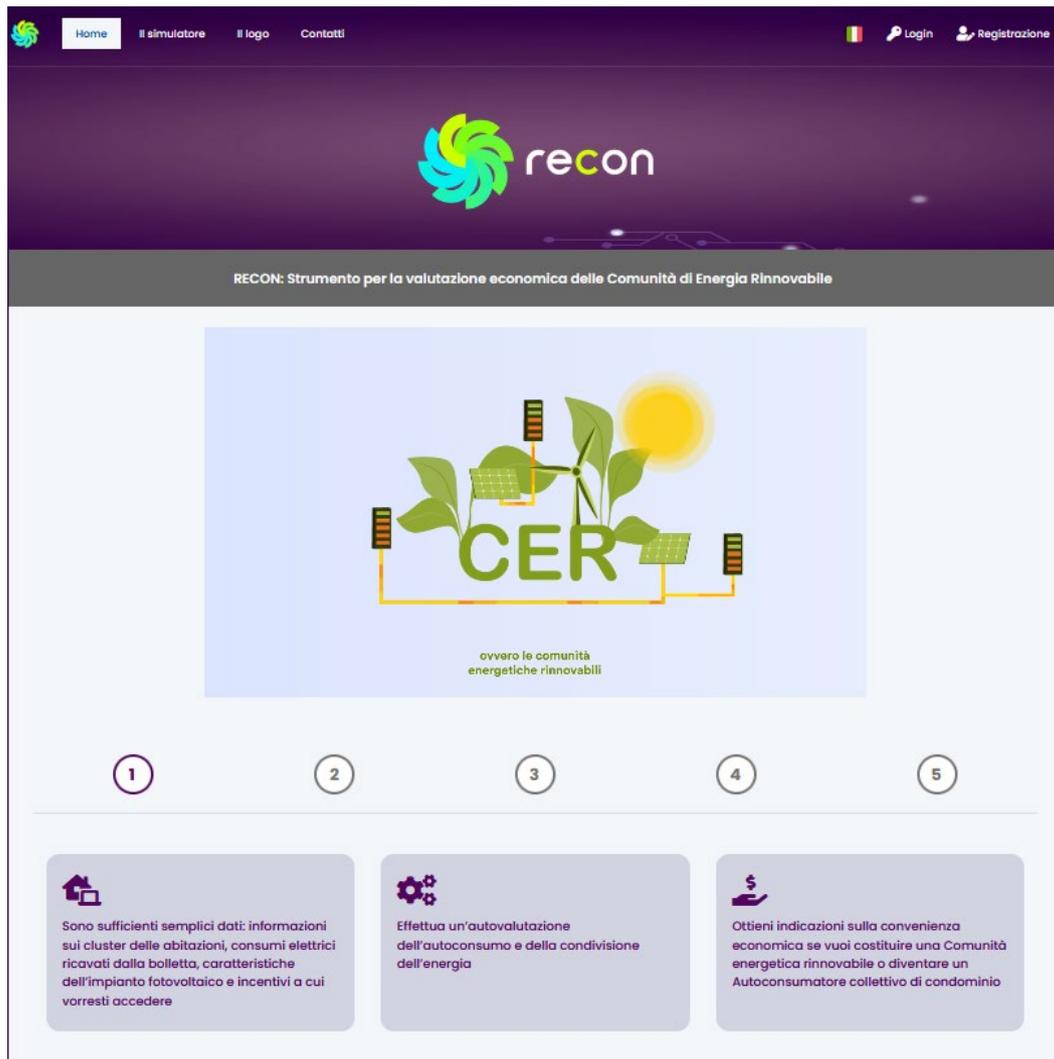


Figura 1.17 Schermata principale applicativo web RECON.

2 Metodologia

2.1 Approccio alla modellazione energetica alla scala urbana

La modellazione energetica degli edifici urbani (UBEM) è un metodo bottom – up che consente di simulare le prestazioni termiche di edifici partendo da leggi di trasmissione del calore, soprattutto con l’obiettivo di fornire uno strumento utile per processi decisionali che riguardano la programmazione di piani di riqualificazione energetica del patrimonio pubblico. Il campo di attività è molto vivace soprattutto negli ultimi anni, portando a flussi di dati urbani sempre più robusti che partono da sistemi informativi geografici (GIS), e di rilievo tridimensionale del territorio (LiDAR). A seconda della disponibilità dei dati sul consumo energetico degli edifici, si è sviluppato un tipico approccio di modellazione, simulazione e calibrazione [1] e sono diversi i casi di UBEM proposti sia nel mondo accademico, e quindi di chiara matrice scientifica, sia nel mondo tecnico per fini pratici.

Come detto, il concetto di base di un UBEM è applicare modelli energetici individuali (BEM) a una pluralità di edifici. I BEM sono costituiti dall’accoppiamento delle equazioni di trasferimento di calore e di conservazione della massa, i cui principali algoritmi di simulazione risalgono agli anni '70 [2, 3], ma che sono via via diventati più efficienti [4] e a oggi hanno raggiunto una maturità tale da venire utilizzati abitualmente durante la pianificazione e la progettazione di edifici ad alte prestazioni. Sebbene la fisica di base sia simile per BEM e UBEM, questi ultimi richiedono procedure di automazione significative e maggiori abilità computazionali durante l'immissione dei dati, la generazione del modello, la simulazione, la calibrazione e l'esecuzione. Inoltre, l'UBEM, se automatizzato e calibrato sui dati misurati, può ridurre il laborioso lavoro manuale in varie fasi e aumentare l'efficienza di calcolo. La **Figura 2.1** illustra gli step, i dati di origine e i formati dei dati che sono tipicamente coinvolti in un flusso di lavoro UBEM.

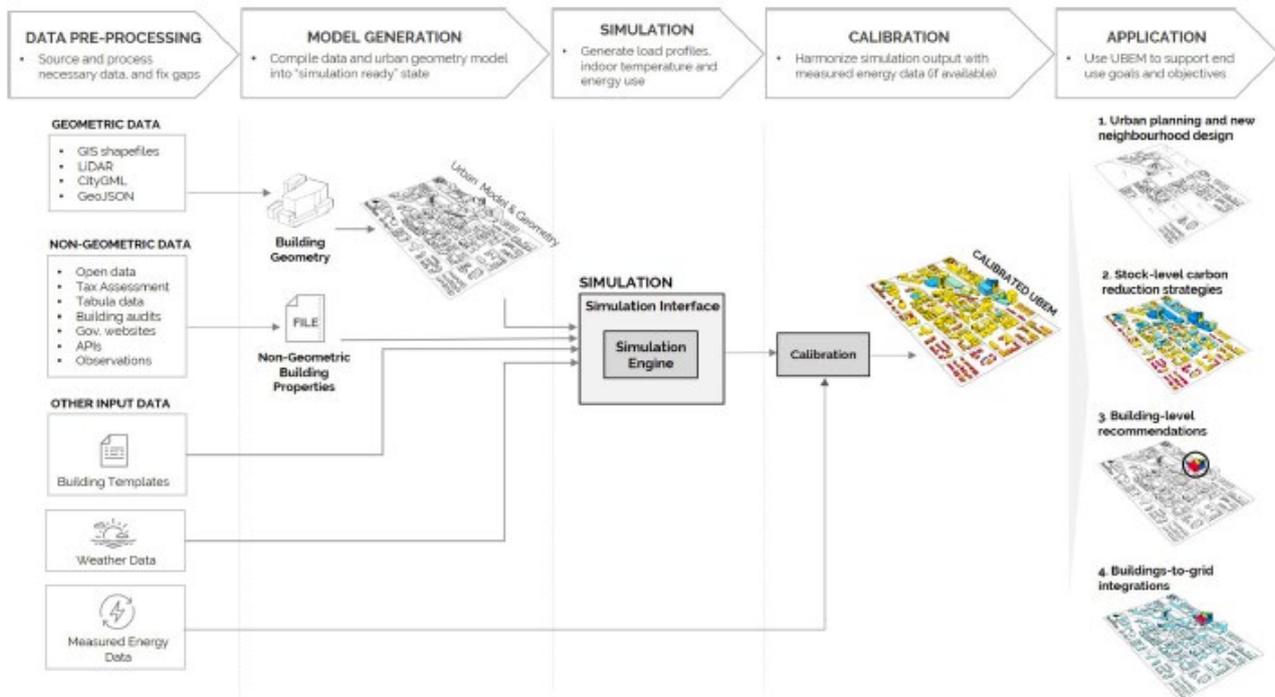


Figura 2.1 –Diagramma di flusso di UBEM per quattro principali applicazioni

Gli obiettivi generali del progetto e gli usi finali devono essere chiaramente definiti durante la fase di pianificazione, con i set di dati e la simulazione delle fasi per il progetto in esame. Questo passaggio determina quindi il “tipo” di applicazione del progetto (step finale).

Come suggerisce il nome, la fase di *pre-processing* dei dati comporta la “localizzazione” sull'ambiente urbano ed edilizio di vari set di dati necessari per costruire l'UBEM. Formati geometrici comuni, come i punti dei cloud LiDAR o gli shapefile GIS, definiscono le proprietà spaziali e geometriche di un quartiere o di una città di interesse. In alternativa, le geometrie degli edifici urbani possono anche essere derivate da coordinate di punti, elementi geografici o vettoriali in formati di file come CityGML [5] o GeoJSON [6]. Altri parametri geometrici, come i rapporti superficie finestrata e parete per i diversi orientamenti della facciata, non sono generalmente disponibili a scala urbana e sono piuttosto difficoltosi da raccogliere manualmente, tuttavia, possono essere potenzialmente stimati da Street View o immagini satellitari [7] o dedotte in base all'età e al tipo di costruzione. Nel caso di nuovi progetti, è il team di progettazione che fornisce modelli di volumetria degli edifici.

Oltre ai dati sulla geometria dell'edificio, sono generalmente necessari dati sulle cosiddette proprietà “non geometriche”, che vanno da dati di interazioni con gli edifici vicini/confinanti, ai dati sulle attrezzature/impianti e ai dati riguardanti gli occupanti e l'utilizzo dell'edificio stesso. Spesso possono essere assemblati da varie fonti (dati ISTAT, ENEA, etc). In molti casi, piuttosto che fare ipotesi per il singolo edificio, il patrimonio edilizio esistente viene segmentato in archetipi o categorie in base alla tipologia, all'età di costruzione e/o o altre caratteristiche. Gli archetipi sono rappresentazioni composite di edifici in un'area con parametri e attributi relativamente simili e questo tipo di segmentazione rende il processo di modellazione di centinaia migliaia di edifici più gestibili.

Il modello dell'edificio (ad es. tramite EnergyPlus con file di dati di input IDF) deve quindi essere sviluppato e applicato a ciascuno archetipo. A seconda del tipo di applicazione finale, il modello e il profilo di richiesta energetica possono successivamente subire ulteriori procedure di calibrazione. Le informazioni sui modelli sono spesso implementate da esperti di simulazione con una profonda conoscenza nel settore dell'edilizia, ma poiché soprattutto i dati non geometrici sono spesso difficili da reperire o inesistenti, al fine di colmare le lacune di conoscenza e generare modelli con completezza di parametri, vengono effettuati audit.

In generale, il *pre-processing* comporta il reperimento dei dati, la verifica e il far fronte a eventuali lacune, cosa comune nei set di dati ottenuti da piattaforme pubbliche di tipo open. Successivamente, questi set di dati devono essere sincronizzati o combinati in uno stato di “*simulation ready*”. Ad esempio, nel caso di shapefile bidimensionali (2D) con impronte dell'edificio, informazioni aggiuntive, come numero di camere da letto, numero di livelli e/o altezze da pavimento a pavimento, possono essere utilizzate per dedurre/stimare altezze complessive dell'edificio ed “estrudere” le impronte dell'edificio per costruire modelli urbani 2.5D o 3D. Le altezze degli edifici, il tipo di zonizzazione e altre informazioni possono anche essere incorporate come attributi ai poligoni dell'impronta degli edifici attraverso metodi come l'unione spaziale nel software GIS. In alternativa, le altezze degli edifici possono essere ottenute anche da punti LiDAR o DSM (Digital Surface Model). È di estrema importanza l'interoperabilità tra gli ambienti software, dal momento che i set di dati probabilmente provengono in vari formati e da fonti diverse.

La *generazione del modello* di solito comporta la creazione di BEM per tutti gli archetipi e la costruzione di profili degli edifici una volta che i dati sono in uno stato di “*simulation ready*”, con il file di output che contiene i dati geometrici principali dell'edificio accoppiati alle proprietà “non geometriche”. A oggi, questo processo tende a essere altamente automatizzato.

Durante la fase di *simulazione*, il modello implementato genera i profili temporali (tipicamente con una risoluzione del passo oraria o superiore) sia relativi ai dati dei consumi energetici imputabili al condizionamento e ai carichi delle apparecchiature/impianti, sia relativi alle temperature interne. Tali set di dati possono essere ulteriormente convertiti in consumo energetico totale e associati ai corrispondenti profili di emissioni di CO₂. La conversione dai carichi termici in emissioni di CO₂ può essere fatta utilizzando coefficienti statici di prestazioni per tutti i sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento (HVAC) e apparecchiature/impianti oppure attraverso modelli più dettagliati [8,9]. Come la fase di generazione del modello, anche la fase di simulazione è in gran parte automatizzata tramite software commerciali o programmi realizzati *ad hoc*.

A seconda dello scopo per cui l'UBEM viene sviluppato, potrebbe essere necessaria una fase di *calibrazione*, più o meno spinta, del modello, come mostrato in [figura 2.2](#). I principali campi di applicazione degli UBEM riguardano:

- pianificazione urbana e di quartiere;
- strategie di riduzione dei livelli di emissioni di CO₂;
- indicazioni e raccomandazioni sulle possibilità di efficientamento energetico a livello di edificio;
- integrazione tra edifici e reti (Building to Grid – B2G).

La calibrazione è il processo di armonizzazione dei dati di output della simulazione con i dati energetici misurati. Il processo si applica necessariamente a edifici esistenti che potrebbero subire futuri ammodernamenti, e di solito si tratta di un processo iterativo che si protrae fino a quando l'intervallo di discrepanza tra valori di output e dati misurati non rientra in un range di tolleranza accettabile.

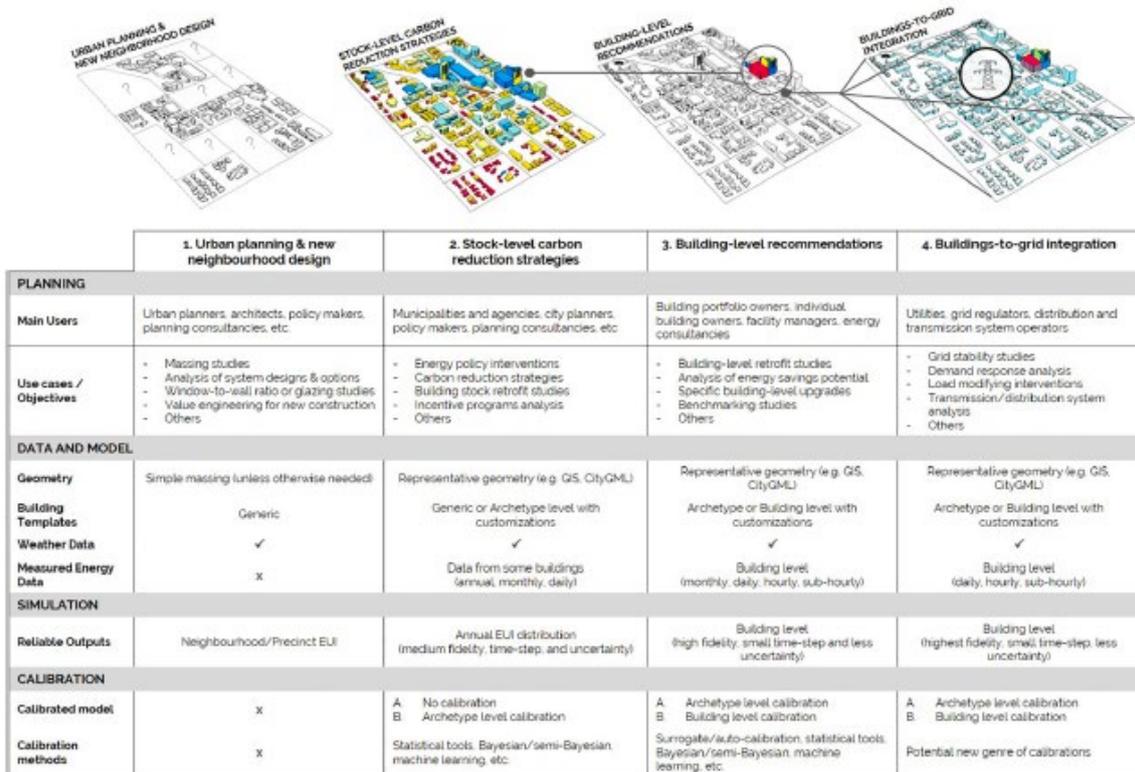


Figura 2.2 – Tipi di applicazione di UBE e rispettivi dati di input, grado di calibrazione e finalità di utilizzo.

A causa del numero considerevole di parametri che può essere coinvolto nella calibrazione del modello, il processo è normalmente dispendioso in termini di tempo e spesso alquanto inconcludente: modelli eccessivamente complessi possono essere soggetti a overfitting, con il risultante UBE non generalizzabile ad altre aree, regioni o tipi di applicazione. A oggi, poiché l'UBE appartiene a un campo di ricerca ancora in pieno sviluppo, il metodo e/o il livello di calibrazione tende a essere in gran parte determinato dalla disponibilità dei dati e dal giudizio sul ricercatore/professionista.

Normalmente il livello di calibrazione dell'UBE è strettamente correlato con il tipo di applicazione. Per esempio, UBE non calibrati o UBE calibrati solo sulla base di un sottoinsieme di edifici per i quali sono disponibili dati energetici, di solito sono rispettivamente in grado di fare previsioni del consumo energetico a livello di quartiere o dell'intensità del consumo energetico (EUI). Sebbene tali modelli possano presentare errori di simulazione fino a ±90% a livello di singolo edificio [12, 11], risultano di contro adeguatamente accurati per applicazioni di pianificazione urbana per la progettazione di nuovi quartieri o aree, rendendo ingiustificato lo sforzo per una calibrazione più spinta a livello di singolo edificio.

La pianificazione urbana per progettazione di nuovi quartieri richiede un UBE con un livello di dettaglio e di calibrazione minimo. A partire da questo possono essere integrate via via altre finalità fino a definire un

UBEM con un grado di dettaglio sufficiente per la specificità applicativa desiderata, che consenta di fornire valori consistenti e stabili, riducendo al minimo tempi di lavoro e costi.

Come anticipato dunque, l'UBEM che ha come finalità la pianificazione per la progettazione *ex novo* di aree e/o quartieri rappresenta la *baseline* per ulteriori sviluppi. Tale modello consente di verificare le ipotesi di base e determinare il grado di complessità del lavoro delle fasi successive relative alle ulteriori finalità. In alcuni casi, la *baseline* può essere utile per mostrare il potenziale futuro e ottenere l'attenzione degli stakeholder interessati, come responsabili delle PPAA, politici o proprietari di edifici, che possono così avere un'idea del modello finale, e quindi fornire supporto o risorse per la sua realizzazione. Per esempio, il modello *baseline* può essere utilizzato per simulare nuovi edifici, i corrispondenti fabbisogni energetici e le interazioni possibili tra edificio e fabbisogno, e, successivamente, può evolvere in BEM più personalizzati, lavorando sui singoli edifici all'interno di un più ampio piano principale.

La tipologia ha un'influenza significativa sul consumo energetico, contribuendo attraverso vari fattori come la geometria, la tipologia e la forma [12], così come l'ombreggiatura, l'illuminazione diurna e l'effetto dovuto al fenomeno dell'isola di calore [13]. Il processo di modellare e dare relazioni spaziali o caratteristiche alle città e ai quartieri è spesso iterativo e multidisciplinare, coinvolgendo discipline come design, ingegneria, economia e politica. In questo contesto, gli urbanisti e i responsabili politici possono utilizzare l'UBEM per acquisire informazioni rapide sui compromessi tra fabbisogno di energia e emissioni di CO₂ confrontando diverse combinazioni di tipologie urbane e caratteristiche ad esse associate. A ciò possono essere via via aggiunte considerazioni e aspetti tecnici di progettazione, come l'uso del suolo, la zonizzazione, l'economia urbana, i trasporti, la normativa vigente, aspetti di sicurezza.

Un UBEM *baseline* per progettazione a livello urbano e/o di quartiere dovrebbe utilizzare standard pertinenti e/o personalizzati templates parametrizzati per gli edifici, database relativi alle condizioni climatiche, alla tipologia degli edifici e ai materiali da utilizzare per la costruzione. L'UBEM non dovrebbe essere eccessivamente complicato e dettagliato, in modo da non aggiungere complessità e ostacolare la realizzazione di soluzioni e analisi semplici.

Il modello in questa fase può quindi essere semplice e utilizzare dati open come i dati climatici e dataset geospaziali per simulare la geometria degli edifici urbani esistenti negli studi di contesto, e successivamente selezionare, personalizzare e assegnare i templates dei parametri costruttivi appropriati per gli edifici esistenti. Molti piani urbanistici a livello di regione, provincia o città forniscono dati sotto forma di shapefile GIS. Questi file includono impronte di edifici, confini di giurisdizione a diversi livelli, linee centrali/linee mediane delle strade e altri dati, che, insieme alle informazioni sull'altezza degli edifici o sul numero di piani/livelli, sono sufficienti per costruire un modello geometrico del contesto urbano ed effettuare una simulazione di UBEM con differenti modelli di edifici.

Al fine di provvedere a piani di riqualificazione alla scala urbana e di quartiere, è necessario individuare qualitativamente e quantitativamente i risparmi energetici derivanti dagli interventi di riqualificazione, quando questi siano effettuati, applicati a tutti gli edifici di età, categoria o tipologia simile (ad esempio, case unifamiliari costruite prima del 1980). Queste informazioni possono essere estratte dai modelli non calibrati assegnando agli edifici esistenti con i nuovi modelli che descrivono, o riflettono, gli interventi effettuabili, come ad esempio un'illuminazione migliorata, un impianto più efficiente o un intervento di coibentazione delle superfici. Il modello e i risultati della simulazione mostreranno quindi il risparmio energetico per vari scenari di retrofit, compreso quale tipologia di edificio contribuisce in modo più significativo.

2.2 Approccio generale del progetto AUREE

Il progetto AUREE si propone di sviluppare e sperimentare uno strumento a supporto del miglioramento dell'efficienza energetica e del recupero del patrimonio edilizio a scala urbana. Lo strumento è basato su un portale web (WebGIS, GeoBlog), che contiene specifiche interfacce volte a condividere la conoscenza del patrimonio edilizio e promuovere la partecipazione degli stakeholder locali: occupanti delle unità immobiliari, decisori della PA, operatori del settore edile o altri attori con un interesse più generico.

La PA può utilizzare i contenuti di AUREE per sviluppare e condividere un'utile conoscenza di base sulle tipologie edilizie e le loro caratteristiche energetiche finalizzate alla diffusione delle migliori pratiche e allo

sviluppo di strategie e politiche. Gli operatori economici coinvolti nel processo di retrofit, che possono essere individuati sostanzialmente nei progettisti e nelle imprese, possono utilizzare la conoscenza del portale per indagare rapidamente le caratteristiche di un edificio di interesse e per avere una rappresentazione delle peculiarità del patrimonio edilizio locale al fine di migliorare la propria offerta di mercato. Inoltre, in quanto esperti del settore, potrebbero anche condividere *best practices* basate sul mercato locale e sulle tecnologie emergenti. Infine, gli occupanti delle abitazioni, o più in generale di una unità immobiliare, possono utilizzare l'abaco tipologico per essere più consapevoli del potenziale di riqualificazione energetica della proprietà, al fine di poter interagire meglio con professionisti e aziende e attuare un processo decisionale più informato. La metodologia è pensata per le piccole e medie città italiane, e si basa su fonti di dati comunemente disponibili sul territorio nazionale, quali dati *open* geografici, conoscenza del patrimonio edilizio legato all'urbanistica locale e riferimenti disciplinari tematici (norme tecniche, studi e letteratura grigia). Questi dati possono essere integrati con rapide attività di rilievo urbano che sono comunemente applicate nelle moderne pratiche di pianificazione urbana.

La metodologia consiste quindi in un protocollo di analisi e rappresentazione del patrimonio edilizio su base geografica, abbinato a uno strumento di comunicazione e coinvolgimento degli attori locali sviluppato sul portale WebGIS e organizzato in tre sezioni principali contenenti le informazioni geografiche e le specifiche interfacce di interazione con gli attori locali (figura 2.3):

- Edifici pubblici: costituisce uno strumento utile sia per il supporto alla gestione energetica degli edifici pubblici che per la promozione della trasparenza degli usi pubblici dell'energia;
- Patrimonio residenziale: contiene la rappresentazione spaziale della prestazione energetica del patrimonio edilizio, e mira a coinvolgere direttamente gli occupanti che, fornendo informazioni su una abitazione di interesse, hanno in riscontro alcuni suggerimenti per interventi di adeguamento specifici;
- Abaco Geografico: raccoglie e riordina le conoscenze su elementi ricorrenti del patrimonio edilizio su una interfaccia geografica (WebGIS), favorendone la diffusione non solo tra gli operatori del settore edile, ma anche presso un pubblico non tecnico.

Oltre a queste sezioni principali del portale, è poi possibile considerare tutti i livelli di contesto che, anche se non direttamente legati agli aspetti di efficienza energetica, possono in qualche modo influenzare il potenziale di ristrutturazione dell'edificato. Questi livelli raccolgono principalmente le normative locali sulle attività edilizie, sottolineando i fattori correlati al retrofitting energetico, e possono essere considerati come un insieme aperto di temi volti a creare una conoscenza di base condivisa tra i decisori e gli altri stakeholder nello sviluppo di un approccio olistico alla pianificazione urbana. Lo sviluppo di casi di utilizzo dell'approccio usato per AUREE, in maniera integrata con alcuni processi di pianificazione locale, potrà essere oggetto di futuri approfondimenti.

Nel caso degli edifici pubblici si propone un protocollo basato su procedure di audit energetico e monitoraggio tramite sensori, che ha due finalità principali. La prima finalità è correlata a obiettivi più generali, che riguardano la condivisione e la rappresentazione spaziale dei dati energetici e di altre caratteristiche edilizie rilevanti (servizi pubblici, valori storici, etc), al fine di migliorare la trasparenza degli usi pubblici dell'energia tra i cittadini. La seconda finalità ha un obiettivo più tecnico, rivolto a operatori e gestori degli edifici pubblici, e mira a supportare le fasi di progettazione, costruzione, monitoraggio e gestione di un intervento di riqualificazione energetica attraverso un framework combinato BIM e GIS. Per una presentazione più approfondita della metodologia e della sperimentazione riferita al patrimonio pubblico si rimanda alle attività e risultati dei partner di progetto dell'Università degli Studi di Cagliari – facoltà di ingegneria, descritti nei Report relativi alle linee di attività LA 1.33, LA 1.35, LA 1.37 (WP1 Tema di ricerca 1.5 PTR 2019-2021).

Questo lavoro si concentra sull'approccio sviluppato per il patrimonio edilizio residenziale, che riguarda lo sviluppo di un UBEM e l'impostazione delle interfacce dedicate del portale.

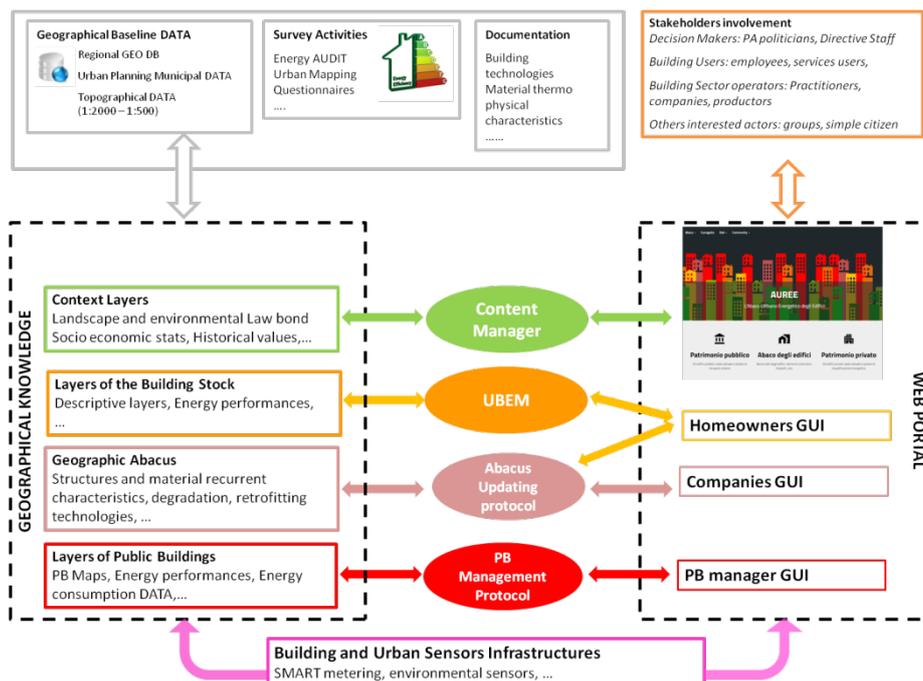


Figura 2.3 - Schema generale dello strumento AUREE.

La rappresentazione delle caratteristiche energetiche del patrimonio costruito residenziale si basa sullo studio delle tipologie edilizie e dei suoi elementi ricorrenti (Abaco), abbinato allo sviluppo di un modello energetico a scala urbana, che ha la finalità di valutare il potenziale di retrofit del patrimonio edilizio e coinvolgere eventuali proprietari di abitazione con dati più specifici sulla loro proprietà. Le sezioni dell'Abaco Geografico e del Patrimonio Residenziale sono fortemente interconnesse, infatti sono rappresentazioni diverse dello stesso insieme di informazioni basate su studi tipologici, risultati dell'UBEM e dati da interfacce partecipative. Tali fonti di dati sono disposte su due distinte sezioni del portale, caratterizzate da accessi aperti, e su una terza sezione, abilitata ai soli utenti che effettuino la registrazione. In altre parole, la conoscenza del patrimonio residenziale è rappresentata da tre sezioni del portale con un dettaglio incrementale e personalizzabile: l'Abaco Geografico, il Patrimonio Residenziale e la Sezione Immobiliare, come di seguito descritto.

2.2.1 Abaco Geografico

L'Abaco Geografico è un database spaziale che contiene principalmente informazioni tipologiche sul patrimonio edilizio, legate all'elemento geografico di riferimento (l'impronta dell'edificio). Le informazioni tipologiche raccolgono dati descrittivi su strutture edilizie, materiali e caratteristiche architettoniche, che sono una sintesi di uno studio del patrimonio edilizio locale basato su analisi documentali e rilievi urbani. Questi dati sono arricchiti dai risultati di un BEM e da scenari di retrofitting eseguiti per ciascun archetipo. La sezione Abaco raccoglie anche informazioni e suggerimenti rivolti agli utenti tecnici sulle tecnologie, sui sistemi proposti e sugli scenari di ristrutturazione, che potrebbero essere considerati una sorta di linea guida interattiva di ristrutturazione, specificatamente sviluppata per ciascuno tipologia edilizia.

2.2.2 Patrimonio Residenziale

La sezione del Patrimonio Residenziale presenta alcuni dati archetipici e una sintesi di un calcolo delle prestazioni energetiche eseguito per ogni edificio dall'UBEM appositamente sviluppato: l'utente generico del portale AUREE può selezionare un edificio di interesse tramite un'interfaccia con una mappa interattiva e attivare una pagina specifica del portale indirizzata a rappresentarne le caratteristiche energetiche. Mentre la sezione dell'Abaco Geografico si basa su dati altamente tipologici, ma sviluppa calcoli dettagliati eseguiti su un "edificio medio ideale", le schede accessibili dalla sezione del Patrimonio Residenziale si basano su un

UBEM che, pur essendo più semplificato nei calcoli, viene eseguito per ciascun corpo edilizio. Il primo è utile per rappresentare al meglio le soluzioni tecniche disponibili per l'adeguamento energetico, il secondo è più efficace sia per il confronto tra edifici, sia per la rappresentazione spaziale delle caratteristiche energetiche del patrimonio. Il calcolo UBEM tiene conto della geometria e dell'influenza del contesto locale dello specifico edificio, ma si basa sullo studio archetipico, basato su strutture e piante, e adotta un profilo standard di uso dell'energia.

2.2.3 Sezione Immobiliare

Nel caso in cui l'utente interroghi il portale per ricevere risultati e suggerimenti personalizzati, l'interfaccia di dialogo propone la compilazione di un questionario energetico di facile redazione, che attiva la sezione delle singole unità immobiliari o Sezione Immobiliare. Il questionario richiede informazioni su una specifica unità immobiliare, considerata ubicata sul corpo edilizio prescelto, al fine di ottenere dati personalizzati riguardanti geometrie e qualità interne, tipologie impiantistiche, destinazione d'uso e profilo di massima di utilizzo, e dati qualitativi relativi ad esempio al benessere termico percepito e alla volontà di realizzare azioni di riqualificazione energetica. Questi dati vengono combinati con i risultati tipologici dell'UBEM al fine di affinare il calcolo e fornire una rappresentazione più efficace delle caratteristiche energetiche dell'unità, che consentono all'occupante di:

- effettuare un confronto tra i propri dati di consumo energetico e quelli di edifici simili;
- effettuare un confronto tra i propri dati di consumo energetico e i risultati del modello simulativo;
- essere consapevoli delle opportunità e dei limiti del proprio edificio;
- ottenere supporto per possibili interventi di retrofit finalizzati al risparmio energetico, alla riduzione dei costi e al miglioramento del comfort;
- ottenere contatti di aziende locali.

Attraverso l'interazione con le parti interessate, lo studio tipologico può essere costantemente aggiornato e migliorato con informazioni più dettagliate sul patrimonio urbano (dati fisici e dati di profilo d'uso) e sulle tecnologie di retrofitting, che miglioreranno la significatività e l'efficacia degli strumenti di simulazione energetica. Inoltre, nell'immediato, queste informazioni aggiorneranno e amplieranno gradualmente i contenuti del portale con preziosi dati riferiti al contesto di studio.

2.3 Struttura dell'UBEM

La struttura dell'UBEM sviluppato e adottato in questo lavoro è il risultato dell'approccio metodologico impostato, basato sullo studio della letteratura effettuato durante la prima annualità e sulla fase dedicata alla sperimentazione, svolta durante nella scorsa annualità. La struttura è stata adattata al ruolo specifico del modello all'interno della metodologia, come mostrato precedentemente in [figura 2.3](#), alla scarsità dei dati di base e dei risultati delle attività di indagine sul posto inficiate dalle restrizioni COVID.

L'approccio sviluppato ha dovuto tener conto del fatto che, in contesti urbani medio - piccoli con clima mediterraneo, vi è una forte carenza di dati spazialmente dettagliati relativi alle problematiche energetiche del patrimonio edilizio. Le reti di servizi energetici urbani non sono comuni e i registri ufficiali sulle strutture edilizie e sugli impianti termici, spesso introvabili, non vengono comunque rilasciati come *open data*.

Anche i data base ufficiali dei certificati energetici edilizi non sono ancora operativi in Sardegna, così come in gran parte delle regioni italiane. Di conseguenza, è stato necessario implementare una metodologia di indagine basata su dati territoriali comunemente disponibili e rapide indagini urbane, al fine di raccogliere i dati di base necessari per una caratterizzazione energetica del patrimonio edilizio urbano tramite lo studio archetipico e lo strumento UBEM. Difatti, uno studio del contesto locale basato sulla indagine diretta su un gruppo di edifici può essere costoso e dispendioso in termini di tempo, perché dovrebbe essere coinvolto un campione statisticamente rappresentativo, al fine di ottenere ipotesi affidabili sul sistema edificio - impianto e sull'uso finale dell'energia.

D'altra parte nel mondo scientifico di riferimento, come sopra già descritto, non sono ancora definiti uno strumento e una procedura generalmente accettati per un'implementazione UBEM, a causa della variabilità sugli scopi dello studio, sulla disponibilità dei dati di base, sulle risorse e sui contesti normativi. Pertanto,

considerando l'obiettivo della ricerca, l'approccio proposto non utilizza i dati di consumo come informazioni di base, ma calcola una prestazione energetica a partire dai dati comunemente disponibili, cercando di coinvolgere gli occupanti della casa attraverso l'interazione con il portale, al fine di raccogliere informazioni più accurate, che possono essere utilizzate per perfezionare il modello energetico e il contenuto dell'abaco. In altre parole, la mancanza di dati di consumo su cui effettuare una vera e propria calibrazione del modello aumentandone l'affidabilità, sposta l'obiettivo dalla stima del fabbisogno a un calcolo di prestazione basato su ipotesi tipologiche, utile più a fini conoscitivi e di valutazione del potenziale del retrofit energetico, che per un vero e proprio calcolo della domanda energetica. Peraltro, visto lo scopo generale della metodologia, risulta preponderante l'interazione con l'occupante delle abitazioni, il quale può fornire, tramite il semplice questionario, alcune informazioni per raffinare il calcolo di prestazione effettuato per tipo, con dati della specifica unità immobiliare.

Una prima tematica che lo studio ha dovuto affrontare ha riguardato la questione di stabilire se, e con quale grado di affidabilità, un approccio basato sul contributo informativo volontario (VGI) tramite uno strumento web possa essere utilizzato per implementare una rappresentazione delle caratteristiche di efficienza energetica del patrimonio edilizio urbano, in un contesto di scarsa disponibilità di dati di base e risorse come quello scelto per il progetto. Più nello specifico la ricerca ha avuto come obiettivi di:

- sviluppare un quadro di indagine e rappresentazione ripetibile basato sui dati comunemente disponibili sul contesto regionale per la definizione di archetipi locali orientati all'energia;
- definire e testare le procedure che, integrate con lo studio tipologico, possano sviluppare un approccio UBEM semplice e ripetibile volto a supportare alla rappresentazione spaziale delle caratteristiche del patrimonio edilizio;
- definire e testare procedure strumenti partecipativi che mettano in relazione i contenuti tematici del portale con gli attori del processo e creino un processo continuo di aggiornamento della conoscenza condivisa.

L'idea di base per lo sviluppo dell'UBEM ha previsto l'utilizzo delle geometrie e lo studio delle tipologie architettoniche locali per calcolare le prestazioni dell'involucro edilizio alla scala del singolo edificio, utilizzando i profili d'uso standard della normativa e le combinazioni impiantistiche più diffuse nel contesto. Il risultato del calcolo del fabbisogno netto dell'involucro, ottenuto dall'UBEM per ogni edificio, viene poi aggregato per sezione censuaria, dove, unitamente ai dati ISTAT e alle statistiche derivanti dalle interazioni degli utenti con il portale, è calcolato il fabbisogno energetico teorico del comparto. Si imposta così per ogni sezione censuaria una sorta di edificio equivalente, che comprende la somma delle superfici disperdenti e dei parametri che definiscono il fabbisogno netto dell'involucro, permettendo così di impostare lo stato attuale e il potenziale di eventuali scenari efficientamento.

Il diagramma (figura 2.3) mostra schematicamente la struttura finale dell'approccio alla modellazione energetica proposto in questo lavoro. Il processo parte da uno studio tipologico del contesto basato sui dati disponibili sul patrimonio edilizio ricavati dalla pianificazione urbanistica locale e sugli *open data* territoriali integrato con la conoscenza esperta dei luoghi e una speditiva attività di rilievo urbano. Tale conoscenza di base permette di ricavare le tipologie edilizie generali, ed eventualmente alcune tipologie specifiche, ed è utilizzata per impostare gli abachi delle strutture edilizie (pareti, coperture, basi, finestre) e degli impianti più diffusi. La conoscenza così strutturata è utilizzata per eseguire delle simulazioni energetiche degli edifici tipologici (BEM) con strumenti coerenti con la normativa vigente (serie UNI TS 11300) e per impostare un semplice UBEM di tipo analitico, utile a rappresentare tutto il contesto urbano. I risultati del BEM e dello studio tipologico confluiscono in gran parte nella sezione dell'Abaco. L'UBEM è capace di eseguire per ogni edificio il calcolo del fabbisogno netto invernale ed estivo dell'involucro edilizio in maniera simile alla normativa. I risultati della modellazione sono utilizzati in diverse sezioni del portale:

- la scheda edificio, che rappresenta le *performance* energetiche dei corpi di fabbrica nel contesto analizzato, definite completamente dall'UBEM e dalle ipotesi tipologiche iniziali;
- la scheda unità immobiliare, che utilizza i dati inseriti tramite il questionario per personalizzare i risultati dell'UBEM e fornire suggerimenti di retrofit e recupero della unità;

- la scheda scenari urbani, che utilizza le statistiche sul patrimonio immobiliare (ISTAT, ENEA) per completare il calcolo energetico al fine di comporre scenari riferiti alle sezioni censuarie.

La metodologia di calcolo proposta supporta così l'interazione con gli utenti del portale fornendo i dati di base per i contenuti delle interfacce di dialogo con gli utenti. Inoltre, coerentemente con le finalità generali di questi strumenti, può essere utilizzata per definire le statistiche e i valori descrittivi del patrimonio con un riferimento spaziale coerente con le sezioni censuarie ISTAT. Al momento la metodologia proposta presenta tre livelli di attuazione:

- il primo, meno strutturato, comprende le attività di studio tipologico e di pre-processing dei dati di base;
- il secondo, tutto in ambiente GIS desktop, si appoggia ai *tool* sviluppati in questo lavoro e riguarda l'attività di rilievo urbano e il calcolo del fabbisogno netto dell'involucro per ogni edificio;
- il terzo, interamente svolto lato web, che completa la modellazione energetica applicando i sistemi tecnologici e supporta l'interazione dinamica con gli utilizzatori del portale.

I dettagli dell'adattamento del calcolo di normativa per l'esecuzione nel *tool* GIS sono stati già presentati nel report relativo alla LA 1.27 (WP1 Tema di ricerca 1.5 PTR 2019-2021). Sono state eseguite modifiche alla struttura dei dati di input, che verranno argomentate nel paragrafo successivo, che hanno richiesto alcuni adeguamenti minori sui codici degli algoritmi, lasciando largamente inalterato l'impianto del calcolo e le formule del modello energetico adottate. I *tool* impostati in ambiente QGIS-Graphical Modeler, pur mantenendo l'articolazione originale, sono stati adattati alla nuova struttura dei dati di ingresso, perciò attualmente sono disponibili due versioni dei *tool* GIS: una versione che esegue la procedura di calcolo con i dati di ingresso più dettagliati riferiti ai Volumi Edilizi (VE) ad alle Unità Edilizie (UE), utilizzati nella scorsa annualità, e l'ultima, che utilizza il rilievo più semplificato impostato successivamente. Sono stati inoltre scritti alcuni nuovi strumenti (toolset "G_Aggregazione"), che supportano nell'aggregazione, su base censuaria (figura 2.4), dei risultati ottenuti per ogni edificio, al fine di sintetizzare gli scenari urbani come descritto nei successivi paragrafi 2.3.5, 2.3.6.

Riassumendo quanto già descritto nel report precedente, la struttura dei modelli sviluppati in ambiente QGIS – Graphical Modeler è la seguente:

- *toolset* A: supporta nel rilievo urbano e nella preparazione della base geometrica partendo dal DB topografico RAS;
- *toolset* B: ricava per ogni edificio le geometrie ed i volumi per il calcolo energetico;
- *toolset* C: ricava per ogni edificio i fattori di scambio termico (trasmissione, solare, ventilazione, attività interne) e calcola le stagioni di riscaldamento e raffrescamento, secondo procedure UNI 11300 TS;
- *toolset* D : ricava per ogni edificio il fabbisogno netto per riscaldamento e raffrescamento e prepara il file da caricare nel portale come base per le interfacce del portale;
- *toolset* E: ricava per ogni edificio le energie consegnate e gli indici di efficienza per alcune tipologie impiantistiche comuni secondo la metodologie mostrata nello scorso report;
- *toolset* G: aggrega il fabbisogno netto per sezione censuaria e ricava lo stato attuale ed alcuni scenari secondo la metodologia mostrata in questo report.

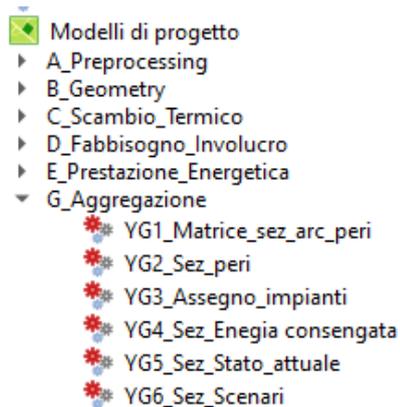


Figura 2.4 - Struttura del tool GIS.

Per i dettagli del codice si rimanda al DB geografico, che costituisce l'Allegato 1 a questo lavoro.

In questa sede si presenta il ruolo del calcolo energetico sviluppato all'interno della metodologia attraverso le sue relazioni con le sezioni del portale: l'abaco tipologico, la scheda edificio, la scheda unità immobiliare e gli scenari a scala urbana. La struttura di UBEM proposta supporta l'operatività attuale del portale (figura 2.5) e inoltre si configura come uno strumento per raccogliere e strutturare i feedback degli utenti del portale per due finalità principali:

- supportare l'aggiornamento dei contenuti del portale in maniera dinamica, soprattutto della sezione abaco tipologico;
- raccogliere e strutturare i feedback degli utenti del portale per un successivo affinamento delle procedure esistenti e lo sviluppo di altre sezioni.

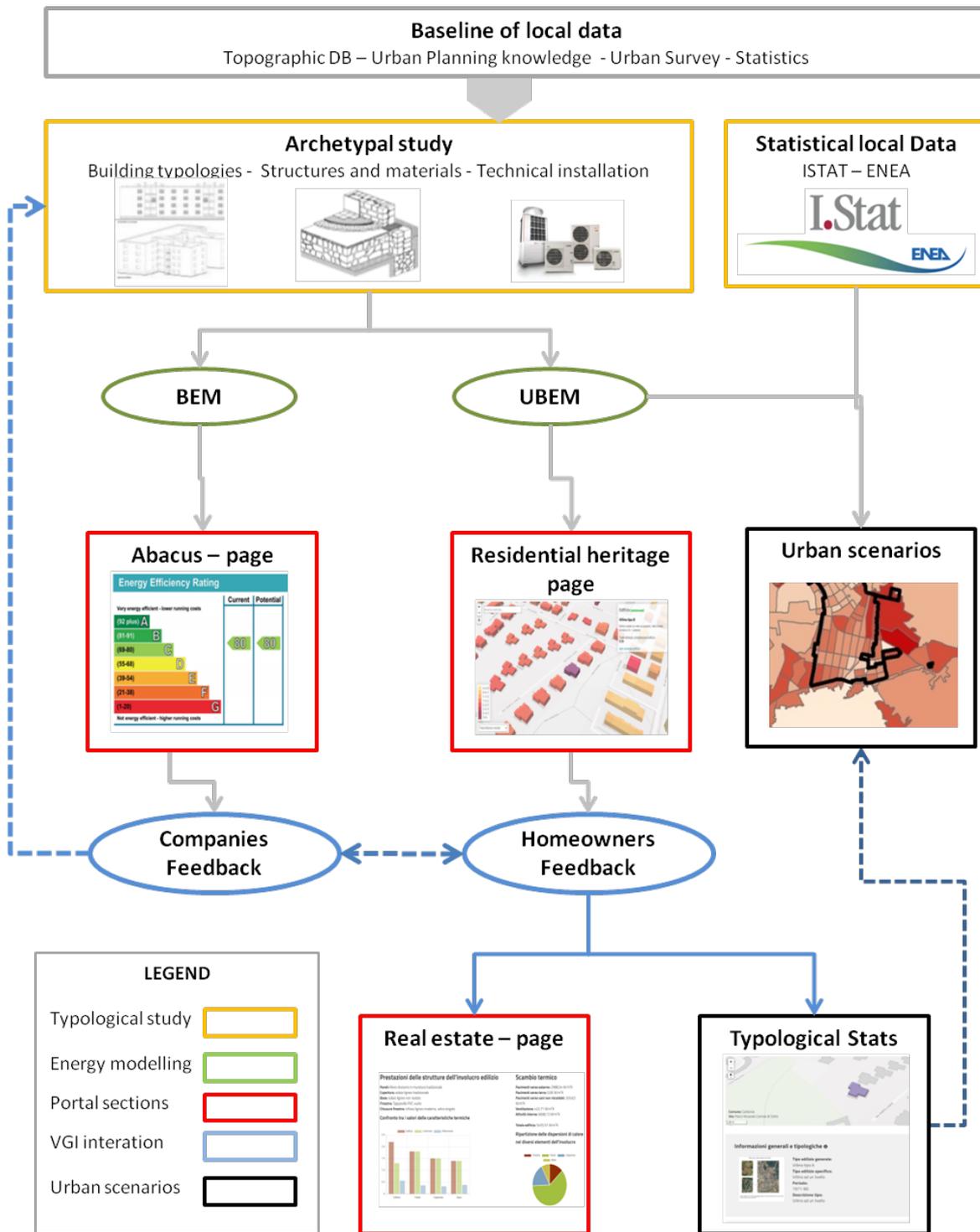


Figura 2.5 - Diagramma generale delle interazioni tra UBE e sezioni del portale.

2.3.1 Attività di rilievo e *pre-processing*

L'attività di *pre-processing* ha subito alcune variazioni, rispetto a quella presentata nella scorsa annualità, basate sui risultati della sperimentazione. Riassumendo quanto già ampiamente discusso nel report relativo alla LA 1.27 (WP1 Tema di ricerca 1.5 PTR 2019-2021), i dati di partenza e le attività di base strettamente necessarie allo svolgimento della metodologia possono essere così elencate:

- Dati tabellari relativi alla normativa (clima, parametri di calcolo, etc);
- Trattamento preliminare dei dati spaziali (GIS- CAD, etc) partendo da Data Base Geo-Topografico RAS (DBGT) 1:2000 eventualmente integrato con le CTR 1:10.000;
- Studio del contesto locale e impostazione dell'approccio tipologico (abachi strutture, impianti, archetipi involucro, etc);
- Impostazione ed esecuzione delle attività di rilievo urbano per l'*input* manuale dei dati.

I risultati ottenuti nella fase di sperimentazione hanno evidenziato diverse criticità, relative alle attività di *pre-processing* e di preparazione dei dati di base, riferibili ai seguenti aspetti:

- obsolescenza del dato cartografico;
- individuazione delle unità edilizie;
- coerenza tra DBGT, rilievo e stato di fatto.

Il dato topografico disponibile per il caso studio, così come quelli degli altri DB regionali in genere, è aggiornato con una certa regolarità, tuttavia un'attività di completamento non trascurabile si è resa necessaria nelle aree caratterizzate da edilizia più recente (post 2011). Parimenti il DB spaziale organizzato per volumi edilizi (VE) ed edifici (UE) si è dimostrato non sempre adatto alla impostazione delle zone termiche, richiedendo talvolta un intervento manuale di correzione. Molta attività manuale è stata spesso necessaria per tracciare le pertinenze delle UE, sulla base delle quali la procedura GIS effettua l'assegnazione delle superfici finestrate, perché la divisione dei lotti nel DB non è sempre coerente con l'articolazione dei corpi di fabbrica e delle proprietà. Altro aspetto critico del DB multi precisione 1:2000 utilizzato come base è la sua copertura territoriale: il DB è presente per tutte le urbanizzate del territorio regionale, ma i centri rurali minori e le frazioni spesso non sono rappresentate. Per questi l'unica cartografia disponibile rimane il DB 1:10000 che spesso non ha una articolazione abbastanza dettagliata dei corpi di fabbrica per poter individuare efficacemente la zona termica alla base del calcolo, e perciò può richiedere ancora una volta attività di immissione manuale delle geometrie di base.

Confrontando i valori geometrici (altezze, superfici e volumetrie) della base topografica di alcuni edifici risalenti al periodo della Fondazione con il modello progettuale noto degli stessi, si sono evidenziati degli scostamenti non sempre trascurabili.

Per indagare l'influenza di questo aspetto, è stato eseguito un confronto tra le geometrie rilevate mediante la modalità riportata nel Report relativo alla linea di attività LA 1.27 (WP1 Tema di ricerca 1.5 PTR 2019-2021) con quelle rilevate con la nuova metodologia impostata nella presente LA 1.28 rispetto ai modelli progettuali della Fondazione. Le valutazioni effettuate sulla onerosità delle attività di rilievo e sulla sensibilità dei dati di ingresso rispetto alla bontà dei risultati del calcolo termico dell'edificio, hanno portato a definire necessaria una semplificazione dei dati di ingresso. La nuova modalità di rilievo proposta durante questa annualità è stata testata ampliando l'area di studio fino a comprendere la quasi totalità del centro urbano, in modo da avere una misura dell'entità della fase di *pre-processing* effettuata su un contesto più ampio, rispondendo alle seguenti criticità:

- limitare quanto più possibile le attività legate all'immissione e modifica manuale delle geometrie;
- tralasciare il rilievo delle variabili che non hanno un effetto rilevante sul fabbisogno energetico o che possono essere specificate tramite l'apporto partecipativo;
- non perdere il patrimonio informativo già disponibile nei dati di ingresso o facilmente rilevabile, che può essere legato a indirizzi e consigli di recupero ed efficientamento energetico.

L'articolazione con due riferimenti geometrici VE ed UE utilizzata nella scorsa annualità, per quanto coerente con l'articolazione del DB multi precisione della RAS, complica l'attività di rilievo rendendola possibile solo

ad un operatore con conoscenze CAD e GIS. Inoltre il DB 1:2000 RAS non copre la mappatura di tutto il territorio, perciò per le aree rurali è comunque necessaria una attività manuale di preparazione della base dati. Per facilitare le attività di rilievo e *pre-processing* dei dati spaziali rendendole compatibili con una esecuzione completa in ambiente Web da parte di un operatore con basse o nulle conoscenze CAD e GIS, si è scelto di limitare ad un solo elemento geometrico l'individuazione del corpo di fabbrica che, nell'ambito delle ipotesi di base assunte dall'UBEM, coincide con la zona termica di calcolo. Tale elemento coincide con l'Unità Edilizia (UE) del DB multi precisione, UE a cui i dati geometrici si associano ai dati tipologici.

Vista la difficoltà di modellare i vani non riscaldati interni alla zona termica, e l'onere non trascurabile di una individuazione dei corpi scala esterni per tutti gli edifici ove possibile, la superficie disperdente verso vani non riscaldati interni alla zona termica (in genere i vani scala) viene tralasciata, con un conseguente aumento a compensazione delle superfici disperdenti direttamente verso l'esterno.

Gli infissi e i serramenti prevalenti sono assegnati per tipo e periodo di costruzione, lasciando alla interazione tramite il questionario l'onere di ricavare delle statistiche a riguardo più rappresentative del contesto.

Con la finalità di rendere omogenea la modellazione tra gli edifici di cui sia disponibile la base topografica 1:2000 e quelli di nuova immissione, impostando così una metodologia e degli strumenti a carattere più generale, la geometria viene ricavata per tutti gli edifici sulla base della impronta al suolo e del numero di piani assegnato durante il rilievo. I livelli "abitati" fuori terra e interrati rilevati durante le attività della scorsa annualità sono stati comunque utilizzati per impostare correttamente la "superficie climatizzata" che ha un forte peso sulla prestazione energetica finale. Lo schema dei dati rilevati in questa annualità, e riferiti all'area di studio estesa a tutto il centro, sono riportati in **tabella 2.1**. La tabella mostra sei variabili obbligatorie da assegnare alla unità immobiliare (presenti anche nella prima sezione del questionario), ed alcune opzionali, rilevate per esplicitare aspetti dello studio specifico ma che possono essere omesse nei casi più generali. In particolare sono state inserite le variabili utili a descrivere il patrimonio della fondazione, che presenta spesso notevoli cambiamenti rispetto al modello progettuale originale. Il dato opzionale "periodo di costruzione secondario" è legato ad ampliamenti e modifiche rilevanti del corpo di fabbrica: questo, tramite l'abaco, permette di assegnare al corpo di fabbrica, in maniera pesata, una diversa tipologia di materiale sulla base del grado di modifica (impostato su quattro livelli percentuali utili al rilievo speditivo, come riportato in **tabella 2.2**). Le tipologie di chiusura di copertura (**tabella 2.3**) e di base (**tabella 2.4**) assegnano direttamente il coefficiente di trasmissione dell'elemento edilizio e specificano se siano presenti livelli abitati nel sottotetto e nel seminterrato. Nello sviluppo del caso studio si sono sperimentate anche due variabili opzionali utili a specificare i casi in cui siano presenti più livelli interrati abitati o più livelli "attico".

Questi dati, combinati con i parametri geometrici tipologici riportati nel DB del tipo edilizio (**tabella 2.5**), permettono il calcolo delle superfici climatizzate con la formula

$$Sup_clima = [area]*[n^{\circ}liv_clima]*[Rs_Floor] + [area]*[n^{\circ}liv_st]*[Rs_basem] + [area]*[n^{\circ}liv_ta]*[Rs_sott]$$

dove:

[area] = superficie della impronta al suolo

[n°liv_clima] = numero livelli climatizzati fuori terra, ossia il numero di livelli tolta meno il piano terra se non climatizzato

[n°liv_st] = numero livelli seminterrati o interrati abitati

[n°liv_ta] = numero livelli attici o sottotetti abitati

[Rs_Floor], [Rs_sott], [Rs_basem] = incidenza tipica della sup climatizzata sull'area lorda del livello tipo, del sottotetto, e del piano seminterrato inseriti nella definizione di tipologia edilizia

e individuano le strutture edilizie sulla base del tipo edilizio e del periodo di costruzione principale. Nel caso non siano disponibili le incidenze della superficie climatizzata per tipo edilizio, il *tool* calcola le superfici lorde e applica le formule semplificate della normativa (UNI/TS 11300-1: 2008, par 13.3; prospetto 7, UNI/TS 11300-1: 2008).

Tabella 2.1 - Nuovi dati di rilievo, riferiti alla unità immobiliare.

codice	Descrizione	NOTA
Arch / Arch_sp	Assegnazione del tipo edilizio generale o specifico se disponibile per gli edifici della Fondazione	Coerente con lo studio preliminare dei tipi edilizi generali e specifici - (*)
Periodo	Periodo di costruzione principale (intervalli ISTAT)	Ricavato da interpretazione delle ortofoto storiche, combinato con zonizzazione urbanistica- (*)
Periodo_2	Periodo di costruzione secondario, qualora presente e riferibile ad una parte rilevante del volume edilizio	Dato opzionale
Modifica	Grado di modifica dell'edificio della fondazione: trascurabile, bassa, media, alta	Dato opzionale, utilizzato per effettuare dell'analisi aggiuntive per il patrimonio della fondazione.
Unità	N° di unità immobiliari riscaldate	Il dato sarebbe in teoria ricavabile dal DB del catasto, ma non è stato possibile accedervi, perciò per svolgere verosimilmente il calcolo si è assegnato un valore tipologicamente compatibile - (*)
Colore	Colore (scuro, medio, chiaro) della muratura importante nel calcolo del guadagno termico solare delle sup. opache	Dato opzionale, il valore medio è settato come default, ma nel nostro lavoro è stato oggetto di rilievo.
Base prev	Tipologia prevalente di chiusura di base, da questo valore dipende il coefficiente di trasmissione della struttura di base (tabella 2.4).	Permette di individuare quando il livello inferiore della zona termica sia a contatto con locali non climatizzati fuori terra o seminterrati - (*)
Cop prev	Tipologia prevalente di chiusura di copertura, da questo valore dipende il coefficiente di trasmissione della struttura di copertura (tabella 2.3).	Permette di individuare la morfologia della copertura (orizzontale ed inclinata) e quando sia presente un sottotetto/attico abitato da comprendere nella superficie climatizzata - (*)
N° livelli ft	N° livelli fuori terra (abitati e non), senza l'eventuale livello di sottotetto abitato caratterizzato da un ridotto utilizzo della superficie utile dell'impronta al suolo	(*)
N° livelli st	N° livelli fuori seminterrati abitati	Dato opzionale, Serve per modellare i casi in cui siano più di un livello seminterrato abitato
N° livelli at	N° livelli attico che sfruttano una parte della superficie utile dell'impronta al suolo	Dato opzionale, Serve per modellare i casi in cui siano più di un livello attico/sottotetto abitato
(*) dato obbligatorio		

Tabella 2.2- Grado di modifica degli edifici della Fondazione.

codice	Descrizione	NOTA di calcolo
trascurabile	non sono rilevabili modifiche rilevanti per gli aspetti energetico costruttivi	100% strutture originarie della fondazione
bassa	modifiche modeste che incidono meno del 20% della sup. disperdente, e poco nulla sulla sup utile	80% strutture originarie della fondazione 20% strutture del periodo secondario
media	modifiche che incidono tra il 20% e il 50% sup disperdente, ma con peso limitato nella sup utile	60% strutture originarie della fondazione 40% strutture del periodo secondario
alta	modifiche oltre il 50% sup disperdente e con forti modifiche della sup utile (sopraelevazioni, affiancamenti di notevole estensione, etc)	40% strutture originarie della fondazione 60% strutture del periodo secondario

Tabella 2.3 - Tipologia prevalente livelli di copertura.

codice	Descrizione	r_btr
r_btr_0	senza sottotetto, copertura inclinata	1
r_btr_1	sottotetto non abitabile chiuso, non isolato	0,8
r_btr_2	sottotetto non abitabile chiuso ed isolato	0,7
r_btr_3	sottotetto ventilato	1
r_btr_4	sottotetto abitabile o attico	1
r_btr_5	sottotetto non abitabile con finestre, non isolato	0,9
r_btr_00	senza sottotetto, copertura orizzontale	1

Tabella 2.4 - Tipologia prevalente livelli di base.

codice	Descrizione	btr_base
base_1	controterra	0,5
base_2	basamento fuori terra	0,65
base_3	int-semint non abitato	0,75
base_4	int-semint abitato	0,5
base_5	livello fuori terra non riscaldato	0,8
base_6	esterno (pilotis, passaggi auto,..)	1
base_7	non rilevabile	0,65

L'impostazione del tipo edilizio ha seguito prevalentemente l'approccio già esposto nella scorsa annualità, determinando la tipologia generica per il patrimonio del dopoguerra e per l'edilizio tradizionale, e utilizzando i modelli progettuali della Fondazione come tipologia specifica (una sintesi dello studio è riportata nella sezione dei risultati, ma per maggiori dettagli si rimanda al Report LA 1.35 -WP1 Tema di ricerca 1.5 PTR 2019-2021). Dal punto di vista dei contenuti del DB impostato per questo lavoro, è importante evidenziare che le informazioni raccolte non sono solo funzionali alla esecuzione del calcolo energetico, ma devono supportare anche la rappresentazione nel portale AUREE, ossia devono essere adeguate a diversi scopi:

- contenere le informazioni necessarie al calcolo energetico su GIS;
- contenere le informazioni minime da mostrare nelle schede del portale (tipo, edificio, abitazione);
- contenere i dati necessari a supportare la visualizzazione della simulazione BEM nella pagina tipologica.

Rispetto alla precedente articolazione sono presenti semplificazioni dovute alla eliminazione del calcolo delle superfici disperdenti verso vani scala interni al corpo di fabbrica e all'utilizzo del valore del rapporto finestrato medio per le facciate verso i lotti. Anche gli intervalli temporali utilizzati per assegnare le strutture edilizie per i tipi generali sono stati semplificati sulla base della evoluzione della normativa energetica degli edifici e della conoscenza del luogo (**tabella 2.6**). Per maggiori dettagli metodologici e sui contenuti si rimanda al Report relativo alla LA 1.35 (WP1 Tema di ricerca 1.5 PTR 2019-2021) ed alla consultazione del DB geografico (Allegato 1 al presente Report).

Tabella 2.5 - Struttura dei dati della tipologia edilizia.

Codice	Descrizione
arch_env	Codice univoco che identifica il tipo edilizio
Parent	Se si tratta di un tipo specifico, identifica il tipo generico di cui è una sotto classe
titolo	Denominazione breve di tipo che si visualizza sempre nel portale
Descrizione	Descrizione lunga del tipo edilizio
Ordine	Codice per l'ordinamento di visualizzazione nei menù del portale
imm_1	Immagine: schema grafico riassuntivo
imm_2	Immagine: planimetrie e prospetti
Fonte	Fonte dei dati: bibliografia, edificio medio
Floor_H	Altezza media utile dell'interpiano
Basem_H	Altezza media utile del seminterrato quando abitabile e perciò considerato nel volume riscaldato
Pilot_H	Altezza media dei piani pilotis o altri vani esterni come passaggi auto, etc
GIR_t	Rapporto finestrato tipico medio delle facciate
GIR_a	Rapporto finestrato tipico della facciata verso strada
GIR_b	Rapporto finestrato tipico della facciata verso altro elemento dell'edificio
GIR_c	Rapporto finestrato tipico della facciata verso proprio lotto
GIR_d	Rapporto finestrato tipico della facciata verso altra proprietà
GLR_e	Rapporto finestrato tipico nella copertura
Rs_plant	Incidenza della superficie climatizzata sulla lorda nel piano tipo
Rs_sott	Incidenza della superficie climatizzata sulla lorda nel sottotetto tipo
Rs_Basem	Incidenza della superficie climatizzata sulla lorda nel seminterrato tipo
Cmt	Capacità termica superficiale interna desunta da prospetto UNI 11300

Tabella 2.6 - Schema di assegnazione delle strutture con i nuovi intervalli temporali.

STRUTT	ARCH	ANTE_60	1961_90	1991_2005	OLTRE_2005
e_wall	gen_A1	e_wall_1	codice univoco della struttura:
..	gen_A2	e_wall_3	e_wall_1, e_wall_2...
..

2.3.2 Pagina dell'Abaco Geografico

Come già accennato, l'Abaco Geografico è una banca dati di informazioni spaziali che raccoglie e rappresenta le conoscenze sugli elementi ricorrenti del patrimonio edilizio, alla base dello sviluppo di UBEM, favorendone la diffusione tra gli operatori del settore e destinatari non tecnici, facilitando il collegamento tra offerta e domanda del mercato.

Nella sezione Abaco, gli utenti possono consultare la mappa degli archetipi edilizi e apprendere informazioni attraverso una struttura organizzata per livelli successivi di conoscenza di dettaglio (figura. 2.6): dalle nozioni essenziali, inerenti l'efficienza edilizia, alle tecnologie di retrofit, fino ai requisiti tecnici rivolti all'utenza prettamente tecnica. In altre parole, i contenuti disciplinari dell'Abaco sono assimilabili a quelli di una linea guida tecnica e/o costruttiva, strutturata come un ipertesto multimediale a base spaziale, che ne facilita la consultazione.

I contenuti informativi dell'Abaco derivano in gran parte dall'approccio conoscitivo tipologico, svolto sul contesto locale, e dalle simulazioni energetiche, svolte per gli edifici tipo. A questo, sono integrate statistiche ricavate dalle informazioni volontarie derivanti dai feedback degli utenti del portale. Al fine di ottemperare al quadro normativo sulla privacy, le risposte complete del questionario saranno visibili solo all'utente che lo

compila, mentre nell'Abaco saranno incluse solo le statistiche per tipologia e le rappresentazioni rielaborate per classi di valore.

La prima pagina della sezione, accessibile a tutti gli utenti del portale, costituisce il primo livello conoscitivo e presenta una mappa dell'area di studio tematizzata per tipo edilizio e periodo di costruzione, dove è possibile selezionare un edificio di interesse e attivare un link, che permette l'accesso alla scheda tipologica vera e propria dedicata all'archetipo dell'elemento selezionato, accessibile direttamente anche da un elenco presente nella pagina riassuntiva iniziale della sezione Abaco.

La scheda tipologica costituisce il secondo livello di approfondimento, ancora principalmente dedicato agli utenti non tecnici, e funge da *hub* per esplorare alcune tematiche legate all'efficienza dell'edificio e al suo uso. La conoscenza rappresentata nella scheda tipologica deriva da tre fonti informative (figura 2.6):

- conoscitiva, derivante dallo studio tipologico e dalle attività di rilievo urbano;
- interattiva, derivante dai questionari compilati dagli utenti del portale;
- di calcolo, derivante dalla modellazione energetica di dettaglio per tipo edilizio.

Lo studio preliminare del patrimonio e l'attività di rilievo urbano, che assegnano il "tipo edilizio" e il periodo di costruzione a ogni edificio dell'area di studio, sono la base dati che permette di rappresentare sinteticamente la consistenza e le caratteristiche peculiari della tipologia edilizia dell'elemento selezionato: il sistema interroga il DB delle strutture e dei tipi edilizi integrati nel portale tramite la chiave del tipo edilizio e del periodo di costruzione presente nel layer geografico, rappresentando, nella scheda tipologica, gli schemi architettonici del tipo edilizio, le strutture e i materiali assegnati. Il sistema inoltre, basandosi sui dati dell'intera area di studio, ricava anche grafici e statistiche relative alla numerosità e consistenza della tipologia edilizia nei diversi periodi di costruzione. Ciò permette di rappresentare facilmente il "peso" del tipo edilizio selezionato rispetto al contesto e di valutarne la performance energetica dell'involucro edilizio tramite il confronto con i limiti di legge vigenti.

La scheda riporta alcune statistiche descrittive ottenute raccogliendo le risposte dei questionari per tipo edilizio, ed eventualmente per periodo di costruzione. Le statistiche descrivono alcune caratteristiche che possono avere una maggiore variabilità all'interno dello stesso tipo edilizio, come la tipologia di serramenti, gli impianti più diffusi, il profilo d'uso, lo stato di conservazione, etc.

Infine la scheda tipologica riporta una sintesi dei risultati di alcune simulazioni energetiche effettuate sull'edificio medio con software certificati, al fine di mostrare le potenzialità di efficientamento energetico del tipo edilizio, con anche una stima economica dell'investimento e del tempo di ritorno. L'appartamento tipo è stato definito in funzione alla sua posizione nel corpo di fabbrica, che è selezionabile nella scheda: ultimo piano, piano terra e piano intermedio, per le tipologie multilivello; caposchiera, intermedio e isolato per le altre. Ogni appartamento tipo è stato simulato a partire da alcune configurazioni impiantistiche comuni nel contesto di studio, selezionabili dinamicamente nel portale, per le quali si propongono tre livelli di intervento di efficientamento, graduati in funzione del grado di propensione all'investimento e della possibilità di modifica del sistema edificio impianto: basso, medio, alto. Il sistema impostato permette comunque l'aggiornamento dinamico della scheda tipologica con l'inserimento, tramite interfaccia Web, di nuove simulazioni e/o nuove configurazioni di impianti di base per ogni tipologia edilizia. Anche l'aggiornamento dell'area di studio o delle tipologie stesse produce immediati risultati nella visualizzazione. Dalla scheda tipologica è poi possibile accedere a diversi contenuti più tecnici, che rappresentano il terzo livello di approfondimento conoscitivo, come approfondimenti su tecnologie di retrofit, voci di capitolato, dettagli di calcolo delle simulazioni energetiche, linee guida per la selezione degli interventi nello specifico tipo edilizio etc. Al momento questi contenuti sono stati sviluppati per i tipi edilizi della fondazione.

Per maggiori dettagli sulla metodologia e sui risultati delle simulazioni effettuate si rimanda al Report sulla LA 1.35 (WP1 Tema di ricerca 1.5 PTR 2019-2021).

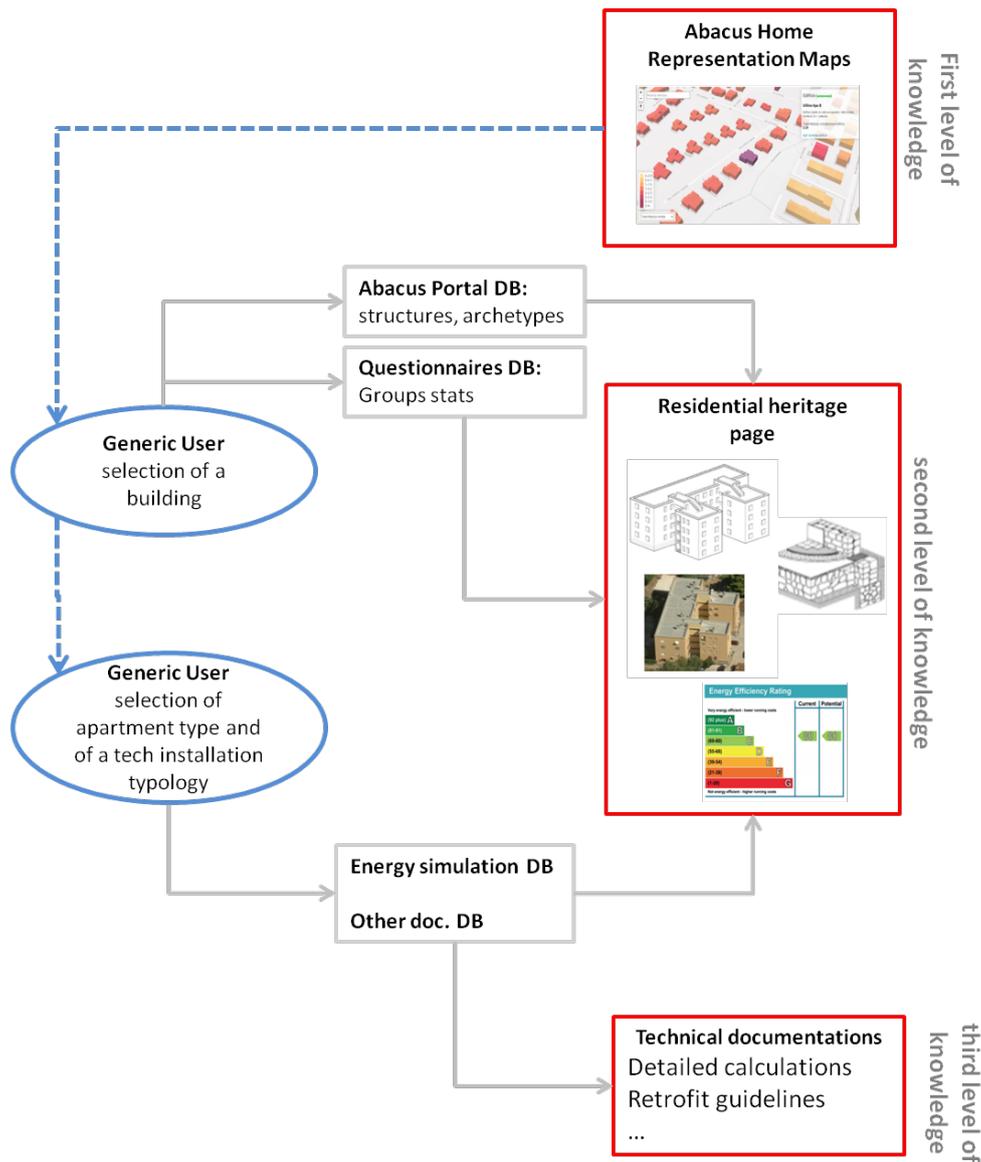


Figura 2.6 - Contenuti dell'Abaco e interazione con gli utenti.

2.3.3 La scheda edificio

L'obiettivo generale della pagina è invogliare l'utente generico del portale a esplorare il patrimonio edilizio rappresentato, in modo da aumentare le sue conoscenze anche attraverso la compilazione del questionario (figura 2.7). A tale scopo, la scheda permette di eseguire il confronto tra l'edificio selezionato con altri edifici del contesto urbano, attraverso la consultazione visuale di mappe tematizzate che adottano le metriche basate sul calcolo effettuato dall'UBEM. Come già accennato, la pagina si basa principalmente sullo studio tipologico e sui risultati dell'UBEM ricavati per i corpi di fabbrica, motivo per cui la scheda è disponibile per gli edifici presenti nell'area di studio per i quali è stata eseguita la modellazione energetica.

Nella scheda sono illustrate le caratteristiche generali dell'edificio, la sintesi dei risultati del calcolo di fabbisogno di energia utile, invernale ed estivo, dell'involucro edilizio dell'edificio selezionato e il confronto con l'edificio di riferimento e con l'edificio medio.

L'edificio di riferimento è un modello ideale avente forma uguale a quello selezionato, ma caratteristiche dell'involucro e degli impianti settate a valori coerenti con le normative vigenti per un edificio di nuova costruzione. Questo modello è stato introdotto dalla normativa italiana (DM del 26 giugno 2015) per ricavare

la classe energetica riportata negli Attestati di Prestazione Energetica (APE) come differenza prestazionale tra l'edificio reale e lo standard per nuove costruzioni.

L'*edificio medio* è caratterizzato da parametri prestazionali con valori ricavati dalla media tra gli edifici presenti nell'area simili per tipologia, periodo di costruzione e geometria (superficie utile, rapporto S/V) a quello selezionato. Mentre l'edificio di riferimento ha prestazioni in generale molto distanti da quelle di un edificio non ancora ristrutturato, l'edificio medio assume valori dei parametri che tengono conto delle condizioni del patrimonio edilizio locali, e può essere facilmente utilizzato per evidenziare la qualità dell'edificio selezionato rispetto al contesto.

Il confronto dei valori prestazionali avviene tramite mappe, grafici, testi e note di approfondimento formulate per un pubblico non tecnico, ed è suddiviso in tre sezioni (**figura 2.7**):

- la prima riporta i parametri riferiti ai principali elementi dell'involucro edilizio (pareti, copertura, basamento e finestre);
- la seconda riguarda gli impianti per i servizi energetici (riscaldamento, raffrescamento, ACS);
- la terza presenta una sintesi della prestazione globale e invita alla compilazione del questionario.

I parametri prestazionali dell'involucro sono pre-calcolati nella mappa e basati sulle assunzioni tipologiche effettuate per periodo di costruzione. I sistemi adottati per i servizi energetici sono caratterizzati da maggior variabilità nel contesto, perciò si lascia all'utente la possibilità di selezionare tra sistemi più diffusi localmente, in modo da poter valutare una condizione più prossima a quella di interesse. Il confronto è poi effettuato sul calcolo di alcuni parametri di efficienza energetica relativi al periodo annuali annui e all'unità di superficie utile, basati sugli impianti selezionati: Energia Primaria non rinnovabile annua; Emissioni annua di CO₂, Spesa annua per il servizio. Infine inserendo un valore di superficie utile di una unità immobiliare del volume edilizio selezionato, il sistema calcola i valori globali di efficienza e la classe energetica di quell'unità, esplicitando il potenziale di retrofit teorico dell'immobile. Al fine di avere stime più corrette e per suggerimenti personalizzati di retrofit, l'utente è invitato a compilare il questionario.

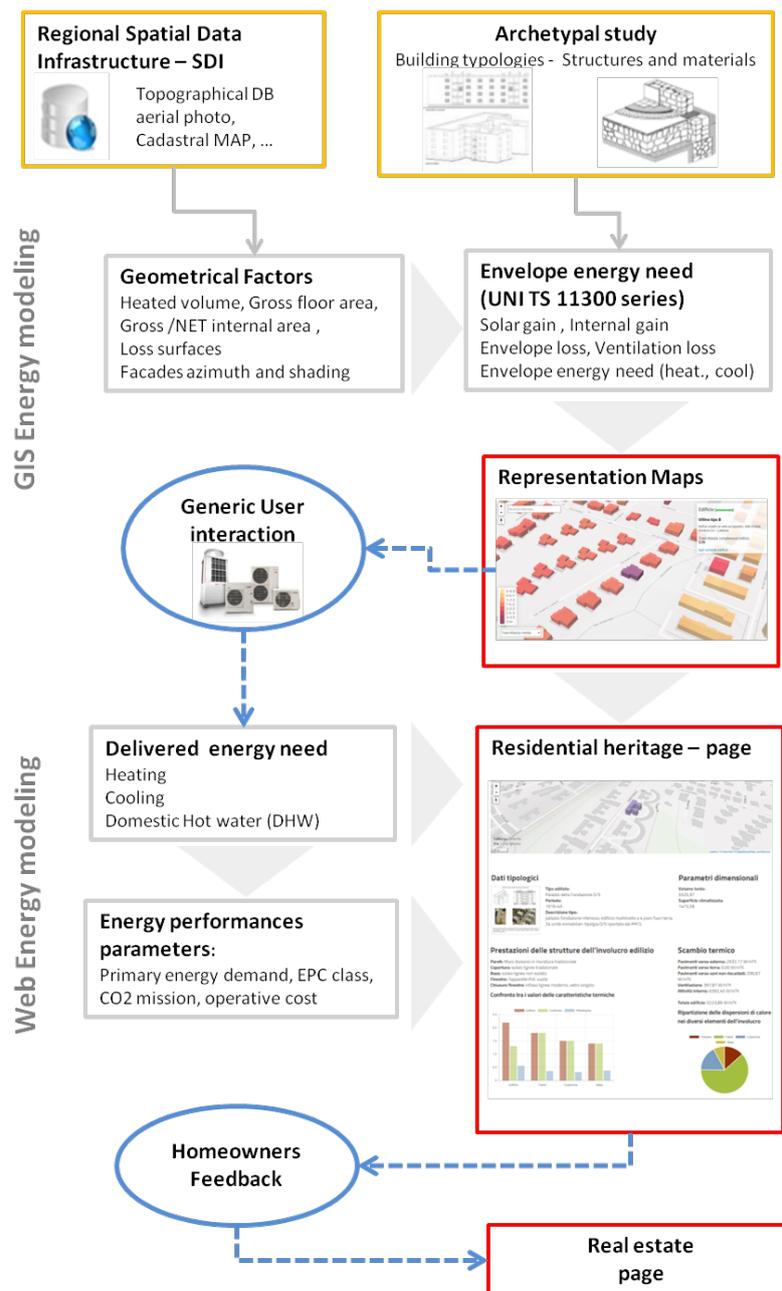


Figura 2.7 - Contenuti della pagina edificio e interazione con gli utenti.

2.3.4 Scheda unità immobiliare

La scheda relativa all'unità immobiliare viene creata a seguito della compilazione del questionario energetico e ha l'obiettivo di dare dei suggerimenti di retrofit personalizzati. Poiché generata a seguito di informazioni inserite dall'utente, i contenuti della scheda sono accessibili solo dal profilo di quest'ultimo, mentre le informazioni inserite confluiscono nell'Abaco solo tramite statistiche per tipo edilizio. La scheda della unità immobiliare è indirizzata un pubblico non tecnico, perciò mantiene pressoché la stessa struttura e lo stesso linguaggio della scheda edificio, con contenuti aggiornati sulla base delle informazioni introdotte e con una sezione di suggerimenti personalizzati di buona gestione del sistema edificio-impianto e proposte di retrofit. Sono riportate di seguito le relazioni tra il calcolo eseguito per edificio dai *tool* GIS e il questionario, e come queste generino i contenuti della scheda.

Il questionario è suddiviso in alcune sezioni principali organizzate a seconda del tipo di dato richiesto:

- Informazioni generali del corpo di fabbrica in cui si trova l'unità immobiliare (ubicazione, tipologia edilizia, periodo di costruzione, tipo di chiusura di base e di copertura, numero di piani, etc);
- Informazioni sull'involucro (superficie interna, superfici disperdenti, precedenti interventi di retrofit, caratteristiche delle finestre, etc);
- Informazioni sugli impianti presenti (riscaldamento, raffrescamento, ACS, RES);
- Profilo di utilizzo degli impianti (tempi di utilizzo, porzione di casa con impianti di condizionamento, etc);
- Altri dati (comfort, consumi energetici, obsolescenza impianti, profilo occupante, disponibilità ad investire e soddisfazione generale dell'immobile).

La struttura del questionario e le domande stesse sono state sviluppate e testate nell'arco delle scorse annualità, coinvolgendo dapprima un gruppo di partecipanti locali con questionari di *audit* energetico standard, e poi durante il testing della Beta del portale. I risultati della sperimentazione hanno mostrato che molti dei partecipanti avevano riscontrato difficoltà nella scelta del tipo di struttura edilizia tra le opzioni riportate e nella definizione dei sottosistemi degli impianti. Pertanto, il questionario implementato nel portale richiede solo il tipo edilizio ed il periodo di costruzione, lasciando la definizione dei materiali dell'involucro allo studio tipologico impostato preliminarmente. Inoltre si è adottata una definizione sintetica dei sistemi per i servizi energetici degli edifici (riscaldamento, raffrescamento, ACS), che comprende già tutti i parametri necessari al calcolo delle performance energetiche sulla base dei rendimenti tipi dei sistemi. Come ben noto in letteratura, le domande più critiche sono quelle relative alla quantizzazione del consumo di energia, che richiede di raccogliere autonomamente i dati delle bollette. Considerando lo scopo principale dello strumento AUREE, l'approccio per il modulo web è quello di identificare la fascia di spesa per i servizi energetici e non più il dato esatto. Questa informazione potrà comunque essere utilizzata per fornire opportuni suggerimenti di retrofit dedotti dal confronto degli indici di consumo energetico calcolati con le ipotesi di calcolo standard e pesati su altre risposte al questionario.

La procedura implementata nel sistema (**figura 2.8**) fornisce come primo risultato il fabbisogno energetico netto dell'involucro (invernale/estivo) calcolato dall'UBEM per l'intera struttura dell'edificio. Qualora la tipologia edilizia lo preveda, la procedura GIS calcola anche i fabbisogni dell'involucro dei livelli all'ultimo piano, al piano terra e al piano intermedio. Difatti, le informazioni inserite riguardo le superfici disperdenti della unità immobiliari permettono di identificare l'ubicazione della stessa nel corpo di fabbrica e quindi di selezionare la procedura corretta per la definizione del fabbisogno netto (step 1).

A partire dalle informazioni inserite nel questionario a riguardo di eventuali interventi di isolamento termico delle superfici disperdenti, e a riguardo del tipo di finestre e serramenti prevalenti della unità immobiliare, il sistema modifica il fabbisogno netto assunto inizialmente dalla procedura (step 2).

L'energia consegnata e i conseguenti parametri legati al vettore energetico (CO₂, costo di esercizio, etc) verranno quindi calcolati (step 3), considerando la superficie utile dichiarata, tramite i rendimenti termici tipici delle tecnologie impiantistiche selezionate e assumendo un profilo di utilizzo standard (set point di temperatura per riscaldamento/raffrescamento 20°/26, regime continuo, etc).

Utilizzando i risultati di prestazione energetica così rimodulati e le informazioni inserite nel questionario, il sistema propone alcuni suggerimenti di intervento sintetizzati secondo una logica di livello di intervento leggero e pesante. Le informazioni di tipo qualitativo sono utilizzate per individuare consigli più generali

riferiti alla ristrutturazione delle unità abitative e al miglioramento del comfort interno percepito. Tale sezione, che non vuole essere sostitutiva a uno studio condotto da un professionista, ha il semplice scopo di trasmettere conoscenze di base sul potenziale di retrofit dell'unità immobiliare, definito come la differenza tra la prestazione effettiva e quella della stessa se completamente ristrutturata.

Per sperimentare l'interfaccia con utenti, è stata implementata lato web una procedura di calcolo semplificata per l'esecuzione dei passaggi dedicati all'adeguamento del calcolo alle risposte del questionario, andando a modificare la procedura per il calcolo del fabbisogno netto invernale, in quanto questo è di maggior peso sul fabbisogno totale energetico. Nel calcolo standard i fattori termici legati alla ventilazione e all'utilizzo degli ambienti sono gli stessi per tutte le abitazioni e dipendono solo dalla superficie interna degli ambienti che per altro è specificata nel questionario. Il guadagno di calore solare è intrinsecamente considerato sul fabbisogno energetico dell'involucro calcolato per il livello preso in considerazione. Rimane da valutare la variazione del fabbisogno netto per gli interventi di retrofit nell'involucro edilizio e per la specificazione delle tipologie di serramenti prevalenti. Il sistema quindi modifica il fabbisogno netto di partenza tramite le (1) (2) (3) che si basano sulle superfici disperdenti, calcolate da strumenti GIS, e sulla differenza di trasmittanza tra i materiali ipotizzati nello studio tipologico e quelli individuabili dalle risposte degli utenti (step 2).

(1)

dove:

= *fabbisogno netto dell'involucro (piano terra, intermedio, ultimo, isolato) calcolato con la procedura GIS*

= *fabbisogno netto involucro modificato*

= *gradi giorno locali*

, , , = *superfici delle strutture disperdenti (copertura, base, pareti, finestre)*

, , , = *valori di trasmittanza impostati con lo studio tipologico (tipo edilizio e periodo di costruzione)*

, , , = *valori di trasmittanza impostati risposte del questionario*

tr, ta = fattori di trasmissione del calore verso vani non riscaldati (chiusura di copertura e di base)

(2)

(3)

dove :

= *fabbisogno netto involucro della unità*

= *fabbisogno di energia consegnata della unità*

= *superficie climatizzata dal questionario*

= *superficie climatizzata considerata nel calcolo GIS*

= *rendimento termico tipico dell'impianto*

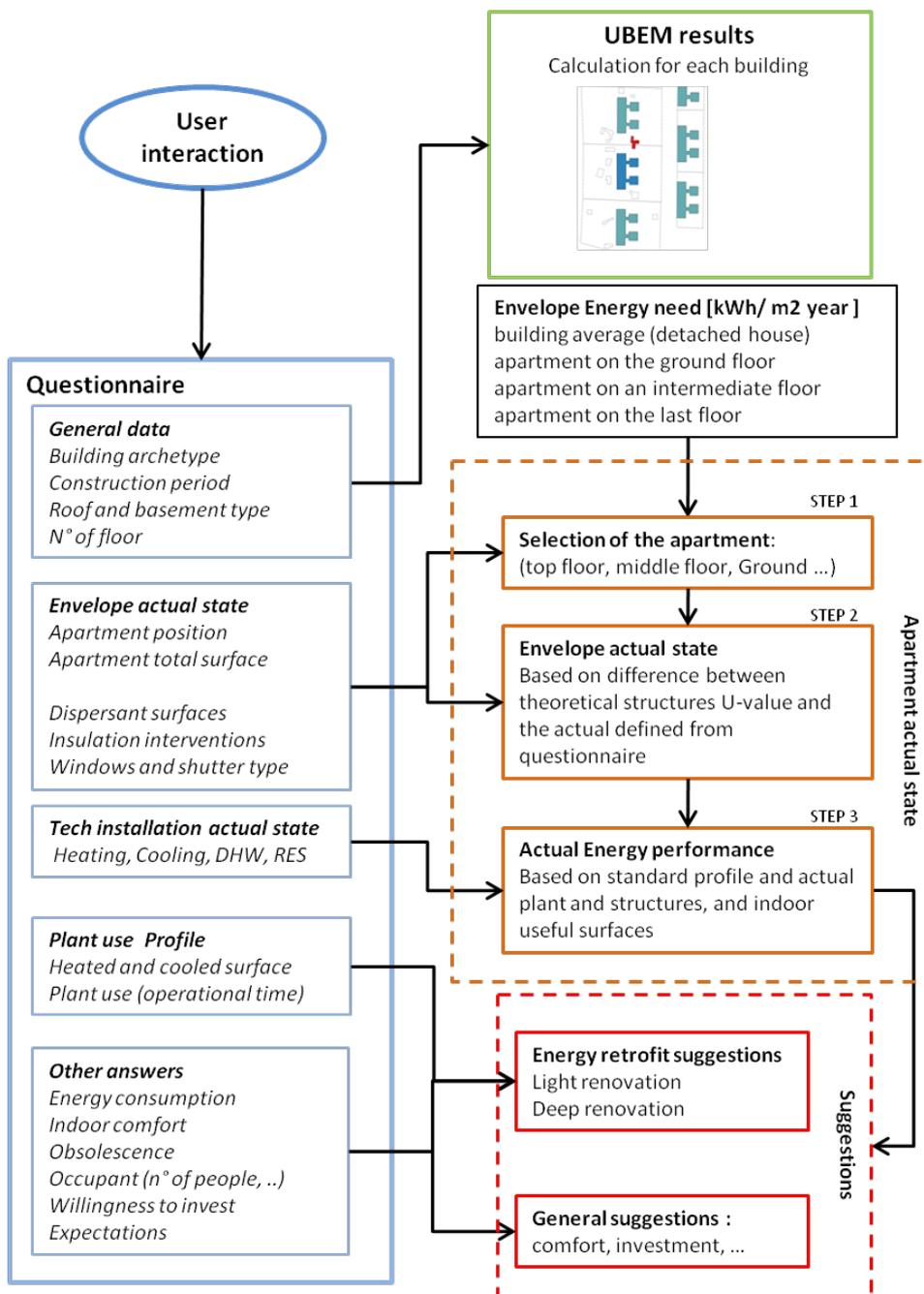


Figura 2.8 - Diagramma della scheda unità immobiliare.

2.3.5 Assegnazione degli impianti e scenario di stato attuale.

Per calcolare le performance energetiche e il potenziale di retrofit su uno specifico edificio, il portale richiede direttamente all'utente di effettuare una assegnazione del sistema impiantistico nella unità immobiliare, per poi proseguire con la procedura di calcolo. Passando alla scala urbana, per proseguire la modellazione energetica e definire lo stato attuale del patrimonio edilizio, è necessario assegnare i sistemi impiantistici agli edifici, o a un gruppo di essi, sulla base di un qualche criterio tipologico o spaziale. Coerentemente ad altri esempi in letteratura, alcune caratteristiche del patrimonio edilizio non sono ragionevolmente conoscibili per singolo edificio e perciò devono essere assegnate per classi o tipologia di corpo di fabbrica o per un raggruppamento spaziale basato sui dati disponibili. A tal fine, la sezione censuaria ISTAT è spesso utilizzata per riassumerne con indici e quantità medie i risultati di modelli urbani, anche sviluppati a scala di maggiore dettaglio, per alcune motivazioni principali:

- molti dati di ingresso sono noti al massimo a quella scala (demografia, attività, etc);
- possono essere una scala spaziale a cui aggregare dati eventualmente noti per ogni singola abitazione per la tutela della privacy;
- in ambito urbano coincidono spesso con gli isolati e perciò sono la scala ideale per produrre indici e indicatori tematici da confrontare con altre variabili censuarie;
- sono spesso utilizzate come base geografica per lo sviluppo metodi statistici per la stima del fabbisogno o per la calibrazione e validazione dei modelli.

Per superare questa limitazione, la metodologia sviluppata in questo lavoro si propone di utilizzare l'interazione degli utenti col portale per definire delle statistiche di incidenza dei diversi tipi di impianti per tipo edilizio e per anno di costruzione. In altre parole, il fluire dei dati provenienti dalla compilazione del questionario energetico permette di conoscere le tipologie impiantistiche più diffuse nel contesto, mettendole in relazione con le caratteristiche dell'edificio e della abitazione o anche dei fruitori della stessa. Si possono così strutturare delle matrici di incidenza da utilizzare per ripartire il fabbisogno netto degli edifici aggregato per ogni sezione censuaria, sulla base delle loro caratteristiche tipologiche. Infatti nel questionario sono chieste informazioni sia di tipo tipologico che relative alla unità immobiliare (per i dettagli si rimanda alla descrizione del questionario) che possono essere aggregate secondo specifici criteri, in modo da avere valori applicabili a tutto il patrimonio. Le tipologie edilizie e l'impostazione del questionario permettono la compilazione anche per edifici non direttamente presenti nell'area di studio, creando così delle statistiche che possono essere ritenute valide per tutto il contesto. Le tipologie generali utilizzate per Carbonia sono in gran parte applicabili anche per tutto il contesto territoriale più ampio regionale o per il Sud Sardegna. L'ampliamento dei contesti e delle aree di studio sarà oggetto di successive sperimentazioni.

Più nello specifico, le matrici d'incidenza sopraccitate, riporteranno le distribuzioni delle configurazioni impiantistiche, disponibili nel portale, nelle diverse tipologie edilizie, ripartite anche per periodo di costruzione (**tabella 2.7**). Tali tipi di relazioni possono essere impostate anche per altre informazioni presenti nel portale riguardo ai profili d'uso (il tempo di accensione, la superficie climatizzata) e alle spese medie annue per i servizi energetici. Combinando queste matrici di incidenza con uno studio di profili eseguiti con monitoraggio e sopralluoghi, si possono sviluppare anche approcci di calibrazione e validazione della modellazione urbana.

Tabella 2.7 - Esempio di tabella di incidenza: distribuzione dei tipi di impianti

Tipologia	Periodo	Risc_1	Risc_2
Gen_B1	Ante 1961	%	%	
	1961 – 1990	%	%	
	1991-2005	%	%	
	2005 -2015	%	%	
	Post 2015	%	%	
Gen_B2			
....				

È tuttavia evidente che l'approccio sopra descritto potrà essere testato solo a seguito della raccolta di un numero statisticamente rilevante di informazioni dai questionari. Al momento, le procedure sono state definite e testate su un campione di partecipanti coinvolti nel testing della Beta, che per numero ancora esiguo di informazioni, non permette l'impostazione delle tabelle di incidenza con il dettaglio necessario. Perciò, per testare le procedure di rappresentazione e sintesi degli scenari per sezione censuaria, si è applicata una differente metodologia, che permette di definire statistiche relative agli impianti disponibili incrociando i dati forniti dai data base ufficiali ENEA ed ISTAT con i risultati di un campione limitato.

I dati del Censimento delle Abitazioni e della Popolazione (CPA) mette a disposizione alcuni dati sul patrimonio edilizio e sul suo uso, che possono essere utilizzati per ricavare informazioni medie per ambito comunale e sezione censuaria. Il censimento è aggiornato a cadenza decennale fino al 2011, e attualmente è in svolgimento il "Censimento Permanente"¹, che dovrebbe consentire un aggiornamento con frequenza temporale maggiore. Come evidenziato nel Report relativo alla LA 1.27 (WP1 Tema di ricerca 1.5 PTR 2019-2021), i servizi di analisi dati ISTAT per esterni, sono stati parzialmente sospesi durante il periodo della pandemia, cosa che non consente al momento di stabilire le reali potenzialità di tali dati. Le informazioni riferite del CPA 2011 sono state aggiornate con i dati ENEA, relativi agli interventi di riqualificazione energetica ed *Ecobonus*, per stimare il peso degli interventi di retrofit energetico effettuati sul patrimonio edilizio negli ultimi dieci anni. Tali dati sono resi pubblici con dettaglio nazionale e regionale nei report periodici curati dall'ENEA², ma è possibile estrarli anche per il comune desiderato. In questo modo, utilizzando il "numero degli interventi", oppure il "risparmio energetico" per le diverse tipologie di retrofit incentivate, è possibile stimare la variazione di performance del patrimonio edilizio comunale degli ultimi 10 anni.

Per questo studio sono stati considerati i dati relativi all'arco temporale compreso tra il 2014 e il 2019, mentre si è utilizzata una interpolazione lineare per la stima estesa al periodo 2011-2020. Il "numero di interventi" è poi stato rapportato al totale delle abitazioni riscaldate e al totale delle abitazioni tratte dal CPA 2011 per ottenere una percentuale comunale, da applicare per ogni sezione censuaria del patrimonio edilizio precedente il 2011. Si è preferito usare il "numero degli interventi" e poi calcolare l'incidenza la variazione del fabbisogno teorico secondo le procedure e gli abachi dell'UBEM per mantenere delle metriche di calcolo comparabili. Per il patrimonio edilizio più recente, realizzato dopo il 2011 e caratterizzato da una limitata incidenza per l'area di studio, si sono impostate le soluzioni impiantistiche più diffuse nel periodo temporale preso in considerazione. I dati possono essere aggiornati periodicamente con l'aggiornamento dei dati ENEA e del censimento ISTAT.

Le soluzioni impiantistiche più diffuse nel contesto sono state ricavate dall'analisi dei dati di risposta ai questionari e col supporto di esperti locali, e sono state messe in relazione con le tipologie di impianti ricavabili dal CPA ISTAT. In questo modo, per il patrimonio residenziale ante 2011 si sono potute impostare alcune probabili configurazioni impiantistiche, alle quali assegnare le percentuali di incidenza ricavabili dai dati ISTAT (CPA 2011 - **tabella 2.8**), modificate con i dati ENEA sugli interventi di efficientamento (**tabella 2.9**), e riportate nelle successive **tabella 2.10** e **tabella 2.11**. Similmente si è agito per la restante parte del patrimonio successiva al 2010, ma in questo caso si sono utilizzati prevalentemente i risultati dei questionari e la conoscenza esperta.

Gli impianti, con i loro rendimenti tipici, sono gli stessi adottati per la modellazione dei casi esempio della "scheda edificio" e della "scheda della unità immobiliare", e i dati relativi ad essi sono utilizzati per la definizione del "fabbisogno netto dell'involucro", necessario per calcolare l'energia consegnata e gli altri parametri di efficienza (EPgl, Epi, CO₂, etc). Ciò contribuisce a rendere le rappresentazioni a diversa scala (unità immobiliare, edificio, sezione censuaria) coerenti tra loro.

Le formule utilizzate per il calcolo (vedi Report relativo alla LA 1.27 -WP1 Tema di ricerca 1.5 PTR 2019-2021), sono una semplificazione di quelle della normativa (UNI 11300 parti 2-3), che calcolano l'energia consegnata (Qhd, Qcd) prendendo in considerazione i rendimenti tipici del sistema di generazione e di utilizzazione dell'impianto considerato. I principali indici di efficienza dell'edificio sono poi ricavati moltiplicando l'energia

¹<https://www.istat.it/it/censimenti-permanenti/popolazione-e-abitazioni>

²[https://www.pubblicazioni.enea.it/le-pubblicazioni-enea/raee-rapporto-annuale-efficienza-energetica.html?filter_tag\[0\]=46](https://www.pubblicazioni.enea.it/le-pubblicazioni-enea/raee-rapporto-annuale-efficienza-energetica.html?filter_tag[0]=46)

consegnata ricavata e l'energia elettrica degli ausiliari per i coefficienti di conversione dei vettori energetici della normativa ossia (**tabella 2.12**):

- EP,nren [kWh]= Fattore di Energia primaria da fonti non rinnovabili, totale e al mq
- EP,ren [kWh] = Fattore di Energia primaria da fonti rinnovabili, totale e al mq
- EP,tot [kWh]= Fattore di Energia primaria totale, totale e al mq
- CO₂ [Kg] = fattore di emissione di CO₂, totale e al mq
- Euro [euro] = costo annuo teorico (in condizioni standard), totale e al mq

Nella sezione dei risultati si presenta una delle possibili rappresentazioni dello stato attuale aggregato per sezione censuaria, basato sulla procedura qui descritta.

Naturalmente, considerando che i dati di partenza sono noti edificio per edificio, si possono impostare anche rappresentazioni differenti indirizzate ad esplicitare aspetti specifici e peculiari del contesto.

$$Qd_x = Q_x + Ql_{xu} + Ql_{xg} \quad (4)$$

dove;

$$Ql_{xg} = Q_x * (1 - \eta_g) / \eta_g$$

$$Ql_{xu} = Ql_{xg} * (1 - \eta_u) / \eta_u$$

Dove

Qd_x = fabbisogno di energia da fornire all'impianto per soddisfare il fabbisogno stagionale (Qdh , Qdc);

Q_x = fabbisogno di energia utile stagionale (Qh , Qc);

Ql_{xu} = perdite di calore stagionali del sottosistema di utilizzazione (emissione, regolazione, distribuzione);

Ql_{xg} = perdite di calore stagionali del sottosistema di generazione;

η_u = rendimento termico tipico del sottosistema di utilizzazione, tratto da abaco;

η_g = rendimento termico tipico del sottosistema di generazione, tratto da abaco.

$$Qaux_x = (aux_tipo) * h * G * Ql_{sx} + Ql_{gx} \quad (5)$$

dove:

$Qaux_x$ = fabbisogno di energia elettrica per ausiliari sistemi di riscaldamento e raffrescamento;

aux_tipo = consumo orario di ausiliari tipico del sistema impiantistico tratto da abaco;

G = giorni stagione (estate inverno), h = ore al giorno (8 in inverno e 4 in estate).

Tabella 2.8 - Sintesi dei dati del CPA (ISTAT 2011) utilizzati.

Dato CPA 2011		n° abitazioni	Incidenza sul totale ab.	formula	Ipotesi impianto più probabile
a1	Totale Ab. Occupate	11830			
a2	Abitazioni vuote	1611	12,0	$a2/(a1+a2)*100$	nessuno
a3	Totale abitazioni	13441			
a4	Abitazioni riscaldate	8578	63,8	$a4/a3*100$	
a5	Ab. con Risc. Centralizzato	1090	8,1	$a5/a3*100$	Caldaia centralizzata a gasolio e termosifoni
a6	Ab. Risc. Autonomo per la totalità abitazione	2521	18,8	$a6/a3*100$	Caldaia autonoma a gas con termosifoni
a7	Ab. Risc. Con impianti singoli che serve pressoché la totalità della abitazione	2804	20,9	$a7/a3*100$	Pompa di calore aria-aria
a8	Ab. Risc. Con impianti singoli che serve una parte della abitazione	4329	32,2	$a8/a3*100$	Pompa di calore aria-aria
a9	Ab. Occ. con impianto di raffrescamento (dato provinciale 2011)	3757,208	31,8		Pompa di calore aria-aria
dati ricavati					
b1	Ab. Occupate prive di impianti	3252	24,2	$(a1-a4)/a3*100$	Stufette elettriche
b2	Ab. con impianti che servono tutta la superficie	6415	47,7	$(a5+a6+a7)/a3*100$	Pompa di calore + Caldaia utoonoma + caldaia centralizzata
b3	Ab. con solo impianti solo parziali	2163	16,1	$(a4 - b2)/a3*100$	Pompa di calore aria-aria
b4	Ab. con impianti integrativi (ossia con due impianti di risc ad integrazione)	2166	16,1	$(a8 - b3)/a3*100$	Pompa di calore + altro

Tabella 2.9 - Sintesi degli interventi di riqualificazione energetica incentivati tramite ECOBONUS (ENEA).

Interventi Efficiamento (ENEA)		totale interventi (2014-2019)	incidenza Ab. Risc (2014 - 2019)	Incidenza Ab. Tot (2014 - 2019)	Proiezione Ab. Risc. (2011 - 2021)	Proiezione Ab. Tot. (2011 - 2021)
e1	Isolamento delle Pareti verticali	28	0,3	0,2	0,6	0,4
e2	Isolamento delle pareti orizzontali o inclinate	23	0,3	0,2	0,3	0,2
e3	Sostituzione Infissi	264	3,1	2,0	4,9	3,2
e4	Solare termico	45	0,5	0,3	1,0	0,6
e5	Schermature	17	0,2	0,1	0,4	0,2
e6	Caldaia a condensazione	55	0,6	0,4	1,5	1,0
e7	Pompa di calore	293	3,4	2,2	6,2	4,0
e8	Building Automation	0	0,0	0,0	0,0	0,0
e9	Altro (anche sistemi a biomassa)	55	0,6	0,4	1,1	0,7

Tabella 2.9 - Sintesi delle incidenze degli impianti riscaldamento ed ACS utilizzate per gli scenari urbani.

Tipologia di impianto di riscaldamento più probabile	numero abitazioni	patrimonio pre 2011	patrimonio post 2011
Caldaia Centralizzata a gasolio con termosifoni, con Boiler Elettrico per ACS	877	6,5	0,0
Caldaia a gas con termosifoni, con ACS integrata	2296	17,1	0,0
Caldaia a condensazione e termosifoni, con ACS integrata	130	1,0	5,0
Caldaia a condensazione pannelli bassa temperatura, con ACS integrata		0,0	20,0
Sistema biomassa ad aria forzata, con Boiler Elettrico per ACS	95	0,7	5,0
Pompa di calore ante 2015, per tutta l'abitazione, Boiler Elettrico per ACS	2644	19,7	35,0
Pompa di calore ante 2015, parte della abitazione, Boiler Elettrico per ACS	2003	14,9	0,0
Pompa di calore post 2015, per tutta l'abitazione, Caldaia condensazione per ACS	267	2,0	35,0
Pompa di calore post 2015, Caldaia condensazione per ACS	267	2,0	0,0
Abitazioni occupate senza riscaldamento, con Boiler Elettrico per ACS	3252	24,2	0,0
Abitazioni non occupate	1611	12,0	0,0
Totale abitazioni	13441	100,0	100,0

Tabella 2.10 - Sintesi delle incidenze degli impianti raffrescamento utilizzate per gli scenari urbani.

Tipologia di impianto di raffrescamento più probabile	numero abitazioni	patrimonio pre 2011	patrimonio post 2011
Pompa di calore ante 2015, totale	2538	18,9	50,0
Pompa di calore ante 2015, parziale	4063	30,2	0
Pompa di calore post 2015, totale	267	2,0	50,0
Pompa di calore post 2015, parziale	267	2,0	0,0
Abitazioni occupate senza raffrescamento	6308	46,9	0,0
Totale abitazioni	13441	100	100

Tabella 2.11 - Fattori di conversione in energia primaria (allegato 1, Decreto Requisiti Minimi 26.06.2015).

VEETTORE ENERGETICO	fP,nren	fP,ren	fP,tot	fCO2 [Kg/kWh]	Euro/kWh
Energia elettrica	1,95	0,47	2,42	0,433	0,204
Gas naturale	1,05	0	1,05	0,197	0,084
GPL: Propano (C3H8)	1,05	0	1,05	0,228	0,174
GPL: Butano (C4H10)	1,05	0	1,05	0,231	0,174
GPL: Miscela 70% di (C3H8) + 30% di (C4H10)	1,05	0	1,05	0,229	0,174
Gasolio	1,07	0	1,07	0,264	0,113
Olio combustibile	1,07	0	1,07	0,270	0,113
Carbone	1,1	0	1,1	0,340	0,120
Biomasse solide	0,2	0,8	1	0,041	0,063
Biomasse liquide	0,4	0,6	1	0,082	0,063
Biomasse gassose	0,4	0,6	1	0,082	0,063
Teleriscaldamento	1,5	0	1,5	0,309	0,111
Teleraffrescamento	0,5	0	0,5	0,103	0,111

2.3.6 Scenari di progetto.

Lo strumento, sviluppato in questo progetto, permette di definire lo stato attuale del patrimonio edilizio e di valutarne il potenziale di retrofit con diverse modalità riferibili essenzialmente a diverse scale spaziali e per livelli di conoscenza. Come già argomentato, il *tool* GIS può definire con una buona approssimazione il fabbisogno netto per riscaldamento e raffrescamento di ogni corpo di fabbrica dell'area di studio. Un elemento di maggiore incertezza è generato come è noto, dall'assegnazione dei sistemi tecnologici che nella metodologia impostata può avvenire con due modalità:

- selezionato da un utente del portale che desidera valutare la performance dell'edificio di suo interesse con una particolare tipologia impiantistica, nella scheda edificio e nella scheda unità immobiliare;
- tramite statistiche note riferite al contesto urbano o a specifiche tipologie edilizie ricavate dalle interazioni degli utenti del portale o ricavate a priori da altre fonti statistiche nazionali (ISTAT, ENEA,..).

Nel primo caso, a seguito della scelta eseguita dall'utente, la procedura impostata lato web supporta l'esecuzione, per il singolo edificio, del calcolo semplificato di performance energetica. Questo tipo di calcolo è utilizzato nella scheda edificio e nella scheda riferita alla unità immobiliare. Lo stato attuale è rappresentato dalla performance energetica (EPgl, EPnren, CO₂, Euro) calcolata dal modello sulla base delle scelte dell'utente, mentre il potenziale di retrofit è definito in maniera semplificata come la differenza di prestazione tra lo "stato attuale" e l'*edificio di riferimento*. I valori del fabbisogno netto invernale ed estivo dell'edificio di riferimento sono calcolati tramite la stessa procedura GIS usata per lo stato attuale, impostando i valori di trasmittanza delle strutture disperdenti in maniera coerente con i limiti di legge per un edificio ristrutturato. Anche per i rendimenti degli impianti si considerano i valori relativi *all'edificio di riferimento*, ossia l'efficienza minima di un sistema di nuova installazione. Si tratta perciò di una valutazione del potenziale teorico di efficientamento, probabilmente superiore quello che in realtà si può raggiungere con un intervento reale. Questo aspetto è ampiamente sottolineato nella pagina web, in modo che l'utente sia invogliato a chiedere consiglio a un professionista per avere delle valutazioni più affidabili.

Nel secondo caso, come spiegato al paragrafo precedente, il "fabbisogno netto invernale ed estivo" viene aggregato per sezione censuaria e ripartito tra i tipi di sistemi tecnologici più comuni tramite delle matrici di incidenza. Per sviluppare un caso di studio utile a mostrare le potenzialità della metodologia, si sono utilizzate le statistiche dei dati ISTAT aggiornate con i dati ENEA di riqualificazione energetica, per ottenere dei parametri di performance riferiti alle sezioni censuarie nella condizione di "stato attuale".

Il tipo di indici e parametri utili a descrivere il quadro energetico è piuttosto vasto, dipende dal tipo di rappresentazione che si vuole ottenere e dall'uso che si intende fare dei risultati aggregati per sezione censuaria. I *tools* implementati nel GIS ricavano una sintesi informativa basata principalmente sul periodo di costruzione, che supporta l'assegnazione delle statistiche degli impianti così come esplicitato in precedenza (**tabella 2.13**). Il primo gruppo di dati ricavati per aggregazione è funzionale alla rappresentazione del patrimonio edilizio della sezione censuaria, come, a titolo di esempio, la somma dei parametri dimensionali e del fabbisogno netto raggruppato per i periodi storici di costruzione, utilizzati per l'assegnazione delle strutture edilizio dall'abaco (ante 61, tra 1961 e 90, tra 1991 e 05, oltre il 2005). Il secondo gruppo di valori ricavati è funzionale alla assegnazione delle tipologie impiantistiche e alla definizione dello "stato attuale" delle performance energetiche della sezione censuaria. Per ogni sezione sono calcolati dal *tool* GIS (toolset G) i consumi teorici di diversi tipi di vettori energetici, basati sui sistemi precedentemente assegnati, e i conseguenti valori complessivi e unitari (rapportati alla superficie utile) di energia primaria rinnovabile e non rinnovabile, emissioni di CO₂ e costo operativo. Questi valori definiscono lo "stato attuale" della sezione censuaria, che saranno modificati simulando gli effetti di scenari di intervento.

Tabella 2.13 - Esempio di possibile struttura dei dati ricavati per sezione censuaria.

Sigla	Descrizione	Fonte
VolR, SupR	Superficie e volume riscaldato totale	Aggregazione
Qh, Qc	Fabbisogno netto invernale ed estivo totale	Aggregazione
Sup disp	Superficie disperdente totale chiusure opache verticali	Aggregazione
Sup_cop	Superficie disperdente totale coperture e basamenti	Aggregazione
Sup_fin	Superficie disperdente totale chiusure trasparenti	Aggregazione
VolR, SupR, Qh, Qc ante 1946	Superficie e volume riscaldato, Fabbisogno netto (risc/raff) del patrimonio ante 1946	Aggregazione
VolR, SupR, Qh, Qc 1946 - 90	Superficie e volume riscaldato, Fabbisogno netto (risc/raff) del patrimonio tra il 1946 ed il 1991	Aggregazione
VolR, SupR, Qh, Qc 1991- 05	Superficie e volume riscaldato, Fabbisogno netto (risc/raff) del patrimonio tra 1991 e il 2005	Aggregazione
VolR, SupR, Qh, Qc oltre 2005	Superficie e volume riscaldato, Fabbisogno netto (risc/raff) del patrimonio post 2005	Aggregazione
VolR, SupR, Qh, Qc pre 2011	Superficie e volume riscaldato, Fabbisogno netto (risc/raff) del patrimonio pre 2011	Aggregazione
VolR, SupR, Qh, Qc oltre 2011	Superficie e volume riscaldato, Fabbisogno netto (risc/raff) del patrimonio post 2011	Aggregazione
Qd_ele, Qd_met, Qd_GPL, Qd_Dis, Qd_Car, Qd_Sbio, Qd_Lbio, Qd_gbio, Qd_Leng	Somma delle energie consegnate nei diversi vettori energetici: elettricità, GAS naturale, GPL, Gasolio, Carbone, Biomasse solide – liquide - gassose, legna	Calcolate dal <i>tool</i> su base censuaria
EPnren, EP,ren, EP tot (valore totale ed al mq)	Fabbisogni energia primaria totale, non rinnovabile e rinnovabile basato sulle energie consegnate	Calcolate dal <i>tool</i> su base censuaria
CO₂,Euro (valore totale ed al mq)	Emissioni di CO ₂ e costo operativo annuo basato sulle energie consegnate	Calcolate dal <i>tool</i> su base censuaria

2.4 Metodo per la valutazione di coerenza

Come già precedentemente esposto, la metodologia impostata non comprende una vera e propria attività di validazione e calibrazione del modello, in quanto la procedura è pensata per contesti privi di dati sui consumi o per i quali difficilmente si possa ricorrere a una campagna di Audit e monitoraggio di sufficiente estensione. D'altronde la finalità prevalente dello strumento è sicuramente la rappresentazione della conoscenza e il coinvolgimento degli attori locali, più che la determinazione dettagliata della domanda energetica locale.

Nella scorsa annualità si sono effettuate delle valutazioni di coerenza e affidabilità del calcolo impostato nei *tool* GIS rispetto alla procedura della normativa (UNI TS 11300 - parti 1 e 2:2014) e al calcolo orario semplificato (ISO EN 52016-17) su alcuni edifici ideali, impostati in maniera da minimizzare le differenze tra i dati di ingresso delle diverse metodologie. Si è inoltre valutata la capacità della procedura GIS di quotare le geometrie degli edifici partendo dalla base topografica e dai dati ottenuti con rilievo urbano.

In questa annualità relativa alla LA 1.28, si è proposta una nuova modalità dal rilievo urbano più semplificata, perciò di seguito viene effettuata nuovamente una valutazione della capacità di rappresentazione delle geometrie nelle diverse procedure rispetto ad alcuni edifici della fondazione, per i quali le dimensioni sono note dai modelli progettuali. Lo scopo di questo confronto è valutare quanto i diversi metodi di rilievo e analisi delle geometrie si discostino dalle situazioni note, e se tale differenza sia giustificata in termini di perdita di rappresentatività del modello e snellimento delle procedure. Il confronto verrà fatto sull'altezza, la superficie dell'impronta al suolo e la volumetria, relativamente ad alcuni modelli della Fondazione, e sui valori ricavati con le procedure sviluppate nella modellazione GIS, basate sui diversi metodi di rilievo adottati in questo lavoro. Si presenta anche un confronto complessivo tra le geometrie ricavate con la procedura sviluppata nella LA 1.27 e quella presentata in questo Report per l'area di studio in comune.

Si presenta anche il confronto tra la modellazione energetica svolta in ambito GIS sugli edifici inseriti nel contesto urbano e quella coerente con le normative vigenti, svolte tramite il software certificato *Termolog 12 della Logical soft*. Lo scopo di questo confronto è sia valutare il grado di coerenza tra i risultati del *tool* GIS e una procedura certificata (nei casi di maggiore similitudine delle condizioni al contorno), sia mostrare

quanto il contesto urbano possa effettivamente influire sul calcolo, e possa perciò giustificare l'uso di uno strumento di modellazione urbana, seppure semplificato, in luogo del semplice calcolo sulla tipologia.

Molti edifici della fondazione sono stati più o meno radicalmente modificati, perciò il confronto sarà impostato selezionando, nel centro urbano, edifici aventi un grado di modifica basso o trascurabile. Le geometrie dei tipi generici presentano naturalmente una forte variabilità, che non permette un confronto diretto con la configurazione geometrica media adottata nella modellazione per tipo, perciò si selezioneranno dal contesto gli edifici aventi paramenti di forma simili a quello medio (superficie climatizzata, rapporto S/V, etc).

Le procedure per il calcolo delle energie consegnate e dei parametri di performance adottate nel portale e nelle procedure GIS differiscono notevolmente da quelle della normativa, perciò un confronto diretto non è significativo. Per questo motivo il confronto verrà impostato sui principali fattori che prendono parte alle equazioni di bilancio termico per il calcolo del fabbisogno netto invernale ed estivo dell'involucro (**tabella 2.14**). Numericamente sono confrontati gli scostamenti tra i valori del calcolo sul tipo e alcune statistiche sui valori ricavati per il campione di edifici selezionato (valore medio, varianza, etc).

Le simulazioni sui tipi edilizi sono state effettuate per unità immobiliare, perciò per confrontare tale dato con quello per corpo di fabbrica del modello GIS, si effettueranno diverse simulazioni e si ricaverà il fabbisogno complessivo dell'edificio. La modellazione energetica di unità immobiliari per diverse tipologie edilizie, utile a creare i contenuti documentali da inserire nella scheda della tipologia del portale, è stata oggetto del lavoro descritto nel Report relativo alla LA 1.35 (WP1 Tema di ricerca 1.5 – PTR 2019-2021) a cui si rimanda per maggiori dettagli. Tali modelli sono stati revisionati e ampliati al fine di renderli comparabili con la modellazione per edificio effettuata dallo strumento GIS. Oltre alla verifica dei valori fisico - termici dei materiali adottati, si sono sviluppate *ex novo* le simulazioni atte a ricavare il fabbisogno complessivo degli edifici multi familiari, impostando le condizioni al contorno in maniera coerente (ombreggiamento, orientamento, colore, etc) con i tessuti urbani più rappresentativi in cui i tipi edilizi si inseriscono.

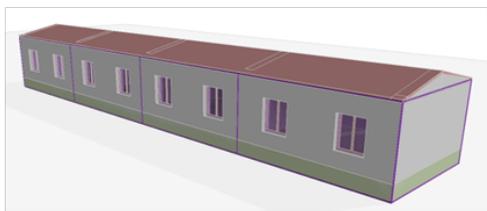
Si sono perciò confrontati i risultati dei modelli energetici singoli con quelli ricavati dalla procedura GIS per alcune tipologie specifiche della Fondazione di cui si hanno molti esempi nel contesto urbano:

- Tipo Fondazione a un livello "GRA B" con le sue diverse varianti a 3-4 unità lineari (**figura 2.9**);
- Tipo Fondazione a due livelli "GRA M" e "GRA N" con le sue diverse varianti (**figura 2.10**);
- Tipo Fondazione multi livello "O/5" e "I/5" (**figura 2.11**).

I confronti sulle geometrie mostrano che gli aspetti geometrici introducono un fattore di discrepanza non trascurabile tra modellazione GIS e modello di dettaglio, perciò la comparazione verrà effettuata per lo più tra i fattori energetici del calcolo rapportati alla superficie climatizzata, in luogo dei valori assoluti che sono più sensibili alle differenze geometriche tra edifici.

Tabella 2.14 - Schema per il confronto di parametri considerati.

Sigla	Descrizione	Valore medio	Scostamento	Varianza
VolR	Volume Riscaldato			
SupR	Superficie riscaldata			
SupD	Superficie disperdente			
S/V	Coefficiente S/V			
Ht	Coefficiente scambio termico dell'involucro			
Qh,int	Guadagno calore interno riscaldamento			
Qh,solw	Guadagno calore solare da superfici trasparenti riscaldamento			
Qht	Dispersioni per trasmissione riscaldamento			
Qh,ve	Dispersioni per ventilazione riscaldamento			
Qh	Fabbisogno netto riscaldamento			
Qh/mq	Fabbisogno netto riscaldamento al metro quadro			
Qc,int	Guadagno calore interno raffrescamento			
Qc,solw	Guadagno calore solare da superfici trasparenti raffrescamento			
Qct	Dispersioni per trasmissione raffrescamento			
Qc,ve	Dispersioni per ventilazione raffrescamento			
Qc	Fabbisogno netto riscaldamento raffrescamento			
Qc/mq	Fabbisogno netto raffrescamento al metro quadro			

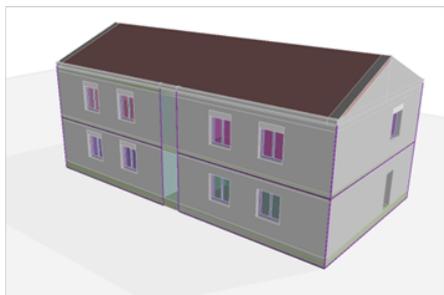


Tipo generale: Edilizia della Fondazione ad un livello (gen_fon_1)
Tipo specifico: GRA B e varianti



Tipico inserimento nel tessuto urbano

Figura 2.9 - Tipologia della Fondazione a un livello.



Tipo generale: Edilizia della Fondazione Quadri Familiare a due livelli (gen_fon_2_4f)
Tipo specifico: GRA M, GRA N e varianti



Tipico inserimento nel tessuto urbano

Figura 2.10 - Tipologia della Fondazione a due livelli quadri familiare.



Tipo generale: Edilizia della Fondazione multilivello (gen_fon_3)
Tipo specifico: O/5 I/5



Tipico inserimento nel tessuto urbano

Figura 2.11 - Tipologia della Fondazione multilivello.

3 Risultati

La prima parte del presente capitolo è dedicata a mostrare le potenzialità della metodologia nella rappresentazione delle caratteristiche del patrimonio edilizio, mentre la seconda presenta le valutazioni di coerenza tra i risultati del modello implementato nell'UBEM e il calcolo della normativa energetica eseguito tramite un software di controllo certificato.

Nella prima parte, viene presentata sinteticamente la consistenza del patrimonio edilizio dell'area di studio, riportando la configurazione finale delle tipologie edilizie impostate e mappe e grafici ricavati dall'attività di rilievo urbano e dall'analisi delle volumetrie e delle superfici. Successivamente, sempre tramite mappe e grafici, si mostra una sintesi dei risultati del modello energetico sviluppato, eseguito per ogni edificio dell'area di studio. Come specificato nella parte metodologica, il *tool* GIS esegue per ogni edificio la stima del fabbisogno netto dell'involucro per riscaldamento e raffrescamento, poi lo raggruppa per sezione censuaria, per applicare la distribuzione statistica dei sistemi impiantistici definita per tipo e periodo di costruzione. I risultati intermedi di calcolo, dimostrativi della procedura, non saranno mostrati in quanto sono già stati oggetto del Report relativo alla LA 1.27 (WP1 Tema di ricerca 1.5 PTR 2019-2021), ma saranno ricompresi nel DB geografico che costituisce l'Allegato 1 del corrente documento. In questa sezione è mostrata una sintesi dei risultati della modellazione energetica impostata nelle due scale di elaborazione in cui si svolge il calcolo:

- fabbisogno netto dell'involucro edilizio dell'edificio, raggruppato e rappresentato per tipologia edilizia;
- fabbisogno di energia consegnata e di energia primaria per sezione censuaria, che costituisce lo stato attuale.

Nella seconda parte si mostrano i risultati di una valutazione di coerenza tra la metodologia di calcolo adottata per la modellazione urbana e una procedura eseguita come da normativa. È presentata una comparazione tra la metodologia di rilievo adottata nella LA 1.28 rispetto a quella utilizzata nella LA 1.27 in termini di facilità di rilievo, accuratezza nella stima delle superfici disperdenti e nelle superfici utili. Si confrontano poi i risultati ottenuti dall'UBEM per alcuni edifici dell'area di studio con quelli di simulazione energetica degli edifici tipologici eseguita da un software di controllo certificato in maniera coerente con la normativa vigente (serie UNI TS 11300).

3.1 Tipologie edilizie

L'attività di rilievo e tipizzazione effettuata della scorsa annualità ha permesso di raffinare i tipi edilizi del patrimonio residenziale e di proporre e sperimentare su un'area più vasta una nuova articolazione. L'idea di fondo è la stessa alla base della metodologia, ossia definire due gruppi di tipologie in funzione del dettaglio del livello informativo posseduto:

- un primo gruppo di tipi edilizi chiamato "tipologie generali", di cui si ha un minore numero di informazioni, rappresentativo della edilizia più comune di Carbonia, ma anche del suo contesto territoriale, allargato almeno al sud Sardegna;
- un secondo gruppo detto "tipologie specifiche", che descrive l'edilizia di cui si dispone di informazioni di dettaglio, che nel caso di Carbonia coincide con i modelli della Fondazione.

Per maggiori dettagli sulla metodologia utilizzata e sui risultati del processo di rappresentazione tipologica del patrimonio edilizio si rimanda al Report relativo all'attività LA 1.34 (WP1 Tema di ricerca 1.5 PTR 2019-2021), mentre si riporta di seguito una breve sintesi delle tipologie generali, utile a supportare l'esposizione dei risultati.

Le tipologie generali (**tabella 3.1**) hanno lo scopo di rappresentare, con poche classi facilmente comunicabili, un insieme abbastanza vario di edilizia, che ricomprende l'edilizia tradizionale e tutta l'edilizia post guerra. A queste tipologie si fa riferimento nel Questionario e nelle schede presenti nel portale. La definizione dei tipi dell'edilizia tradizionale (gen A1) fa riferimento, per materiali e morfologia, a studi documentali sulla edilizia tradizionale locale (Medau). Tuttavia gran parte degli edifici tradizionali è fortemente modificata, perciò si è

dovuto tener conto di un diverso tipo, in cui la struttura tradizionale è stata oggetto di importanti superfetazioni prevalentemente per sopraelevazione. In questi casi la metodologia assegna per metà della struttura i materiali storici e per l'altra metà quelli più utilizzati nel periodo storico secondario a cui risale la modifica, indicato durante il rilievo.

Si sono poi impostati due tipi edilizi relativi agli edifici isolati da 1-3 livelli (villette), basati su diversi valori del rapporto S/V, che nel contesto di studio sono principalmente riferibili a corpi di fabbrica con geometrie regolari, realizzati tra gli anni 50-60 e villette con forme variabili di più recente realizzazione.

Si sono individuate poi due tipologie di edifici a schiera fino a tre livelli fuori terra, una riferita alle schiere di recente edificazione dagli anni 90 in poi (gen C2), una che rappresenta gli edifici tipicamente realizzati tra gli anni 50-60 inseriti nella trama urbana a filo strada o in leggero arretramento.

Le tipologie pluripiano e perciò multi familiari, con una organizzazione delle unità interne ad appartamenti su diversi livelli, sono descritte dalle tipologie gen_D1, Gen_D2 e gen D3 rispettivamente riferite agli edifici a torre, in linea e a blocchi.

Per tutti questi tipi, i parametri geometrici utilizzati per la modellazione GIS sono sintetizzati sull'"edificio medio" mentre i materiali sono assegnati in funzione del periodo storico rilevato.

A completamento si sono impostati anche dei tipi generici, riferiti alla edilizia della Fondazione ([tabella 3.2](#)), Dove convogliano i restanti modelli tipologici. Tuttavia questo è solo un espediente di rappresentazione, in quanto il modello e le informazioni documentali di dettaglio sono comunque riferiti al massimo dettaglio conoscitivo disponibile, ossia ai modelli della Fondazione. Questi ultimi sono così stati raggruppati in quattro tipi: l'edilizia a un livello fuori terra, quella pluripiano e l'edilizia a due livelli, ulteriormente ripartita tra i tipi a quattro unità immobiliari (due per livello) e quelli con unità immobiliari a due livelli mono e bifamiliari.

Un altro tipo definito come generico è quello riferito ai corpi di fabbrica aggiunti agli edifici della Fondazione, aventi maggiori dimensioni e una probabile autonomia funzionale. I materiali e le tecnologie costruttive di queste tipologie sono legate al periodo di costruzione individuato dal rilievo.

Tabella 3.1 - Tipologie generali.

codice	denominazione	descrizione
gen_A1	Edilizia storica (Medau o altri tipi pre anni 50)	Edilizia pre anni 50, tradizionale o comunque precedente agli anni 50 ben riconoscibile. Generalmente da 1-2 livelli fuori terra, isolata nel lotto o con uno o più lati in aderenza con altri edifici. Questa tipologia è caratterizzata da forme regolari con copertura a falde, una bassa superficie finestrata, sempre priva di seminterrato. Edilizia pre anni 50, tradizionale o comunque precedente agli anni 50 ben riconoscibile. Generalmente da 1-2 livelli fuori terra, isolata nel lotto o con uno o più lati in aderenza con altri edifici. Questa tipologia è caratterizzata da forme regolari con copertura a falde, una bassa superficie finestrata, sempre priva di seminterrato
gen_A2	Edilizia storica modificata dopo gli anni 50	Edilizia precedente agli anni 50 parzialmente riconoscibile a causa di forti modifiche successive. Generalmente caratterizzata da 1-3 livelli fuori terra, con uno o più lati in aderenza con altri edifici. Questa tipologia è caratterizzata da forme regolari con copertura a falde o piana, una bassa superficie finestrata, generalmente priva di seminterrato
gen_B1	Villino tipo A	Edilizia post anni 50, da 1-3 livelli realizzata isolata nel lotto o anche a filo strada eventualmente con un lato in aderenza con altri edifici, monofamiliare o plurifamiliare. Questa tipologia è caratterizzata da forme molto regolari con copertura piana o a falde, una bassa superficie finestrata, spesso priva di seminterrato e di sottotetto abitabile.
Gen_B2	Villino tipo B	Edilizia post anni 50, da 1-3 livelli realizzata isolata nel lotto o con un lato minore in aderenza con altri edifici, monofamiliare o plurifamiliare. Questa tipologia è caratterizzata da forme irregolari con coperture generalmente miste (piana, inclinata), una alta superficie finestrata e generalmente sono provviste di seminterrato e di sottotetto abitabile.
Gen_C1	Casa a schiera tipo A	Edilizia post anni 50, tipicamente conformata con corpi di fabbrica fino a 3 piani fuori terra affiancati lateralmente, realizzati a filo strada oppure in arretramento, inseriti nell'articolazione originaria del lotto edilizio ed urbano. Edilizia con forme regolari avente coperture piane o inclinate, generalmente sprovvista di seminterrato.
Gen_C2	Casa a schiera tipo B	Edilizia post anni 50, tipicamente realizzata con moduli ripetitivi di unità monofamiliari a sviluppo verticale affiancati lateralmente avente fino a 3 piani fuori terra. Edilizia non sempre con forme regolari avente coperture miste (piane, inclinate), con alta superficie finestrata e generalmente provvista di seminterrato e di sottotetto.
Gen_D1	Palazzo a Torre	Edilizia post anni 50, edificio oltre i tre livelli plurifamiliare isolato o eventualmente addossato a grappolo con altri edifici simili o parzialmente in aderenza con edifici di minore dimensione. Le unità immobiliari sono generalmente a sviluppo orizzontale ed organizzate per livelli collegati da elementi distributivi comuni. Edilizia che può avere forme più meno regolari, avente coperture piane o inclinate e generalmente provvista di seminterrato e/o piani pilotis.
Gen_D2	Palazzo in linea	Edilizia post anni 50, tipicamente conformata con corpi di fabbrica oltre i 3 piani fuori terra affiancati lateralmente, realizzati a filo strada oppure in arretramento. Le unità immobiliari sono a sviluppo orizzontale e organizzate per livelli collegati da elementi distributivi comuni. Edilizia che in genere ha forme regolari, avente coperture piane o inclinate e generalmente provvista di seminterrato e/o piani pilotis.
Gen_D3	Palazzo a blocco	Edilizia post anni 50, tipicamente conformata con corpi di fabbrica oltre i 3 piani fuori terra affiancati lateralmente, realizzati a filo strada oppure in arretramento ma che delimitano uno spazio interno ad uso pubblico/privato. Le unità immobiliari sono a sviluppo orizzontale e organizzate per livelli collegati da elementi distributivi comuni. Edilizia che in genere ha forme regolari, avente coperture piane o inclinate e spesso provvista di seminterrato e/o piani pilotis.
Gen_E	Edificio minore isolato	Edilizia post anni 50, realizzati inizialmente come volumi accessori nel lotto (rimesse, pertinenze, etc) isolati o parzialmente in aderenza, che acquisiscono funzione residenziale per la loro dimensione e morfologia. Generalmente a un livello fuori terra con morfologia regolare, privi di seminterrato e sottotetto.

Tabella 3.2 - Tipologie generali basate sull'edilizia della Fondazione.

codice	denominazione	descrizione
gen_fon_1	Edilizia ad 1 livello della Fondazione	Edilizia della Fondazione, originariamente conformata in corpi di fabbrica a un piano fuori terra, con 3-4 unità immobiliari identiche affiancate lateralmente. Gli edifici originari sono spesso stati modificati con l'aggiunta di nuovi livelli e/o con volumi addossati nel lato corto o lungo.
gen_fon_2_2f	Edilizia a 2 livelli della Fondazione, bifamiliare o monofamiliare	Edilizia della Fondazione, originariamente conformata in corpi di fabbrica con due piani fuori terra, con unità immobiliari a 2 livelli isolate o binate su un lato. Gli edifici originari sono spesso modificati con volumi addossati nel lato corto o lungo, e più raramente con livelli aggiuntivi mansardati. Tali modifiche hanno spesso variato l'articolazione delle unità immobiliari interne.
gen_fon_2_4f	Edilizia a 2 livelli della Fondazione, quadrifamiliare	Edilizia della Fondazione, originariamente conformata in corpi di fabbrica con due piani fuori terra, con 2 unità immobiliari a piano. Gli edifici originari sono spesso modificati con volumi addossati nel lato corto o lungo, e più raramente con livelli aggiuntivi mansardati. Tali modifiche hanno spesso variato il numero e l'articolazione interna delle unità immobiliari.
gen_fon_3	Edilizia a pluripiano della Fondazione	Edilizia della Fondazione intensiva, ossia edifici plurifamiliari e oltre i due livelli fuori terra. Si tratta di tipi edilizi che hanno generalmente conservato la loro configurazione originale esterna.
gen_fon_A	Ampliamento in aderenza di edifici della Fondazione	Edilizia post anni 50, realizzata come ampliamenti in aderenza a un edificio della fondazione avente caratteri di indipendenza per dimensione e morfologia. A uno o due livelli, realizzati sul lato lungo o su quello corto dell'edificio originario. Possono ripetere il modulo originario o inserire elementi nuovi di morfologia variabile, alcuni sono provvisti anche di seminterrato.

3.2 Rilievo Urbano

Come anticipato nel capitolo dedicato alla metodologia, la fase sperimentale ha richiesto un ampliamento dell'area di studio, al fine di testare le procedure e la metodologia su un ambito più rappresentativo del centro urbano.

La mappa, riportata in **figura 3.1** immagine (a), individua la nuova area: essa comprende la quasi totalità del centro urbano di Carbonia, ad eccezione della espansione sud-ovest, delle frazioni e dei nuclei sparsi, e rappresenta circa il 70% del patrimonio edilizio residenziale del territorio comunale.

La zonizzazione riportata nel Piano Urbanistico della città di Carbonia individua una preliminare classificazione del tessuto urbano (immagine (b) della **figura 3.1**, che si differenzia tra il Centro della Fondazione, le espansioni non pianificate dei primi anni 50-60, che mantengono tuttora una forte attività edificatoria, e l'espansione più recentemente attuata tramite approcci pianificati, ancora in fase di completamento.

L'immagine (c) della **figura 3.1** mostra come i perimetri delle sezioni censuarie ISTAT siano essenzialmente congruenti con la zonizzazione del piano e con l'articolazione degli isolati del centro urbano, supportando l'ipotesi di unire spazialmente i risultati dell'UBEM con le statistiche socio-economiche contenute nel censimento.

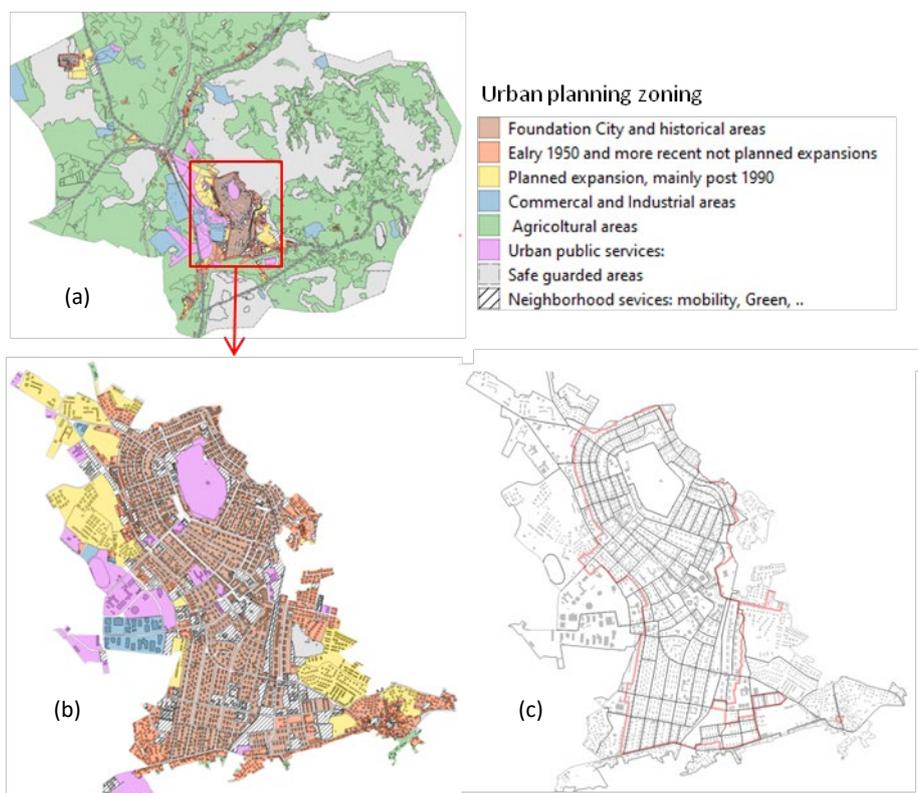


Figura 3.1 - Centro di Carbonia con area di studio.

3.2.1 Risultati dell'attività di rilievo

Tramite rilievo urbano sono stati assegnati, a ognuno dei 3537 corpi di fabbrica dell'area di studio, il tipo edilizio e il periodo di costruzione, ottenuto da confronto tra le ortofoto aeree storiche (ortofoto RAS) e dai catasti di impianto.

La zonizzazione risulta essere un prezioso indirizzo per l'interpretazione della crescita del tessuto urbano: a valle della attività di rilievo, è evidente come all'interno di una stessa zona omogenea possano essere presenti corpi di fabbrica abbastanza differenti per tipo e periodo di costruzione.

Lo zoom a) in **figura 3.2** mostra accanto agli edifici della fondazione un tessuto di espansione prevalente pianificato con prime lottizzazioni degli anni 70–80 fino alla massiccia espansione degli anni 90 che sta proseguendo tuttora con lotti molto recenti. Lo zoom b) mostra il tessuto tipico della fondazione, ma è evidente come anche in questa area molto omogenea gli edifici storici siano stati oggetto di forti modifiche e superfetazioni in tempi successivi, e siano presenti anche corpi di fabbrica di diverso periodo storico. Lo zoom c) mostra una area di espansione non pianificata, a sud est del centro di fondazione, che si è espansa intorno a un piccolo nucleo di edifici tradizionali a partire dagli anni 50 fino ad ora



Figura 3.2 - Esempi di tessuto urbano.

Il confronto tra i dati censuari ISTAT (CAP 2011) riferiti al periodo di costruzione degli edifici ed al numero di abitazioni e quelli rilevati non sono sempre coerenti (**figura 3.3** e **figura 3.4**): sebbene nella maggior parte delle sezioni lo scostamento tra il numero di unità immobiliari rilevato e il totale abitazioni del dato ISTAT

CPA 2011 sia compreso tra +/-20%, vi son casi non trascurabili dove lo scostamento è superiore a valori +/-50% del dato ISTAT. Inoltre sono più numerosi i casi in cui il dato di rilievo supera quello ISTAT (scostamenti negativi), fatto che testimonia che l'area è stata oggetto di attività edificatoria successiva al 2011. Tuttavia, al fine di mantenere una maggiore coerenza tra le stime del modello energetico e gli altri parametri statistici, si utilizzeranno le quantità rilevate in luogo di quelle del CPA ISTAT in quanto gravate da una certa obsolescenza e da una non perfetta corrispondenza tra la definizione di edificio ISTAT e di zona termica utilizzata per modellazione.

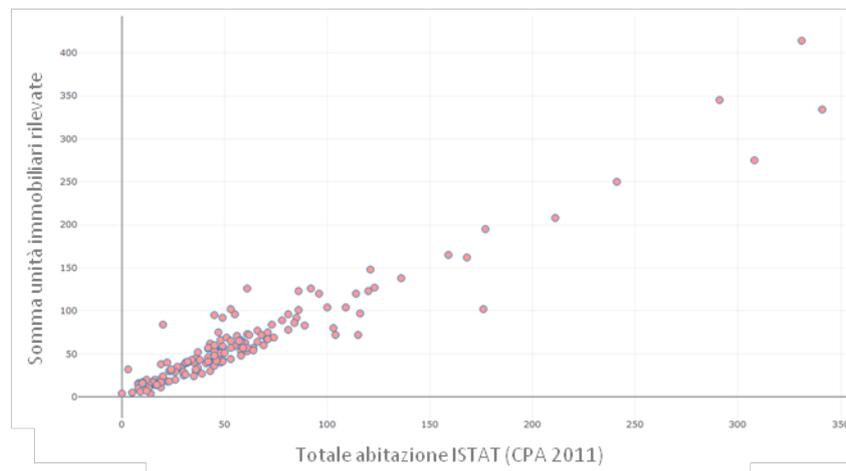


Figura 3.3 - Confronto tra numero di unità immobiliari rilevate e il totale delle abitazioni delle sezioni censuarie del CPA ISTAT 2011.

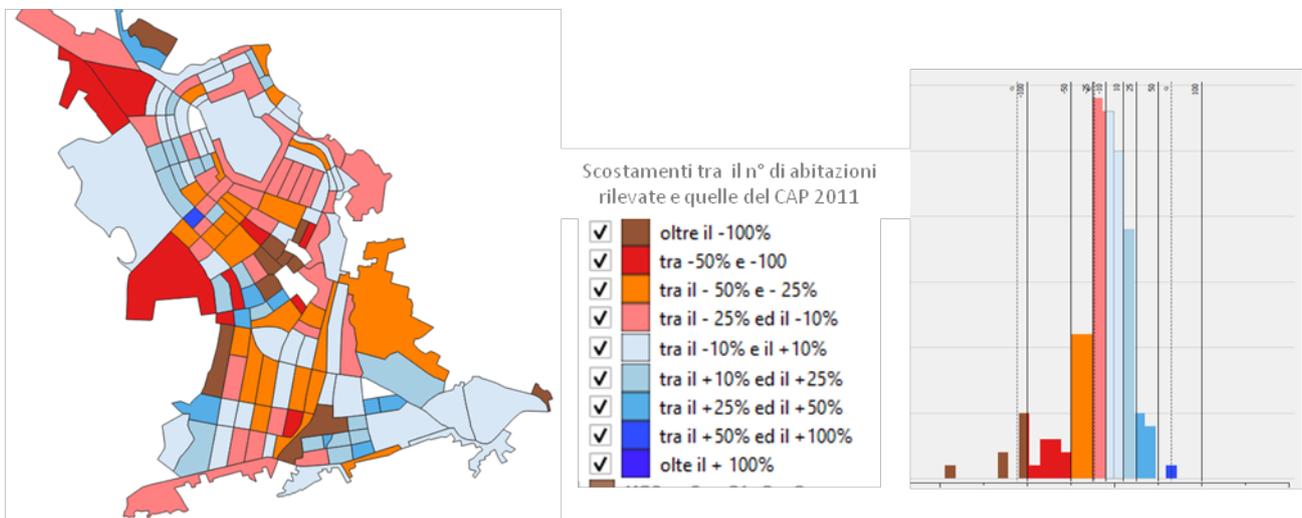


Figura 3.4 - Scostamento tra il numero di unità immobiliari rilevate e il totale delle abitazioni delle sezioni censuarie del CPA ISTAT 2011.

La tipologia più rappresentata nell'area di studio (**figura 3.5**) è il tipo quadrifamiliare della Fondazione a due livelli (gen_fon_2_4F), che in realtà raccoglie diversi modelli specifici. Seguono con oltre le 300 unità gli edifici isolati (gen_B1 e B2) e la tipologia a schiera più recente (gen_C2). Tra le 100 e le 200 unità vi sono gli ampliamenti (gen_fon_A) e il tipo a un livello (gen_fon_1) della Fondazione con le schiere più datate (gen_C1); gli altri tipi sono al di sotto delle 100 unità nel contesto.

Il grafico in **figura 3.6** mostra la distribuzione nei periodi di costruzione dei diversi tipi edilizi. I primi due tipi (gen_A 1, A2) sono quelli riferiti all'edilizia tradizionale, e mostrano una pressoché completa realizzazione

nel periodo a cavallo tra gli anni 50. La prima tipologia di villetta, caratterizzata da forme più regolari e minore superficie finestrata, presenta esempi dagli anni 50 per tutti gli intervalli temporali, fino a edifici di recente realizzazione. Nel complesso circa l'80% degli edifici è realizzato tra il 1960 ed il 2000, e vi è quasi un 10 % successivo al 2005 e circa un 5% ante 60, mentre gli altri periodi sono residuali. La procedura di calcolo assegnerà perciò diverse tipologie di strutture edilizie in funzione del periodo di costruzione. Anche l'altro tipo di edificio isolato, caratterizzato da maggiore rapporto S/V e incidenza di superficie finestrata, presenta esempi in tutti i periodi storici successivi al 1960, con una concentrazione tra gli anni 90–2000. Gli edifici a schiera inseriti nel tessuto urbano (gen_C1), tipici della zona urbanistica di completamento (zona B), presentano esempi precedenti agli anni 60 (circa 20%), ma la gran parte di loro è realizzata negli anni 60 (quasi il 60%), con esempi che risalgono agli anni 70-80 (circa 20%), più qualche caso sporadico più recente. La schiera tipica della espansione pianificata (gen_C2) è invece quasi tutta realizzata a fine anni 90 (circa 70%) e i primi del 2000 (circa 10%), anche se vi sono alcuni esempi successivi al 2005 (circa 10%). L'edilizia post guerra multilivello a torre e in linea (gen_D1, D2), presenta esempi un po' in tutti i periodi successivi al 60. La tipologia a blocco ha pochi esempi perciò non è rilevante da questo punto di vista. Da notare come la densificazione nel lotto della Fondazione tramite ampliamenti in aderenza agli edifici storici (gen_fon_A) o con piccoli corpi indipendenti (gen_E) sia quasi tutta realizzata prima del 2000, con una intensificazione tra gli anni 80 e 90.

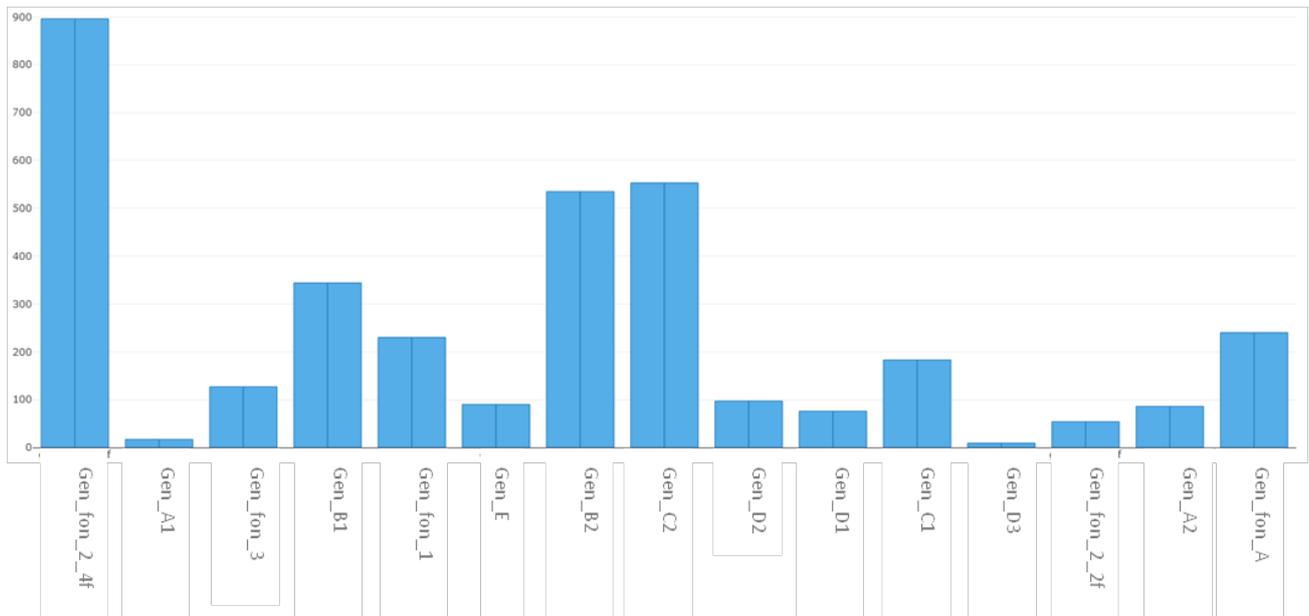


Figura 3.5 – Distribuzione degli edifici per tipologia edilizia rilevata.

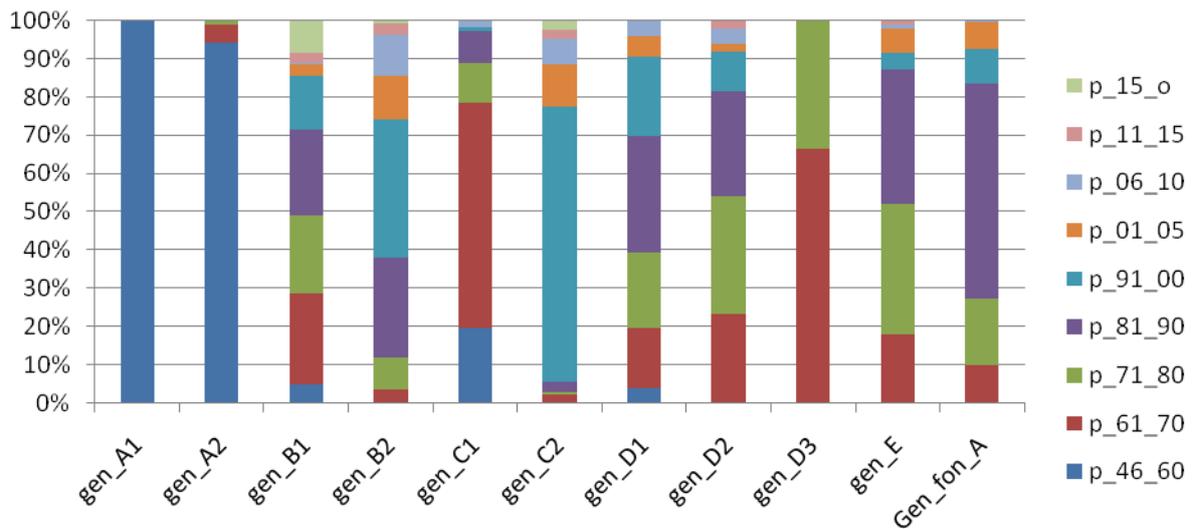


Figura 3.6. - Ripartizione del numero di edifici per periodo di costruzione e tipologia edilizia.

Confrontando i volumi edilizi afferenti alle diverse tipologie edilizie, diventa evidente che i modelli quadrifamiliari della Fondazione (gen_fon_2_4f) rappresentano la maggior parte del patrimonio edilizio del centro, con circa il 24% del volume climatizzato, seguito però da un patrimonio abbastanza differenziato dove molti tipi edilizi si assestano su percentuali prossime al 10% del totale (figura 3.7). Osservando i periodi di costruzione (figura 3.7) è chiaro che l'edilizia della Fondazione nel suo complesso rappresenta quasi il 40% del totale del volume, mentre l'edilizia tra 1981 e il 2000 pesi poco oltre il 30%. Seguono, con circa un 10% ciascuno gli anni 60 e 70, mentre l'edilizia successiva alla entrata in vigore della moderna legislazione energetica costituisce circa il 4% del totale.

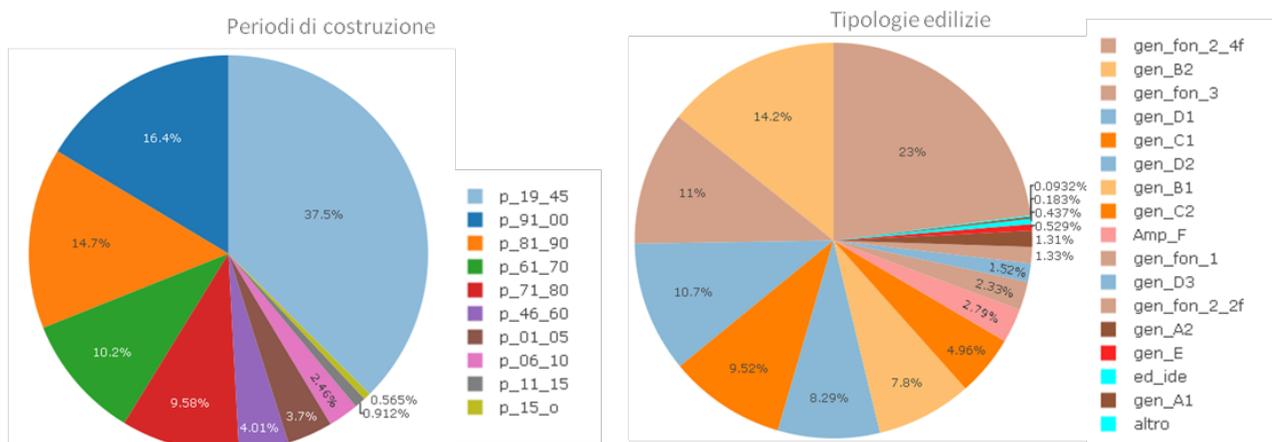


Figura X.7 - Ripartizione del volume climatizzato per periodo di costruzione e tipologia edilizia rilevati.

Come illustrato nella metodologia, alcune caratteristiche di ogni corpo si fabbrica sono individuate sulla base del periodo e del tipo, che ne identificano univocamente le strutture edilizie e alcune caratteristiche geometriche (rapporti finestrati, altezze interpiano, rapporto superficie utile e superficie lorda, etc). Vi sono però anche una serie di caratteristiche molto influenti sulla performance energetica, che dipendono dalla footprint dello specifico edificio e dalle variabili assegnate tramite rilievo urbano, dalle quali si ricavano le caratteristiche geometriche (superfici disperdenti, volumi, etc). Il grafico riportato in figura 3.8 presenta i valori del rapporto superficie disperdente e volume climatizzato (S/V) raggruppati per tipo edilizio, mostrando come la geometria possa variare fortemente per corpi di fabbrica caratterizzati da una certa

omogeneità. Come è noto dalla letteratura il rapporto S/V è un indice geometrico di compattezza che distingue fortemente le performance dell’involucro edilizio, perciò la sua variabilità implica necessariamente una forte differenza delle prestazioni dell’involucro anche per edifici dello stesso tipo e periodo storico. Un approfondimento su questo aspetto è presentato in seguito nella sezione di valutazione della coerenza della metodologia con il calcolo della normativa.

Gli edifici isolati (gen_B1, gen B2), soprattutto se realizzati più recentemente, sono caratterizzati da una maggiore variabilità dell’indice volumetrico. Stesso dicasi per gli ampliamenti della Fondazione (gen_fon_A), che presentano morfologie molto variabili, e per le case a schiera più antiche (gen_C1), che si inseriscono all’interno dei lotti urbani storici con forme non sempre regolari.

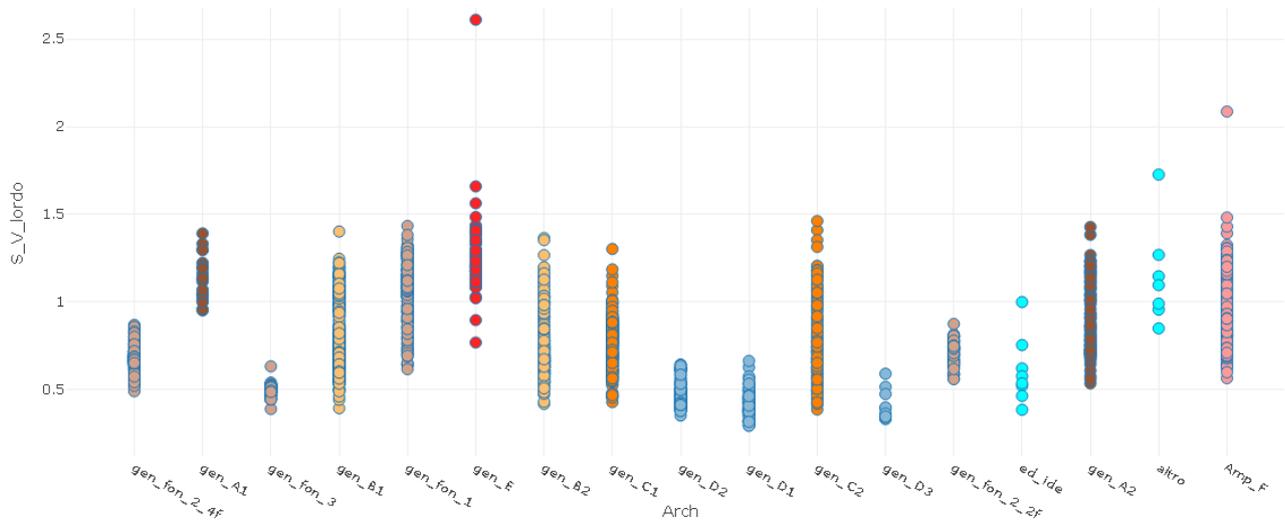


Figura 3.8 - Variazione del rapporto S/V per tipo edilizio

Nell’area di studio sono stati individuati 1409 corpi di fabbrica afferibili in maniera prevalente alla edilizia della Fondazione, ossia circa il 40% del totale. La variabilità del rapporto S/V degli edifici della Fondazione è minore rispetto alle altre tipologie, tuttavia non è trascurabile in quanto molti di essi sono stati modificati e ampliati diverse volte in maniera molto forte (figura 3.8). Infatti (figura 3.9) circa il 40% degli edifici appartenenti a tipologie generiche della Fondazione presentano modifiche dell’involucro edilizio rilevanti (alte 16%, medie 22%), circa un 30% ha subito modifiche di basso impatto sulle strutture, e solo il restante terzo può essere classificato con “modifiche trascurabili o assenti”. L’edilizia a un livello fuori terra (gen_fon_1) risulta la più modificata, con oltre il 50% degli edifici che ha subito modifiche ad alto impatto, mentre gli edifici plurilivello (gen_fin_3) sono quelli che hanno mantenuto maggiormente inalterati i caratteri originari. Gran parte delle tipologie quadrifamiliari (gen_fon_2_4f) ha subito modifiche basse: circa un quarto di esse può essere considerato ancora strutturalmente simile al modello della Fondazione. Per le tipologie mono e bifamiliari, la statistica mostra un livello di conservazione simile alla quadrifamiliare, con circa il 60% dei corpi di fabbrica con modifiche trascurabili o basse, ma una forte incidenza di modifiche alte (circa il 30%), in quanto molti degli edifici appartenenti al modello residenziale binato hanno effettuato una sopraelevazione realizzando nuovi sottotetti abitabili.

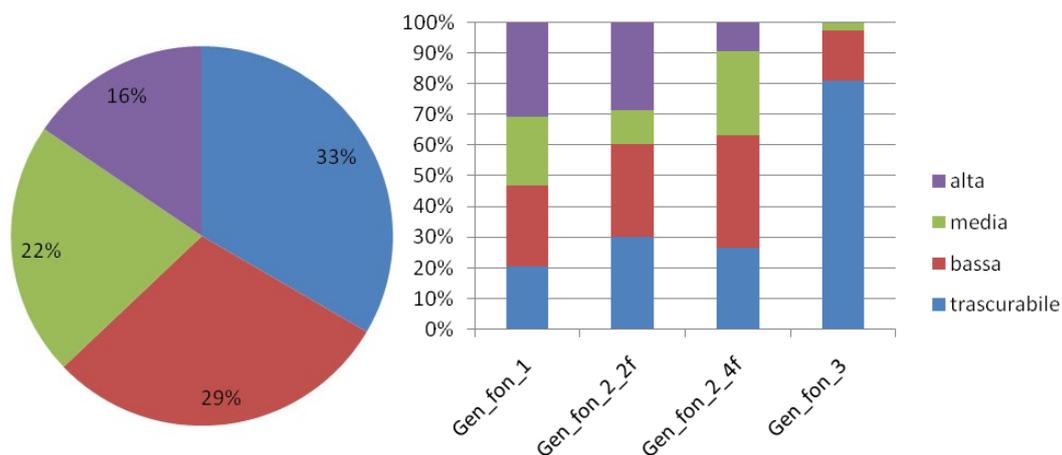


Figura 3.9 - Grado di modifica rilevato dell'edilizia della fondazione sul totale e per tipo.

3.3 Risultati modellazione energetica

La procedura ha ricavato il fabbisogno di energia utile dell'involucro per riscaldamento e raffrescamento per tutti i corpi di fabbrica individuati nell'area di studio. Il grafico in figura 3.10 mostra come il fabbisogno netto per riscaldamento e raffrescamento può essere messo in relazione con le diverse tipologie adottate. Il peso delle tipologie storiche quadrifamiliari (gen_fon_2_4f) e plurilivello (gen_fon_3) è naturalmente preponderante, anche a causa delle maggiori volumetrie che sono presenti nell'area di studio, e il loro peso sul totale è inferiore nel periodo estivo rispetto a quello invernale. Seguono gli altri tipi con incidenze tra il 10 e il 5 %, di minore importanza le tipologie caratterizzate da pochi elementi e poca volumetria, come gli edifici tradizionali (gena_A1, Gen_A2) e quelli minori (gen_E).

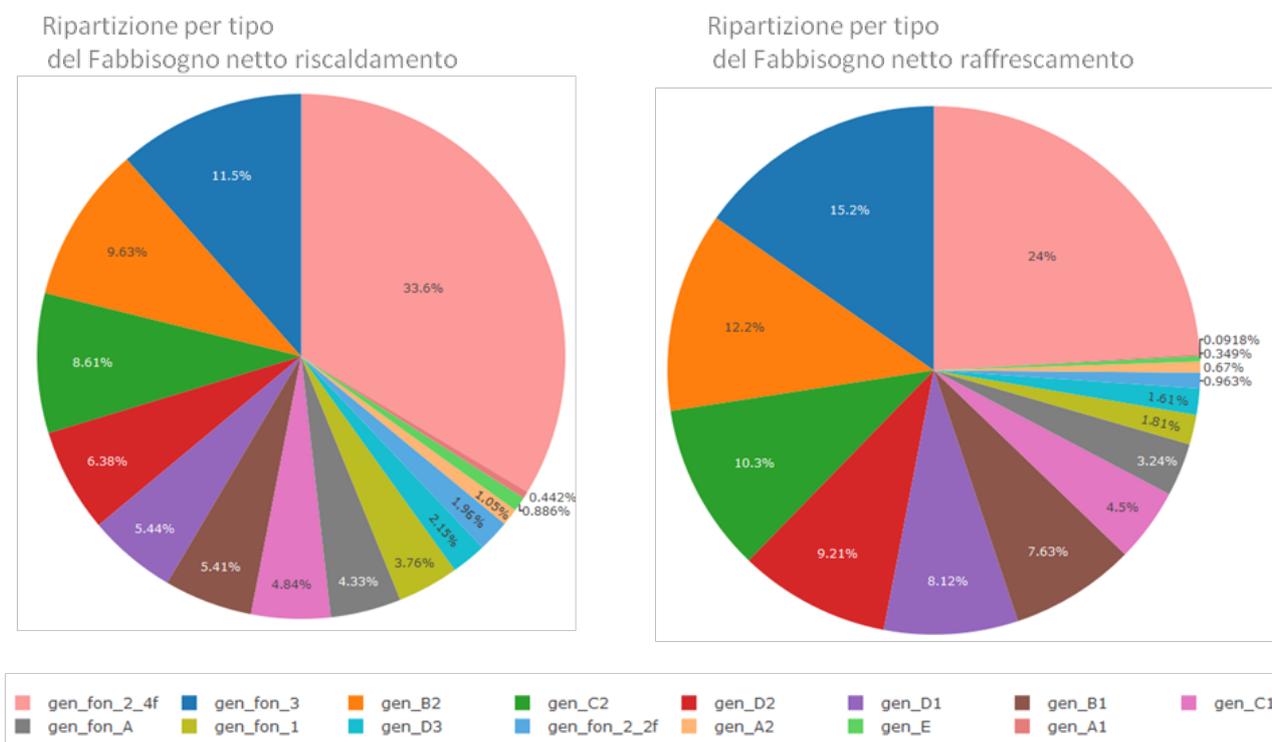


Figura 3.10 - Ripartizione per tipo edilizio del fabbisogno netto per riscaldamento e raffrescamento.

Per l'esplorazione di dettaglio dei risultati direttamente nella mappa, si rimanda al DB geografico che costituisce l'Allegato 1 al presente lavoro (alternativamente si rimanda alle mappe presenti nel portale). Osservando la distribuzione delle frequenze dei risultati, si possono identificare alcuni valori più probabili di fabbisogno energetico del patrimonio, concentrati su alcuni specifici intervalli di valore (**figura 3.11** e **figura 3.12**): 100–130 [kWh/m²] per il riscaldamento e 7,5–10 [kWh/m²] per il raffrescamento. Tuttavia è anche evidente una certa dispersione del campione, che presenza un numero non trascurabile di edifici anche nelle classi di valore che si discostano notevolmente dal valore medio con una varianza rispettivamente di circa 60 [kWh/m²] e 6 [kWh/m²] per riscaldamento e raffrescamento rispettivamente.

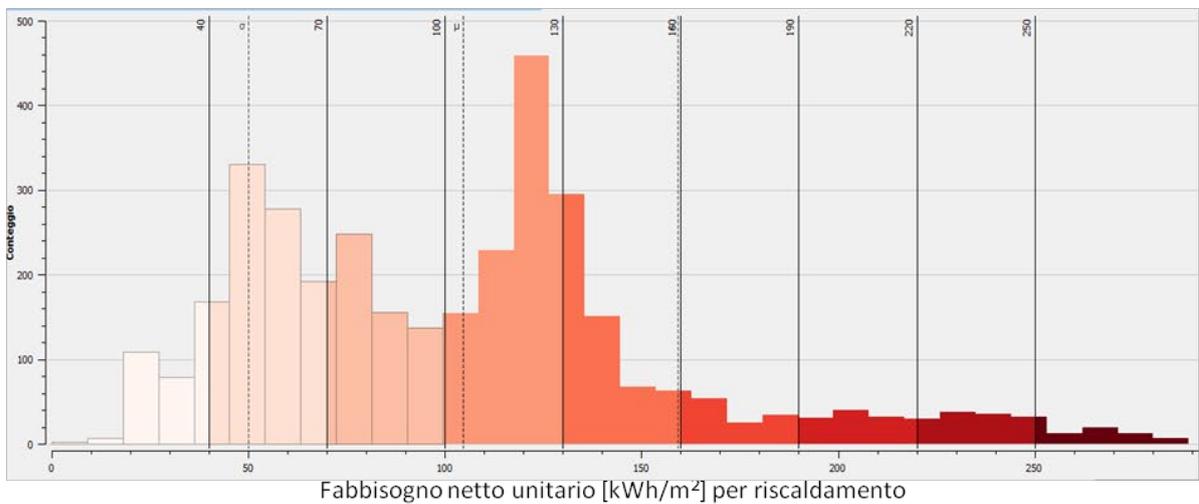
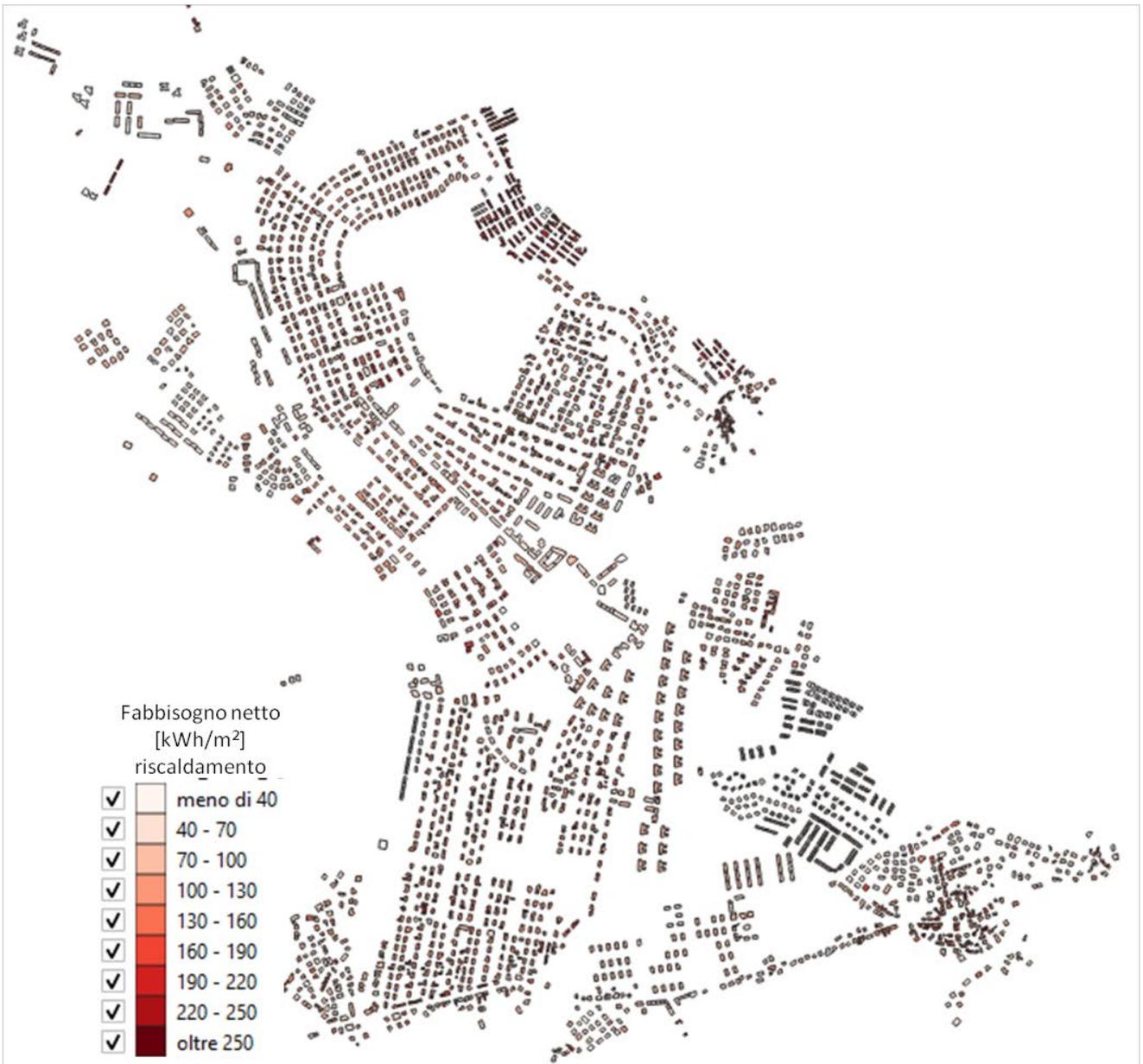


Figura 3.11 - Sintesi del fabbisogno di energia utile per il riscaldamento.

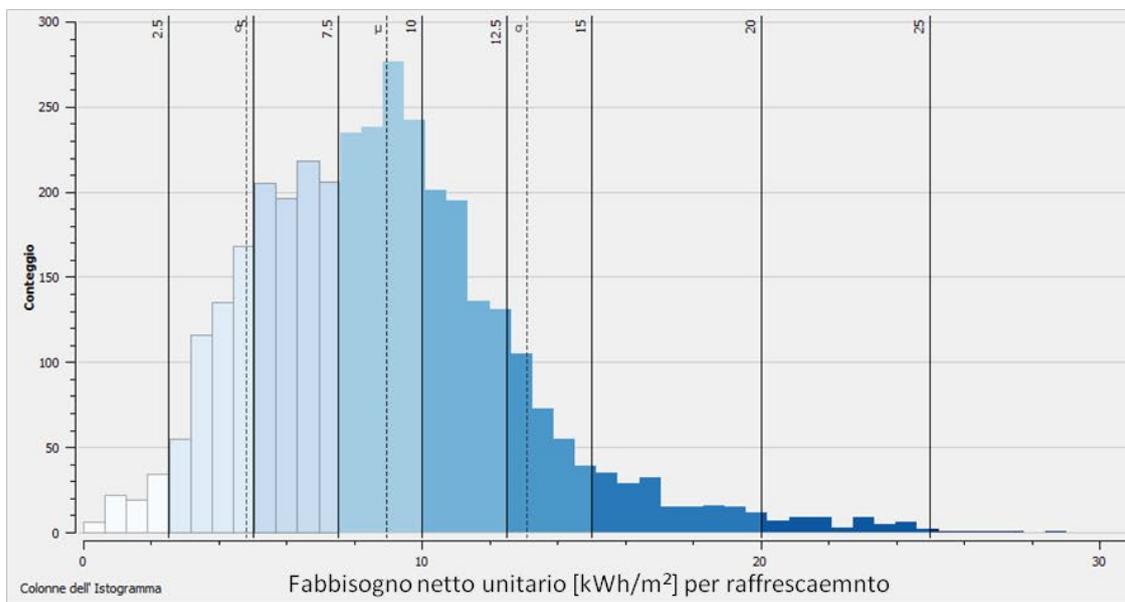
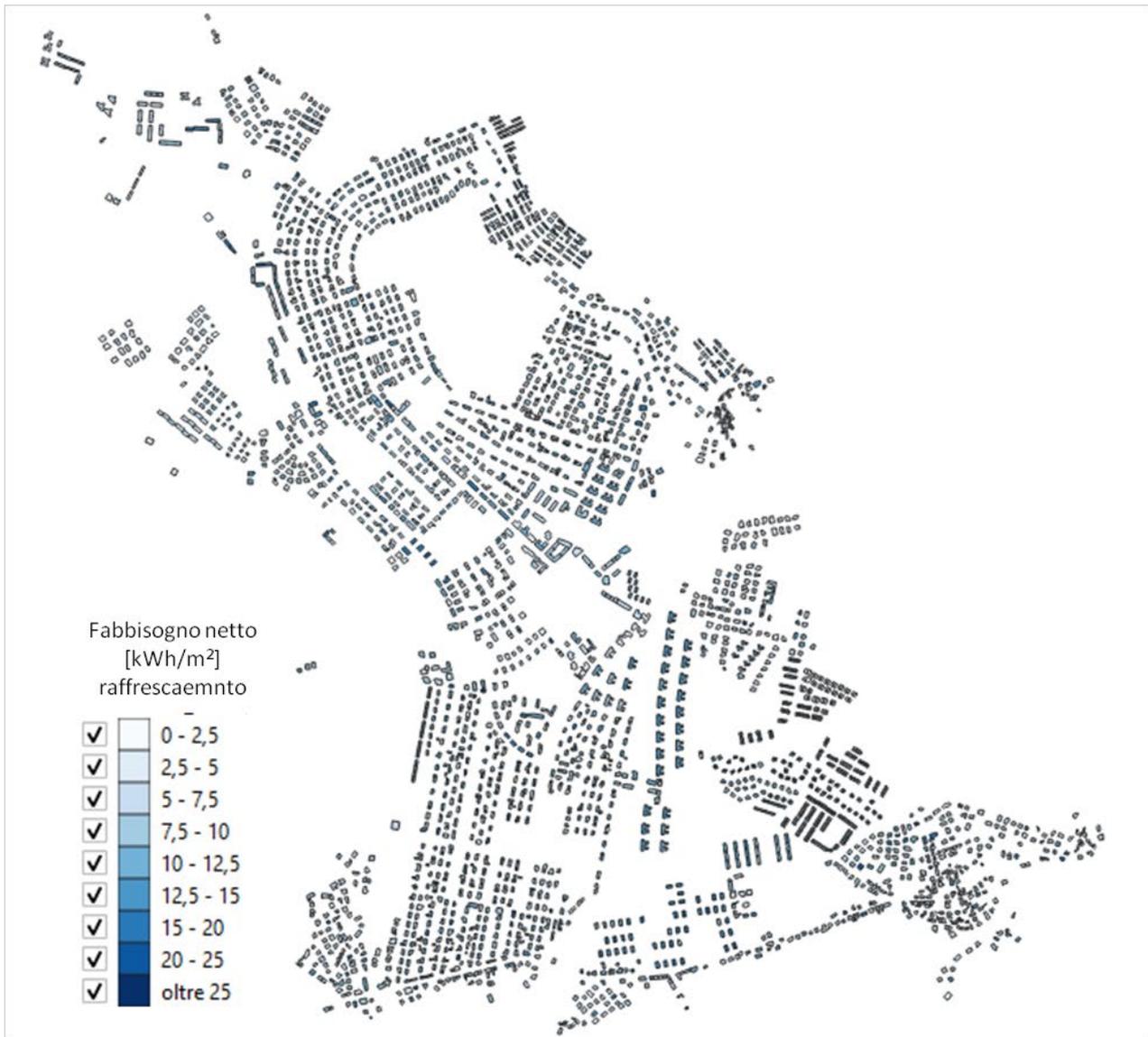


Figura 3.12 - Sintesi del fabbisogno di energia utile per il raffrescaemnto.

La variabilità dei risultati può essere convenientemente studiata mediante raggruppamento per tipologia edilizia generale e/o periodo di costruzione, oppure tramite qualunque altra classe di valore assegnata al patrimonio. In questo caso è utilizzato il raggruppamento per tipo edilizio per esplorare la variabilità dei risultati tra edifici accomunati da elementi tipo - morfologici simili (figura 3.13 e figura 3.14). I risultati del fabbisogno di energia utile sono fortemente legati alla variabilità che caratterizza le geometrie del tipo edilizio e ai periodi di costruzione assegnati. Risulta infatti evidente che gli edifici appartenenti alle tipologie della Fondazione, caratterizzate da maggiore uniformità di materiali e forma, mostrano minore varianza nei risultati. Nello specifico le tipologie multi piano (gen_fon_3) e le quadrifamiliari (genfon_2_4f) mostrano distribuzioni molto vicine alla media, variabilità leggermente superiore è mostrata dal tipo mono/bifamiliare (gen_fon_2_2f). Tra questi tipi edilizi la maggiore dispersione dei risultati è riscontrabile nel tipo a un livello fuori terra (gen_fon_1), che è spesso fortemente modificato per materiali e forma, e per gli ampliamenti in aderenza (gen_fon_A), che hanno geometrie e periodi di costruzione molto più variabili.

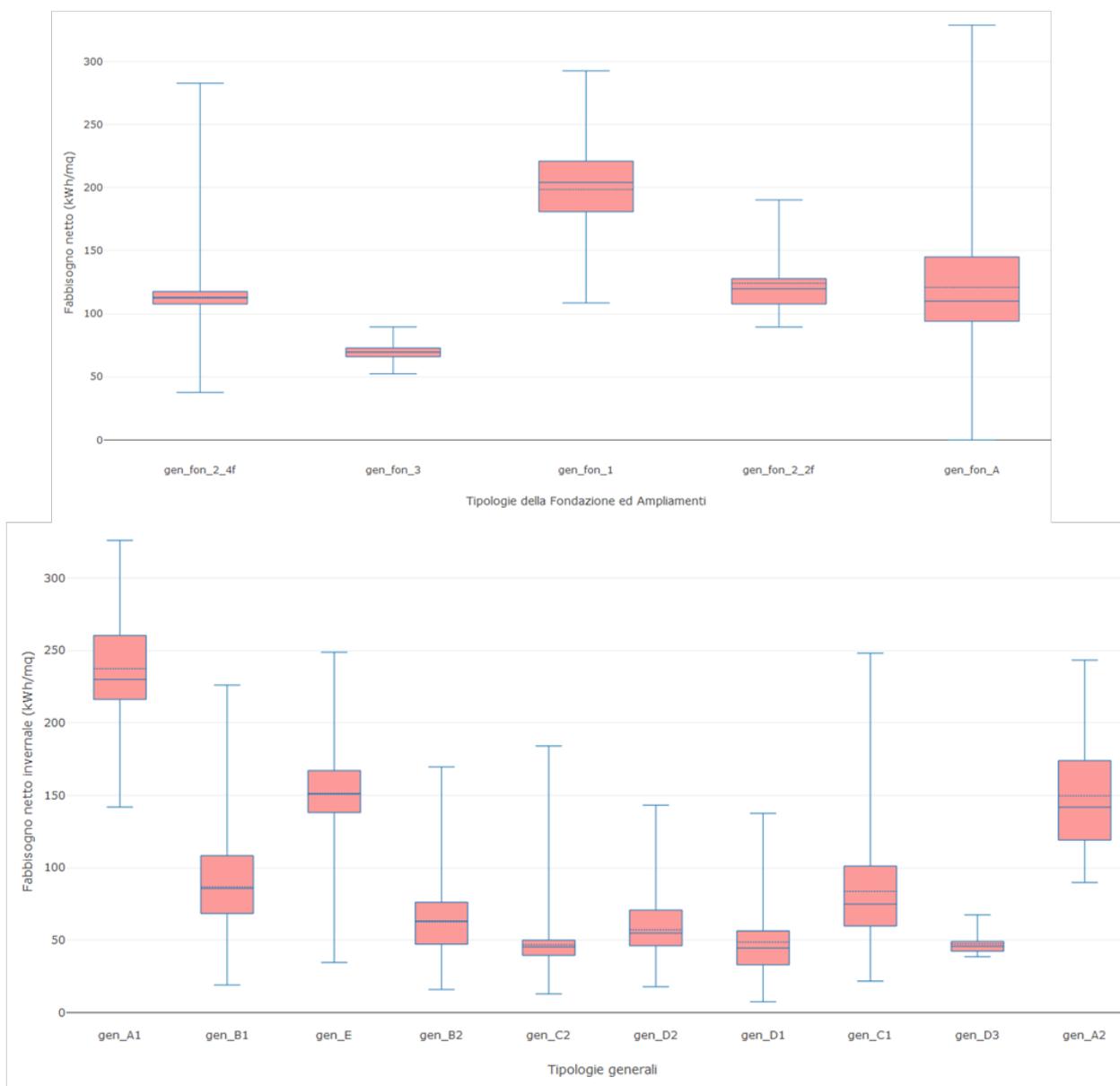


Figura 3.13 - Variabilità del fabbisogno netto per riscaldamento per tipo edilizio.

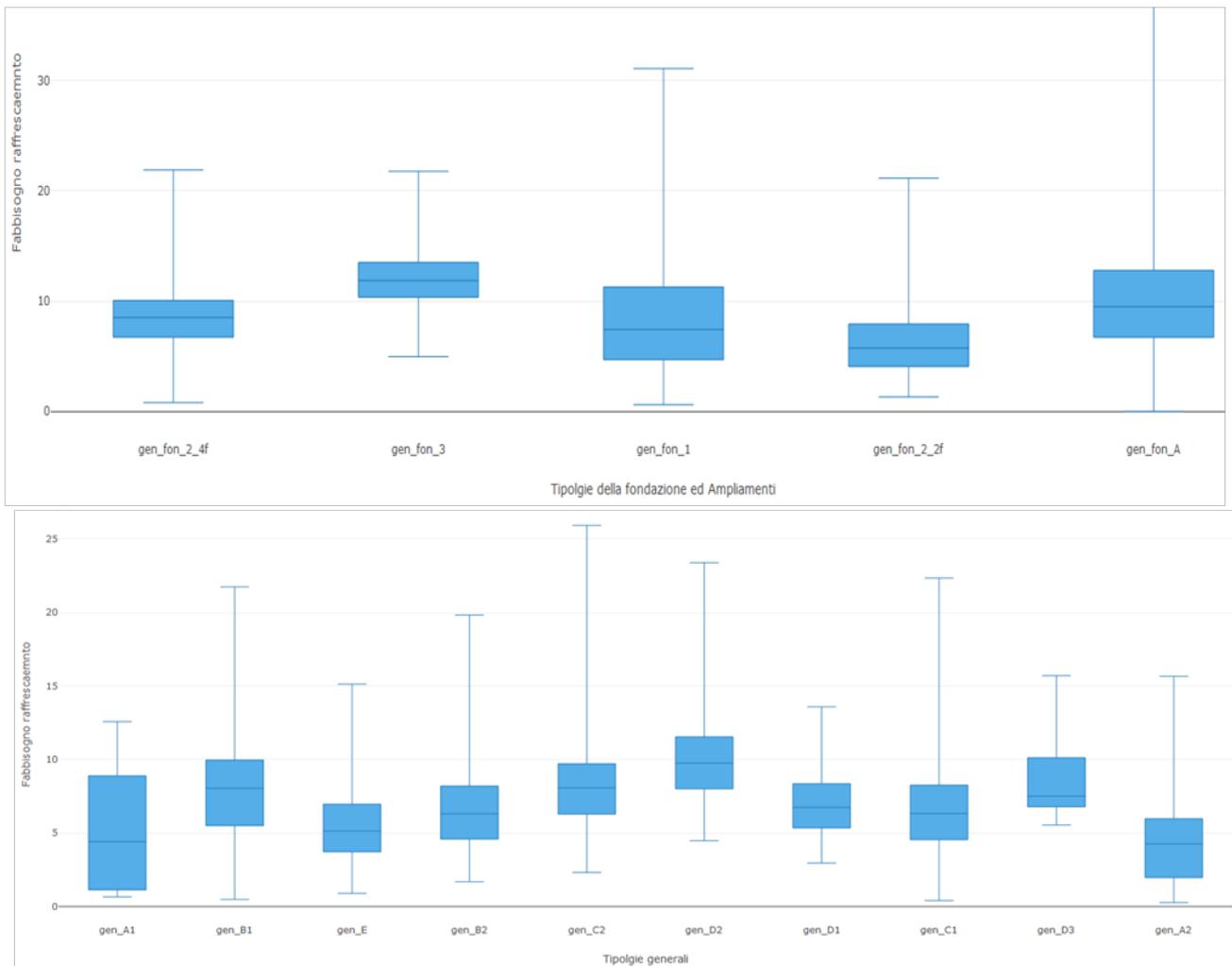


Figura 3.14 - Variabilità del fabbisogno netto per raffrescamento per tipo edilizio.

Per le tipologie generali più rappresentate nell'area di studio, si può anche mostrare la variabilità del fabbisogno unitario per i diversi periodi di costruzione all'interno dello stesso tipo come riportato in **figura 3.15**, in cui l'esempio mostra la variabilità per il tipo edifici isolati (gen_B1): attraverso questa rappresentazione è evidente come tale raggruppamento non tiene conto della diversa assegnazione dei materiali costruttivi che avviene per tipo e periodo di costruzione. In questo caso, tutti i corpi di fabbrica condividono gli stessi materiali, perciò la variabilità dei risultati è da attribuire esclusivamente alla influenza della geometria (footprint, altezza) e del contesto urbano (orientamento ed ombreggiamento delle facciate).



Figura 3.15 - Variabilità del fabbisogno per periodo di costruzione nello stesso tipo edilizio (gen B1).

Un'ulteriore rappresentazione lega il fabbisogno netto unitario al fattore di forma S/V, al fine di individuare una relazione con la tipologia edilizia. Nei grafici riportati nelle successive figure, relativi al fabbisogno netto per riscaldamento (**figure 3.16-19**), è evidente una dipendenza diretta tra le due variabili che, coerentemente col tipo di calcolo impostato, segue un andamento grossomodo lineare. Osservando la rappresentazione tramite grafico a dispersione, si possono individuare aree dove si raggruppano i valori per corpi di fabbrica appartenenti alla stessa tipologia edilizia, aprendo alla possibilità di impostare una relazione statistica tra le variabili fabbisogno netto unitario per riscaldamento e S/V per gran parte delle tipologie edilizie.

Il grafico delle tipologie tradizionali (**figura 3.16**) mostra una netta divisione tra le tre tipologie rilevate, mentre nei grafici relativi ad altri tipi generali (**figure 3.18-19**) i punti sono più confusi, ma rimane comunque possibile effettuare dei raggruppamenti per periodo di costruzione e/o particolari configurazioni di tipo morfologico. Nel grafico relativo alle tipologie a schiera (**figura 3.17**), che in gran parte sono state realizzate tramite edilizia pianificata, il raggruppamento per periodo di costruzione è particolarmente evidente. Nella edilizia della Fondazione (**figure 3.20-13**), la relazione è piuttosto chiara nel caso del tipo a due livelli mono e bifamiliare (gen_fon_2_2f).

Lo studio di queste relazioni statistiche potrà essere oggetto di nuovi sviluppi della ricerca.

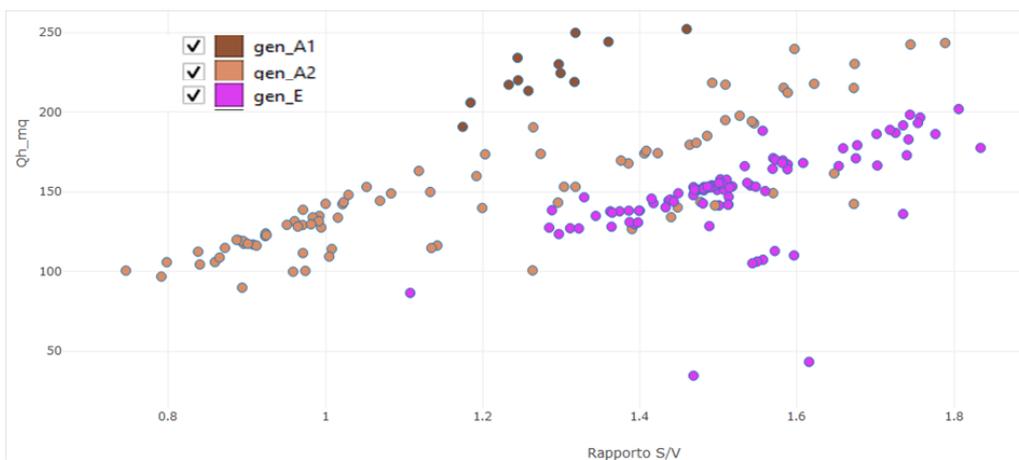


Figura 3.16 - Relazione tra fabbisogno netto riscaldamento e S/V per le tipologie tradizionali gen_A1; gen_A2 e gen_E.

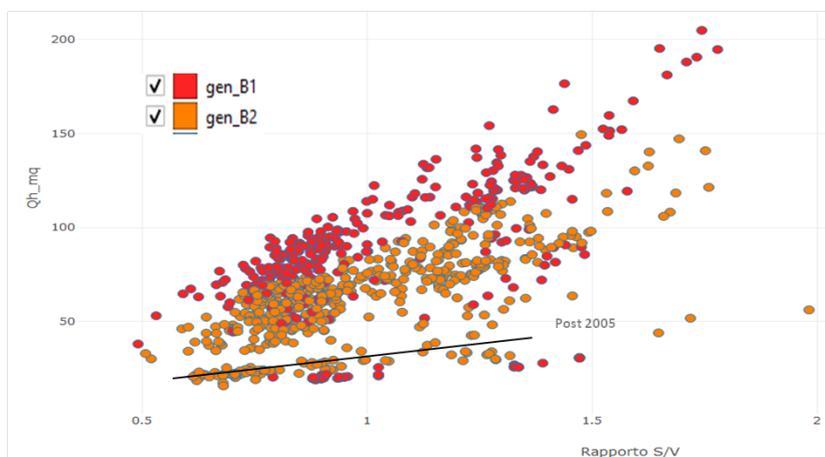


Figura 3.17 - Relazione tra fabbisogno netto riscaldamento e S/V per le tipologie isolate (villette) gen_B1 e gen_B2.

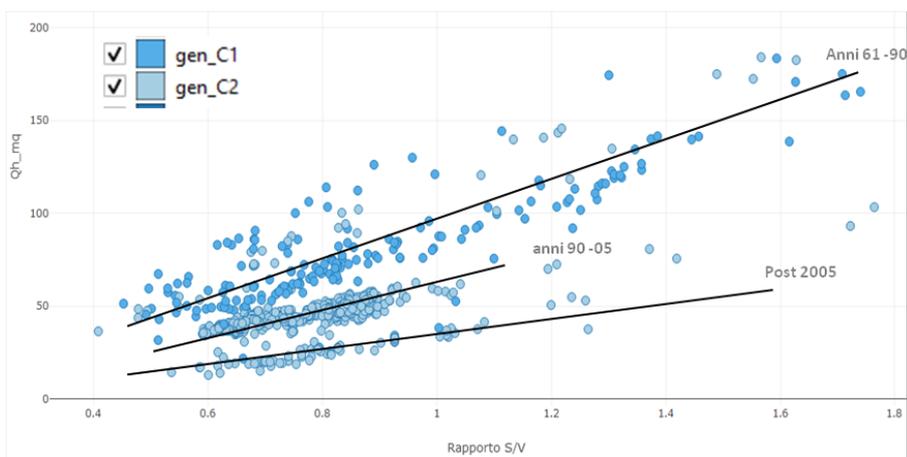


Figura 3.18 - Relazione tra fabbisogno netto riscaldamento e S/V per le tipologie a schiera gen_C1 e gen_C2.

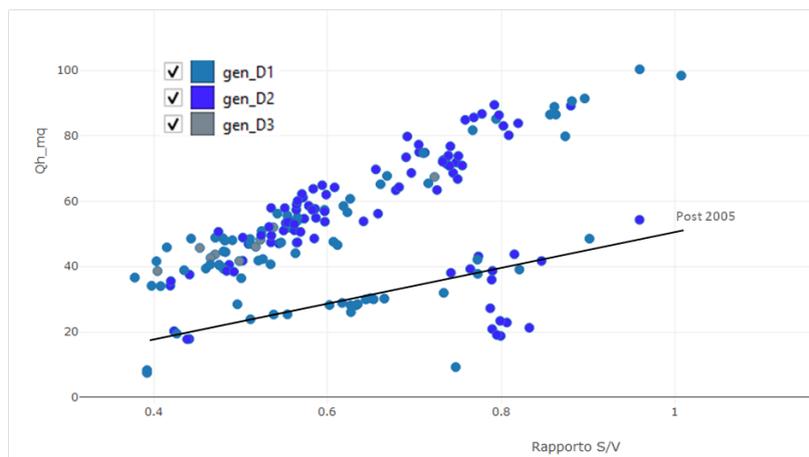


Figura 3.19 - Relazione tra fabbisogno netto riscaldamento e rapporto S/V per le tipologie multi livello gen_D1, gen_D2, gen_D3.

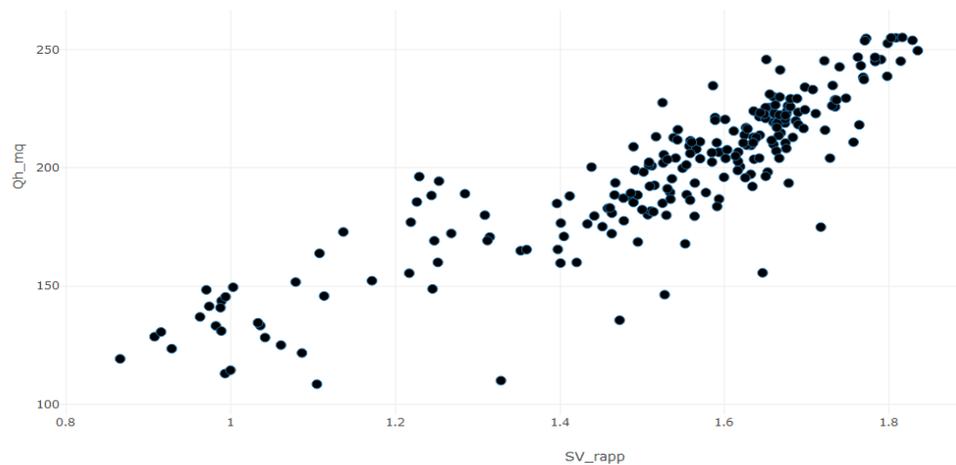


Figura 3.20 - Relazione tra fabbisogno netto riscaldamento e S/V per le tipologie della Fondazione a un solo livello fuori terra.

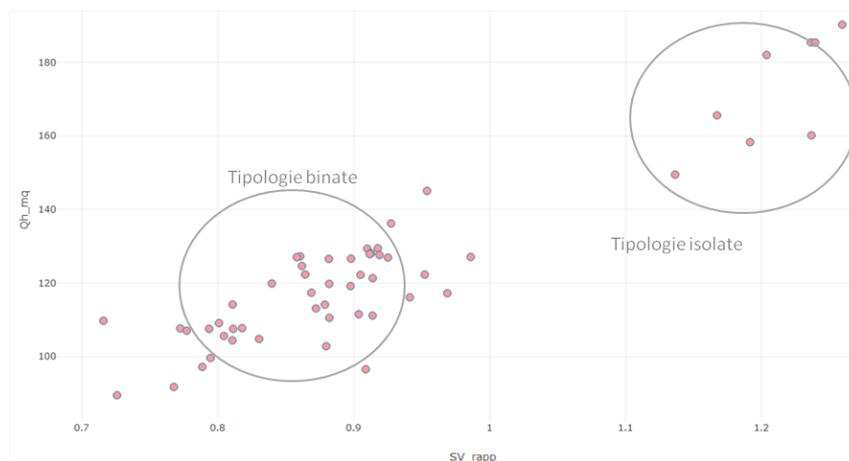


Figura 3.21 - Relazione tra fabbisogno netto riscaldamento e S/V per le tipologie della Fondazione a due livelli bifamiliari (gen_fon_2_2F).

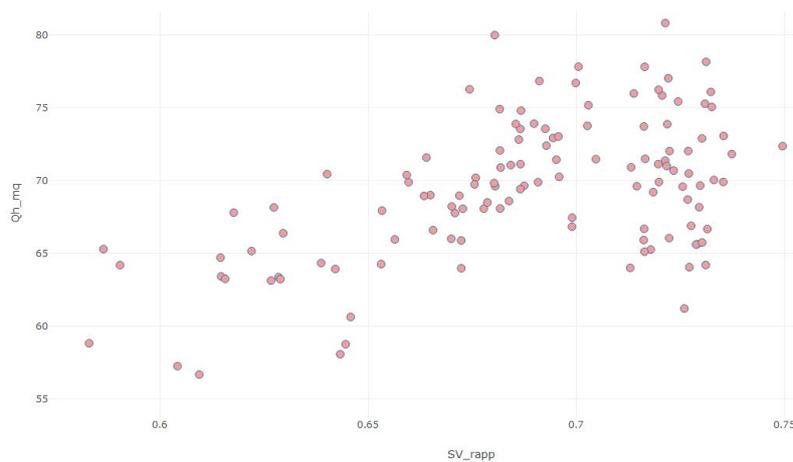


Figura 3.22 - Relazione tra fabbisogno netto riscaldamento e S/V per le tipologie della Fondazione plurilivello (gen_fon_3).

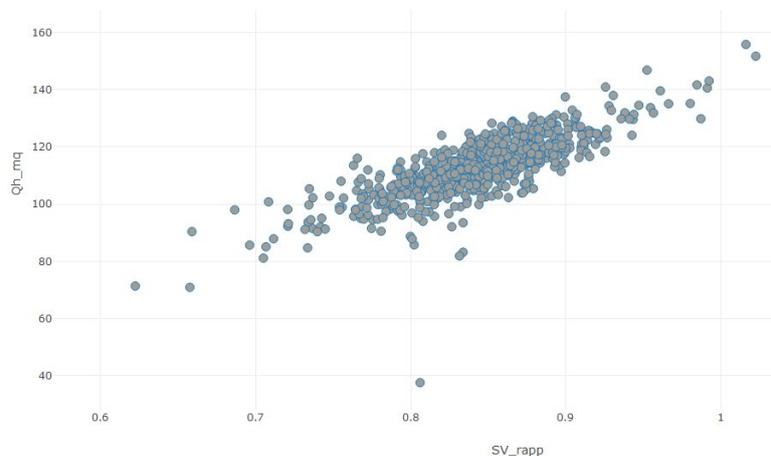


Figura 3.23 - Relazione tra fabbisogno netto riscaldamento e S/V per le tipologie della Fondazione a due livelli quadrifamiliari (gen_fon_2_4f).

La procedura GIS calcola per ogni edificio le performance energetiche dell'”edificio di riferimento”, ottenute impostando le trasmittanze delle strutture coerentemente con i valori previsti dalla normativa per gli interventi di efficientamento. Il risultato in termini di performance è utilizzato per ricavare la classe energetica dell'edificio, e può essere interpretato come una stima del potenziale di efficientamento teorico dell'involucro edilizio per un intervento di *deep renovation* che comprende l'isolamento su tutte le superfici disperdenti. I grafici, riportati nelle **figure 3.24-28** seguenti, mostrano la variazione in percentuale del fabbisogno netto invernale ed estivo degli edifici, raggruppati per tipo edilizio generale (**figure 3.25,26,27**) e della Fondazione (**figure 3.24,28**). Dalla rappresentazione sono stati esclusi i corpi di fabbrica successivi al 2011 in quanto considerati già provvisti di un involucro edilizio adeguatamente efficiente.

La variazione del fabbisogno invernale (**figure 3.24-25**) sempre di segno negativo, ossia vi è un decremento del valore rispetto allo stato attuale. Nel complesso i valori sono compresi tra -50% ed -80%: osservando una ripartizione per tipo, i valori sono generalmente ricompresi tra +/-5% rispetto al valore medio. Anche i valori che si discostano maggiormente, di rado superano +/-15% di variazione.

Diversamente per il regime estivo (**figure 3.26-28**), si registrano valori con variabilità più ampia. L'aumento della trasmittanza, dovuto alla sostituzione degli infissi con altri più performanti, fa diminuire la dispersione di calore dalle strutture, generando un aumento del fabbisogno di raffrescamento. Nello stato attuale le tipologie edilizie adottano prevalentemente infissi lignei a vetro singolo, mentre l'”edificio di riferimento” utilizza un infisso in PVC a taglio termico con vetro basso emissivo, caratterizzato da una minore incidenza del vetro (da 85% a 70%) e da un fattore solare molto più basso (0,85 vetro singolo, 0,65 basso emissivo).

Come è noto l'apporto solare è il fattore preponderante nel calcolo estivo, perciò la variazione del fabbisogno è fortemente dipendente dalle condizioni di irraggiamento locali, generando dei fattori di variabilità non legati al tipo edilizio o ai materiali.

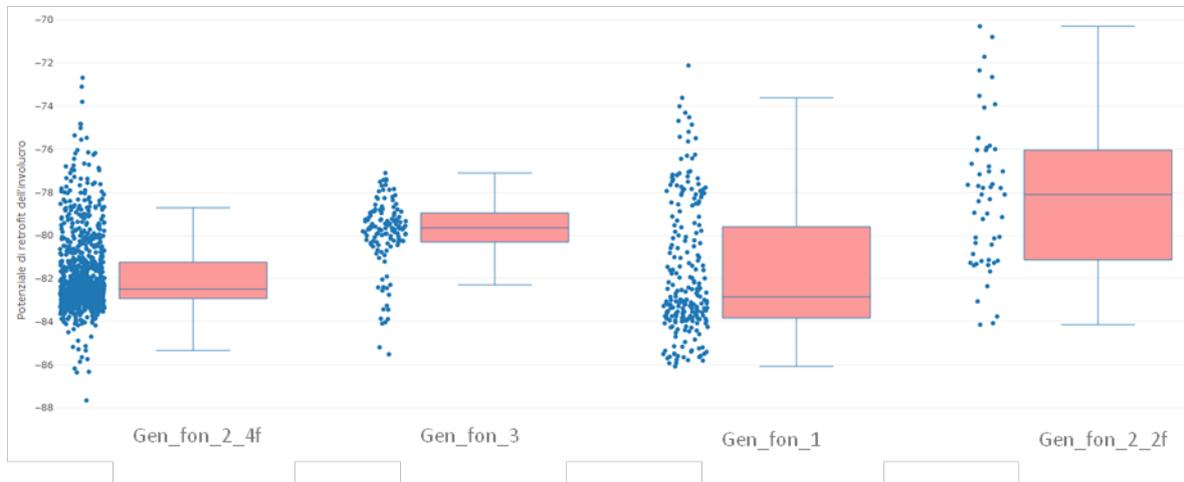


Figura 3.24 - Potenziale teorico di efficientamento invernale dell'involucro dell'edilizia della Fondazione.

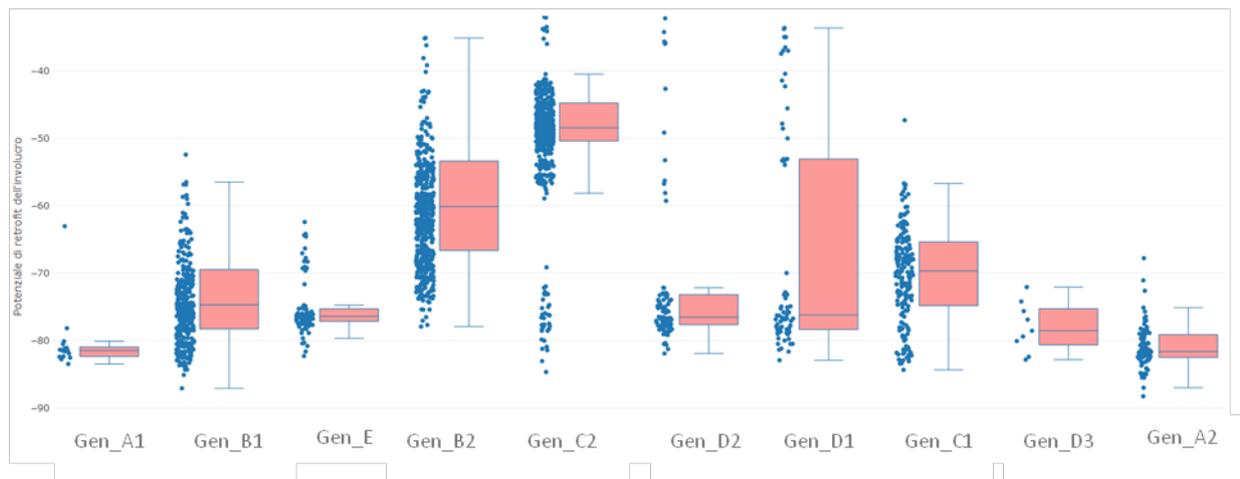


Figura 3.25 - Potenziale teorico di efficientamento invernale dell'involucro delle tipologie generali.

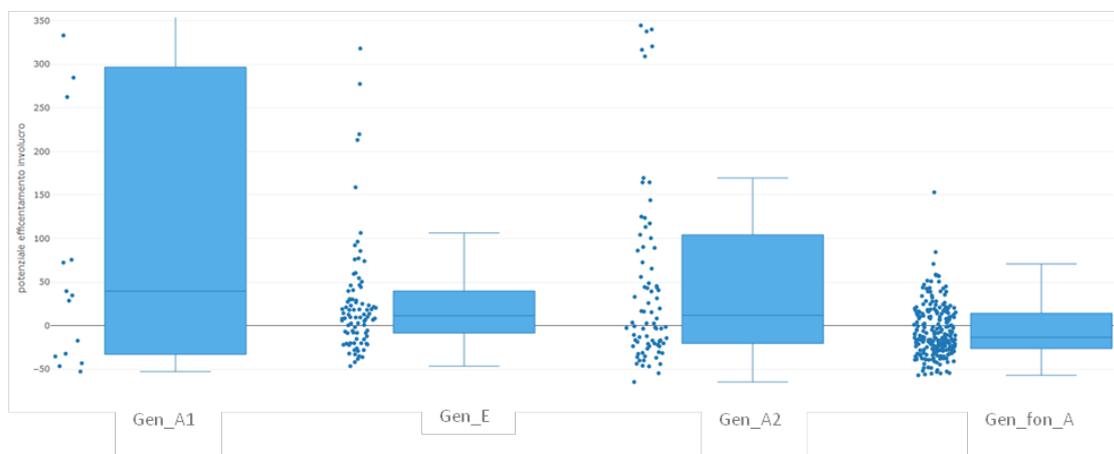


Figura 3.26 - Potenziale teorico di efficientamento estivo dell'involucro di alcune tipologie generali.

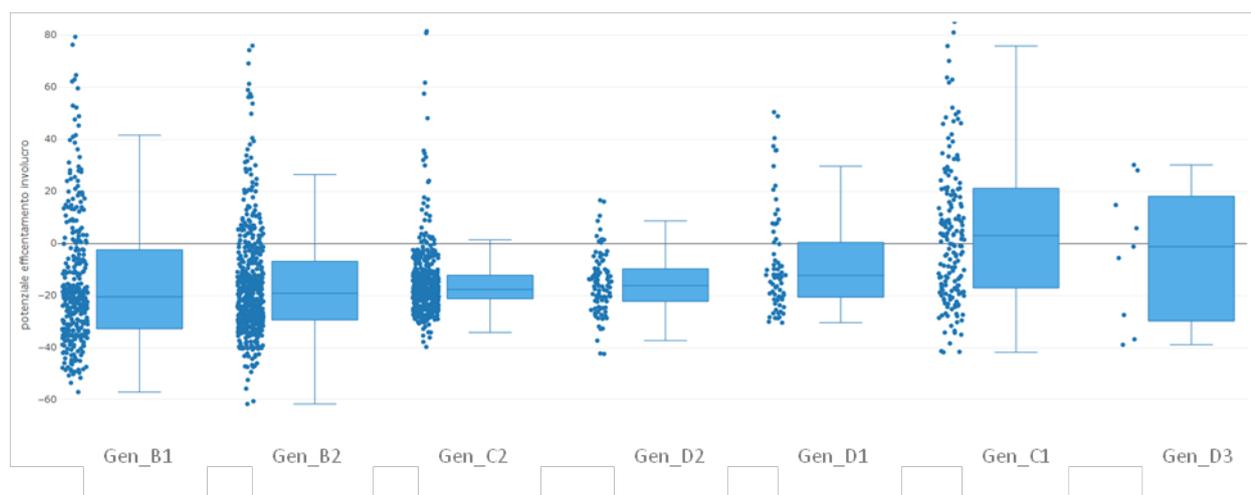


Figura 3.27 - Potenziale teorico di efficientamento estivo dell'involucro di alcune tipologie generali.

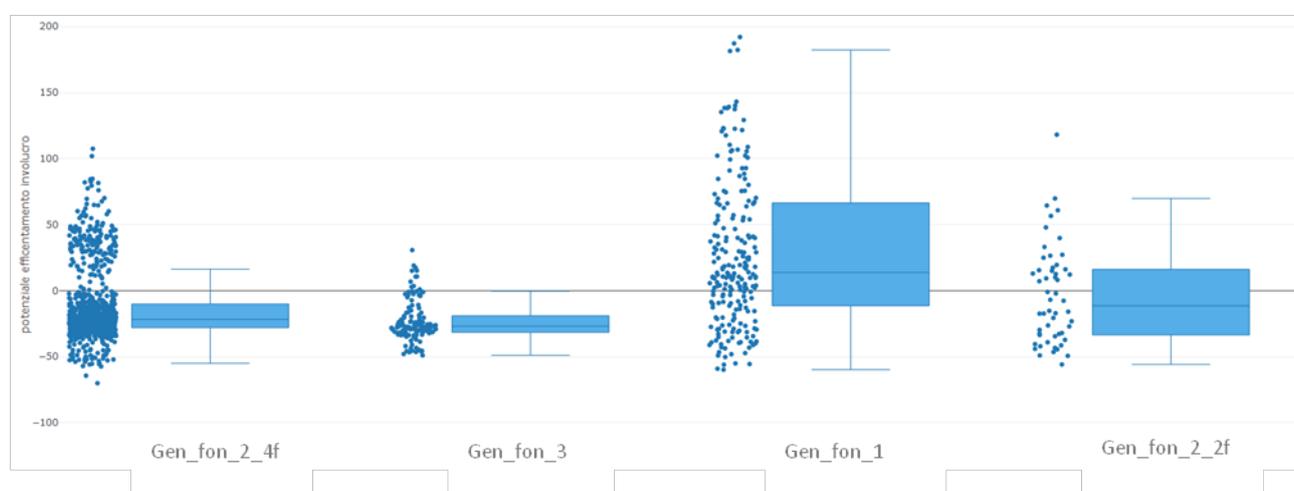


Figura 3.28 - Potenziale teorico di efficientamento estivo dell'involucro delle tipologie della Fondazione.

3.3.1 Risultati modellazione energetica per sezione censuaria

Il fabbisogno netto ricavato per ogni edificio è stato aggregato spazialmente per sezione censuaria con la procedura illustrata nella metodologia e il supporto del *toolset* G, ricavando i parametri che definiscono lo stato attuale del patrimonio edilizio. Le mappe (1), (2), (3) riportate in **figura 3.29** sono focalizzate nel rappresentare l'intensità energetica assoluta delle sezioni censuarie, mentre le (4), (5), (6) mostrano i valori relativi, rapportati alla superficie climatizzata totale. Il fabbisogno energetico totale (**figura 3.29 -2**) riferito allo stato attuale (riscaldamento, raffrescamento, ACS) si concentra nelle sezioni caratterizzate da maggior numero di unità immobiliari (**figura 3.29 -1**). Alcune sezioni censuarie, caratterizzate da espansioni recenti, rappresentano ciascuna circa il 4-5% del fabbisogno complessivo (**figura 3.29 -3**), mentre il tessuto urbano tipico dell'edilizia a due livelli della Fondazione in generale non supera il 2% del peso complessivo. Risulta comunque evidente come il valore assoluto del fabbisogno sia direttamente proporzionale al numero di edifici e abitazioni presenti nella sezione. Le mappe (4), (5), (6) in **figura 3.29** mostrano come i valori unitari dei parametri di efficienza calcolati siano, al contrario, legati al tipo edilizio maggiormente insistente nella sezione. Nella zona nord orientale si può notare che le aree a maggiore intensità sono quelle caratterizzate da edifici di scarsa efficienza dell'involucro, come la tipologie a un livello della Fondazione e altro edificato spontaneo di vecchia costruzione. Il tessuto tipico della fondazione, caratterizzato dalla edilizia a due livelli a bassa densità, presenta indici unitari abbastanza alti, pur mostrando valori assoluti contenuti. Per ogni sezione è stata calcolata la ripartizione della superficie climatizzata per i periodi di costruzione più significativi, e sono state calcolate le energie differenziate per diversi vettori: la **figura 3.30** mostra uno stralcio della mappa con alcuni grafici rappresentativi (per una più completa esplorazione si rimanda al DB geografico che costituisce l'Allegato 1 al presente testo).

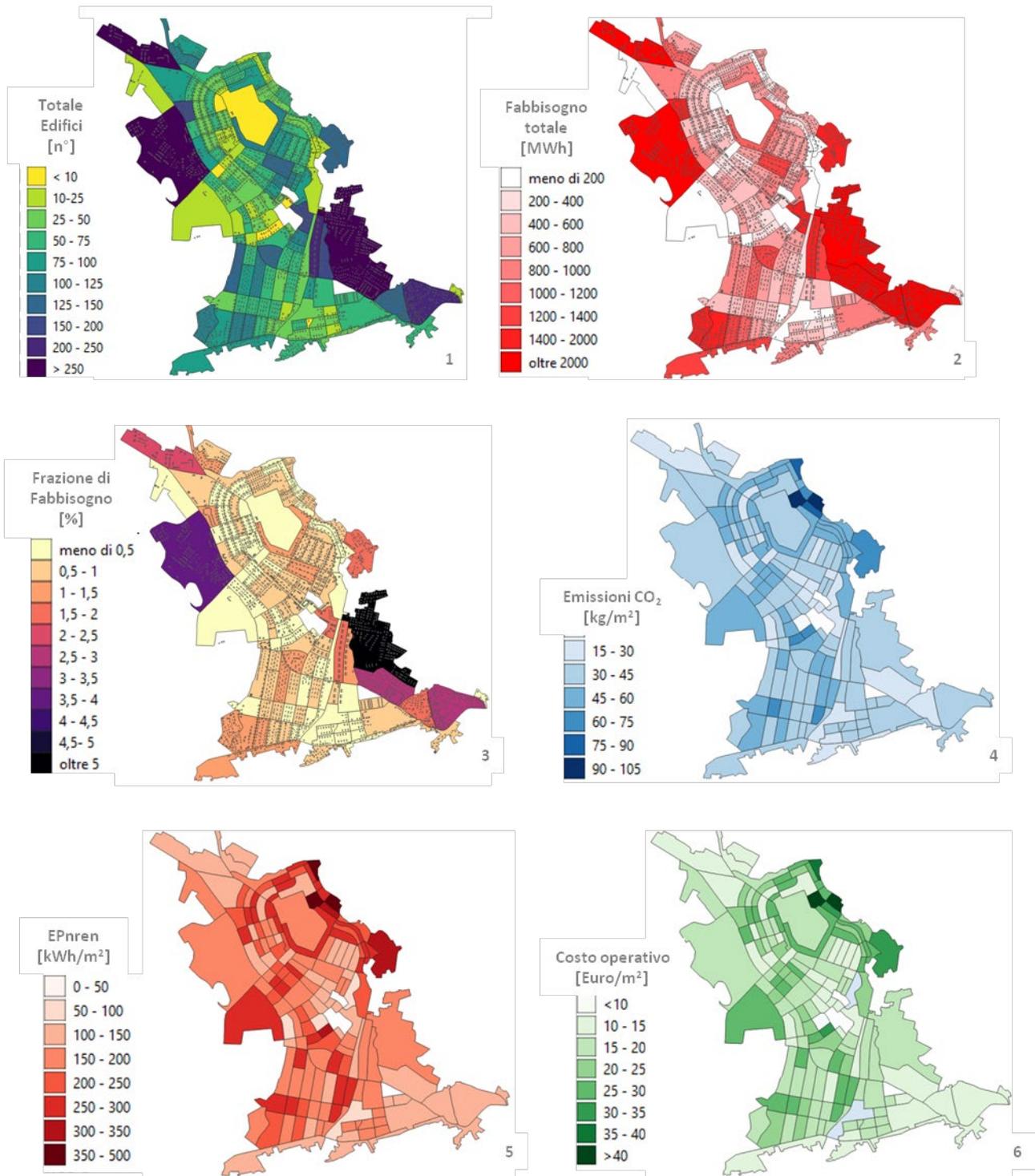


Figura 3.29 - Stato attuale del patrimonio edilizio rappresentato per sezione censuaria.

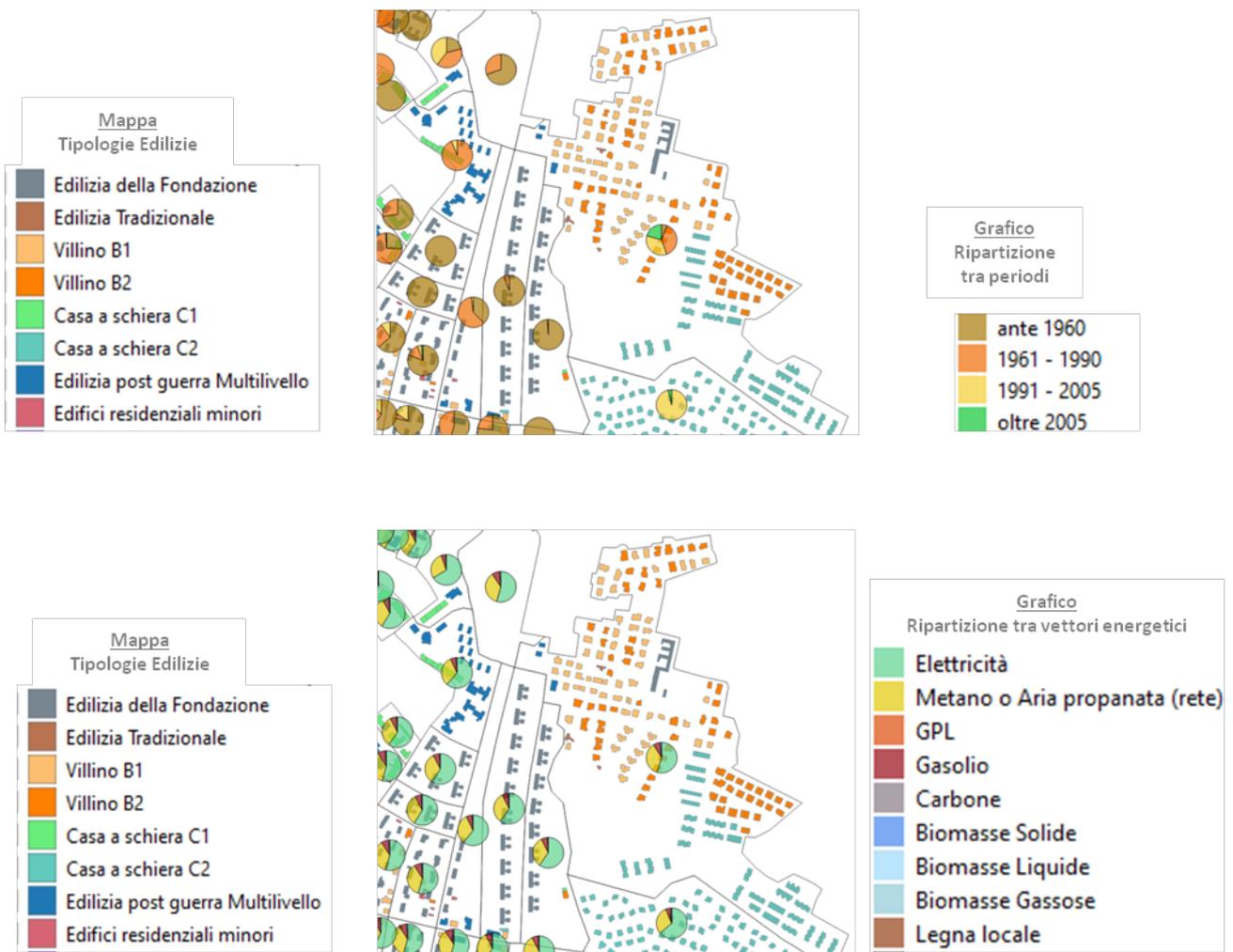


Figura 3.30 - Stralcio della rappresentazione dei vettori energetici per sezione censuaria.

3.4 Risultati della valutazione di coerenza

Per effettuare la valutazione, è stato necessario preliminarmente impostare gli edifici nel software di confronto in maniera coerente con i risultati del *tool* GIS. Come già argomentato, il calcolo della normativa è eseguito per unità immobiliare, perciò i risultati vanno aggregati per ottenere i valori da comparare a quelli ricavati dalla procedura GIS. Il confronto è stato eseguito su alcune tipologie della Fondazione, in quanto per questi edifici la coerenza tra modello tipologico e corpo di fabbrica è molto alta, giacché le altre tipologie sono caratterizzate da morfologie troppo varie anche all'interno dello stesso tipo. Sono stati quindi selezionati tre campioni di confronto del patrimonio edilizio, scelti tra quelli della Fondazione, classificati come edifici che hanno subito modifiche "trascurabili":

- n° 17 edifici della edilizia della Fondazione a un livello (GRA B);
- n° 117 edifici della edilizia quadrifamiliare della Fondazione a due livelli (GRA M);
- n° 41 edifici della edilizia multilivello della Fondazione (O/5, I/5).

Il numero di edifici selezionati è inferiore a quelli appartenenti alle tipologie specifiche della Fondazione caratterizzate da un livello "trascurabile" di modifica, in quanto questa variabile influisce solo con la scelta dei materiali che possono essere o meno ripartiti tra le strutture tipiche dei diversi periodi di costruzione. Perciò, per come è stato eseguito il rilievo, è possibile trovare uno stesso edificio della Fondazione separato in due corpi di fabbrica, uno caratterizzato da un livello di modifica "trascurabile" e l'altro con un parametro diverso. Per evitare questa casistica, i campioni sono stati selezionati anche sulla base della similitudine tra le superfici della impronta al suolo e quella del modello della Fondazione.

Una breve sintesi dei risultati della simulazione del software di controllo è riportata nelle **tabelle 3.3-8** seguente, in cui i calcoli sono stati eseguiti impostando orientamento e contesto in maniera coerente col tessuto urbano. Gli edifici sono impostati nella loro configurazione originale per quanto riguarda l'articolazione interna delle unità immobiliari, mentre per le strutture opache e gli infissi e si è impostato un colore scuro per le coperture e medio per le pareti. Si nota come i tipi a un livello siano caratterizzati da fabbisogno per riscaldamento superiore alle altre tipologie rispettivamente: i primi tipi hanno valori superiori a 250 kWh/m² annui, i secondi si assestano sui 120 kWh/m² annui e sui 100 kWh/m² annui rispettivamente per il modello a due livelli e per quello multipiano. Il fabbisogno estivo ha naturalmente valori assoluti molto inferiori a quelli invernali, e al contrario presenta valori maggiori per il tipo multipiano con circa 14 kWh/m² annui e inferiori per le altre due tipologie con circa 6 kWh/m² annui per il modello a un livello e circa 12 kWh/m² annui per quello a due.

Coerentemente al tipo di modellazione eseguito, i modelli multipiano mostrano una forte differenza di prestazione tra la media complessiva e quella dei livelli considerati (piano terra, intermedio, ultimo), che è meno evidente nella tipologia a soli due livelli. La modellazione nel software di controllo ha inoltre permesso di inserire le planimetrie in maniera dettagliata, e di modellare le strutture inserendo i diversi spessori della muratura presenti nei livelli dell'edificio, in luogo di quella generica utilizzata nella modellazione GIS. Per questo motivo la superficie utile delle unità immobiliari a volte differisce abbastanza dalla ipotesi effettuata nella modellazione GIS, che le considera della stessa dimensione.

Tabella 3.3 - Sintesi dei risultati della simulazione per la fase riscaldamento per il modello GRA B.

UNITÀ IMMOBILIARI	POSIZIONE	SUP. CLIMATIZZ [m2]	SUP_DISP [m2]	COEFF. GLOB. SCAMBIO TERMICO [W/K]	GUADAGNI INTERNI [kWh]	GUADAGNI SOLARI FINESTRE [kWh]	PERDITE VENTILAZIONE [kWh]	PERDITE TRASMISSIONE [kWh]	FABBISOGNO INVOLUCRO RISCALDAMENTO [kWh]	FABBISOGNO UNITARIO [kWh/m2]
1	caposchiera	35	194,1	313,5	776	573	336	9828	8920	254,85
1	centrale	35,99	163,3	282	795	573	346	8843	7910	219,79
1	centrale	35,22	161,5	229,7	781	573	339	6975	7880	223,72
1	caposchiera	35	195,3	355,9	777	573	337	11158	10111	288,89
4	edificio	141,21	714,2	1181,1	3129	2292	1357	36805	34821	246,59
2	totale caposch.	70,99	357,4	595,5	1571	1146	682	18672	16830	237,07
2	totale centrale	70,22	356,8	585,6	1558	1146	675	18133	17991	256,21

Tabella 3.4 - Sintesi dei risultati raffrescamento per il modello GRA B.

UNITÀ IMMOBILIARI	POSIZIONE	SUP. CLIMATIZZ [m2]	SUP_DISP [m2]	COEFF. GLOB. SCAMBIO TERMICO [W/K]	GUADAGNI INTERNI [kWh]	GUADAGNI SOLARI FINESTRE [kWh]	PERDITE VENTILAZIONE [kWh]	PERDITE TRASMISSIONE [kWh]	FABBISOGNO INVOLUCRO RAFFRESCAMENTO [kWh]
1	caposchiera	35	194,1	300	439	28	812	149	4,25
1	centrale	35,99	163,3	307	439	29	731	212	5,89
1	centrale	35,22	161,5	316	435	33	671	223	6,33
1	caposchiera	35	195,3	267	440	23	763	157	4,49
4	edificio	141,21	714,2	1190	1752	112	2977	741	5,25
2	totale caposch.	70,99	357,4	608	877	56	1543	360	5,08
2	totale centrale	70,22	356,8	583	875	56	1434	380	5,42

Tabella 3.5 - Sintesi dei risultati riscaldamento per il modello GRA M.

UNITÀ IMMOBILIARI	POSIZIONE	SUP. CLIMATIZZ [m2]	SUP_DISP [m2]	COEFF. GLOB. SCAMBIO TERMICO [W/K]	GUADAGNI INTERNI [kWh]	GUADAGNI SOLARI FINESTRE [kWh]	PERDITE VENTILAZIONE [kWh]	PERDITE TRASMISSIONE [kWh]	FABBISOGNO INVOLUCRO RISCALDAMENTO [kWh]	FABBISOGNO UNITARIO [kWh/m2]
1	primo piano	75,8	251,9	381	1323	600	702	11960	10962	144,62
1	primo piano	75,1	148,5	346	1318	702	697	10221	9137	121,67
1	piano terra	62,4	194,6	272	1187	552	579	8543	7204	115,44
1	piano terra	61,8	101,98	246	1180	632	574	7727	6205	100,40
4	edificio	275,1	697,0	1246	5008	2486	2551	38451	33508	121,80
2	totale ultimo	150,9	400,4	727	2641	1302	1399	22181	20099	133,20
2	totale terra	124,2	296,6	519	2367	1184	1152	16270	13408	107,96

Tabella 3.6 - Sintesi dei risultati raffrescamento per il modello GRA M.

UNITÀ IMMOBILIARI	POSIZIONE	SUP. CLIMATIZZ [m ²]	SUP_DISP [m ²]	COEFF. GLOB. SCAMBIO TERMICO [W/K]	GUADAGNI INTERNI [kWh]	GUADAGNI SOLARI FINESTRE [kWh]	PERDITE VENTILAZIONE [kWh]	PERDITE TRASMISSIONE [kWh]	FABBISOGNO INVOLUCRO RAFFRESCAMENTO [kWh]
1	primo piano	75,8	251,9	560	494	67	1137	918	12,12
1	primo piano	75,1	148,5	683	765	63	925	834	11,10
1	piano terra	62,4	194,6	615	570	51	752	827	13,25
1	piano terra	61,8	101,98	715	656	72	971	856	13,85
4	edificio	275,1	696,98	2573	2485	253	3785	3435	12,49
2	totale ultimo	150,9	400,4	1243	1259	130	2062	1752	11,61
2	totale terra	124,2	296,58	1330	1226	123	1723	1683	13,55

Tabella 3.7 - Sintesi dei risultati riscaldamento per il modello O/5

UNITÀ IMMOBILIARI	POSIZIONE	SUP. CLIMATIZZ [m ²]	SUP_DISP [m ²]	COEFF. GLOB. SCAMBIO TERMICO [W/K]	GUADAGNI INTERNI [kWh]	GUADAGNI SOLARI FINESTRE [kWh]	PERDITE VENTILAZIONE [kWh]	PERDITE TRASMISSIONE [kWh]	FABBISOGNO INVOLUCRO RISCALDAMENTO [kWh]	FABBISOGNO UNITARIO [kWh/m ²]
2	terra - torre	50,9	211,75	245,995	1036,4	784,8	472,4	7713,4	6604,2	129,7
2	terra - angolare	55,9	162,1	197,435	1105,7	632,9	518,8	6181,8	5051,3	90,4
2	terra - centrale	57,2	156,5	195,489	1122,8	717,3	530,8	6118,7	4968,0	86,9
2	primo - torre	57,7	119,58	217,9	1128,7	801,1	535,1	6832,4	5701,4	98,8
2	primo - angolare	61,4	97,4	180,094	1175,5	583,0	570,0	5647,0	4555,6	74,2
2	primo - centrale	61,2	65,37	127,273	1173,2	688,7	568,2	3990,8	2875,3	47,0
2	secondo - torre	57,7	119,4	217,634	1128,5	801,1	534,9	6824,1	5668,8	98,2
2	secondo - angolare	61,4	99,1	182,749	1175,5	597,6	570,0	5730,3	4621,7	75,3
2	secondo - centrale	61,2	66,98	129,928	1173,3	697,6	568,3	4074,0	2950,7	48,2
2	ultimo torre	59,5	212,6	372,911	1151,9	806,9	601,6	11693,0	11027,0	185,3
2	ultimo angolare	62,9	192,9	339,258	1193,6	692,5	636,6	10637,7	9979,9	158,7
2	ultimo centrale	62,4	155,7	277,813	1186,5	744,0	630,3	8711,1	8049,8	129,0
24	totale edificio	1418,8	3318,8	5369,0	27503,1	17094,8	13473,7	168308,4	144107,4	101,6
6	totale ultimo	369,6	1122,4	1980,0	7064,0	4486,7	3737,1	62083,6	58113,3	157,2
12	totale intermedio	721,2	1135,7	2111,2	13909,3	8338,1	6692,7	66197,2	52747,1	73,1
6	totale terra	328,0	1060,7	1277,8	6529,8	4270,0	3043,9	40027,6	33247,0	101,4

Tabella 3.8 - Sintesi dei risultati raffrescamento per il modello O/5

UNITÀ IMMOBILIARI	POSIZIONE	SUP. CLIMATIZZ [m ²]	SUP_DISP [m ²]	COEFF. GLOB. SCAMBIO TERMICO [W/K]	GUADAGNI INTERNI [kWh]	GUADAGNI SOLARI FINESTRE [kWh]	PERDITE VENTILAZIONE [kWh]	PERDITE TRASMISSIONE [kWh]	FABBISOGNO INVOLUCRO RAFFRESCAMENTO [kWh]
2	terra - torre	50,9	211,75	635	1145	64	1050	900	17,68
2	terra - angolare	55,9	162,1	613	676	55	799	708	12,67
2	terra - centrale	57,2	156,5	729	891	79	918	769	13,44
2	primo - torre	57,7	119,58	774	1305	93	1182	1063	18,42
2	primo - angolare	61,4	97,4	824	859	102	1011	904	14,73
2	primo - centrale	61,2	65,37	1019	1231	141	992	1202	19,64
2	secondo - torre	57,7	119,4	791	1330	97	1234	1096	18,99
2	secondo - angolare	61,4	99,1	824	891	102	1026	924	15,05
2	secondo -centrale	61,2	66,98	1019	1275	141	1012	1228	20,06
2	ultimo torre	59,5	212,6	530	881	52	1029	561	9,44
2	ultimo angolare	62,9	192,9	470	568	54	909	176	2,81
2	ultimo centrale	62,4	155,7	563	786	56	780	423	6,78
24	totale edificio	1418,8	3318,76	17584	23674	2073	23886	19910	14,03
6	totale ultimo	369,6	1122,4	3126	4469	325	5437	2322	6,28
12	totale intermedio	721,2	1135,66	10502	13780	1352	12914	12834	17,79
6	totale terra	328	1060,7	3957	5425	397	5535	4755	14,50

La prima valutazione di coerenza è stata effettuata sulle geometrie del patrimonio edilizio, e ha lo scopo di determinare quanto la base topografica e le procedure di rilievo adottate siano in grado di riprodurre correttamente le geometrie dei modelli della Fondazione ai fini del calcolo energetico, ossia superfici e volumi riscaldati, superficie disperdente e rapporto S/V. Per favorire il confronto, a questi valori è stato aggiunto un altro indice, che rapporta la superficie disperdente alla superficie climatizzata "S/S".

Gli elementi posti a confronto risultano essere le geometrie ricavate dal modello della Fondazione, quelle ricavate tramite la metodologia di rilievo che prevede due elementi tipografici di base (VE, UE) adottata nella LA 1.27 e quella basata sulla sola UE adottata nella LA 1.28.

Osservando l'impronta al suolo degli O/5 ([figura 3.31](#)) si nota la prima forte differenza tra i due metodi: il primo identifica i corpi scala come volumi non climatizzati, e quindi considera nel calcolo le relative superfici disperdenti tra le pareti confinanti, mentre nel secondo caso i corpi scala fanno parte della impronta al suolo, che sarà poi moltiplicata per un fattore d'uso tipologico al fine di ricavare la superficie climatizzata.

Nel caso degli O/5 la differenza di rappresentazione non genera visibili effetti sulle superfici disperdenti e quindi sul calcolo energetico, in quanto l'elemento riscaldato ha una forma regolare che porta essenzialmente a sostituire nel conto una superficie disperdente verso area non riscaldata (coefficiente di trasmissione 0,8), con una parte esterna leggermente inferiore, ma caratterizzata da un coefficiente di trasmissione unitario. Anche per la determinazione delle superfici climatizzate, la minore precisione della base topografica è compensata da un coefficiente basato sulla planimetria del livello tipo.

Per le altre due tipologie prese in considerazione, questa discrepanza non sussiste in quanto si tratta di tipi edilizi dove il corpo scala non è riconoscibile dall'esterno, e che essenzialmente sono costituiti da volumi molto semplici con una quota di gronda e di attacco al suolo omogenea.

Tuttavia, in casi più generali, questa semplificazione può creare differenze di superficie disperdente e superficie climatizzata rilevanti per il calcolo energetico, soprattutto per i tipi edilizi generali per i quali non si abbia una planimetria nota dalla quale ricavare il coefficiente della superficie climatizzata. La scelta tra le due metodologie dovrà essere effettuata rapportando il vantaggio in termini di rappresentazione del

contesto con la complicazione delle attività *pre-processing* dei dati base che la metodologia con due basi geometriche richiede.

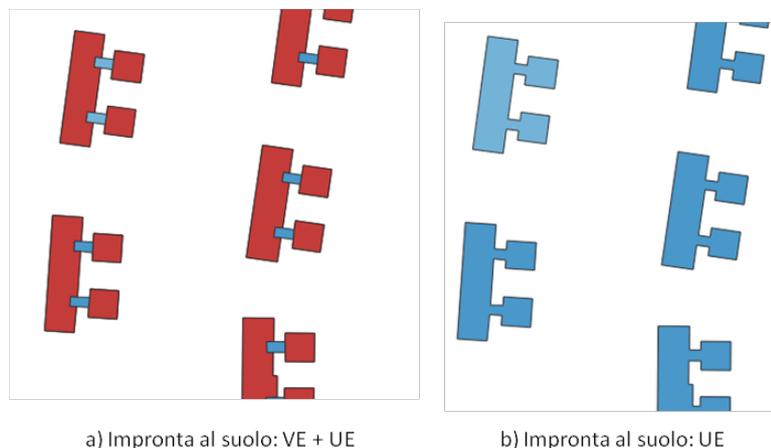


Figura 3.31 - Confronto tra le basi geometriche delle due metodologie.

Il confronto tra le due basi geometriche e il modello della fondazione è stato impostato confrontando i valori medio, massimo e minimo del campione e poi valutandone l'intervallo di variazione e la differenza in termini percentuali rispetto ai valori del modello, che è ritenuto quello di riferimento. Il primo confronto puramente geometrico è stato impostato sulla base delle seguenti variabili:

- superficie dell'impronta al suolo, che misura la coerenza planimetrica tra la base topografica e il modello;
- altezza di gronda e volume lordo, che misura la coerenza volumetrica tra la base topografica e il modello della Fondazione.

Gli altri indici che sono stati calcolati sono il risultato della procedura di analisi delle superfici disperdenti sviluppata nei *tool* GIS e di quella effettuata dai software di controllo sul modello della fondazione:

- superficie disperdente, che comprende quella verso esterno, volumi non riscaldati e terreno;
- superficie media delle unità immobiliari, pari alla superficie climatizzata per ciascuna unità;
- superficie climatizzata, ricavata tramite coefficienti opportuni nel *tool* GIS e ricavata geometricamente nel software di controllo;
- volume climatizzato, ricavato tramite l'altezza media interpiano nel *tool* GIS e geometricamente nel software di controllo;
- rapporto tra superficie disperdente e volume riscaldato;
- rapporto tra superficie disperdente e superficie climatizzata.

Confrontando il primo set di valori, si nota come in generale la base topografica tenda a sottostimare la superficie lorda al suolo rispetto a quella teorica del modello: si parte da sottostime di circa il 9% per i tipi GRA M e O/5 fino a circa il 2% per la tipologia a un livello. A questa discrepanza dei valori medi dei campioni rispetto al modello, si associano intervalli di variazione di circa il 15-30%, che sembrano piuttosto ampi per corpi di fabbrica da considerare identici. La dimensione planimetrica dell'impronta al suolo, dalla quale dipendono gran parte dei dati di ingresso del calcolo energetico, porta con sé una imprecisione di almeno il +/- 10% rispetto al dato noto.

La metodologia della LA 1.27 ha utilizzato le quote dei volumi DGBT 1:2000 per determinare le altezze degli edifici, mentre la procedura della LA 1.28 ricava le stesse altezze sulla base dei livelli fuori terra e dell'altezza interpiano tipologica. La prima metodologia è affetta perciò anche dalla variabilità delle altezze di gronda

ricavate dalla base cartografica, che presentano spesso scostamenti di circa un metro rispetto al valore del modello. Le altezze del DGBT tengono conto della conformazione del terreno, di eventuali basamenti che talvolta sono stati realizzati, anche per gli edifici della Fondazione, per assecondare la pendenza del terreno, e ovviamente permettono di calcolare più correttamente le superfici disperdenti delle UE composte da VE aventi diversa altezza. Anche in questo caso, l'uso di un metodo o dell'altro per ricavare le altezze degli edifici dovrà considerare attentamente il tipo di base dati disponibile e la finalità del modello stesso. Se si osserva la tipologia a un livello, le quote del DGBT introducono degli scostamenti molto pesanti rispetto al modello teorico: in alcuni casi si arriva a calcolare altezze di gronda oltre i 5 m in luogo dei 3 m teorici, senza però avere rilevato la presenza di sottotetti e/o seminterrati che possano giustificare tale differenza. Ciò ha forte impatto sui calcoli energetici, e può essere difficilmente giustificabile in una mappa urbana, dove ci si aspetta che edifici simili abbiano performance paragonabili tra loro, creando difficoltà interpretative all'utente non tecnico e anche a quello esperto.

Per quanto concerne gli indici pesati sulla dimensione relativa del corpo di fabbrica, le differenze tra le medie del campione e il modello teorico diminuiscono, mostrando comunque un certo intervallo di variazione che cresce nei valori stimati dalla base geometrica, che utilizza le quote di gronda del DGBT della RAS.

Tra le tre tipologie scelte per la valutazione di coerenza, la tipologia ad un livello è più sensibile allo scostamento tra campione e modello di riferimento, e soprattutto al tipo di metodologia utilizzata per la stima delle altezze. Questo perché, essendo volumi più piccoli, le variazioni di un metro, tipiche della precisione della base topografica, possono influire notevolmente sulla stima dei parametri geometrici necessari al calcolo energetico. Nelle **tabelle 3.9-10** seguenti si valuta tale effetto direttamente per confronto dei risultati del calcolo energetico tra il modello di riferimento e il campione selezionato.

Tabella 3.9 - Confronto delle geometrie per il tipo specifico O/5 ed I/5.

		IMPRONTA AL SUOLO [m ²]	ALTEZZA LORDA [m]	VOLUME LORDO [m ³]	SUP. DISPERDENTE [m ²]	SUP. CLIMATIZZATA [m ²]	VOL. CLIMATIZZ [m ³]	SUP. UNITÀ [m ²]	RAPPORTO SUP. DISP./VOL. CLIMA	RAPPORTO SUP. DISP./SUP. CLIMA.
Modello Fondazione	O5	541	14,66	7931	3319	1419	4115	59	0,81	2,34
Base topografica (VE + UE)	Media	489	13,25	5588	3073	1473	4024	61	0,78	2,09
	Max	535	14,75	5871	3340	1566	4227	65	0,81	2,13
	Min	456	12,56	5308	2417	1289	3822	54	0,74	1,87
	Range (%)	16,12	16,53	10,07	30,05	18,78	10,07	18,78	9,52	12,40
	Differenza (%)	-9,64	-9,62	-29,54	-7,39	3,82	-2,21	3,82	-3,03	-10,80
Base topografica (UE)	Media	489	14,60	7137	3312	1427	4139	59	0,80	2,32
	Max	535	14,60	7810	3602	1562	4530	65	0,70	2,31
	Min	456	14,60	6660	3190	1332	3863	55	0,66	2,39
	Range (%)	16,12	0,00	16,12	12,45	16,12	16,12	16,12	6,04	-3,82
	Differenza (%)	-9,64	-0,41	-10,01	-0,19	0,60	0,60	0,60	-0,79	-0,79

Tabella 3.10 - Confronto delle geometrie per il tipo specifico GRA B.

		IMPRONTA AL SUOLO [m ²]	ALTEZZA LORDA [m]	VOLUME LORDO [m ³]	SUP. DISPERSIVE [m ²]	SUP. CLIMATIZZATA [m ²]	VOL. CLIMATIZZATO [m ³]	SUP. UNITÀ [m ²]	RAPPORTO SUP. DISP./VOL. CLIMA.	RAPPORTO SUP. DISP./SUP. CLIMA.
Modello Fondazione	GRA B	180,56	3,7	668,072	714,2	141,2	423,63	35,3	1,69	5,06
Base topografica (VE + UE)	Media	177	3,9	698	710	115	454	29	1,57	6,17
	Max	190	5,6	1098	866	124	535	31	1,62	7,00
	Min	164	3,4	574	578	107	373	27	1,55	5,42
	Range (%)	14,86	56,41	75,01	40,56	14,86	35,69	14,86	4,46	25,59
	Differenza (%)	-1,90	5,41	4,44	-0,59	-18,47	7,05	-18,47	-	-7,14
Base topografica (UE)	Media	177	3,0	531	571	115	345	29	1,65	4,96
	Max	190	4,0	761	626	124	371	31	1,69	5,06
	Min	164	3,0	492	536	107	320	27	1,61	5,03
	Range (%)	14,86	33,33	50,67	15,65	14,86	14,86	14,86	4,43	0,52
	Differenza (%)	-1,90	-18,92	-20,46	-20,05	-18,47	-18,47	-18,47	-	-1,92

Tabella 3.11 - Confronto delle geometrie per il tipo specifico GRA M.

		IMPRONTA AL SUOLO [m ²]	ALTEZZA LORDA [m]	VOLUME LORDO [m ³]	SUP. DISPERDENTE [m ²]	SUP. CLIMATIZZATA [m ²]	VOL. CLIMATIZZ [m ³]	SUP. UNITÀ [m ²]	RAPPORTO SUP. DISP./VOL. CLIMA	RAPPORTO SUP. DISP./SUP. CLIMA.
Modello Fondazione	GRA M	179	6,8	1214	697	275	825	69	0,84	2,53
Base topografica (VE + UE)	Media	162	7,1	1174	689	259	801	65	0,86	2,66
	Max	209	8,3	1755	843	335	1198	84	0,70	2,52
	Min	141	6,1	871	464	226	595	57	0,78	2,05
	Range (%)	41,93	30,99	75,30	55,01	41,93	75,30	41,93	-8,91	17,53
	Differenza (%)	-9,21	4,41	-3,31	-1,14	-5,71	-2,93	-5,71	1,84	4,85
Base topografica (UE)	Media	162	6,8	1102	633	259	752	65	0,84	2,44
	Max	209	6,8	1424	795	335	972	84	0,87	2,37
	Min	141	6,8	962	565	226	656	57	0,77	2,50
	Range (%)	41,93	0,00	41,93	36,40	41,93	41,93	41,93	11,47	-5,04
	Differenza (%)	-9,21	0,00	-9,21	-9,21	-5,71	-8,86	-5,71	-0,34	-3,71

Il confronto tra i risultati della modellazione energetica dello strumento GIS e quelli del software di controllo è stato effettuato tramite la comparazione diretta tra i valori medi del campione e quelli ricavati dal modello della Fondazione. La comparazione è supportata dai grafici a dispersione che mostrano la distribuzione dei singoli risultati di ogni edificio del campione ([figure 3.32-37](#)). Per effettuare il confronto limitando l'impatto delle differenze geometriche, i valori assoluti sono stati rapportati alla superficie climatizzata di ogni edificio. Sono stati confrontati i seguenti parametri che descrivono il fabbisogno termico netto dell'involucro per riscaldamento e raffrescamento: guadagni termici dei solai attraverso le superfici trasparenti e per attività interne, dispersioni di calore per ventilazione e trasmissione, coefficiente globale di scambio termico e valori di fabbisogno netto.

La dispersione per ventilazione e i guadagni interni in regime invernale sono quasi interamente dipendenti dalla superficie utile della unità immobiliare, perciò hanno valori praticamente costanti per tutto il campione e si discostano poco dai valori di riferimento, solo in funzione della differenza tra le due superfici utili stimate. Si può affermare che il modello GIS segua sufficientemente quello standard, con errori sempre inferiori al 5%. Il fabbisogno netto per riscaldamento e le perdite di trasmissione mostrano una distribuzione di punti simile, perché sono fortemente dipendenti dalla superficie disperdente e dal rapporto S/V tipico del volume edilizio. I valori medi sono piuttosto simili a quelli di riferimento e generalmente accoppiabili alla moda del campione, ma nel complesso l'intervallo supera il 5%.

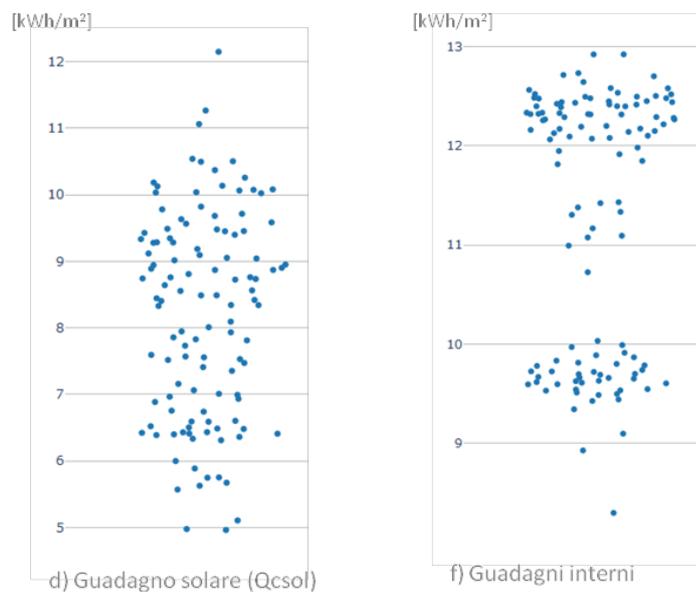
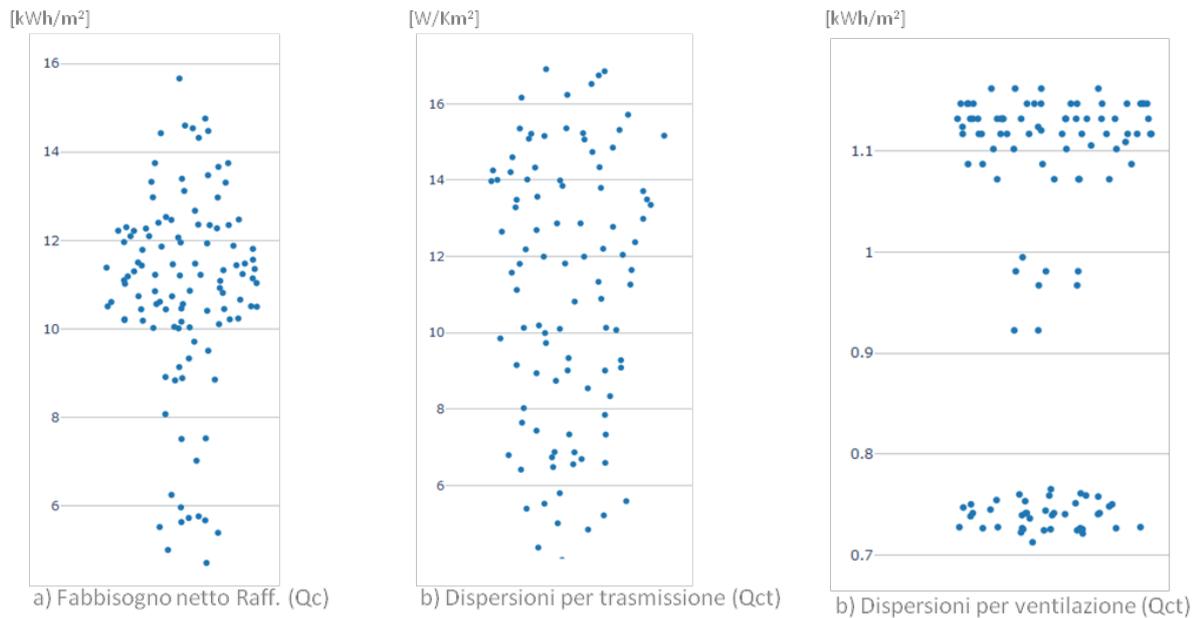
Modello della Fondazione: GRA M
Fabbisogno netto involucro per riscaldamento



	GRAM	Coeff. globale Scambio termico	Guadagni interni	Guadagni solari finestre	Perdite ventilazione	Perdite trasmissione	fabbisogno involucro riscaldamento
	posizione	W/m2 K	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2
modello	edificio	4,53	18,20	9,04	9,27	139,77	121,80
	ultimo	4,82	17,50	8,63	9,27	146,99	133,20
	terra	4,18	19,06	9,53	9,28	131,00	107,96
tool GIS	edificio	4,65	16,97	9,54	9,06	138,41	123,52
	ultimo	4,65	16,64	10,02	9,60	155,75	140,48
	terra	4,65	19,19	10,67	9,33	142,69	111,67

Figura 3.32 - Confronto tra i risultati del tool GIS e software di controllo: GRA M, riscaldamento.

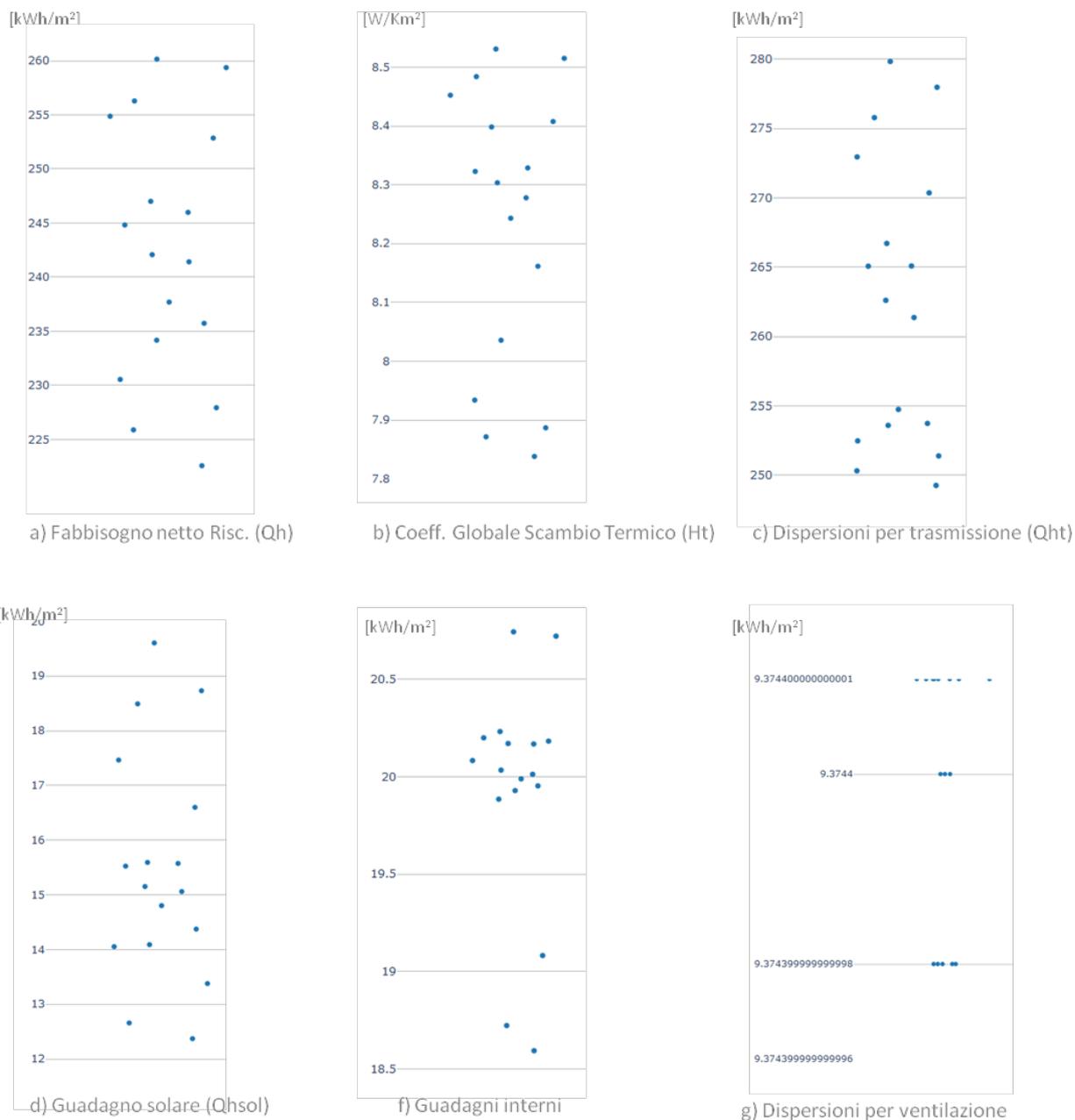
Modello della Fondazione: GRA M
Fabbisogno netto involucro per raffreddamento



	GRA M	Guadagni interni	Guadagni solari finestre	Perdite ventilazione	Perdite trasmissione	fabbisogno involucro raffreddamento
	posizione	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2
modello	edificio	9,35	9,03	0,92	13,76	12,49
	ultimo	8,24	8,34	0,86	13,66	11,61
	terra	10,71	9,87	0,99	13,87	13,55
tool GIS	edificio	11,34	8,98	0,95	12,87	11,97
	ultimo	11,34	7,46	0,98	13,29	10,35
	terra	11,34	9,32	1,05	12,85	13,25

Figura 3.33 - Confronto tra i risultati del tool GIS e software di controllo: GRA M, raffreddamento.

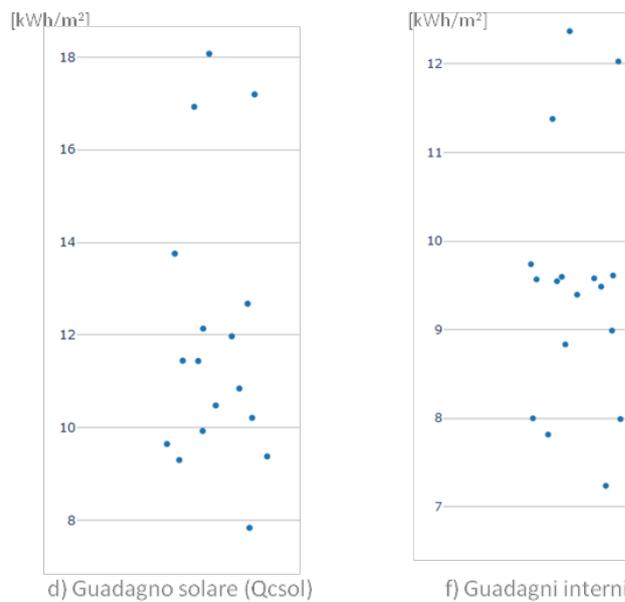
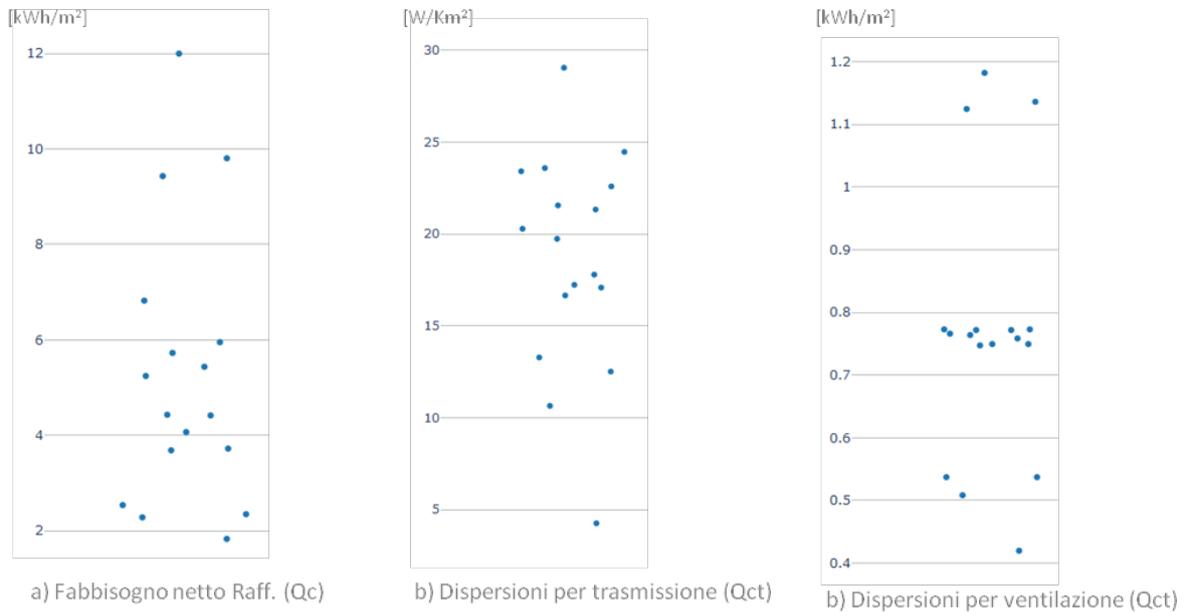
Modello della Fondazione: GRA B
Fabbisogno netto involucro per riscaldamento



	GRA B	Coeff. globale Scambio termico	Guadagni interni	Guadagni solari finestre	Perdite ventilazione	Perdite trasmissione	fabbisogno involucro riscaldamento
	posizione	W/m ² K	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²	kWh/m ²
modello	edificio	8,36	22,16	16,23	9,61	260,64	246,59
	capo s	8,39	22,13	16,14	9,60	263,02	237,07
	centrale	8,34	22,19	16,32	9,62	258,24	256,21
tool GIS	edificio	8,29	20,03	15,45	9,37	264,78	243,63
	capo s	8,48	20,80	15,52	10,02	299,26	255,31
	centrale	8,84	20,66	13,98	9,85	283,33	240,48

Figura 3.34 - Confronto tra i risultati del tool GIS e software di controllo: GRA B, riscaldamento.

Modello della Fondazione: GRA B Fabbisogno netto involucro per raffrescamento



	GRA B	Guadagni interni	Guadagni solari finestre	Perdite ventilazione	Perdite trasmissione	fabbisogno involucro raffrescamento
	posizione	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2
modello	edificio	8,43	12,41	0,79	21,08	5,25
	capo sch.	8,56	12,36	0,79	21,73	5,08
	centrale	8,30	12,46	0,79	20,42	5,42
tool GIS	edificio	9,61	11,94	0,78	19,76	5,89
	capo sch.	10,15	12,01	0,81	21,19	5,64
	centrale	8,51	10,91	0,81	17,99	6,32

Figura 3.35 - Confronto tra i risultati del tool GIS e software di controllo: GRA B, raffrescamento.

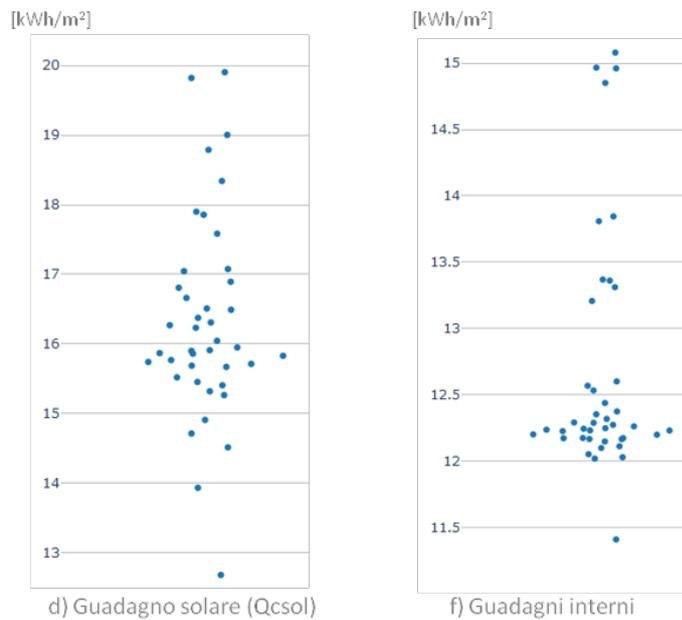
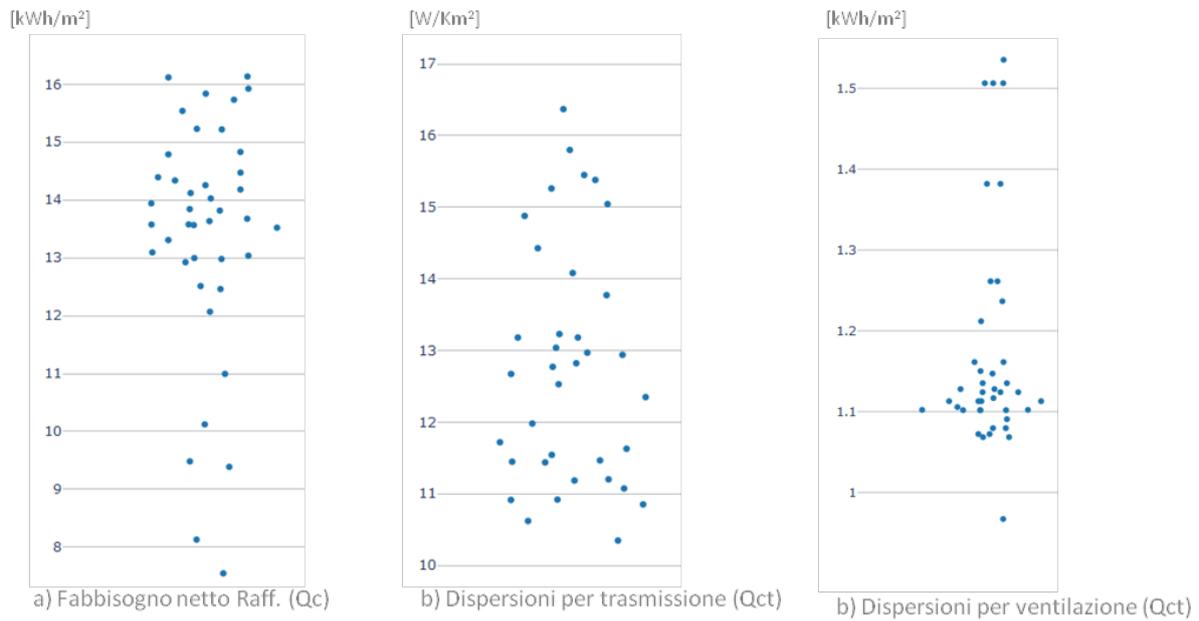
Modello della Fondazione: Operai O/5
Fabbisogno netto involucro per riscaldamento



	O/5	Coeff. globale Scambio termico	Guadagni interni	Guadagni solari finestre	Perdite ventilazione	Perdite trasmissione	fabbisogno involucro riscaldamento
	posizione	W/m2 K	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2
modello edificio		3,78	19,38	12,05	9,50	118,63	101,57
	ultimo	5,36	19,11	12,14	10,11	167,98	157,23
	intermedio	2,93	19,29	11,56	9,28	91,79	73,14
	terra	3,90	19,91	13,02	9,28	122,04	101,36
tool GIS edificio		3,57	18,75	11,80	9,20	119,23	100,58
	ultimo	5,26	19,97	12,72	10,58	170,52	168,16
	intermedio	2,87	20,52	12,00	9,08	95,02	76,05
	terra	3,90	20,03	13,39	9,44	132,47	105,39

Figura 3.36 - Confronto tra i risultati del tool/ GIS e software di controllo: O/5, riscaldamento.

Modello della Fondazione: Operai O/5
Fabbisogno netto involucro per raffreddamento



	O/5	Guadagni interni	Guadagni solari finestre	Perdite ventilazione	Perdite trasmissione	fabbisogno involucro raffreddamento
	posizione	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2	kWh/m2
modello	edificio	12,39	16,69	1,46	16,84	14,03
	ultimo	8,46	12,09	0,88	14,71	6,28
	intermedio	14,56	19,11	1,87	17,91	17,79
	terra	12,06	16,54	1,21	16,87	14,50
tool GIS	edificio	12,21	16,43	1,15	13,42	13,89
	ultimo	9,17	13,10	0,73	12,31	6,34
	intermedio	15,49	20,51	1,58	15,42	18,67
	terra	12,95	17,43	1,01	14,12	14,78

Figura 3.37 - Confronto tra i risultati del tool GIS e software di controllo: O/5, raffreddamento.

4 www.AUREE.it e la sperimentazione delle interfacce

4.1 Il portale

La soluzione applicativa proposta per il progetto AUREE è una piattaforma in cloud (per cui web oriented) che fornisce applicativi e servizi forniti compatibili su qualsiasi sistema operativo (Linux, Windows, MacOS ed altre). Trattandosi di un sistema cloud non vengono richieste installazioni nei PC dell'utente.

La fruizione dei servizi offerti della piattaforma, sia per gli utenti interni che per gli utenti esterni, avviene tramite il browser del proprio PC e non necessita di installazione di componenti aggiuntivi. Gli applicativi sono compatibili con tutti i browser più diffusi, sia desktop che mobile, e tutte le applicazioni del sistema sono pensate per essere di facile fruizione anche per utenti non esperti GIS.

La piattaforma AUREE segue le linee guida europee della direttiva INSPIRE che consentono una gestione dei dati più efficiente, l'interoperabilità dei dati e dei servizi, una facile condivisione delle informazioni dai diversi livelli di governo e una facile reperibilità e accesso delle informazioni geografiche.

Grazie all'utilizzo dei servizi di interoperabilità e agli standard internazionali (ad esempio quelli dell'Open Geospatial Consortium - OGC), la piattaforma AUREE può scambiare costantemente, in entrata e in uscita e in modo automatico, le informazioni geografiche con i Sistemi Informativi Regionali, Nazionali, Europei e degli altri Enti che supportano tali standard, come ad esempio la Regione Autonoma della Sardegna (RAS), L'Agenzia del Territorio, il Ministero dell'Ambiente, enti di Ricerca e Statistica. La piattaforma inoltre è compatibile con i software GIS più diffusi, sia OpenSource, come QGIS, gvSig, uDig, sia proprietari come ArcGIS di ESRI.

I dati pubblicati nella piattaforma AUREE possono essere trasferiti automaticamente al portale regionale (<http://dati.regione.sardegna.it/>), portale nazionale (<https://www.dati.gov.it/>) ed al portale europeo (<https://www.europeandataportal.eu/it>) degli Open Data.

4.2 Architettura

Per il progetto AUREE è stata utilizzata come piattaforma web di base GeoNode, un Content Management System (CMS) OpenSource per dati geografici con funzioni di catalogo, pubblicazione, ricerca e facilità di condivisione di informazioni e mappe create direttamente dagli utenti. GeoNode, oltre ad avere già al suo interno delle funzionalità richieste dal progetto, consente di integrare facilmente dei moduli specifici con i requisiti richiesti.

Grazie alle caratteristiche ereditate da GeoNode, la piattaforma AUREE è capace di soddisfare le esigenze più disparate: dall'utente base che vuole pubblicare su mappa e condividere agevolmente su Web semplici geodatabase con pochi click fino ad un'utenza avanzata che ha bisogno di costruire geoportali e infrastrutture di dati geografici conformi alle specifiche OGC e alla direttiva INSPIRE. L'ecosistema di plugin di GeoNode consente numerose integrazioni con sistemi di catalogo, di autenticazione e meccanismi di ricerca avanzati che rendono i dati geografici, siano essi vettoriali o raster, interoperabili e riutilizzabili da sistemi federati.

Per la realizzazione del portale è stato acquistato un server in Cloud dotata della distribuzione Ubuntu 20.04.02 LTS del sistema operativo Linux con Docker (3) e installata e configurata la piattaforma AUREE con tutte le sue componenti:

- PostGIS: database spaziale
- GeoServer: map server con servizi OGC standard
- pyCSW: servizio di catalogo dati CSW
- Django: la piattaforma del progetto estensione di GeoNode standard. All'interno di Django sono stati installati due moduli:
 1. Wagtail: consente di gestire pagine e notizie trasformando il portale AUREE in un vero e proprio CMS di contenuti con anche la possibilità di creare workflow;
 2. Survey: consente di creare dei questionari online da sottoporre agli utenti.

³ Docker è un sistema per l'automazione del deployment di un'applicazione, ed è estremamente utile sia per gli sviluppatori in fase di test, sia per la distribuzione di un'applicazione.

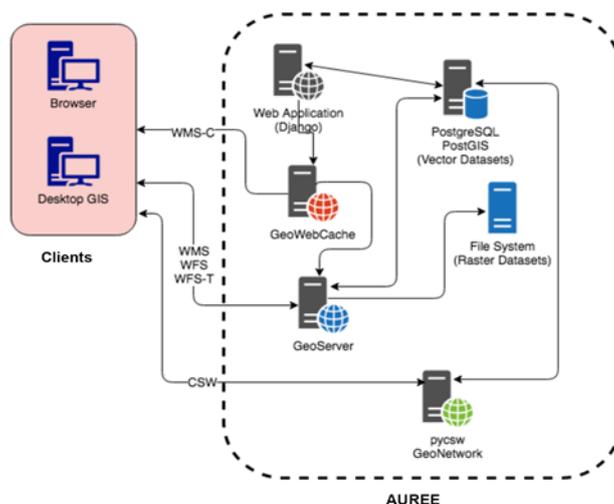


Figura 4.1 – Architettura di AUREE.

Il portale è stato personalizzato con la grafica del progetto ed è disponibile all'indirizzo www.auree.it. All'interno del portale sono stati inseriti i contenuti iniziali e le prime mappe e documenti del progetto.

Tutte le tecnologie utilizzate nel progetto sono OpenSource e il codice sarà disponibile per il suo riuso tramite GitHub. Attualmente il codice si trova in modalità privata nel repository di Nordai s.r.l. (la società che ne ha curato l'implementazione), ma sarà facilmente esportabile in altri repository dedicati.

Il sistema è stato costruito in un'infrastruttura cloud basata su hardware completamente ridondato, con performance elevate, che dà garanzie in termini di affidabilità e flessibilità. E' stato inoltre configurato un backup di tutto il sistema a cadenza giornaliera.

La piattaforma AUREE sarà disponibile come pacchetto per essere installato e orchestrato con Docker. Questa peculiarità consentirà sia una forte scalabilità del progetto, sia una migliore interoperabilità con i sistemi.

Nei punti seguenti viene riportato a titolo di esempio, quanto sviluppato nel particolare per il portale già in essere.

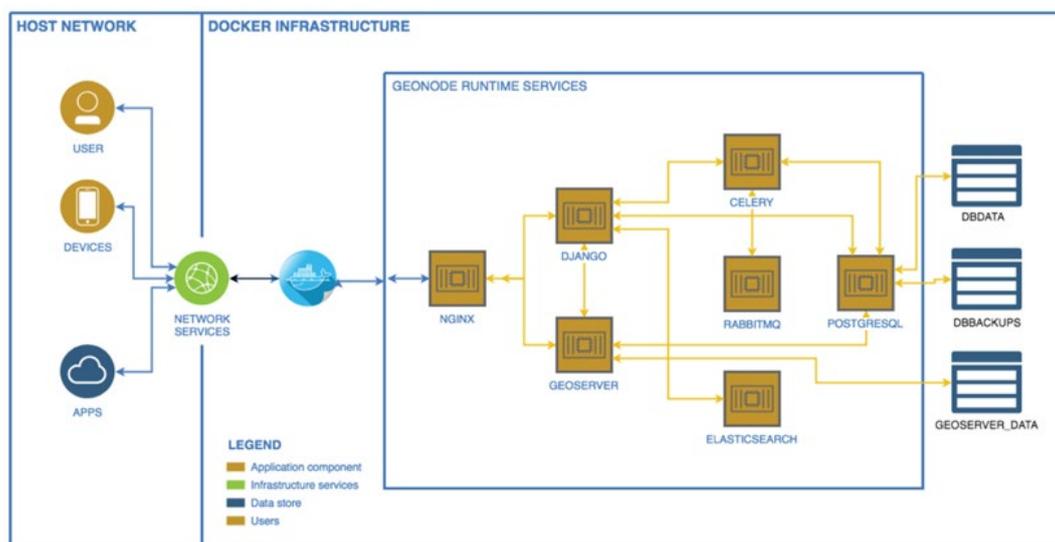


Figura 4.2 – AUREE: architettura a container

Il Cloud, l'Open Source e l'interoperabilità rendono AUREE una piattaforma perfettamente in linea con gli orientamenti dell'Agenda Digitale Italiana ed Europea.

4.3 Moduli applicativi

Sulla piattaforma AUREE sono stati sviluppati dei moduli applicativi (TOOLS) dedicati al progetto, che saranno meglio definiti nei sottoparagrafi seguenti:

- Building (Edificato)
- Building audit (Questionario appartamento)
- Building typology (Tipologie edilizie)
- Business (Imprese)
- HelpTemplate (Testi fissi)

4.3.1 Building (Edificato)

Tramite questo modulo sono stati creati gli edifici presenti nella sezione "Patrimonio privato" del portale (figura 4.3). Ad ogni edificio è stata associata una geometria poligonale e dei campi alfanumerici che ne descrivono le caratteristiche.

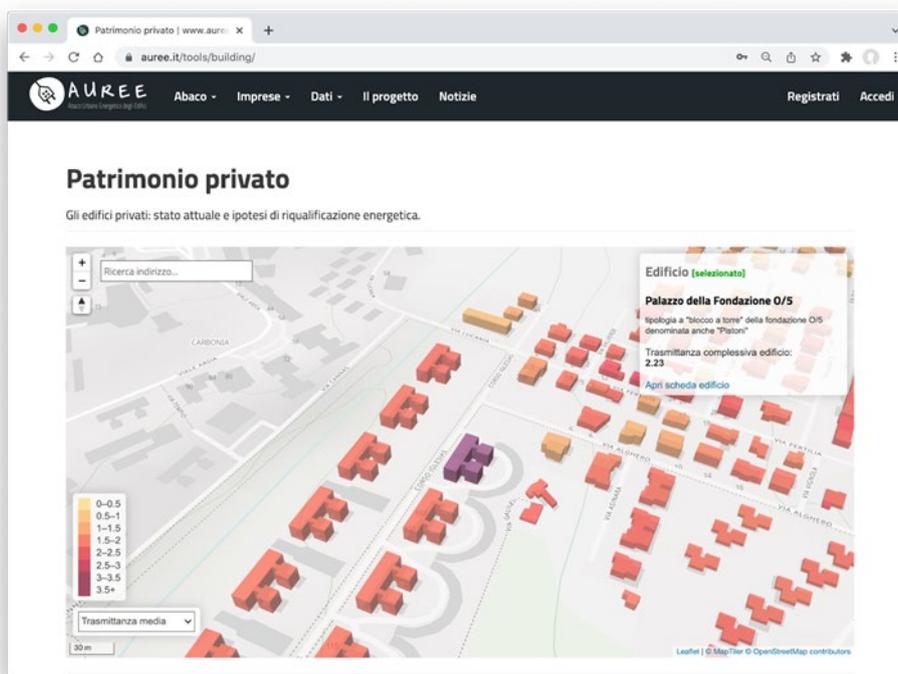


Figura 4.3 – AUREE: Schermata tratta dalla sezione “Patrimonio privato”.

Con la mappa interattiva presente nella pagina del portale è possibile selezionare un edificio, cercare un indirizzo e tematizzare i poligoni per trasmittanza media e fabbisogno al metro quadro.

Ogni edificio ha una scheda di dettaglio (figura 4.4) nella quale vengono visualizzate le informazioni con indicatori sulle prestazioni e fabbisogni energetici. E' possibile inoltre visualizzare dinamicamente, scegliendo il tipo di impianto (raffrescamento, riscaldamento, acqua calda sanitaria): le prestazioni energetiche dell'edificio confrontato con un edificio di riferimento, la prestazione totale, il potenziale di efficientamento, la stima della classe energetica e dei costi annui.

Solo per chi ha i privilegi di amministratore o di staff è consentito creare, modificare ed eliminare gli edifici.

Patrimonio privato / Palazzo della Fondazione O/5

Palazzo della Fondazione O/5

tipologia a "blocco a torre" della fondazione O/5 denominata anche "Pistoni"

La scheda presenta la sintesi dei risultati di un calcolo semplificato di performance energetica dell'edificio selezionato. Si riportano prima i dati generali e tipologici dell'edificio, seguono una sintesi delle caratteristiche termo - fisiche dell'involucro edilizio e la stima delle performance di alcuni sistemi impiantistici molto diffusi nel contesto.



Informazioni generali e tipologiche

Tipo edificio generale:
Edilizia intensiva della fondazione

Tipo edificio specifico:
Palazzo della Fondazione O/5

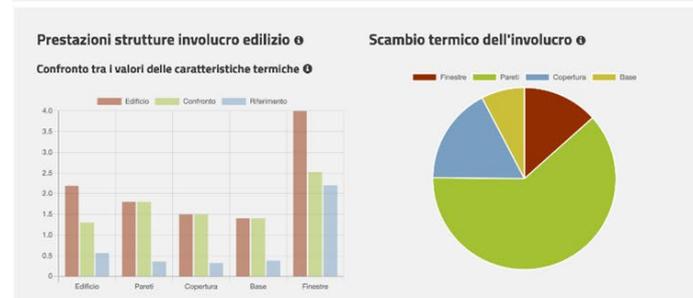
Periodo:
1919-45

Parametri dimensionali

Volume lordo:
5525,97 m³

Numero piani:
4

Superficie climatizzata:
1473,59 m²



Prestazione totale

Questa sezione riassume le prestazioni per i servizi energetici (riscaldamento, raffrescamento, Acqua Calda Sanitaria) ed effettua un confronto tra edificio selezionato e ed. di riferimento sui parametri di efficienza energetica già valutati separatamente.

Confronto tra prestazione globale dell'edificio ed edificio di riferimento

I grafici confrontano la prestazione globale dell'edificio selezionato con l'ed. riferimento attraverso l'utilizzo di alcuni parametri di efficienza unitari: Energia Primaria non rinnovabile; Emissioni di CO₂; Spesa annua, e la classe energetica

Edificio selezionato: ~180 kWh/m²
Edificio di riferimento: ~100 kWh/m²

Edificio selezionato: ~25 Euro/m²
Edificio di riferimento: ~15 Euro/m²

Edificio selezionato: ~45 kgCO2/m²
Edificio di riferimento: ~25 kgCO2/m²

Potenziale di efficientamento

60 %

Stima della classe energetica

F

Figura 1.4 – Scheda edificio.

4.3.2 Building audit (Questionario appartamento)

A ogni edificio è possibile associare uno o più audit per ogni singolo utente registrato al portale. Può essere creato un audit anche senza specificare un edificio, in questo caso il sistema utilizza dei valori di base standard. Le informazioni raccolte consentono di confrontare i consumi di energia dell'abitazione di interesse con i fabbisogni medi degli edifici simili a quello selezionato.

Dalla home page o dalla sezione "Patrimonio privato" è possibile aprire la sezione dedicata ai questionari "Audit edifici" (figura 4.5).

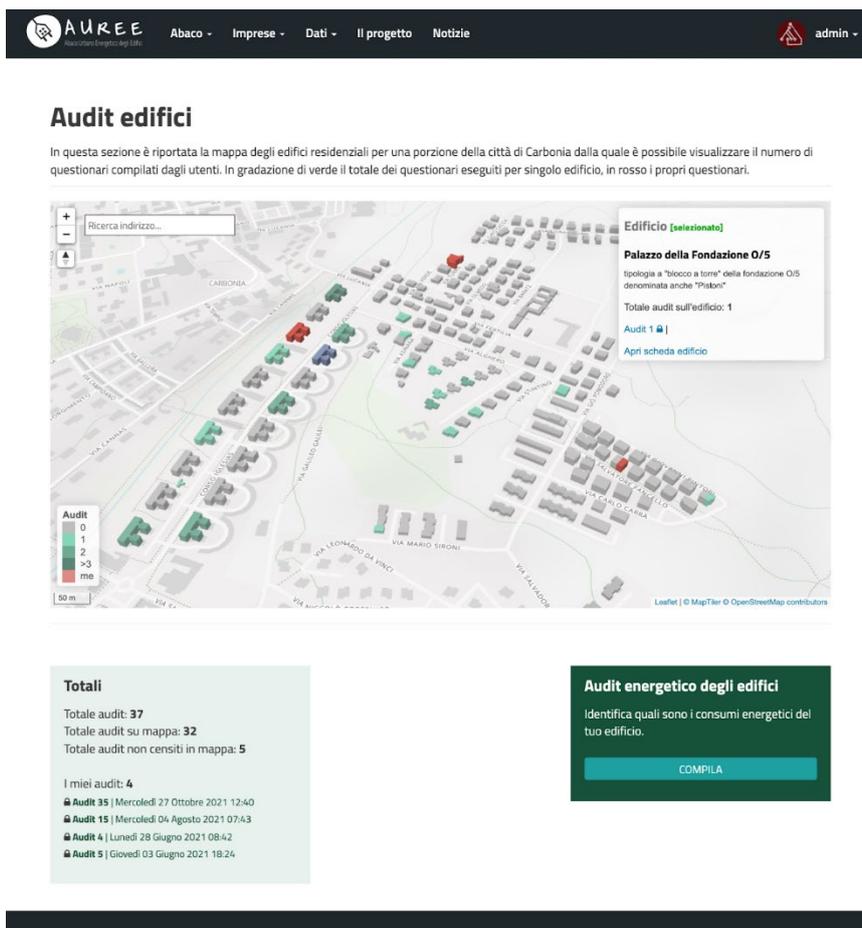


Figura 4.2 – Audit edifici.

Con la mappa interattiva è possibile visualizzare quanti audit sono stati fatti e, se autenticati, è possibile consultare i propri. La mappa è tematizzata in base al numero di audit per edificio, in gradazione di verde il totale dei questionari eseguiti per singolo edificio, in rosso i propri questionari.

Tramite un pulsante dedicato, presente anche in home page, è possibile creare un nuovo audit (figura 4.6), previa registrazione nel portale. La compilazione dell'intero questionario richiede circa 10 minuti e si compone di 10 step.

Ogni utente può modificare e/o eliminare i propri audit.

AUREE
Abaco - Imprese - Dati - Il progetto - Notizie
admin

Audit energetico edificio

Step 2 di 10

1. Informazioni generali

Informazioni generali sull'edificio nel quale è presente la tua unità immobiliare

Edificio

L'edificio di tuo interesse ricade all'interno dell'area in evidenza?

Si, selezionalo dalla mappa*

No, compila i campi sottostanti



*Per selezionare l'edificio fai click sul poligono in mappa

Comune

Carbonia

Inserisci il comune in cui si trova l'edificio

Via/piazza o indirizzo

Corso Iglesias

Inserisci l'indirizzo dell'edificio

Tipologia edilizia



Edilizia storica (Medau o altri tipi pre anni 50)
Edilizia tradizionale o comunque precedente agli anni 50 ben riconoscibile. Generalmente da 1-2 livelli fuori terra, isolata nel lotto o con uno o più lati in aderenza con altri edifici

Figura 4.3 – Audit energetico degli edifici.

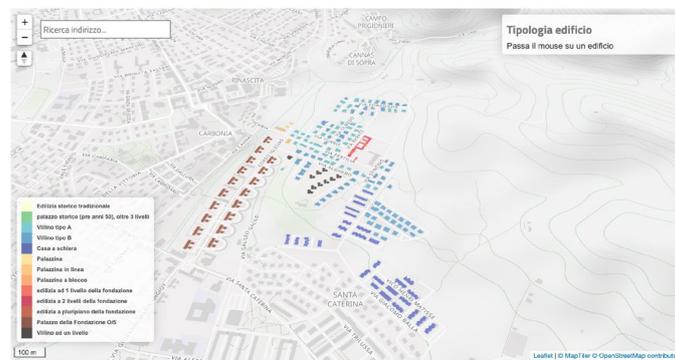
4.3.3 Building typology (Tipologie edilizie)

Il modulo definito Building typology è dedicato alle tipologie edilizie degli edifici.

In questa sezione, tramite una mappa interattiva (**figura 4.7**), è possibile consultare le tipologie edilizie dell'edificato. Per ogni tipologia è presente una scheda che ne descrive le caratteristiche.

Abaco degli edifici

Banca dati degli edifici: elementi costruttivi, impianti, uso.



<p>Edilizia storica tradizionale</p> <p>cose a corte, medau etc.</p> <p>SCHEDA</p>	<p>palazzo storico (pre anni 50), oltre 3 livelli</p> <p>palazzo storico (pre anni 50), oltre 3 livelli</p> <p>SCHEDA</p>	<p>Villino tipo A</p> <p>edilizia mono o bi-familiare sul lotto privato</p> <p>SCHEDA</p>	<p>Villino tipo B</p> <p>edilizia mono o bi-familiare sul lotto privato</p> <p>SCHEDA</p>
<p>Casa a schiera</p> <p>Edilizia post anni 50, tipicamente realizzata con moduli ripetitivi di unità mono-familiari a sviluppo verticale affiancati lateralmente avente fino a 3 piani fuori terra</p>	<p>Palazzina</p> <p>edilizia plurifamiliare oltre 3 piani isolato nel lotto</p>	<p>Palazzina in linea</p> <p>edilizia plurifamiliare oltre 3 piani aggregata in linea</p>	<p>Palazzina a blocco</p> <p>edilizia plurifamiliare oltre 3 piani allineata su filo strada con corte interna</p>

Figura 4.7 – Abaco degli edifici.

4.3.4 Business (Imprese)

Il modulo “Business” è dedicato alle imprese che operano nel settore energetico.

Tramite la sezione “Imprese” è possibile filtrare i dati e consultare le aziende di interesse (figura 4.8). In mappa gli indicatori della posizione delle imprese vengono raggruppati in base allo spazio disponibile ai vari livelli di zoom.

Imprese

Ricerca indirizzo...

Impresa [selezionata]
SOTACARBO
 Impresa B
 dicos Impresa b
 Provincia di attività: Sud Sardegna, Sassari
 Tipo di attività: Installazione, Vendita
 Apri scheda impresa

Filtra i dati.

Tipologia clienti

- Enti e associazioni
- Pubbliche Amministrazioni
- Proprietari di immobile/Locatori
- Amministratori di condominio

Campo di intervento

- Impianti fotovoltaici
- Impianti solare termico
- Impianti a pompa di calore
- Impianti di cogenerazione
- Impianti di riscaldamento a caldaia
- Sistemi di accumulo di energia
- Sistemi per la produzione di acqua calda sanitaria
- Building automation
- Ristrutturazione edificio
- Efficientamento energetico- interventi murari
- Studi di fattibilità
- Interventi di isolamento termico strutturale
- Interventi su copertura
- Sostituzione infissi
- Altro

Ragione sociale/Tipo di società

- Libero professionista ingegnere
- Libero professionista architetto
- Libero professionista geometra
- Libero professionista perito industriale
- Libero professionista geologo
- Libero professionista altro
- Tecnico abilitato
- Associazione di liberi professionisti
- Società di professionisti
- Società di ingegneria
- Studio associato
- Impresa edile
- Ditta individuale
- Lavoratore autonomo impiantista
- Lavoratore autonomo elettricista
- Lavoratore autonomo idraulico
- Lavoratore autonomo installatore
- Lavoratore autonomo altro
- E.s.co.
- Fornitore di materiali
- Fornitore di apparecchiature e impianti
- Produttore di materiali
- Produttore di apparecchiature e/o impianti

Tipo di attività

- Progettazione
- Installazione
- Produzione
- Vendita
- Assistenza tecnica/Manutenzione

Servizi specifici

- Monitoraggio microclimatico
- Diagnosi Energetiche
- Analisi non distruttive sugli edifici
- Progettazione edile
- Progettazione architettonica
- Recupero e restauro di edifici storici
- Progettazione termotecnica/impiantistica
- Progettazione strutturale
- Sistemi di domotica
- Sistemi di incentivazione
- Sistemi di certificazione
- Sicurezza
- Fornitura di materiali per l'edilizia
- Fornitura di impianti e apparecchiature
- Installazione impianti
- Sistemi schermanti
- Altro

Le mie imprese

Impresa A
Impresa C
Sotacarbo

Impresa A

Tipo di attività:
Progettazione.

Impresa B

Tipo di attività:
Installazione, Vendita.

Impresa C

Tipo di attività:
Installazione, Progettazione.

Impresa D

Tipo di attività:
Produzione, Progettazione, Vendita.

Sotacarbo

Tipo di attività:
Progettazione.

Figura 4.8 - Pagina imprese.

Per ogni impresa viene visualizzata una scheda informativa (figura 4.9).

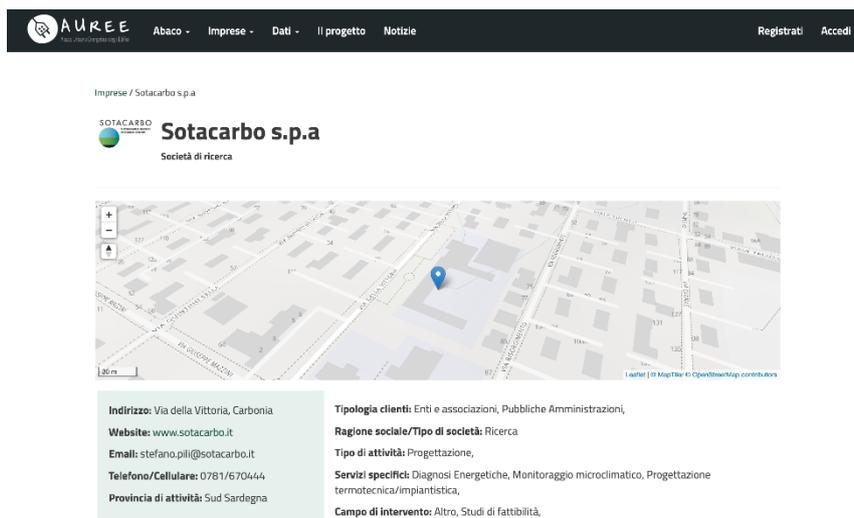


Figura 4.9 - Scheda Impresa.

Gli utenti registrati possono creare una o più imprese (figura 4.10). Per ogni impresa viene chiesto di inserire, oltre alle informazioni di contatto e la posizione in mappa, la tipologia dei clienti, il tipo di attività e i servizi offerti. Il proprietario può modificare e/o eliminare le proprie imprese.

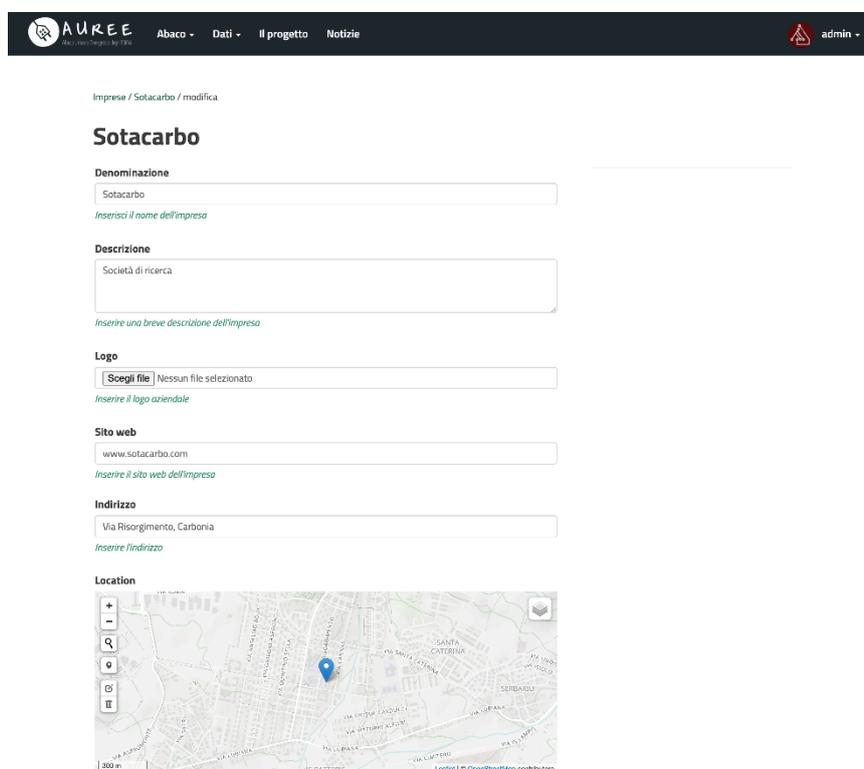


Figura 4.10 - Crea/Modifica impresa

4.3.5 Help template (Testi fissi)

Tramite questo modulo, disponibile solo ai profili con privilegi di *staff*, è possibile gestire i testi presenti nei moduli dedicati al progetto e accedervi, una volta autenticati, tramite il menu principale (figura 4.11).



Figura 4.11 - Menù principale.

Dalla pagina dedicata (**figura 4.12**) è possibile selezionare le voci. Non è possibile inserire o eliminare le voci.

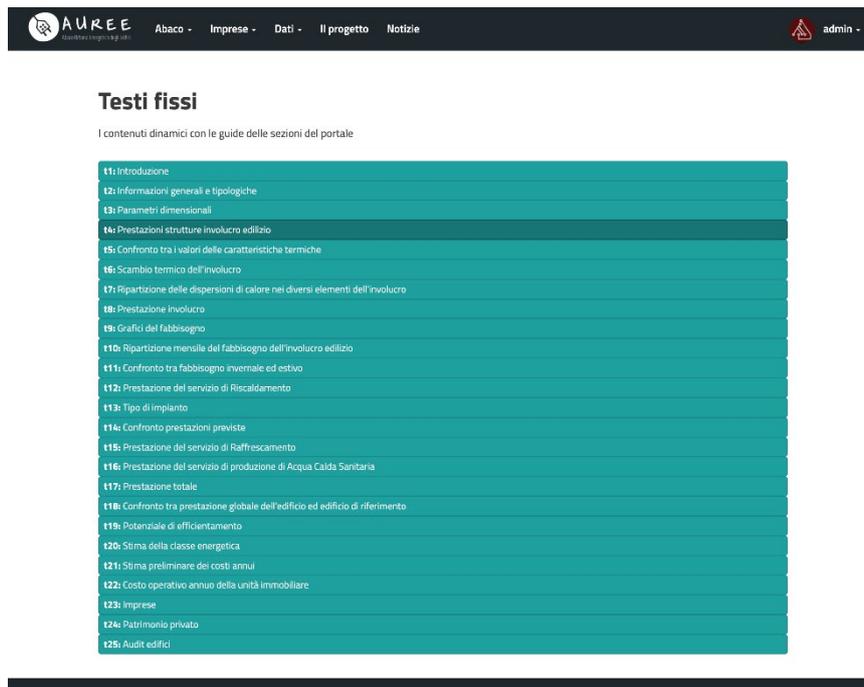


Figura 4.12- Testi fissi.

Per ogni voce è possibile modificare i valori (**figura 4.13**). E' possibile formattare il testo tramite l'utilizzo di un WYSIWYG HTML editor.



Figura 4.13 - Modifica voce testo fisso.

Il testo inserito nel campo Informazioni sarà visibile tramite un pulsante dedicato (figura 4.14).



Figura 4.14 - Visualizzazione testo fisso.

4.4 Sperimentazione del portale e delle sue interfacce

La presente attività ha consentito di valutare l'interazione tra gli utenti (operatori economici, studenti ed utenti generici) e la piattaforma auree, di evidenziare i punti di forza e di debolezza del portale e delle interfacce sviluppate e di tenere conto delle esigenze e dei feedback dei fruitori, sia per poter apporre delle migliorie alla piattaforma che per poter sviluppare una versione finale di più facile utilizzo e di più efficiente fruizione, secondo le modalità nel seguito riportate.

4.4.1 Interviste agli operatori economici

A seguito della pubblicazione della versione Beta del portale auree.it ed in ottemperanza alle disposizioni in materia sanitaria, sono stati contattati per le vie brevi 30 operatori economici, tra cui imprese e liberi professionisti, operanti nel settore dell'edilizia, urbanistica e architettura nella provincia del Sud Sardegna, dei quali 22 si sono resi disponibili per essere ricontattati da remoto per la valutazione della versione provvisoria del portale. Si sono concordati diversi incontri a seconda delle disponibilità dei soggetti e delle esigenze della società, riuscendo a portare a termine la fase di testing e di valutazione dell'utilizzo del portale con il coinvolgimento di 19 operatori economici (figura 4.15). Le risultanze statistiche, benchè marginali dato l'esiguo numero di intervistati, forniscono tuttavia utili indicazioni per la società e per gli sviluppatori al fine

di migliorare e potenziare i servizi offerti dalla piattaforma. L'intervista ha avuto mediamente la durata di 30 minuti, di cui 5 dedicati alla presentazione del portale e delle interfacce con la condivisione della schermata, 15 riservati interamente all'intervistato che è stato lasciato libero di interagire autonomamente con il portale. In seguito a quest'ultima fase gli ultimi 10 minuti dell'intervista sono stati adoperati per somministrare agli intervistati 8 domande tese all'individuazione di possibili carenze, miglioramenti e punti di forza del portale.

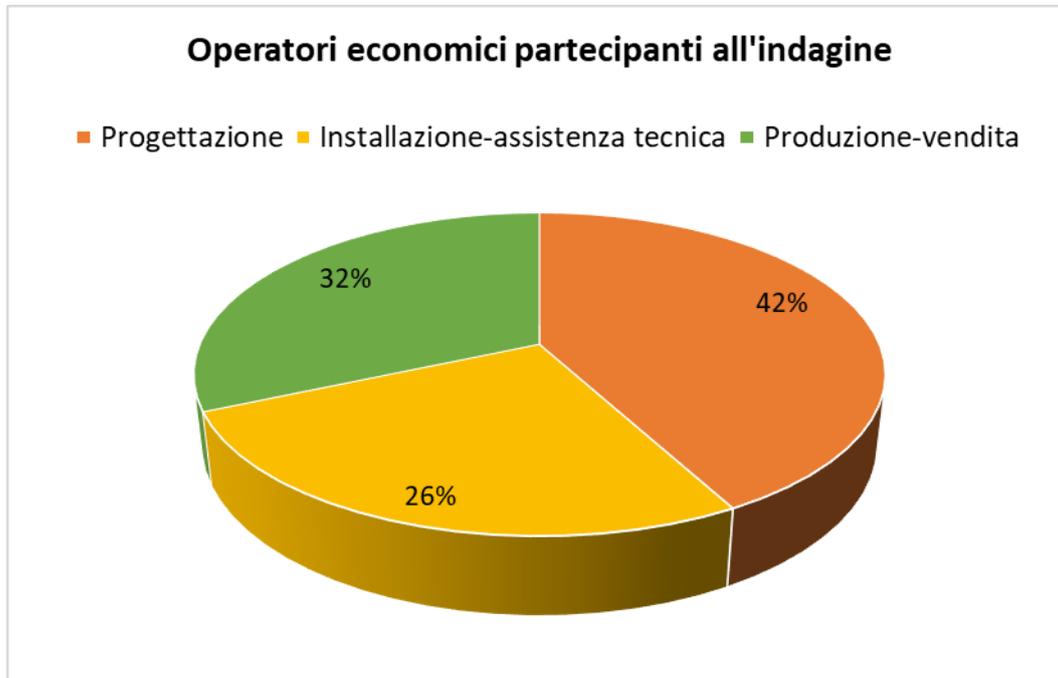


Figura 4.15 - Ripartizione percentuale degli operatori economici partecipanti al sondaggio in relazione all'attività generica di appartenenza.

Usabilità del sito e comprensibilità delle informazioni

In questa sezione sono state valutate le opinioni degli intervistati relative alle modalità di navigazione e all'organizzazione dei contenuti del portale. L'89% degli operatori economici ha valutato la fruibilità del sito almeno "sufficiente", di questi il 53% ha espresso un giudizio più che positivo. Solo l'11% ha ritenuto la intuitività nella navigazione "mediocre" (figura 4.16). La maggioranza degli intervistati reputa le informazioni riportate nel portale chiare e comprensibili, solo il 16% del campione risulta in disaccordo (figura 4.17).

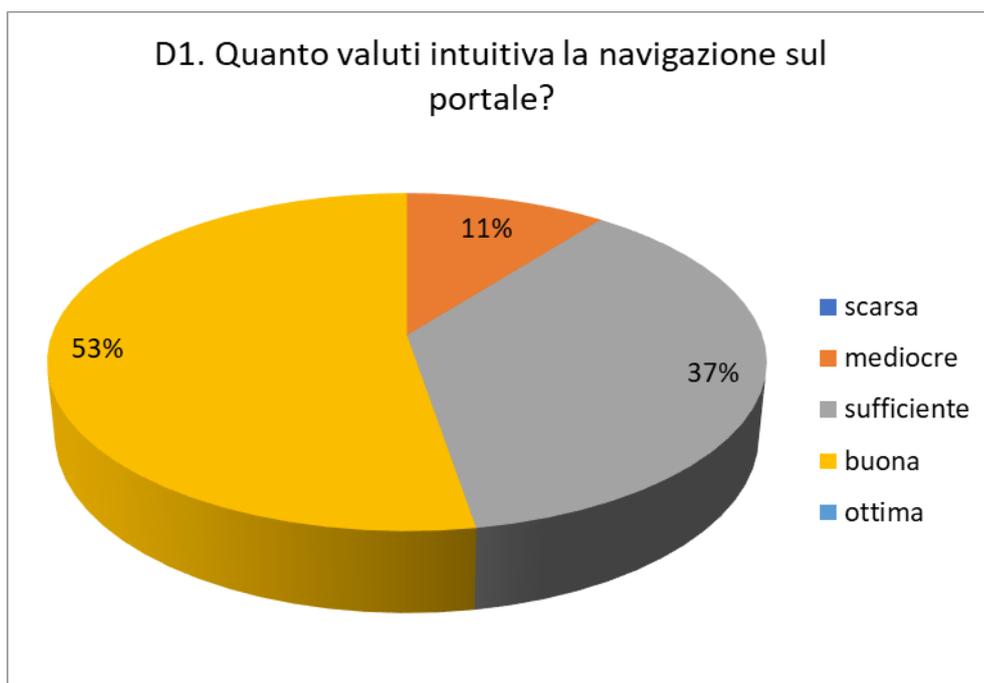


Figura 4.16 - Valutazione del grado di intuitività nella navigazione del portale.

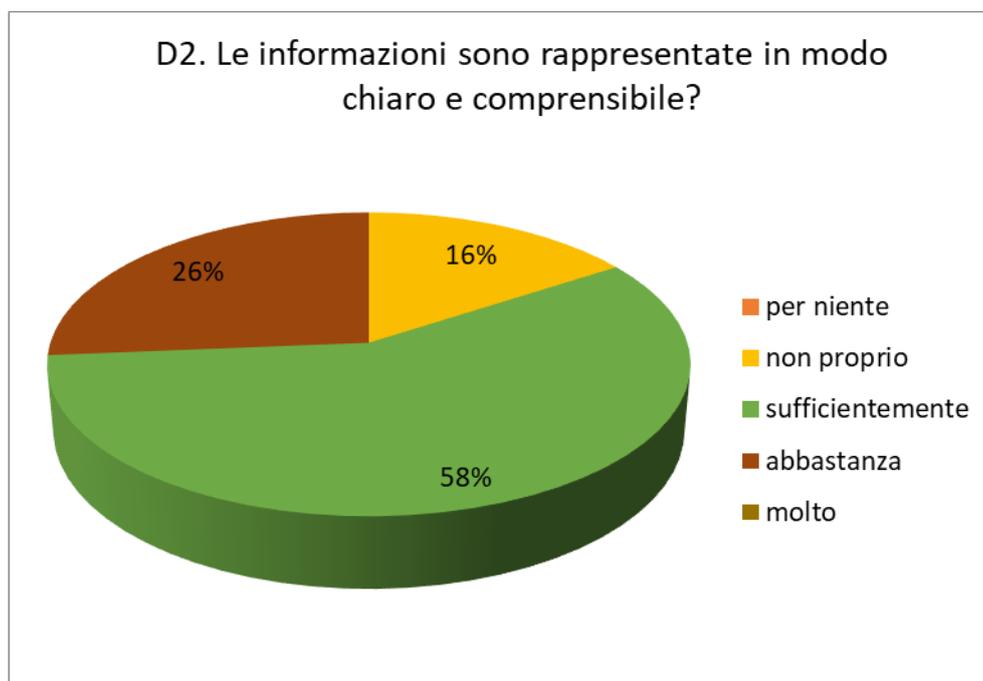


Figura 4.17 - Valutazione del grado di rappresentazione delle informazioni.

Utilità dei servizi offerti dalla piattaforma

La totalità degli intervistati dichiara di non essersi mai rapportato con applicativi simili ad Auree (figura 4.18), concordando con l'utilità rivestita dal portale al fine di favorire la conoscenza del patrimonio edilizio della città (figura 4.19). Il 74% degli operatori ritiene inoltre che la piattaforma possa potenzialmente costituire un utile risorsa per la propria attività professionale (figura 4.20) dimostrandosi interessati ad essere ricontattati

a seguito dello sviluppo della versione completa del portale ([figura 4.21](#)). Nella fase di esplorazione autonoma del sito, solo il 32% degli intervistati ha richiesto supporto aggiuntivo per la navigazione ([figura 4.22](#)).

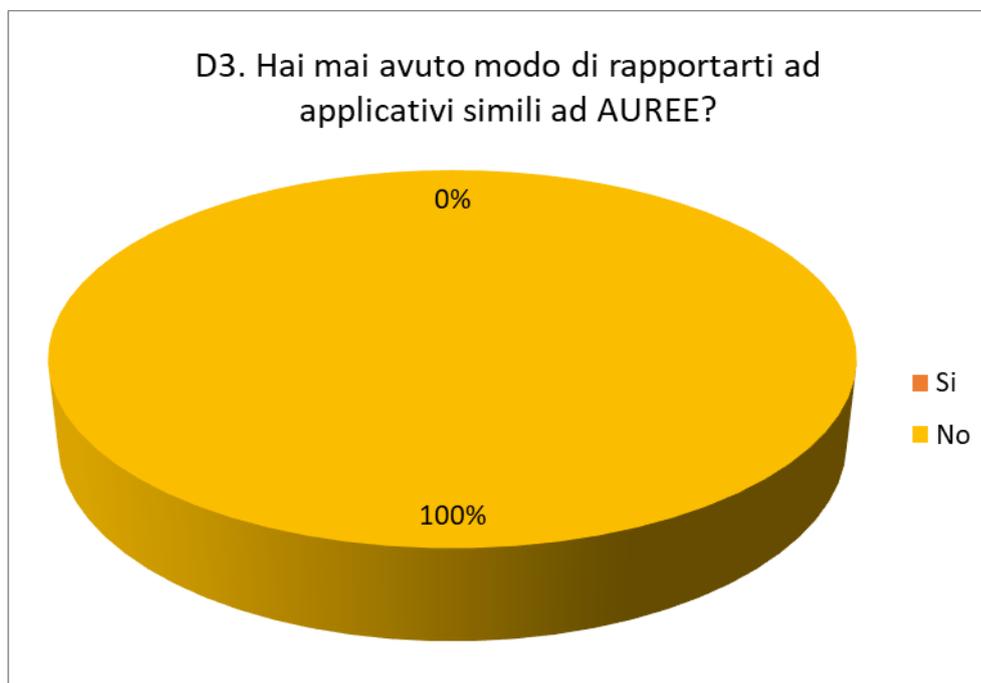


Figura 18.18 - Esperienza con applicativi simili al portale AUREE

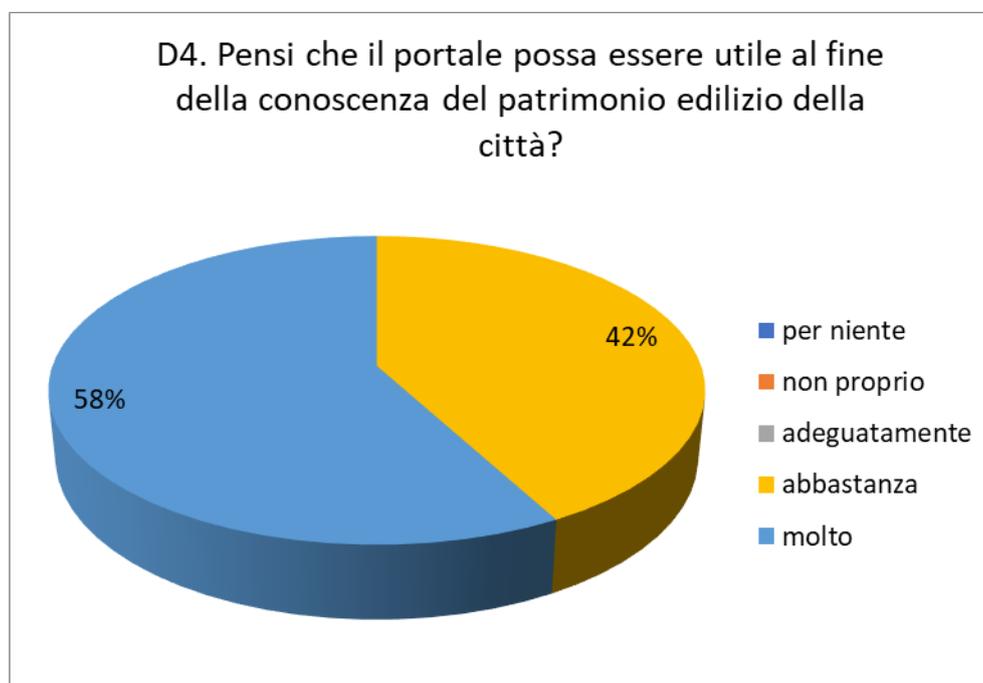


Figura 4.19 - Valutazione dell'utilità del portale ai fini della conoscenza del patrimonio edilizio della città.

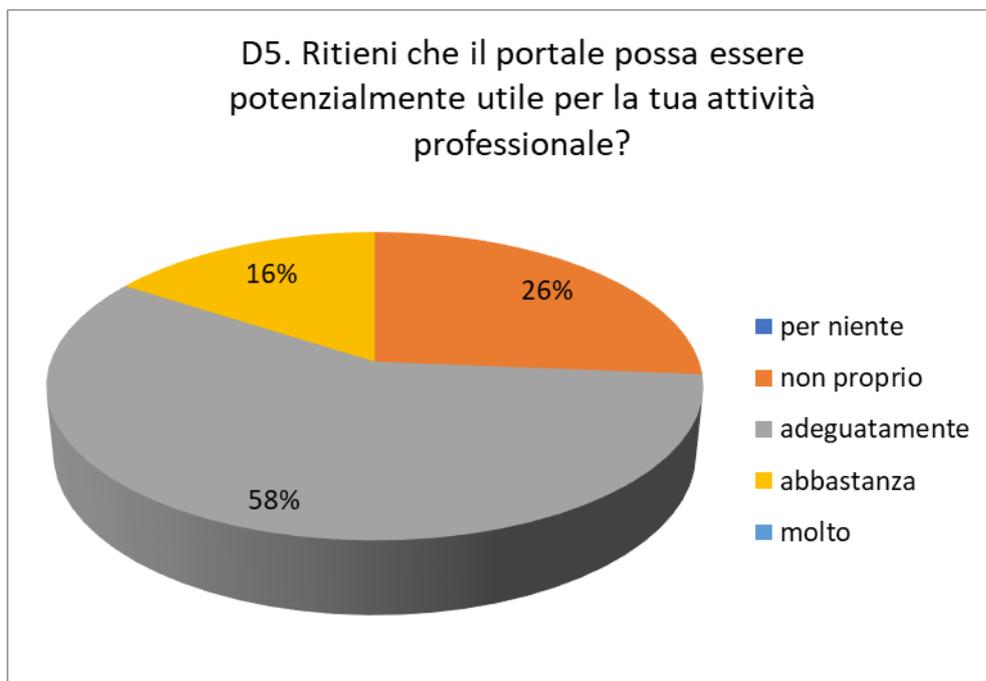


Figura 4.20 - Valutazione della potenziale utilità del portale nella propria attività professionale.

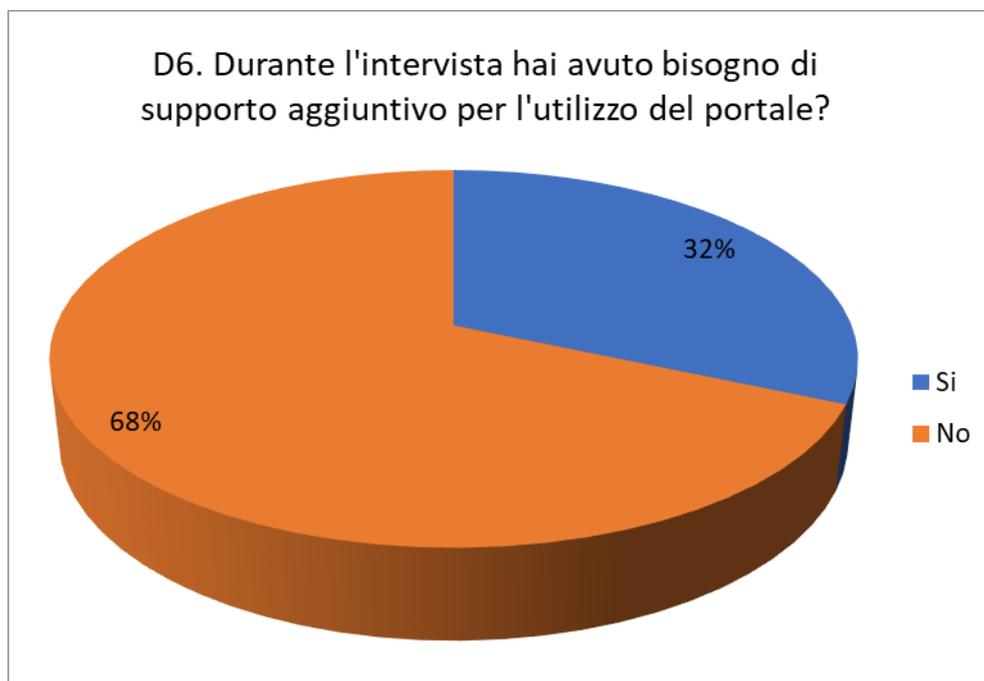


Figura 4.21 - Supporto aggiuntivo durante la navigazione autonoma degli utenti.

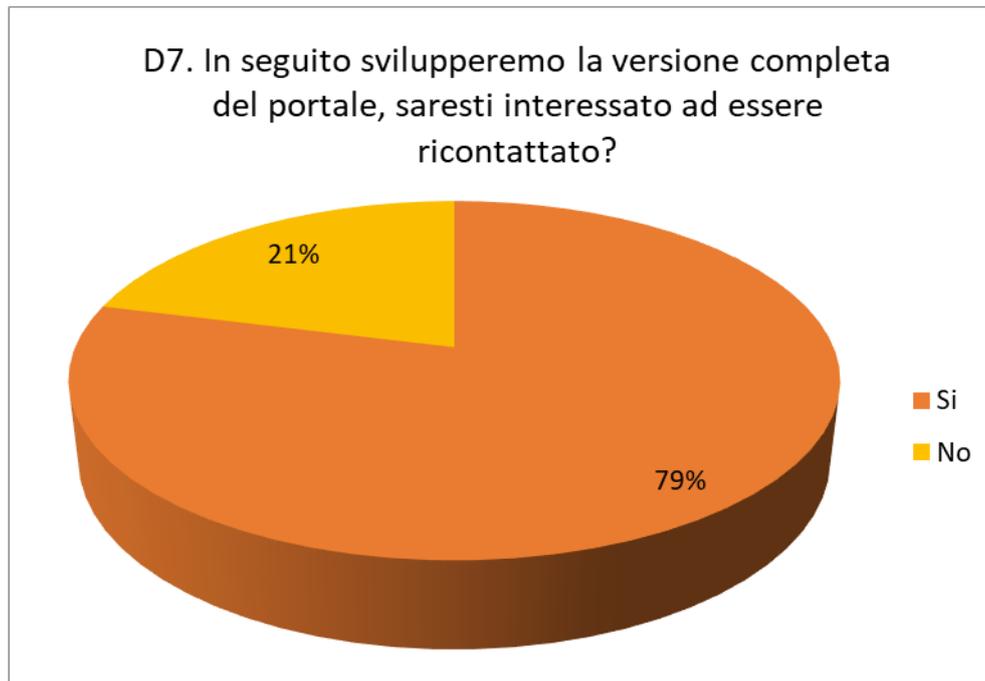


Figura 4.22 - Disponibilità degli operatori economici per essere ricontattati a seguito del rilascio della versione completa del portale.

4.4.2 Intervista agli utenti generici

Durante l'evento culturale Open Your Mine – Miniere Aperte 2021 tenutosi il 18 dicembre 2021 a Carbonia presso la Grande Miniera di Serbariu, il Centro Ricerche Sotacarbo ha aperto le sue porte al pubblico. Nel corso della giornata i ricercatori Sotacarbo hanno intervistato 13 utenti generici, i quali, a seguito della presentazione della piattaforma auree.it e ad una successiva autonoma navigazione, sono stati sottoposti alla somministrazione digitale del questionario energetico degli edifici, al fine di acquisire informazioni, dati e caratteristiche sulle abitazioni di loro conoscenza. Anche in questa occasione, al termine della compilazione, sono state poste a ciascun intervistato 10 domande tese all'individuazione di possibili carenze, miglioramenti e punti di forza del portale.

Usabilità del sito e comprensibilità delle informazioni

Il 62% degli intervistati ha valutato la propria esperienza di navigazione nel sito come "buona", il restante come "sufficiente" (**Figura 4.23**). Più della metà ritiene che le informazioni riportate nel portale siano chiare e comprensibili, solo il 31% non è pienamente d'accordo (**Figura 4.24**).

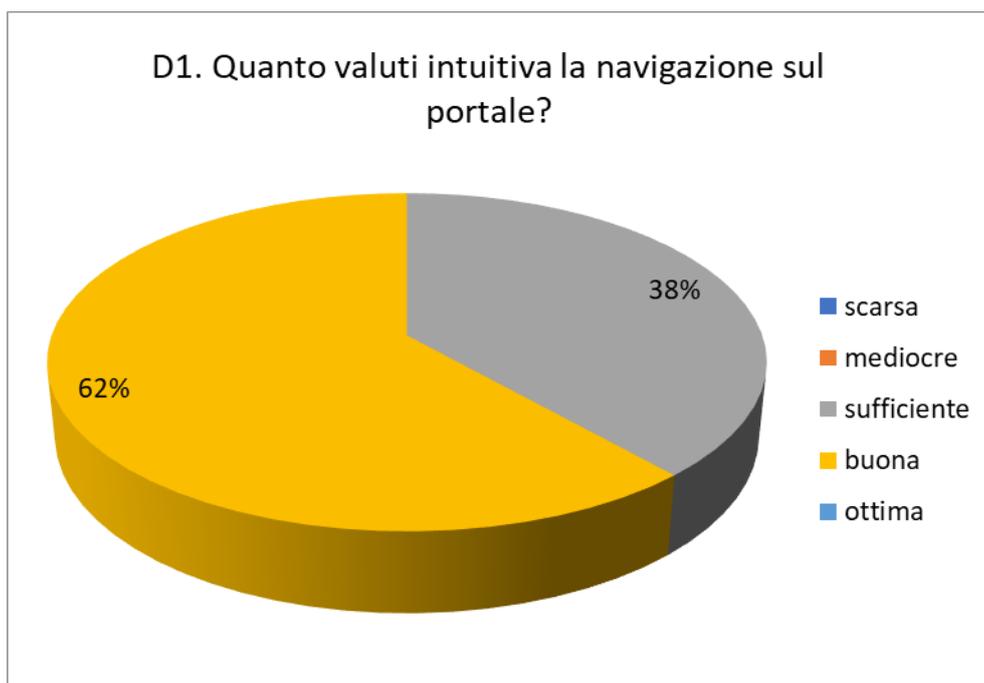


Figura 4.23 - Valutazione del grado di intuitività nella navigazione del portale.

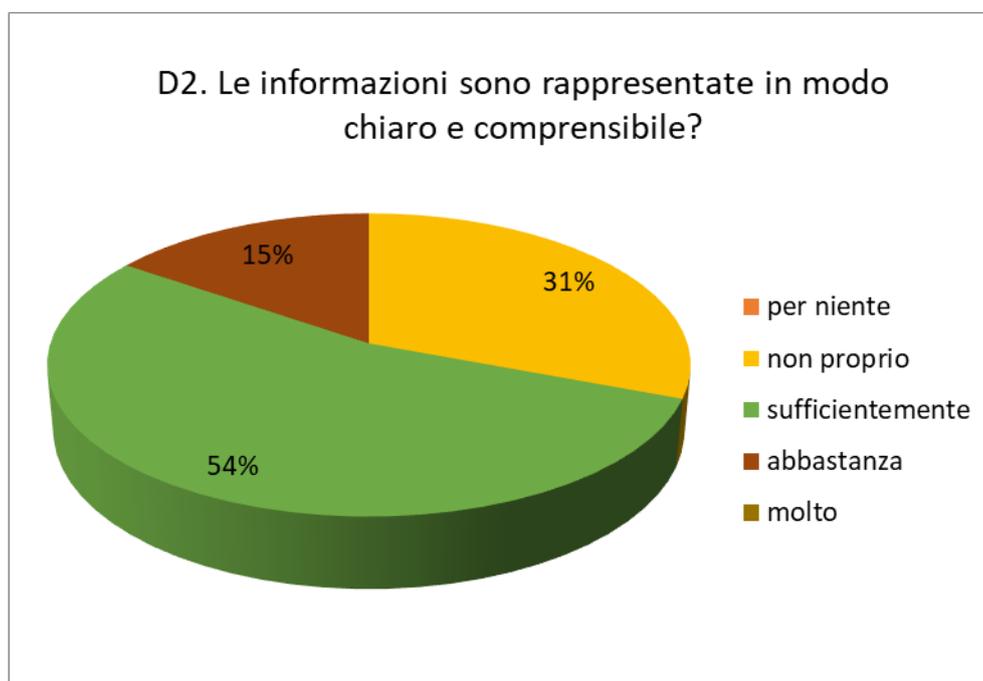


Figura 4.24 - Valutazione del grado di rappresentazione delle informazioni.

Utilità dei servizi offerti dalla piattaforma

La totalità degli intervistati ritiene che il portale rappresenti un utile strumento dal quale poter accrescere le proprie conoscenze sul patrimonio edilizio della città (Figura 4.25) e che possa sufficientemente contribuire a sensibilizzare la cittadinanza verso il tema dell'efficienza energetica e dei suoi usi razionali (Figura 4.26). Per la maggior parte degli intervistati (69%) il questionario energetico è stato di semplice compilazione (Figura 4.27), tuttavia, circa il 46% degli utenti ha avuto bisogno di supporto aggiuntivo nella compilazione,

riscontrando difficoltà nel ricordare le informazioni relative al tipo di impianti (riscaldamento/raffrescamento/ACS) a servizio della propria abitazione e soprattutto i dati relativi ai consumi energetici (Figura 4.28). Il 38% degli utenti ritiene che il portale possa essere di supporto per la valutazione di eventuali interventi di efficientamento energetico, mentre il 62% non si sbilancia ad esprimere positivamente il proprio parere in quanto in questa versione provvisoria del portale restituisce solo il riassunto delle risposte del questionario (Figura 4.29).

Il 69% degli intervistati ritiene che la piattaforma possa facilitare il dialogo tra i potenziali clienti e gli operatori economici, fornendo al cittadino un utile supporto per orientarsi nel panorama dell'efficientamento energetico (Figura 4.30), per prendere coscienza delle opportunità di miglioramento e dei limiti del proprio edificio. Inoltre la stessa percentuale degli intervistati ritiene che il portale possa essere un utile strumento al fine di focalizzare le azioni di efficientamento energetico da intraprendere inquadrandole in un'ottica di efficienza ed economicità. Tutti gli intervistati hanno partecipato con entusiasmo all'indagine, rinnovando il proprio interesse nell'essere ricontattati al termine del rilascio della versione completa del portale (Figura 4.31). Quest'ultima consentirà agli utenti di visualizzare le performance energetiche dell'abitazione di proprio interesse, basate sulle informazioni fornite in fase di compilazione del questionario, di simulare alcuni scenari di efficientamento energetico e di poter esprimere nuovamente il proprio feedback sul servizio offerto.

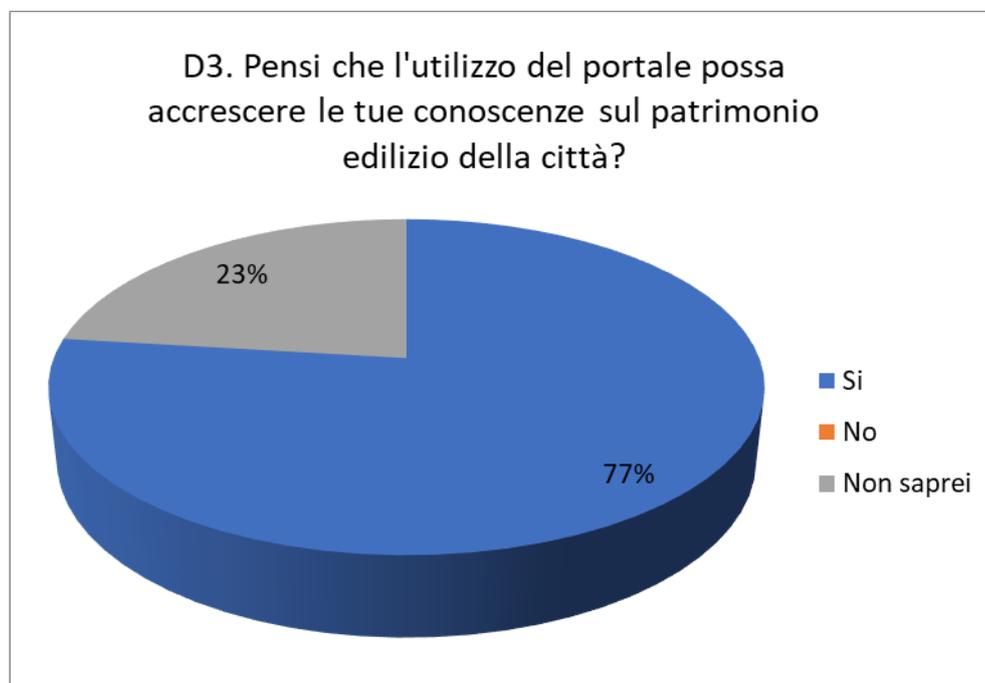


Figura 4.25 - Valutazione dell'utilità del portale ai fini della conoscenza del patrimonio edilizio della città.

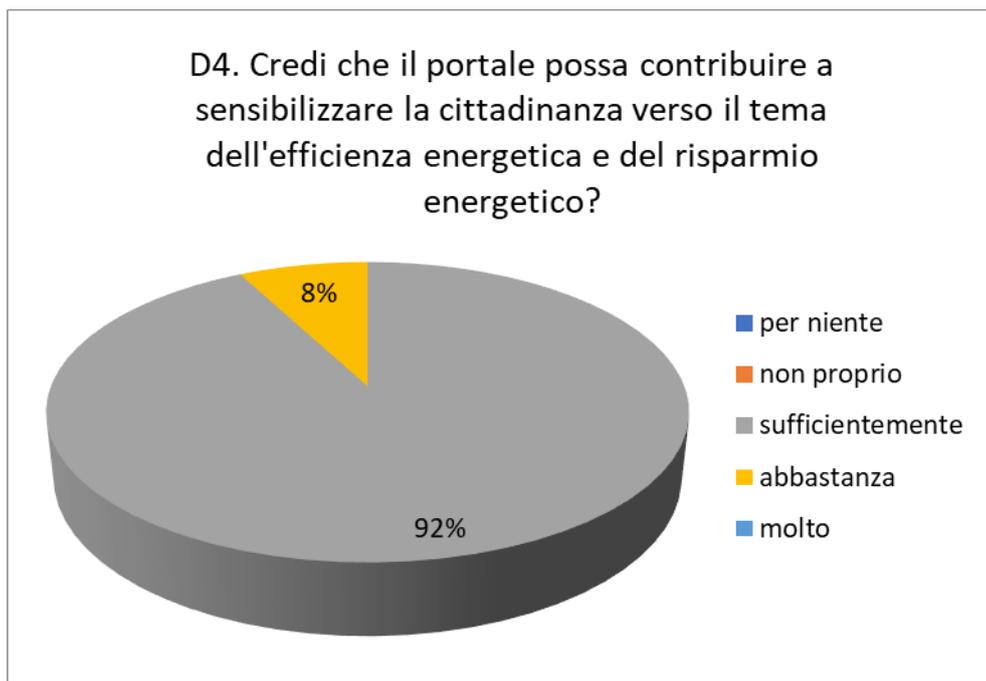


Figura 4.26 - Valutazione dell'utilità del portale ai fini della sensibilizzazione sul tema energia.

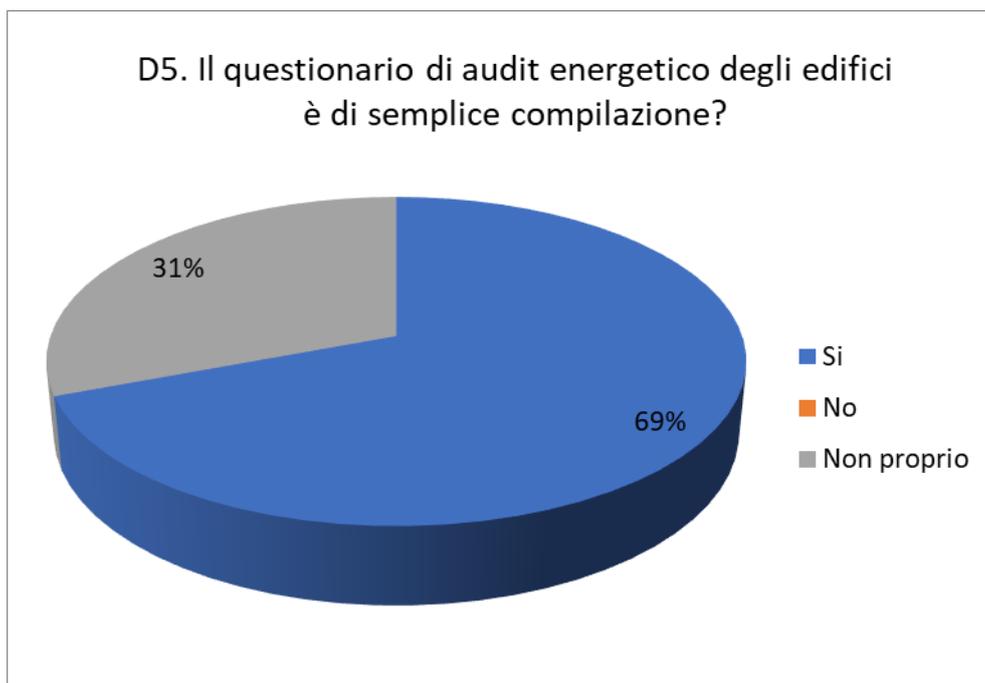


Figura 4.27 - Valutazione del grado di complessità della compilazione del questionario energetico degli edifici.



Figura 4.28 - Richiesta di supporto aggiuntivo nella compilazione del questionario energetico degli edifici.

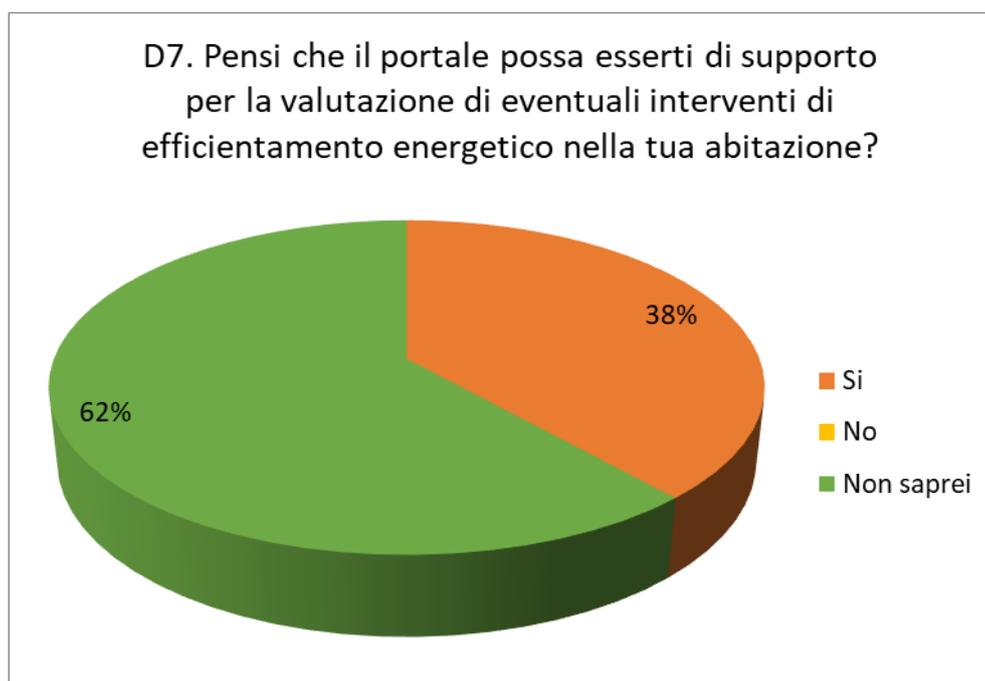


Figura 4.29 - Valutazione del potenziale supporto fornito dal portale nella valutazione di eventuali interventi di efficientamento energetico.

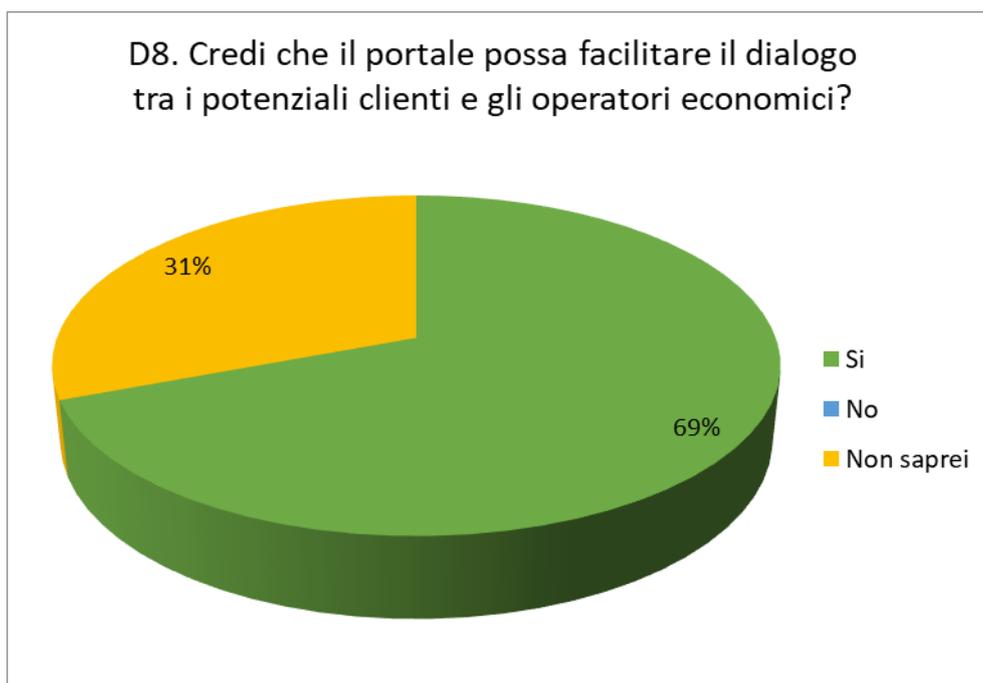


Figura 4.30 - Valutazione dell'utilità del portale nel facilitare il dialogo tra potenziali clienti ed operatori economici.



Figura 4.31 - Disponibilità degli utenti generici per essere ricontattati a seguito del rilascio della versione completa del portale.

4.4.3 Intervista agli studenti

Nell'ambito delle attività "Sotacarbo per le scuole", sono stati coinvolti per il testing del portale 65 studenti appartenenti alle scuole secondarie di primo e di secondo grado di Carbonia. In occasione di svariati incontri, il personale Sotacarbo ha illustrato agli intervistati la presentazione del portale auree.it, analizzando nel dettaglio le domande presenti nel questionario energetico degli edifici, che raccoglie le informazioni relative alle abitazioni e alla loro condizione in termini di efficienza energetica. A seguito della raccolta di dati ed informazioni di tipo energetico/prestazionale, acquisiti dagli studenti sugli edifici di loro conoscenza nell'arco di una settimana, è stato possibile per gli intervistati procedere alla compilazione del questionario, potendo così discuterne nei successivi incontri. In occasione degli eventi conclusivi sono state poste agli intervistati 7 domande tese all'individuazione di possibili carenze, miglioramenti e punti di forza del portale.

Usabilità del sito e comprensibilità delle informazioni

In questa sezione sono state valutate le opinioni degli intervistati relative alle modalità di navigazione e all'organizzazione dei contenuti del portale. Il 60% degli studenti ha valutato la fruibilità del sito "sufficiente", il 40% ha espresso un giudizio più che positivo (Figura 4.32). La maggioranza degli intervistati reputa le informazioni riportate nel portale sufficientemente "chiare e comprensibili", il 38% del campione risulta in disaccordo (Figura 4.33). La larga maggioranza degli intervistati (82%) dichiara di aver voglia di conoscere meglio il patrimonio della propria città (Figura 4.34), manifestando sin da subito il proprio interesse nel cercare di individuare le informazioni sulle proprie abitazioni, elemento utile sia per conoscere meglio gli aspetti strutturali della propria casa, sia per cogliere l'importanza dell'efficienza energetica ad essa applicata. Complessivamente tutti gli studenti hanno avuto difficoltà nel reperire alcuni dei dati richiesti utili alla compilazione del questionario (Figura 4.35). In particolare di tutti gli intervistati (Figura 4.36):

- l'88% ha riscontrato maggior difficoltà nel reperire i dati relativi ai consumi energetici;
- il 65% sulle informazioni dei materiali che costituiscono la propria abitazione;
- il 62% sui dati sul sistema di riscaldamento/raffrescamento/ACS;
- il 23% sulle informazioni generali della propria abitazione;
- nessun problema è stato riscontrato nel reperimento dei dati relativi al comfort climatico.

Come dichiarato dall'82% degli intervistati (Figura 4.37), AUREE ha avuto l'effetto di porsi interrogativi su come funziona energeticamente la propria abitazione per la prima volta.

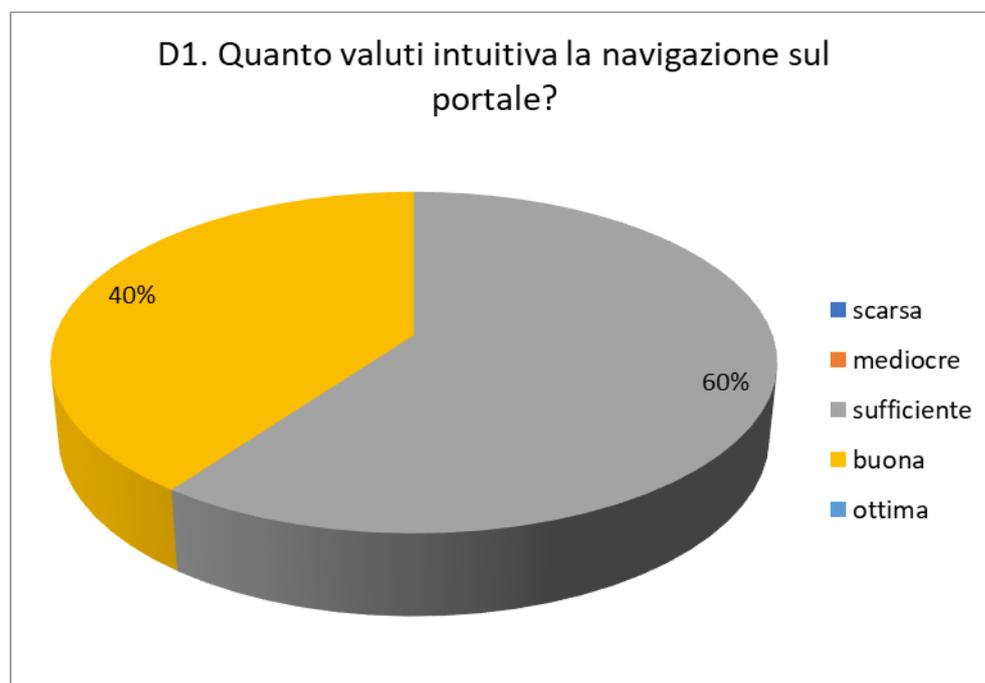


Figura 4.32 - Valutazione del grado di intuitività nella navigazione del portale.

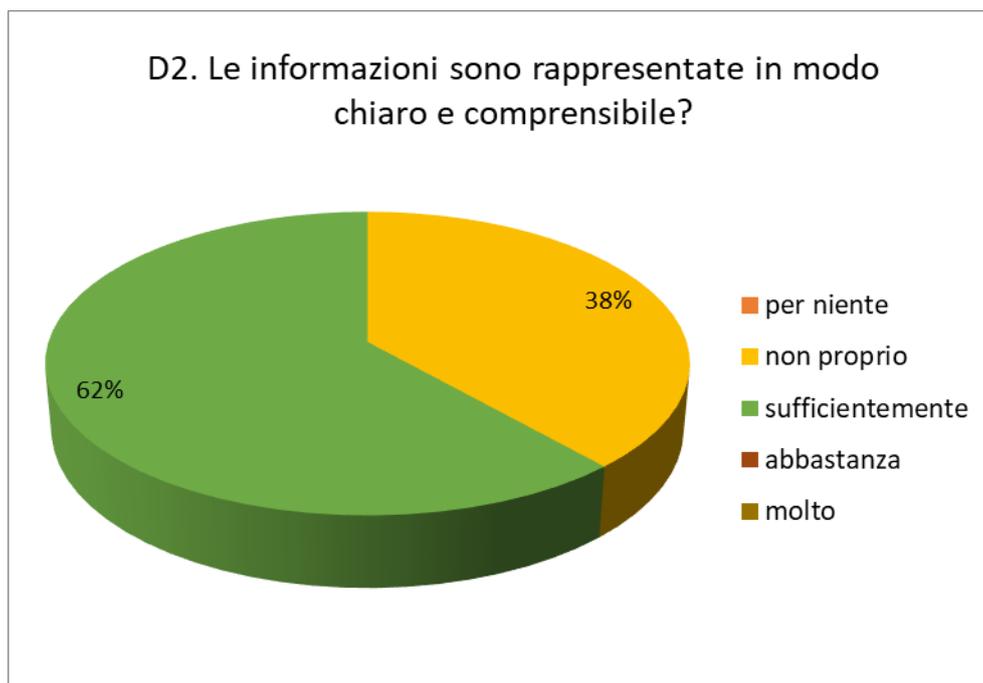


Figura 4.33 - Valutazione del grado di rappresentazione delle informazioni.

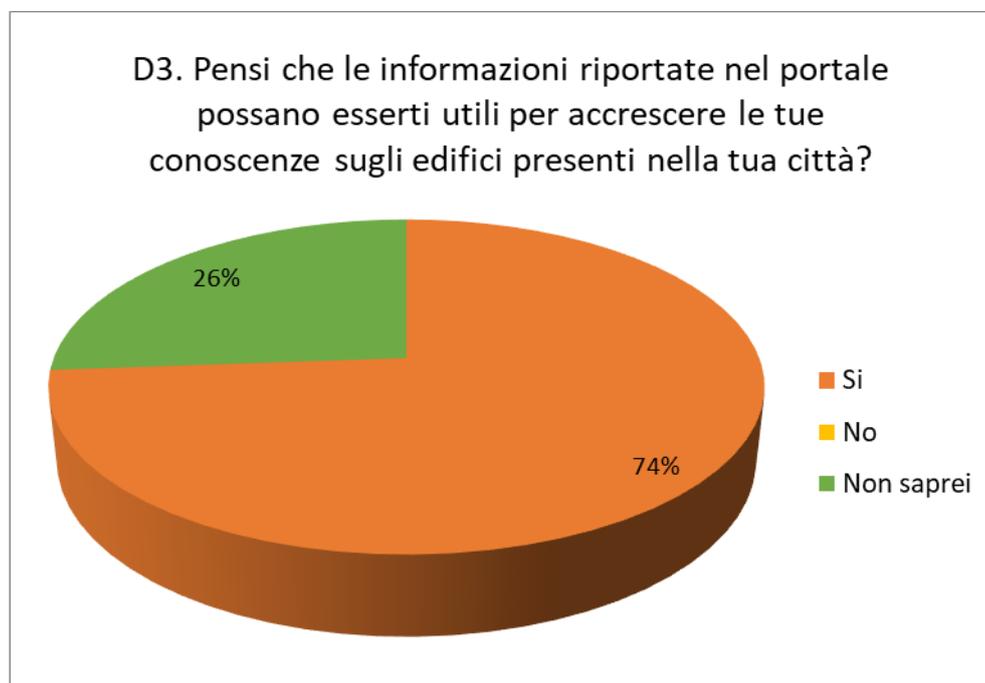


Figura 4.34 - Valutazione della potenziale utilità del portale nell'accrescimento delle proprie conoscenze sugli edifici della propria città.

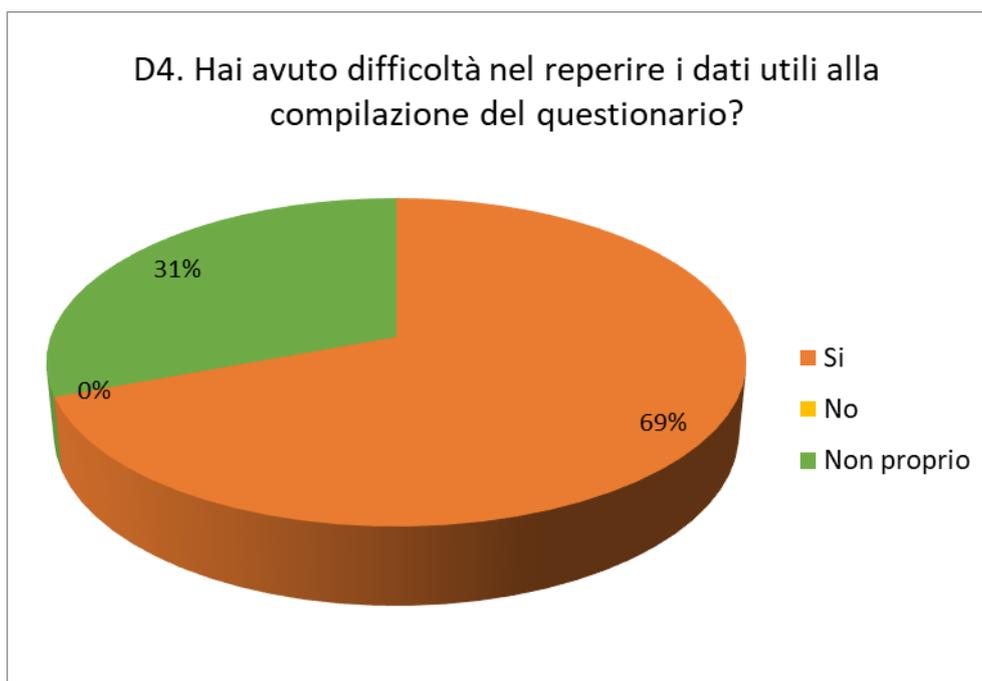


Figura 4.35 - Valutazione della difficoltà nel reperire i dati utili alla compilazione del questionario energetico.

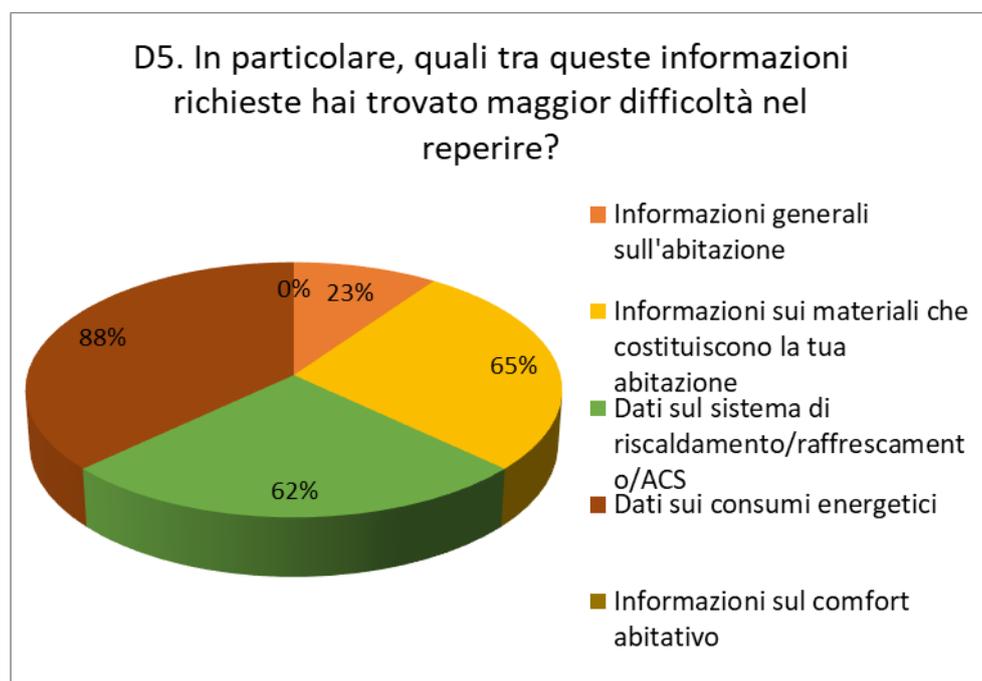


Figura 4.36 - Valutazione del grado di difficoltà nel reperire le informazioni utili alla compilazione del questionario energetico.

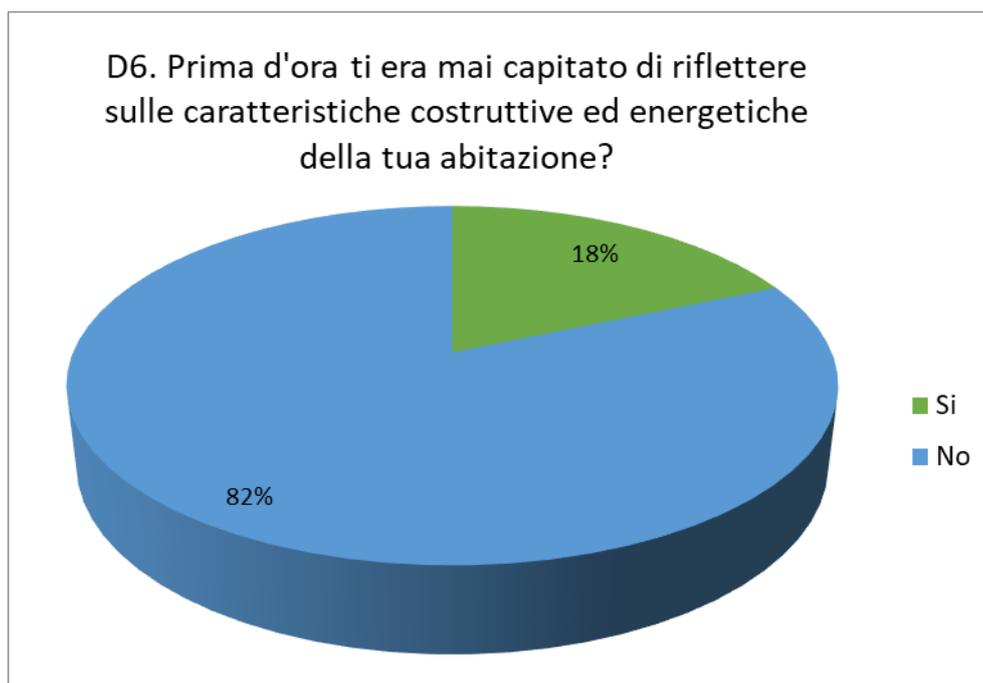


Figura 4.37 - Riflessione sulle caratteristiche energetiche e costruttive della propria abitazione.

4.4.4 Aspettative degli utenti

A conclusione delle interviste sono state indagate le aspettative e i desideri delle diverse tipologie di utenti, rispetto alle informazioni e/o alla tipologia di contenuti che vorrebbero trovare nel rilascio della versione finale della piattaforma auree e nei suoi futuri aggiornamenti. Complessivamente l'indagine ha fornito spunti di riflessione ed indicazioni utili per lo sviluppo del sito web. I risultati infatti mostrano che, a fronte del giudizio sostanzialmente positivo, ampi rimangono i margini di miglioramento. L'analisi condotta ha fornito spunti di riflessione importanti per la riprogettazione del portale, tra i quali:

- l'aggiunta di note esplicative che guidino l'utente verso approfondimenti sulla materia dell'efficienza energetica;
- l'inserimento di video di supporto per la presentazione del portale e per l'utilizzo delle interfacce;
- l'estensione della mappa georeferenziata degli edifici residenziali per una porzione più ampia della città di Carbonia;
- l'applicazione del caso studio di Carbonia ad altre città isolate;
- l'inserimento automatico della geolocalizzazione dell'impresa all'interno della mappa;
- la creazione di uno spazio dedicato all'inserimento dei lavori, dei grafici e dei progetti realizzati dagli operatori economici;
- l'aggiunta di una sezione di aggiornamenti normativi di settore;
- l'inserimento di una sezione di messaggistica per facilitare l'interfaccia tra privati e operatori economici.

Nei prossimi aggiornamenti sarà inoltre a disposizione di tutti gli utenti un modulo online per inviare segnalazioni, suggerimenti ed osservazioni, in modalità completamente anonima.

4.5 Interazione tramite questionari: statistiche sulle informazioni inserite

Il questionario energetico reperibile sul sito www.auree.it e compilabile da utenti che abbiano eseguito la procedura di registrazione, prevede diverse sezioni con informazioni riguardanti:

1. Informazioni generali;
2. Involucro;
3. Sistema di riscaldamento;
4. Sistema di raffrescamento
5. Sistema di produzione di acqua calda sanitaria (ACS);
6. Eventuali impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili;
7. Altri impianti;
8. Consumi energetici;
9. Confort interno.

Al momento della redazione di questo documento, risultano compilati 263 questionari, tuttavia spesso la compilazione è parziale con informazioni mancanti, soprattutto per quanto riguarda i dati della sezione Consumi energetici, che sottolineano la difficoltà a disporne, e quindi la mancanza della conoscenza e della consapevolezza, o a condividerli.

Nella prima sezione del questionario è stato chiesto ai partecipanti la tipologia edilizia della propria abitazione e l'anno di costruzione, i risultati sono mostrati rispettivamente nelle [figure 4.38-39](#). Il 94% dei partecipanti ha indicato la tipologia edilizia della abitazione, cosa che sottolinea l'aspetto estremamente intuitivo nella comunicazione dei risultati dello studio tipologico. Dall'analisi statistica è emerso che per la maggior parte si tratta di abitazioni singole monofamiliare (39%), singole plurifamiliari (21%) e palazzine (19%). Il 12% degli utenti ha inserito informazioni su case a schiera, il 7% su case della Fondazione e solo il 2% in edifici storici, come le case a corte.

Per quanto riguarda l'anno di costruzione, indicato dal 95% dei partecipanti, è emerso che la maggior parte delle abitazioni è stata costruita negli anni 2001-2005 per il 20%, 1991-2000 e 1919-1945 per il 18%, 1971-1980 per il 12%, 1981-1990 e 2006-2011 per il 7%.

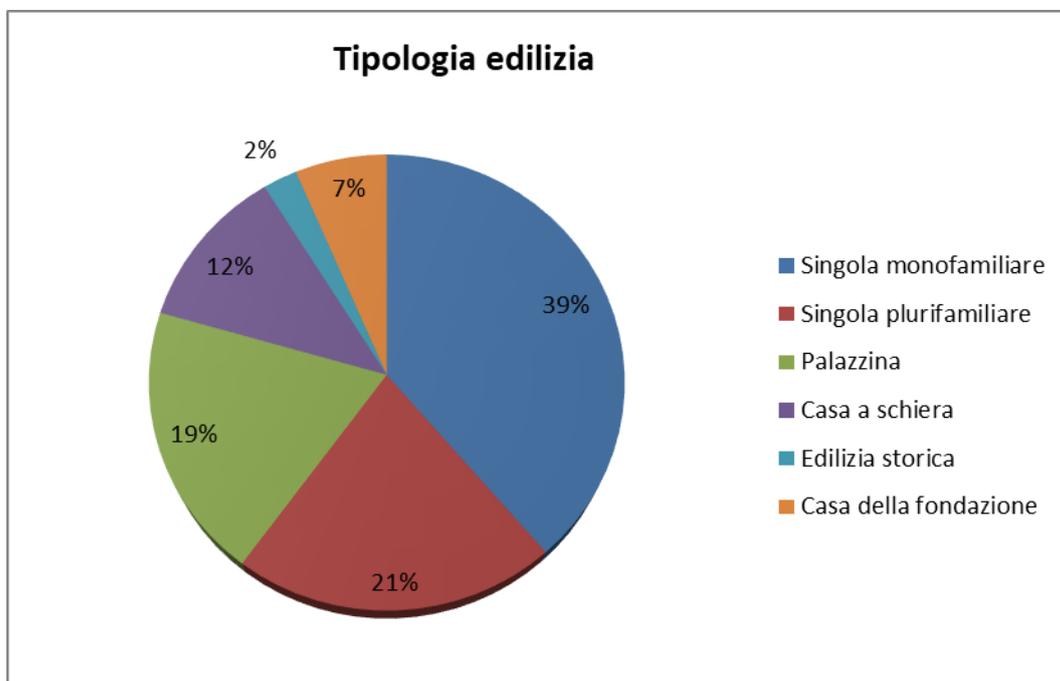


Figura 4.38 - Ripartizione percentuale delle tipologie edilizie.

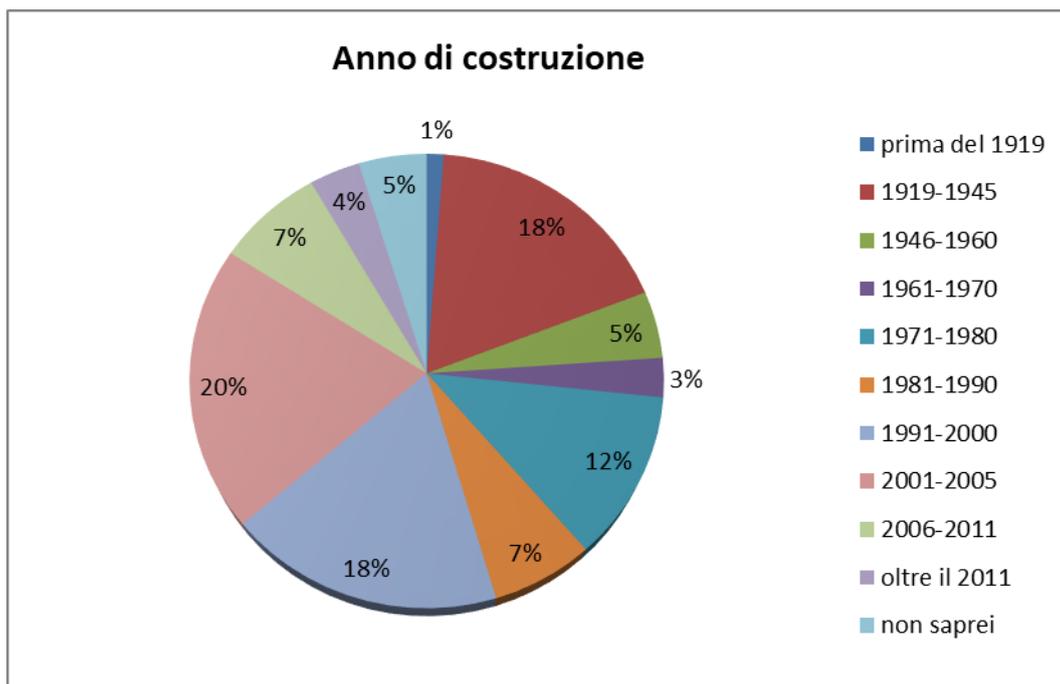


Figura 4.39 - Ripartizione percentuale dell'anno di costruzione delle abitazioni.

Sempre tra le informazioni generali è richiesta la superficie utile in m² delle abitazioni; il 94% dei partecipanti ha indicato tale informazione. Dall'indagine è emerso che la maggiore parte delle abitazioni (il 26%) ha una superficie utile maggiore di 150 m². Solo l'1% delle abitazioni risulta avere meno di 50 m². Gli altri intervalli considerati sono stati indicati con simili percentuali tra il 16 e il 21%. I risultati completi sono mostrati in figura 4.40.

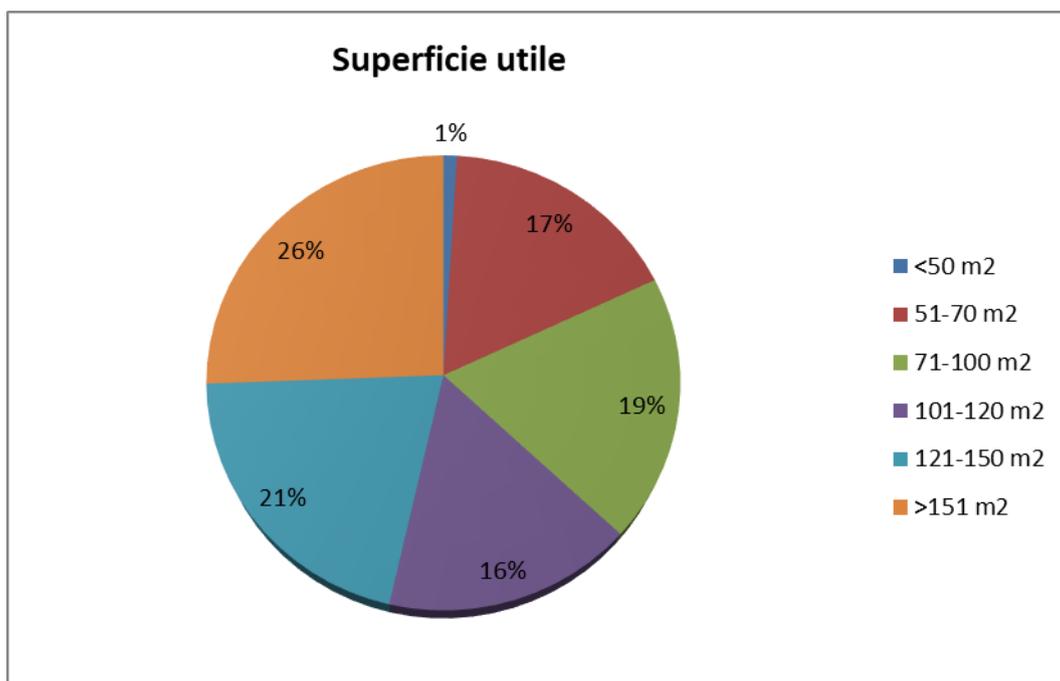


Figura 4.40 - Ripartizione percentuale della superficie utile in m² delle abitazioni

Per quanto riguarda il numero degli abitanti della casa, indicato dal 97% dei partecipanti, è emerso che in quasi la metà delle abitazioni risiedono 4 persone, nel 27% delle abitazioni risiedono 3 persone, nell'11% vi sono 5 persone, nel 7% vi sono 2 persone e nel 3 % dei casi le abitazioni sono vissute sia da una sola persona che da più di 6. La **figura 4.41** mostra tali risultati.

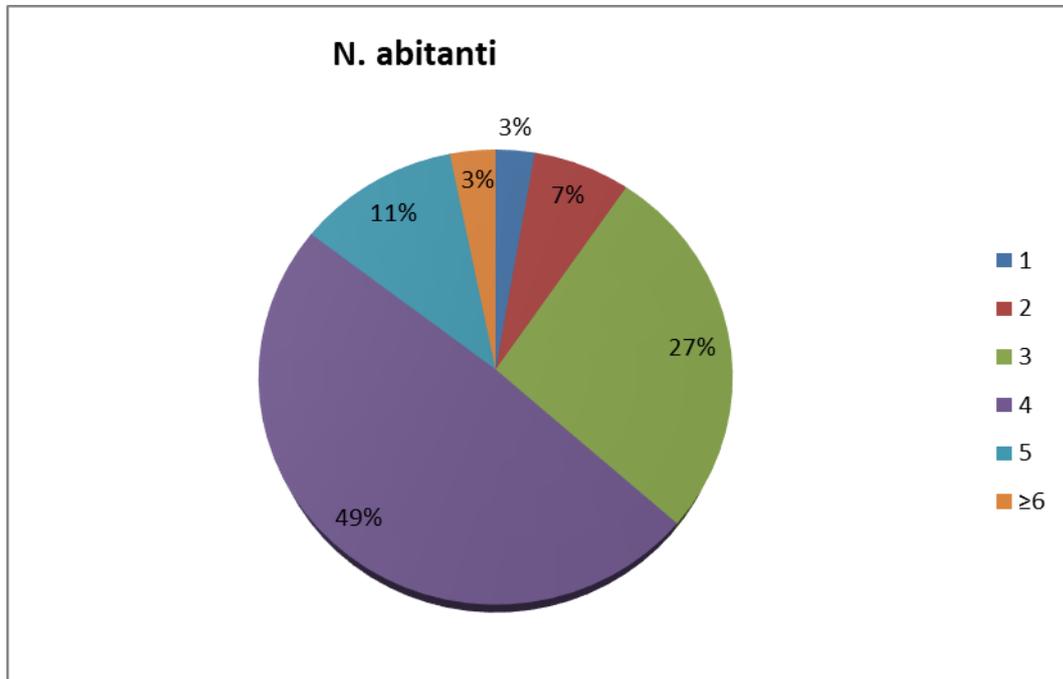


Figura 4.41 - Ripartizione percentuale del numero di persone che risiedono nelle abitazioni.

Come detto in precedenza, la sezione del questionario relativa ai consumi energetici è quella meno compilata. Infatti solo il 71% dei partecipanti ha indicato la spesa annua relativa all'energia totale consumata. La figura 5 mostra la ripartizione percentuale di tale spesa che comprende l'energia elettrica, il GPL, la biomassa, il pellet, etc.

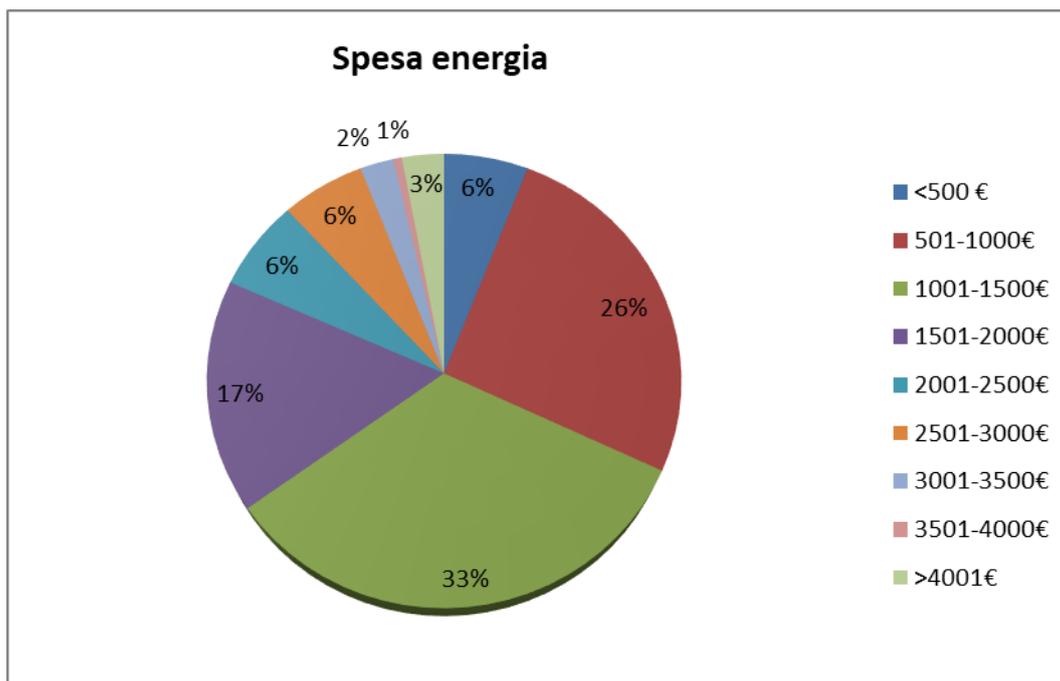


Figura 4.42 - Ripartizione percentuale della spesa sostenuta complessivamente per l'acquisto dell'energia per ciascuna abitazione.

La maggior parte dei partecipanti (il 33%) ha indicato una spesa annua di energia compresa tra 1001 e 1500€, il 26 % spende tra 501 e 1000€ e il 17 % tra 1501 e 2000€. Emerge un 3% di partecipanti che indica una spesa complessiva di oltre 4000€ per l'energia.

5 Discussione e analisi dei risultati

La discussione segue l'articolazione dei risultati riportati nel capitolo 3 del presente documento, facendo riferimento alle finalità generali e specifiche della ricerca ed evidenziando punti di forza e criticità rilevati nella sperimentazione a oggi attuata.

L'obiettivo generale di ricerca riguarda l'applicabilità di fonti di dati di tipo partecipativo (VGI) per la sintesi e rappresentazione delle caratteristiche energetiche del patrimonio edilizio urbano, che nel particolare caso in esame si esplicita nella valutazione dei seguenti aspetti:

- sviluppo e test di una metodologia ripetibile, esportabile almeno nel contesto regionale;
- sviluppo e test di uno strumento di UBEM coerente con le finalità del progetto;
- sviluppo e test di uno strumento per il coinvolgimento degli attori del processo di efficientamento energetico del patrimonio residenziale basato su un portale web.

5.1 Dati di base e attività di rilievo

Una delle criticità maggiori affrontate è stata sicuramente la ricerca dei dati di base, sia di tipo geografico che per l'impostazione dei tipi edilizi, e la definizione di una procedura di rilievo urbano compatibile con le risorse disponibili.

Ponendo alla base della ricerca la replicabilità delle procedure e la portabilità degli strumenti, si sono dovuti individuare i livelli informativi minimi della metodologia e strutturare le procedure partendo da essi. Complice anche la difficile situazione pandemica, alcune fonti informative non sono risultate accessibili nei tempi della ricerca e con le modalità utili al progetto. In un prossimo futuro alcune di esse potranno essere accessibili, come ad esempio i micro dati del CPA ISTAT o dei data base regionali degli Attestati di Prestazione Energetica (APE) e le geometrie catastali.

La ricerca, coerentemente a quanto riportato in letteratura, ha confermato che, allo stato attuale, l'utilizzo diretto degli open data disponibili, per finalità simili a quelle del progetto AUREE, necessita ancora di una ragguardevole attività di ricerca e trattazione. Per superare tale criticità il progetto è stato sviluppato a partire da basi di dati che possono essere considerati comunemente disponibili: uno studio tipologico locale, la base topografica del centro cittadino e l'attività di rilievo urbano.

5.1.1 Lo studio tipologico

Lo studio tipologico ha l'obiettivo di sintetizzare la conoscenza contenuta negli strumenti di pianificazione urbana locale e quella ottenibile dal coinvolgimento di esperti del territorio, per ricavare delle tipologie generiche e specifiche in cui identificare il patrimonio edilizio costruito. L'impostazione di questo doppio livello di dettaglio conoscitivo aumenta la flessibilità della metodologia: i tipi generici sono facilmente riconoscibili e possono essere utilizzati per classificare gran parte dei corpi di fabbrica del territorio, qualora non si abbiano informazioni più precise, mentre il tipo specifico permette di non perdere l'eventuale conoscenza già presente del patrimonio edilizio locale. Le tipologie generiche adottate e sperimentate per il caso studio di Carbonia sono state sviluppate in modo da permetterne il loro diretto utilizzo non solo nel caso di studio, ma anche per la gran parte del patrimonio edilizio residenziale del contesto territoriale allargato. Questo al momento amplia la platea dei cittadini che possono rispondere interagire con lo strumento realizzato, con particolare riferimento al questionario, e in futuro faciliterà la portabilità della metodologia in altri contesti. Una ulteriore sperimentazione della metodologia su centri urbani caratterizzati da un patrimonio residenziale di tipo differente potrebbe raffinare la definizione dei tipi generici, in modo da ricavare un elenco rappresentativo, che possa essere direttamente applicato a scala provinciale o regionale. Il raggiungimento di questo obiettivo favorirebbe la portabilità della metodologia, in quanto le attività di *pre-processing* si limiterebbero alla attività di rilievo urbano e di trattamento dei dati geografici.

D'altro canto, la possibilità di impostare anche dei tipi più specifici riferiti al contesto, ha permesso di non perdere le informazioni già possedute e di riportare nell'abaco del portale elementi più specifici, che possono supportare e indirizzare più adeguatamente l'intervento di retrofit energetico e il recupero edilizio.

La caratterizzazione delle tipologie edilizie è stata impostata per supportare il calcolo energetico e non appesantire l'attività di rilievo. Altre variabili potranno eventualmente essere inserite qualora si vogliono valutare altri aspetti relativi al processo di efficientamento energetico e/o il recupero del patrimonio, quali ad esempio la sostenibilità dei materiali, il pregio storico, la qualità dell'ambiente urbano.

5.1.2 La base topografica e l'attività di rilievo

Le geometrie degli edifici, ricavate dalla base topografica, sono utilizzate per la modellazione energetica e per la rappresentazione della informazione. Perciò la mappa di base ha un duplice ruolo: da una parte costituisce le fondamenta per il calcolo delle superfici disperdenti e delle loro caratteristiche (orientamento, ombreggiamento), dall'altra supporta l'utente del portale nella individuazione del corpo di fabbrica dell'edificio di interesse.

La sperimentazione della metodologia è basata sul Data Base Geo Topografico (DBGT) messo a disposizione dalla Regione Autonoma della Sardegna, in scala 1:2000 (o superiore) per i centri abitati, e in scala 1:10000 per la copertura di tutto il territorio. Durante lo svolgimento dell'attività della LA 1.27 si è utilizzato il DBGT 1:2000 con due elementi geometrici di base: il volume edilizio (VE) e l'unità edilizia (UE). Il primo (VE) era stato utilizzato per ricavare le geometrie e i volumi climatizzati, e perciò è stato la base per il rilievo dei parametri geometrici (numero livelli, copertura, base, etc). Il secondo (UE), formato da uno o più VE, era stato utilizzato come base per l'assegnazione del tipo edilizio e altri parametri tipologici. Tale impostazione metodologica tuttavia sollevava delle criticità, soprattutto nell'ottica di una espansione dell'area di studio, ossia un aumento della onerosità delle attività di rilievo. Si è perciò proposta e sperimentata una semplificazione delle attività di rilievo, riportando alcune variabili rilevate nella caratterizzazione tipologica e limitandosi all'utilizzo della sola UE come unità spaziale di base. La metodologia proposta nella LA 1.28 perde di accuratezza nella descrizione delle superfici e dei volumi, ma risulta applicabile anche per i centri minori, dove non è disponibile il DB 1:2000, e inoltre riduce la complessità del rilievo diminuendo notevolmente il numero di oggetti da classificare e rendendolo eseguibile anche da operatori privi di esperienza CAD/GIS. I dati richiesti per il rilievo coincidono con le informazioni richieste all'utente nella prima sezione del questionario, delineando la possibilità di sviluppare un sistema completamente basato su una interfaccia WEB e sul contributo volontario degli utenti del portale.

Lasciando la discussione sulla accuratezza della base geografica e i suoi effetti nel calcolo del fabbisogno energetico alla discussione sulla modellazione energetica, dal punto di vista prettamente operativo la semplificazione dell'attività di rilievo ha reso possibile un notevole ampliamento dell'area di studio e, grazie alla sua maggiore generalità, rende la metodologia applicabile anche in caso di mancanza di un DB 1:2000 con le altezze degli edifici. La base geografica così impostata e le attività di rilievo e trattamento preliminare dei dati spaziali sono sufficienti a supportare la modellazione energetica semplificata e a facilitare la rappresentazione della conoscenza nel portale. Nel progetto AUREE si sono sviluppati i *tool*/GIS per effettuare il calcolo energetico sia partendo da una base geografica organizzata sui due livelli di dettaglio (VE, UE), che quelli per la sola UE.

Tuttavia perdurano ancora alcune criticità da affrontare nel futuro sviluppo della metodologia, che riguardano principalmente l'eventuale ampliamento dell'area di studio a completa copertura del territorio comunale.

L'attività di rilievo e preparazione della base geografica, individuando le zone termiche sulla base delle geometrie delle UE del DBGT 1:2000, rimane l'unica attività che richiede tempo e risorse umane, e può scoraggiare lo sviluppo di questo approccio in altri contesti. La metodologia trova infatti la sua migliore applicazione se sviluppata nell'ambito di una attività di piano, in quanto il rilievo previsto è in realtà molto simile alle procedure e alle tecniche correntemente utilizzate per lo studio e la classificazione del patrimonio edilizio nella pianificazione particolareggiata o generale.

In caso si abbia intenzione di impostare un'attività di rilievo specificamente per l'applicazione della metodologia, si dovranno valutare le risorse disponibili al fine di definire un'area di studio capace di rappresentare i tipi edilizi più comuni nel contesto, senza però richiedere la preparazione della base topografica per tutto il territorio. Lo sviluppo di casi studio in altri contesti avrà perciò lo scopo di definire meglio le procedure per garantire supporto nel rilievo e per identificare l'area di studio minima. Inoltre

dovranno essere identificati e testati approcci adeguati per rappresentare il patrimonio eventualmente non ricompreso nel rilievo, in quanto di fatto ciò costituisce un forte limite nella capacità comunicativa e di coinvolgimento del portale. D'altro canto pensare a un rilievo completo di tutto il territorio comunale con le metodologie sviluppate potrebbe essere un'attività particolarmente onerosa e non giustificabile, se non inserita al margine di altre attività simili sviluppate per finalità istituzionali, che accedono a risorse specifiche. Perciò i nuovi casi studio dovranno prevedere una modalità di trattazione dei dati e di rappresentazione dei risultati anche per le zone non direttamente ricomprese nell'area di studio.

5.2 Modellazione energetica

Come descritto dettagliatamente nel capitolo 3, è stata effettuata una valutazione di coerenza dei risultati ottenuti per un campione di edifici della Fondazione dal modello GIS e da un software di controllo coerente con le normative vigenti sui modelli progettuali. Il confronto ha riguardato sia parametri di tipo prettamente geometrico che i principali risultati della modellazione energetica del fabbisogno netto dell'involucro edilizio. La comparazione delle geometrie ricavate con le diverse procedure di modellazione ha mostrato che già la base topografica può generare delle discrepanze col modello teorico con valori di 5%-10% sulle dimensioni planimetriche e di circa un 1 metro sulle quote. Tale incoerenza generano due effetti, uno di tipo assoluto e l'altro di tipo relativo. Dal punto di vista della stima del fabbisogno energetico dell'edificio e dell'area urbana, la base topografica, col il suo intrinseco livello di precisione, può generare errori nella definizione di superfici e volumi di oltre il 10%, considerando l'effetto combinato delle dimensioni planimetriche e altimetriche. Queste incoerenze si ripercuotono e si amplificano poi su tutta la modellazione analitica, che introduce altre variabili dotate di un proprio livello di incertezza. Passando alla valutazione qualitativa del patrimonio edilizio, che nel caso in esame è basata sui parametri rapportati alla superficie climatizzata, l'effetto è più limitato per gli edifici di maggiore dimensione, ma può essere molto evidente per quelli più piccoli. Una variazione di un metro di altezza su un edificio di quattro livelli non ha un forte impatto sulle superfici disperdenti, mentre su un edificio a un livello fuori terra può costituire un aumento del 15-25% con conseguente impatto su tutte le performance energetiche. Nella LA 1.27, grazie a una attività di rilievo più dettagliata, si sono potuti osservare diversi casi in cui la quota derivata dal modello topografico ha portato a definire volumi riscaldati fortemente diversi dalla realtà. Questo accade quando, a causa della pendenza del terreno, alcuni livelli di base possono dare origine a una quota superiore a quella reale del piano di campagna dell'edificio, rendendo non coerente l'assegnazione manuale dei livelli con una determinazione automatica dei volumi.

Dal punto di vista della sola modellazione energetica, la comparazione, basata su edifici di caratteristiche note, ha mostrato che i risultati medi della procedura GIS sono comparabili con quelli del modello standard (UNI 11300) eseguito nel software di controllo, soprattutto per il fabbisogno invernale. Naturalmente, nel caso più generale non si hanno modelli di riferimento noti con adeguato dettaglio, perciò la comparazione per singolo edificio può essere sviluppata solo prendendo in considerazione i valori medi del campione e accettando un ampio grado di tolleranza. D'altronde in letteratura è noto che uno dei principali limiti degli approcci analitici alla modellazione alla scala urbana è proprio l'incomparabilità dei risultati a livello del singolo edificio, con scostamenti di oltre il 100%. Le procedure di calibrazione, infatti, prendono come riferimento gruppi di edifici più o meno ampi (quartieri, isolati, intere città) in modo da raggiungere una coerenza tra fabbisogno stimato e consumi reali di circa +/-20%. Con l'aumento del numero di edifici, le caratteristiche medie e tipologiche tendono a prevalere sulle particolarità del singolo corpo di fabbrica nella stima del fabbisogno aggregato della parte di città. Tuttavia, per impostare una credibile attività di calibrazione, è necessario avere a disposizione i dati sui consumi energetici di una buona parte del patrimonio edilizio singoli o come valore aggregato (di isolato, quartiere, urbano, etc) o tramite una sufficientemente ampia attività di rilievo e/o misurazione (es: reti urbane). Questi ultimi dati di ingresso non sono però spesso disponibili, perciò, al fine di ampliarne la portabilità, la metodologia sviluppata non prevede al momento una attività di calibrazione e può fornire una rappresentazione qualitativa delle performance del patrimonio edilizio residenziale.

La metodologia sviluppata, infatti, è partita dal presupposto di non avere a disposizione dati noti sui consumi energetici e di non poter impostare una ampia attività di monitoraggio dei consumi, e per questo motivo il suo l'obiettivo primario non è ricavare una stima affidabile del fabbisogno energetico, ma rappresentare qualitativamente il patrimonio edilizio, in modo da stimolare l'interazione con il cittadino e gli altri attori del processo di rinnovamento e retrofit energetico. A tal fine, l'approccio alla modellazione sviluppato prevede che la rappresentazione delle caratteristiche energetiche del patrimonio residenziale sia basata su un approccio tipologico e su un calcolo energetico semplificato del fabbisogno dell'involucro, mentre ricava le incidenze delle diverse tipologie di sistemi tecnologici dall'analisi statistica delle informazioni reperite tramite questionari pubblicato sul portale dedicato. Queste statistiche sono utilizzate per arricchire lo studio tipologico, e per creare uno scenario dello stato attuale dinamico.

In altre parole, lo studio tipologico orientato all'energia e la modellazione in ambito GIS creano le mappe pubblicate nel portale AUREE, nelle sezioni "Abaco tipologico" e "Patrimonio residenziale", che sono la base per l'interazione con l'utente generico e registrato. Le mappe dell'abaco riportano i tipi generici e i periodi di costruzione assegnati tramite il rilievo, e permettono di accedere a una sintesi dei risultati della modellazione eseguita per edificio tipo, arricchita con le statistiche ricavate dai questionari relativi al tipo selezionato: si crea in tal modo un "Abaco geografico" dinamico già completamente operativo.

Nella pagina del patrimonio residenziale, le mappe rappresentano le performance dell'involucro edilizio tramite alcuni parametri significativi, tematizzati per classi di valore, per esplicitare le differenze tra gli edifici. Dalla mappa poi è possibile accedere a una pagina sintetica dei risultati della modellazione eseguita per edificio, che permette di valutare diverse configurazioni impiantistiche molto diffuse. Per l'utente registrato che inserisca informazioni sul questionario energetico proposto, è possibile ottenere suggerimenti calibrati sull'unità di cui alle informazioni inserite.

L'approccio alla modellazione sviluppato è coerente, in termini di affidabilità e significatività, con gli obiettivi dello strumento sviluppato, cioè la sensibilizzazione e il coinvolgimento dell'utente, attraverso la sezione del patrimonio edilizio, e la sintesi delle caratteristiche del patrimonio edilizio locale, tramite la sezione Abaco che è anche rivolta a una utenza più tecnica.

La metodologia e gli strumenti implementati supportano le funzionalità del portale che risponde agli obiettivi generali del progetto e costituisce uno strumento a oggi già operativo.

Rimangono alcuni aspetti ancora da sviluppare per testare interamente le potenzialità della metodologia, che potranno essere approfonditi solo dopo aver registrato un adeguato tempo per consentire l'interazione con gli utenti e aver raccolto un conveniente numero di informazioni. La reale capacità dello strumento di simulare gli scenari e di esser utilizzato per supportare la pianificazione urbana perciò dovrà essere valutata in successivi tempi e sviluppi ricerche. Ciò consentirà il raffinamento della modellazione energetica essenzialmente per due finalità: i suggerimenti di retrofit per gli utenti del portale e il supporto alla creazione di scenari di retrofit urbani.

Al momento, le possibilità di rappresentazione dello stato attuale e il suo uso per la simulazione di scenari di efficientamento è stata testata su sistemi desktop GIS, utilizzando come base le statistiche sui sistemi impiantistici derivate da altre fonti ufficiali (ISTAT ENEA). In tal senso sono state sviluppate procedure apposite i cui risultati hanno mostrato alcune possibili rappresentazioni spaziali

Il modello energetico impostato permette lo sviluppo e la sperimentazione di procedure per la creazione di scenari di retrofit, che prendano in considerazione le tecnologie più consolidate (fotovoltaici, solare termico, etc) e le strategie di intervento più diffuse (comunità energetiche). Sfruttando la versatilità del modello, si potrebbero sviluppare delle apposite sezioni nel portale che effettuino la simulazione degli scenari in modo dinamico. La rappresentazione degli scenari dovrà essere migliorata tramite lo sviluppo di indicatori sintetici, oltre a quelli già presenti legati agli aspetti energetici, che potrebbero essere utilizzati per impostare procedure di comparazione multi criterio tra scenari alternativi. È evidente che lo sviluppo di queste nuove funzionalità potrebbe richiedere anche modifiche nelle procedure di modellazione energetica e dei dati di base oggetto di rilievo urbano.

A tal riguardo un altro punto che meriterebbe un approfondimento è costituito dalla ricerca dei possibili legami tra la metodologia sviluppata e le procedure di piano tradizionalmente seguite nelle amministrazioni locali. Al momento, lo strumento si configura come una buona pratica di natura prettamente volontaria, tuttavia, se si sviluppasse e sperimentasse funzionalità legate a pratiche di piano, si potrebbe migliorare l'efficacia dello strumento e contemporaneamente favorirne la diffusione. A tal proposito, lo strumento potrebbe essere sperimentato nell'ambito di un processo reale di pianificazione attuativa o a supporto di documenti di indirizzo energetico a livello comunale, come ad esempio l'Allegato energetico al regolamento edilizio.

In letteratura, come argomentato nel capitolo 2, si ritiene che, per impostare uno strumento che possa essere di indirizzo per scenari di retrofit personalizzati a livello di edificio e di unità immobiliare, sia necessario sviluppare un approccio di UBEM calibrato sui dati di consumo, che sia in modo di stimare con un valido grado di affidabilità i consumi, sulla base di dati tipologici e opportuni profili d'uso: questo approccio coincide con quello della diagnosi energetica, che imposta la valutazione della fattibilità tecnico economica di un intervento di efficientamento energetico non sulla modellazione energetica standard, ma su un *tailored rating* basato sulle serie storiche dei consumi e sui profili d'uso quanto più reali possibile.

La scheda della unità immobiliare, impostata nel portale, utilizza alcune informazioni, inserite tramite il questionario, per raffinare i risultati del fabbisogno energetico dell'involucro calcolato in ambiente GIS, che è basato su una modellazione semi stazionaria, simile a quella della normativa (UNI 11300), e su una procedura semplificata per la stima delle energie in ingresso agli impianti. Il modello è perciò in grado di fornire indicazioni di tipo qualitativo, in quanto dal punto di vista quantitativo non possiede affidabilità sufficiente ad essere utilizzato per un'analisi di fattibilità tecnico economica di un intervento. Anche al fine di non sostituirsi a un professionista, la pagina propone una stima del potenziale di retrofit e alcuni suggerimenti qualitativi di buona gestione del sistema edificio-impianto e di tecnologie di intervento.

Nella letteratura più recente si sono diffusi approcci alla modellazione urbana basati su calcoli dinamici, più o meno dettagliati, che simulano con più dettaglio temporale la domanda energetica. Alcuni approcci adottano una modellazione energetica dinamica anche molto dettagliata (Energy +, Trnysys, etc) per impostare gli archetipi, generalizzando i risultati a tutto il contesto di studio tramite metodi statistici, oppure altri approcci eseguono direttamente una simulazione dinamica, in questo caso più semplificata, per ogni corpo di fabbrica del contesto di studio. Per quanto il metodo di calcolo sia più complesso e fisicamente rigoroso, i dati base sono sempre tipologici e molto simili a quelli adottati nel presente progetto, perciò, per stimare la richiesta energetica in maniera affidabile, questi modelli necessitano di una onerosa attività di calibrazione basata su dati di consumo reale. La numerosità, la completezza e il dettaglio spaziale e temporale di tali dati determinano largamente l'affidabilità dei modelli, che riescono a simulare bene il fabbisogno energetico per parti di città o territorio, ma comunque mostrano forti discrepanze qualora si scenda sui risultati del singolo edificio o unità di immobiliari.

Gli sviluppi futuri della modellazione energetica utilizzata nel portale AUREE dovranno perciò certamente prendere in considerazione il miglioramento dell'affidabilità della stima energetica del modello, a supporto degli scenari alla scala urbana o di quartiere e /o a supporto dell'interazione alla scala edificio e unità immobiliare.

A tale fine, grazie alla modularità dell'ambiente GIS e dell'architettura del portale, si potrebbero integrare procedure e modelli più consolidati disponibili in letteratura, tuttavia molti di essi richiedono una maggiore quantità di dati base e infrastrutture informatiche più complesse per loro gestione, che potrebbe limitarne la portabilità in ambito locale.

5.3 Il portale AUREE.it

Confrontando AUREE con altri strumenti simili, riportati nel capitolo 1 di questo documento, è possibile evidenziarne punti forza e peculiarità da una parte e debolezze dall'altra, rispetto ad altri strumenti sviluppati in altri ambiti e per altri obiettivi.

La prima peculiarità di AUREE è il tipo rappresentazione che adotta, fortemente orientato alla dimensione geografica tipicamente utilizzata alla pianificazione urbanistica locale (ossia 1:2000 -10.000), dove le informazioni sono legate al corpo di fabbrica e allo zoning urbano. Anche altri strumenti (es: Enerfund, Valinta) adottano un base geografica simile, sebbene non siano pensati per una rappresentazione di questo tipo: essi utilizzano *open street map*, ma le informazioni sono puntuali e riferite al solo edificio, non sono generate dalle statistiche interpretative per tipo edilizio e ambito comunale, come nel caso della sezione abaco di AUREE. Inoltre, su AUREE potranno essere sviluppate facilmente ulteriori sezioni allo scopo di riassumere le informazioni per isolato o quartiere, migliorando la sintesi rappresentativa della informazione. Il questo aspetto AUREE è pressoché l'unico strumento ritrovato in rete capace di presentare sintesi rappresentative dinamiche del patrimonio edilizio alla scala urbana e sub urbana, in base alle caratteristiche energetiche e tipologiche e al contributo informativo volontario.

Per contro, la struttura della rappresentazione e i contenuti del portale AUREE sono più complessi di altri strumenti focalizzati sul semplice elemento puntuale (es: Repowermap, Enerfund) e, così come evidenziato anche dalla sperimentazione del portale, possono richiedere una curva di apprendimento leggermente più lunga e, talvolta, il supporto esterno nella consultazione.

Alcuni strumenti sono dotati di procedure facilmente ripetibili, poiché create su dati di base con una struttura molto standard, come per esempio il caso del data base delle APE (Enerfund), dei dati di consumo elettrico (Hotmaps), noti con un riferimento a scala territoriale.

Lo strumento AUREE utilizza una tipologia di dato di base meno standard, che necessita di una più o meno pesante attività di *pre-processing* per garantire omogeneità e permettere l'esecuzione delle procedure del *tool* GIS e del portale. Questo non permette la diretta portabilità delle procedure, ma richiede comunque un passaggio interpretativo dei dati di base per sintetizzare eventuali tipologie specifiche locali e impostare l'area di studio. Tuttavia, come già esplicitato, questo passaggio costituisce proprio la ricchezza informativa peculiare di AUREE rispetto ad altri strumenti in rete.

Alcuni strumenti sono molto semplici e richiedono poca interazione con l'utente, ma forniscono solo suggerimenti molto generici e certamente non focalizzati sul contesto. Altri calcolano diversi indici di retrofit e danno suggerimenti dettagliati, ma richiedono molte informazioni all'utente, che deve avere una certa conoscenza tecnica (Greenovation, Condomini +4.0).

Auree presenta direttamente degli indicatori di performance disponibili per gli edifici nella mappa, con la semplice scelta di alcune comuni configurazioni impiantistiche, permettendo subito di rapportare l'edificio selezionato con la media del contesto locale e con i riferimenti di legge. L'obiettivo è trasmettere all'utente la conoscenza di base necessaria a interagire con un professionista del settore, perciò l'interfaccia non mostra studi di fattibilità o stime dei consumi, ma solo una quantificazione del potenziale di efficientamento aprendo al confronto con il professionista. Su questo aspetto alcuni strumenti, con intenti più che altro commerciali, presentano stime di costi per interventi e valutano tempi di ritorno, che però in generale sono basati su costi molto standardizzati e configurazioni comuni, e perciò possono molto distanti dal caso specifico.

Alcuni portali mostrano un maggiore raffinamento del linguaggio grafico a supporto della comunicazione e utilizzano indicatori appositamente sviluppati per facilitare la comprensione dei contenuti tecnici. L'attività di sperimentazione delle interfacce ha dato diversi input per il miglioramento delle stesse, che vanno da aspetti di dettaglio relativi alle rappresentazioni delle informazioni, ad aspetti più generali, che riguardano il potenziale uso dei servizi presenti e lo sviluppo di nuovi. Oltre una progressiva ottimizzazione dell'aspetto delle interfacce, si potrebbero sviluppare indicatori qualitativi per facilitare la comunicazione dei risultati della modellazione. Inizialmente, la scelta alla base della metodologia era stata quella di utilizzare linguaggio e definizioni il più possibile simili a quelle della normativa e quindi dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE), e di cercare di guidare l'utente nella lettura dei contenuti. Tuttavia lo sviluppo di indicatori sintetici in luogo dei valori numerici mutuati dalla normativa può essere di maggiore efficacia nella comunicazione, e potrebbe essere funzionale a integrare altre tematiche relazionate al patrimonio edilizio come il paesaggio, la povertà energetica o gli aspetti ambientali.

5.3.1 Portabilità di AUREE

Il portale è il mezzo con il quale gli studi tematici sul tipo edilizio e i risultati della modellazione energetica sono rappresentati e impostati per l'interazione con gli utenti. Attualmente il portale è stato implementato per la città di Carbonia, tuttavia la sua architettura informatica è facilmente replicabile e può essere utilizzata su altri centri. Il portale gestisce diversi tipi di profilo utente, ognuno con i rispettivi privilegi, e contiene le procedure per trattare le risposte dei questionari in modo da generare statistiche descrittive dei tipi edilizi nella sezione abaco, e di generare la pagina dei suggerimenti della unità immobiliare. Tuttavia, attualmente, una parte delle procedure per eseguire la modellazione energetica alla base delle mappe del portale sono da eseguire in ambiente QGIS desktop tramite i *toolset* appositamente sviluppati durante il progetto.

In sintesi, quindi, la maggior parte di un possibile sviluppo per la riproduzione della metodologia in un altro centro urbano, riguarda le operazioni GIS per la preparazione dei dati base (rilevo e CAD *modelling*), e l'esecuzione della procedura di modellazione energetica atta a ricavare il fabbisogno netto dell'involucro degli edifici. Le prime attività, di cui si è trattato dettagliatamente in precedenza, sono meno strutturate e fortemente legate alla disponibilità locale di dati, mentre la parte di modellazione risulta più procedurale e potrebbe essere in gran parte, se non totalmente, integrata nel portale alleggerendo le operazioni desktop. Le procedure sviluppate su QGIS sono tutte basate su operazioni elementari, disponibili anche nelle librerie GDAL *python* integrate nel portale, inoltre l'ambiente "geonode", su cui si basa AUREE, è completamente programmabile. Con una opportuna attività di sviluppo e una parziale revisione delle procedure stesse, dunque, la modellazione energetica potrebbe essere svolta integralmente lato web. Il modello semplificato adottato nella LA 1.28 non richiede elevate risorse di calcolo e può essere svolto partendo da un numero ridotto di dati rilevati, anche questi facilmente imputabili tramite interfacce web.

5.3.2 Sviluppo di nuovi servizi

Un tema particolarmente sentito è l'ottimizzazione della interazione tra imprese/professionisti e utenti: i primi richiedono di avere una sezione personalizzata, dove poter inserire e le proprie best practices, mentre i secondi richiedono un maggiore supporto nella selezione dell'impresa a cui rivolgersi, potenzialmente indirizzata in base alle informazioni inserite nel questionario. Questo aspetto verrà sviluppato e testato non appena si raggiungerà un numero adeguato di informazioni da poter utilizzare al riguardo per lo sviluppo di una procedura.

Un aspetto da sviluppare nel portale, seppure in parte testato con lo strumento desktop, è la sintesi per quartiere e/o isolato dei parametri di performance e del patrimonio e il loro utilizzo per effettuare delle simulazioni di scenario. Nella sperimentazione si è proposta una sintesi per sezione censuaria, che può essere utile per utilizzare i dati del CPA per l'assegnazione degli impianti e per riportare direttamente i parametri energetici del patrimonio con le variabili socio - economiche analizzate dal CPA. Integrando questa base di dati con le risposte al questionario, si possono sviluppare anche strumenti tematici su altri aspetti relazionati alla qualità del patrimonio edilizio e alle sue performance energetiche, come gli aspetti della povertà energetica o della salubrità delle abitazioni.

La base informativa generata dal modello energetico e dalla sintesi delle interazioni con gli utenti del portale, può essere poi la base ideale per impostare la valutazione preliminare di scenari di efficientamento del patrimonio edilizio, per i quali sia necessario considerare una scala più ampia di quella del singolo edificio come le comunità energetiche o altri sistemi a rete. Inoltre, il modello urbano può essere utilizzato per altre analisi ambientali ormai abbastanza standard o per sviluppare studi tematici specifici, come il potenziale delle tecnologie legate allo sfruttamento dell'energia solare, il microclima urbano, il comfort e la qualità urbana. Per estendere questi servizi, secondo i principi che stanno alla base del progetto AUREE, si dovrà procedere a una dettagliata individuazione dei dati di base necessari e a una standardizzazione delle procedure, al fine di renderle ripetibili in tutti i contesti con un limitato intervento umano. Inoltre dovranno essere sviluppate appropriate interfacce per la rappresentazione degli scenari e l'interazione con essi da parte del semplice utente e degli esperti della PA.

6 Conclusioni

Le attività descritte nel presente documento, afferenti alla LA 1.28, costituiscono la parte conclusiva del progetto triennale AUREE (Abaco Urbano Energetico degli Edifici).

Lo studio effettuato in questo triennio ha portato allo sviluppo e alla sperimentazione di una metodologia caratterizzata da un alto grado di portabilità, che utilizza fonti di dati di tipo partecipativo (VGI) per integrare un approccio di UBEM di tipo analitico semplificato al fine di rappresentare le caratteristiche energetiche del patrimonio residenziale di un centro urbano per tipo edilizio.

Vi sono diversi esempi di linee guida o protocolli di qualità sul tema dell'efficientamento energetico di particolari tipologie di edifici (scuole, edilizia storica, musei), ma in genere essi non sono integrati in un vero e proprio strumento di supporto su base geografica che lo contestualizzi, ne supporti la consultazione e ne favorisca l'uso e l'aggiornamento. Lo sviluppo di un modello/approccio basato su procedure e strumenti ripetibili anche in contesti ordinari, dove è necessario trovare un equilibrio tra le finalità dello strumento e le risorse disponibili, è ancora un tema centrale del dibattito internazionale.

La ricerca effettuata ha portato allo sviluppo di una metodologia e alla sperimentazione di uno strumento che risulta facilmente esportabile in centri di piccola e media dimensione, caratterizzati da una ordinaria disponibilità di dati base e da un limitato accesso alle risorse.

Alcuni aspetti sembrano essere centrali al fine di limitare i costi e favorire la replicabilità:

- è coerente con le normative e con i linguaggi tecnici consolidati;
- prevede l'utilizzo di dati di base già disponibili, eventualmente integrati con semplici attività di rilievo;
- definisce protocolli e strumenti di facile uso, accessibili anche da operatori di ordinaria capacità tecnica;
- adotta una rappresentazione della conoscenza adatta anche al coinvolgimento di un uditor non tecnico.

Uno degli aspetti centrali del progetto è stata la sperimentazione dello strumento comunicativo su alcuni casi reali, che ha portato al coinvolgimento attivo di attori locali, ognuno nel suo rispettivo ruolo e campo di interesse. Tale esperienza ha contribuito e contribuirà a fornire informazioni preziose per calibrare e raffinare al meglio la metodologia usata e lo strumento di comunicazione sviluppato e inoltre potrà contribuire al dibattito scientifico nazionale e internazionale circa lo sviluppo di approcci simili. Lo strumento è già stato testato su un campione rappresentativo di portatori di interesse locale, ma si dovranno aspettare i risultati di una interazione libera e più ampia per avere una reale misura della sua efficacia.

I principali obiettivi raggiunti dal progetto AUREE sono stati:

- definizione di una procedura di rilievo, analisi e rappresentazione del patrimonio edificato pubblico esportabile in diversi contesti;
- definizione di una procedura di rilievo, analisi e rappresentazione del patrimonio edificato nel suo complesso esportabile in diversi contesti;
- sviluppo e sperimentazione di un modello energetico alla scala urbana, adatto a essere replicato in contesti simili a quelli analizzati.
- creazione di un portale, basato sul modello energetico a scala urbana, utile a fornire informazioni sui risultati della modellazione stessa, con diversi livelli di approfondimento in funzione del tipo di utenti che lo consultano.

In particolare, l'obiettivo di questa fase finale del progetto è stato il test della metodologia sviluppata nelle precedenti annualità, sia per quanto riguarda le procedure analitiche e la rappresentazione della conoscenza, che per quanto riguarda i contenuti e le interfacce del portale. Sulla base dei punti di forza e delle criticità evidenziate durante la fase di sperimentazione, si è proceduto alla revisione della metodologia sviluppata e alla progettazione e realizzazione della versione completa del portale.

Le procedure sviluppate sono state standardizzate nello strumento GIS desktop e nel portale. La scala geografica e il contenuto informativo sono stati impostati per essere coerenti con il tipo di analisi e di studi comunemente sviluppati nell'ambito della pianificazione urbana generale e di dettaglio.

Allo stato attuale, il momento migliore per applicare la metodologia risulta proprio durante un processo di piano, che studia il patrimonio edilizio. Inoltre i risultati della metodologia possono costituire la base informativa per strumenti di indirizzo e promozione dell'efficientamento energetico e il recupero del patrimonio come, a titolo di esempio, l'allegato energetico al Piano Regolatore Generale o al Regolamento Edilizio, il Piano Energetico Ambientale Comunale o semplici linee guida di intervento.

Con una ulteriore sperimentazione si potranno automatizzare maggiormente alcune fasi della metodologia facilitandone l'applicazione anche in diversi contesti.

Il raffinamento del modello energetico sviluppato alla scala urbana e delle procedure a esso relazionate è stato effettuato tramite il confronto con i dati di origine partecipativa di un campione di edifici studio (almeno 30 edifici) e con la comparazione dei risultati ottenuti da software di controllo per alcuni casi tipo.

La modellazione energetica sviluppata non può essere direttamente usata per stimare la domanda energetica di un comparto urbano, ma è coerente con le finalità descrittive di tipo qualitativo del patrimonio, orientato alla definizione di strategie di progetto e alla sensibilizzazione e indirizzamento della comunità locale. D'altronde, l'ipotesi iniziale di scarsità del dato sui consumi limita la possibilità di calibrare opportunamente il modello. Gli sviluppi futuri tenderanno a colmare questo gap tramite la definizione di profili d'uso, basati su campagne di rilievo e misurazione più ampie. Considerando il framework metodologico proposto, la validazione e calibrazione dell'UBEM rimarrà probabilmente il punto di maggiore differenza tra il modello di UBEM mutuato dalla letteratura e quello proposto. La mancanza di veri e propri dati rilevati sui consumi non permette di impostare facilmente procedure di calibrazione attendibili. Tuttavia il modello sviluppato risponde all'obiettivo della ricerca, che è il coinvolgimento e l'interazione con gli attori locali.

Il testing del portale e della rappresentazione della conoscenza è stato effettuato tramite il coinvolgimento di un gruppo di attori locali (almeno 50 soggetti) di diversa estrazione culturale nell'uso della beta del portale e nella valutazione della efficacia dei contenuti.

Riferimenti bibliografici

1. Reinhart C, Davila CC. “Urban building energy modeling”. In: Jan L.M. Hensen, Roberto Lamberts, editors. Building performance simulation for design and operation. 2nd ed. Long and New York: Routledge; 2019.
2. Mills E. “Inter-comparison of North American residential energy analysis tools”. Energy Build 2004; 36(9):865–80. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2003.11.005>.
3. Swan LG, Ugursal VI. October). “Modeling of end-use energy consumption in the residential sector: A review of modeling techniques”. Renew Sustain Energy Rev 2009; 13:1819–35. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.033>.
4. Roth A. “The shockingly short payback of energy modelling”; 2016. Retrieved October 11, 2019, from Office of Energy Efficiency and Renewable Energy website: <https://www.energy.gov/eere/buildings/articles/shockingly-short-payback-energy-modeling>.
5. OGC. CityGML|OGC; 2020. Retrieved January 25, 2020, from <https://www.opengeospatial.org/standards/citygml>.
6. IETF. GeoJSON; 2020. Retrieved January 26, 2020, from <https://geojson.org/>.
7. Cao J, Metzmacher H, O’Donnell J, Frisch J, Bazjanac V, Kobbelt L, et al. “Facade geometry generation from low-resolution aerial photographs for building energy modelling”. Build Environ 2017; 123:601–24. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.018>.
8. Cho H, Mago PJ, Luck R, Chamra LM. “Evaluation of CCHP systems performance based on operational cost, primary energy consumption, and carbon dioxide emission by utilizing an optimal operation scheme”. Appl Energy 2009; 86(12): 2540–9. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.04.012>.
9. US EPA. “Greenhouse Gases Equivalencies Calculator - Calculations and References | Energy and the Environment” US EPA; 2020. Retrieved February 11, 2020, from <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gases-equivalencies-calculator-calculations-and-references>.
10. Ahmad M, Culp CH. “Uncalibrated building energy simulation modeling results”. HVAC and R Res 2006; 12(4):1141–55. <https://doi.org/10.1080/10789669.2006.10391455>.
11. Li N, Yang Z, Becerik-Gerber B, Tang C, Chen N. “Why is the reliability of building simulation limited as a tool for evaluating energy conservation measures?” Appl Energy 2015; 159:196–205. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.09.001>.
12. Pisello AL, Taylor JE, Xu X, Cotana F. “Inter-building effect: Simulating the impact of a network of buildings on the accuracy of building energy performance predictions”. Build Environ 2012; 58:37–45. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.06.017>.
13. Giridharan R, Lau SSY, Ganesan S, Givoni B. “Urban design factors influencing heat island intensity in high-rise high-density environments of Hong Kong”. Build Environ 2007; 42(10):3669–84. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.09.011>.



Ricerca di Sistema elettrico

LA 1.28 - Allegato 1 Data Base Geografico

S. Pili, F. Poggi, C. Frau

LA 1.28 – Allegato 1 DB GEOGRAFICO

S. Pili, F. Poggi, C. Frau – Sotacarbo SpA

Dicembre 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico (oggi Ministero della Transizione Ecologica) - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - III annualità

Obiettivo: *N. 1 - Tecnologie*

Progetto: *1.5 - Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti*

Work package: *1 - Edifici ad alta efficienza energetica*

Linea di attività: *LA1.28 - Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio*

Responsabile del Progetto: Giovanni Puglisi, ENEA

Responsabile del Work package: Domenico Iatauro, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "*Metodologie e strumenti per lo sviluppo di strategie di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente*"

Responsabile scientifico ENEA: Giovanni Puglisi

Responsabile scientifico SOTACARBO: Marcella Fadda

Indice

1. INTRODUZIONE	2
2. USO DELLA INTERFACCIA QGIS	2
3. CONTENUTO DEL DB	6
4. I <i>TOOL</i> INTEGRATI NEL PROGETTO	9

1 Introduzione

In questo allegato si presentano i contenuti del Data Base Geografico come risultato delle attività di modellazione energetica del centro di Carbonia. Il documento riporta una descrizione dei contenuti del DB geografico e ne illustra le modalità di utilizzo. Il DB geografico (cartella di lavoro contenente i file), unitamente a questo testo, completa la metodologia presentata nei Report riferiti alla LA 1.28 e LA 1.27 (WP1 Tema di ricerca 1.5 – PTR2019-2021), permettendo di esplorare i dettagli dei dati di base utilizzati, delle procedure e degli algoritmi realizzati nel modellatore grafico.

L'interfaccia dedicata a una utenza non tecnica per visualizzare i risultati delle modellazione energetica è il portale AUREE; il DB geografico viene fornito in un ambiente di lavoro dedicato a un utente con almeno un livello base di esperienza coi software GIS.

Il DB geografico costituisce il framework operativo, che un operatore con conoscenze base su GIS può adoperare per ripetere le fasi della metodologia su altri casi studio, in quanto contiene la struttura dei dati di base richiesti e tutti i *tool* per eseguire il calcolo energetico, necessario alla impostazione dei file per il portale.

In questo documento si forniranno tuttavia le conoscenze minime per permettere di visualizzare i contenuti già caricati e impostati nella interfaccia del progetto QGIS. Per azioni più complesse si rimanda alla ampia documentazione sull'uso di QGIS presente in rete.

Di seguito si riporta una spiegazione sull'utilizzo dell'interfaccia e una sezione in cui sono riportati in sintesi i contenuti del DB, rimandando per maggiori dettagli al testo del Report riferito alla LA 1.28 e, per quanto riguarda i dettagli dei calcoli e delle procedure, al Report riferito alla LA 1.27.

2 Uso della Interfaccia QGIS

Il DB geografico è stato sviluppato in ambiente QGIS 3.14 (o successivo), che funge sia da interfaccia per l'esplorazione dei layer geografici, che come ambiente per lo sviluppo delle procedure di trattazione dei dati. Il DB si compone dei seguenti sottoelementi:

- un file in formato geopackge (.gpkg), che contiene tutti dati geografici di base e i risultati dei *tool*;
- un file progetto di QGIS (.qgz) che contiene tutte le interfacce di visualizzazione dei contenuti del gpkg e i *tool* sviluppati.

QGIS è un software a uso libero, che è facilmente scaricabile e installabile sulla maggior parte dei sistemi operativi⁴. Si consiglia di scaricare l'installatore desktop nella stessa versione di quella utilizzata per il progetto, tuttavia le funzionalità della interfaccia dovrebbero essere pienamente operative anche con le versioni più aggiornate del software.

Apertura del progetto

Una volta installato il software, si deve procedere al download dei file forniti e posizionare la cartella in C://, poi aprire il file progetto. L'interfaccia dovrebbe già mostrare tutti i contenuti caricati. Qualora alcuni layers mostrassero messaggio di errore per mancanza del collegamento al DB (un segnale rosso triangolare con un punto esclamativo), è necessario rifornire il percorso manualmente tramite l'apposito comando accessibile dal menu a tendina, attivabile con azione del tasto destro sul layer che ha perso i riferimenti (**figura 2.1**). Poiché tutti i contenuti presenti nella interfaccia puntano allo stesso DB, dovrebbe essere sufficiente la correzione di un solo layer affinché il software corregga in automatico anche tutti gli altri mancanti.

⁴<https://qgis.org/it/site/>

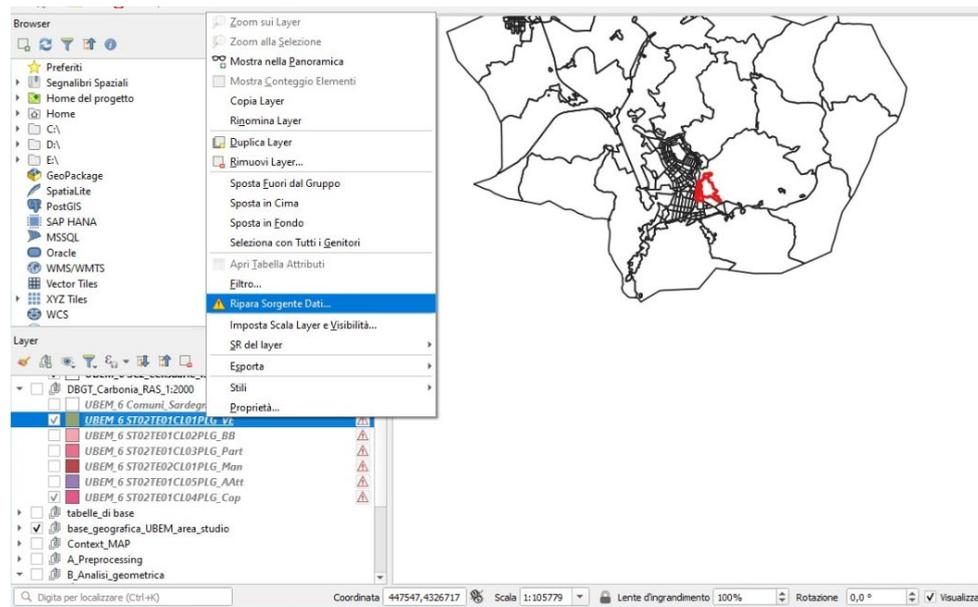


Figura 2.1 - Immagine del “Ripristina collegamenti”

Visualizzazione dei layer

Per visualizzare i layer inseriti nel progetto è sufficiente attivare la spunta. Nel caso sia presente una tematizzazione, è disponibile anche la legenda sotto il nome dell’oggetto. L’ordine di visualizzazione procede dall’alto verso il basso, perciò un layer attivo in alto copre alla vista quelli sottostanti.

Visualizzazione delle tabelle

Per visualizzare i contenuti delle tabelle è necessario azionare il tasto destro sul layer di interesse nel riquadro a sinistra, e selezionare “Apri tabella attributi (figura 2.2)”. Si aprirà la tabella che mostra tutti i valori presenti nel layer: a ogni riga corrisponde un oggetto sulla mappa e la selezione può essere effettuata sia tramite la mappa che tramite la tabella.

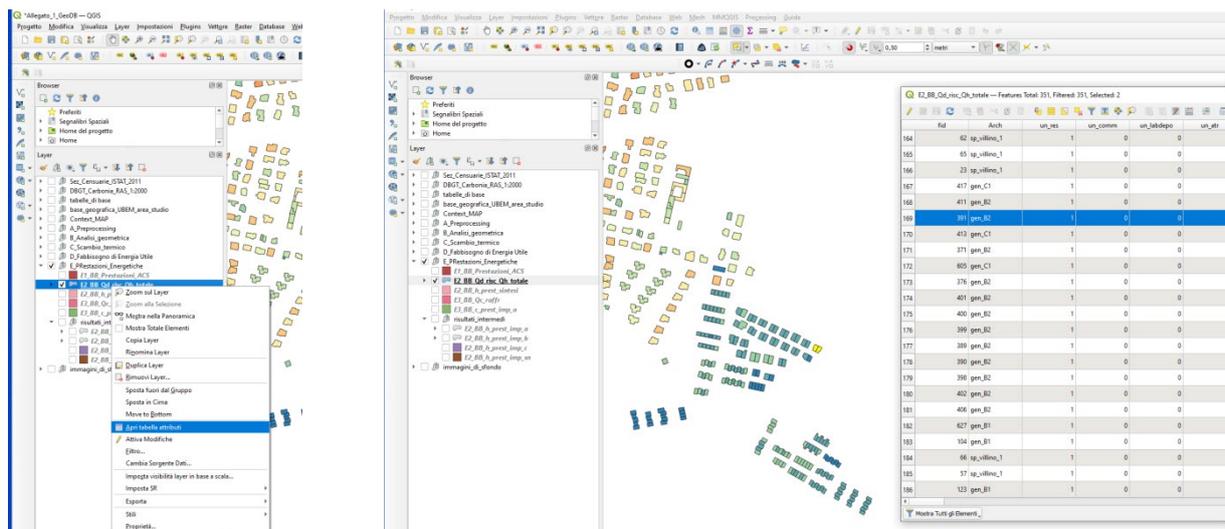


Figura 2- Interrogare una tabella: Selezionare *Apri tabella* dal menù (tramite il tasto destro del mouse) sul layer desiderato

Esplorazione degli algoritmi inseriti nel modellatore grafico

Per esplorare gli algoritmi implementati nel modellatore grafico è necessario andare nel riquadro degli strumenti di processing posizionato sulla destra della interfaccia e aprire il menù a tendina “Modelli di progetto”. Navigando in esso saranno disponibili i diversi toolset sviluppati (figura 2.3):

- per utilizzarne uno azionare il tasto destro su quello desiderato e selezionare “Esegui”, si aprirà una interfaccia per inserire i dati di ingresso (figura 2.4);
- per esplorare il contenuto azionare il tasto destro su quello desiderato e selezionare “Modifica modello”: si aprirà la struttura a grafo che compone il tool, attraverso la quale si possono vedere i dettagli degli algoritmi (figura 2.5).

Nella interfaccia del modellatore grafico, i riquadri bianchi rappresentano le funzioni utilizzate e per valutarne i settaggi basta effettuare il doppio click: i riquadri verde chiaro sono gli input e quelli scuri gli output della procedura.

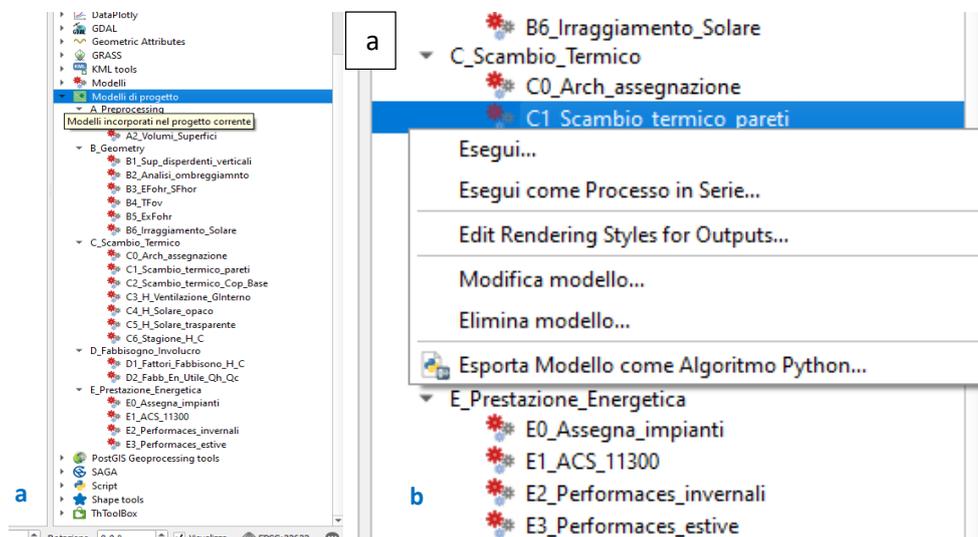


Figura 2.3 - Menù per interrogare il modellatore grafico

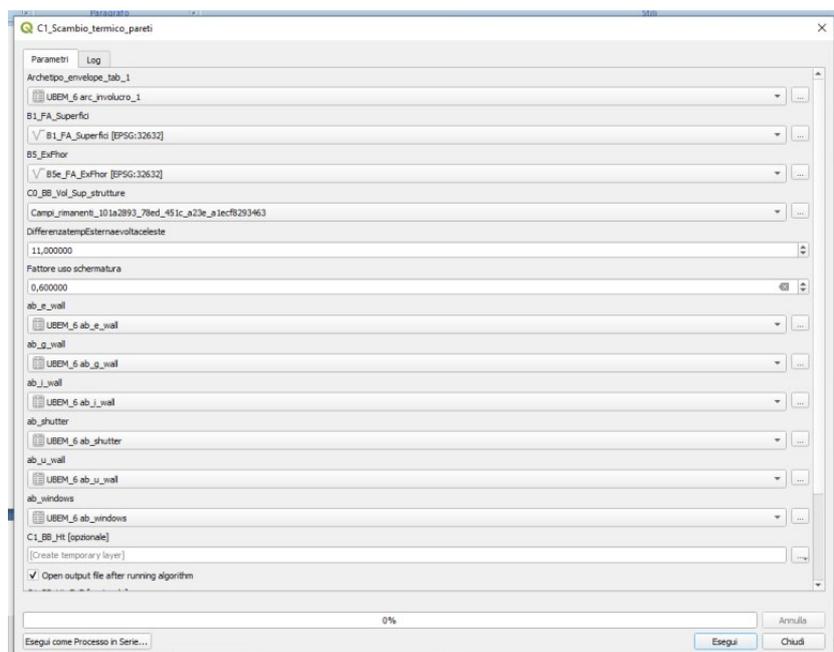


Figura 2.4 - Interfaccia esecuzione tool, con parametri di ingresso

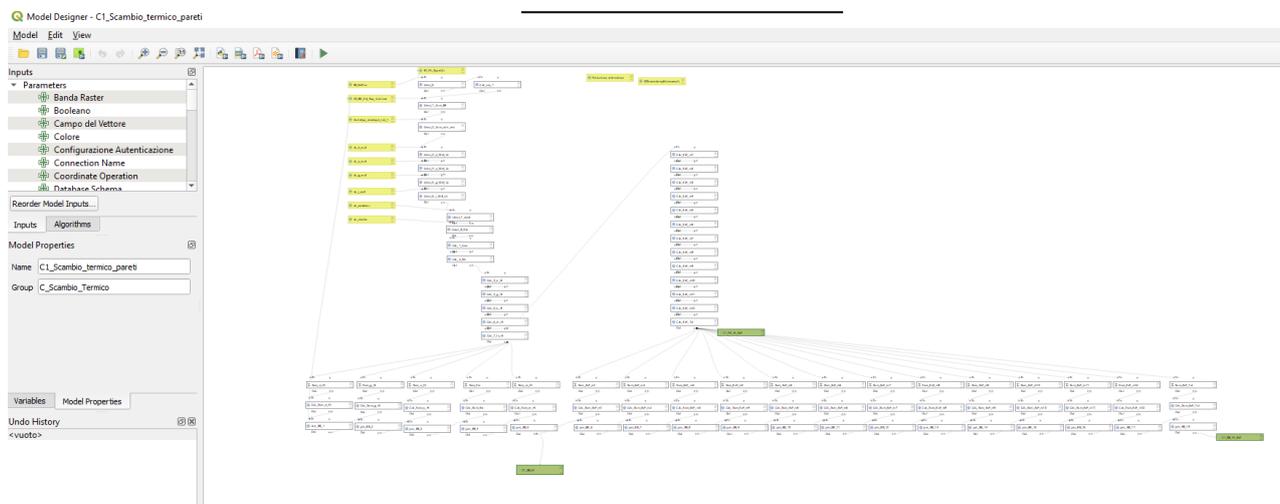


Figura 5- Interfaccia modellatore grafico

3 Contenuto del DB

Il progetto è organizzato in sei magro gruppi di layers (**figura 3.1**) che raccolgono prima i dati di base tabellari (Dase_dati_2021) e la base geografica (base_UBEM_2021), e poi i risultati della modellazione alla scala del singolo edificio e per seziona censuaria. Segue il gruppo dei “risultati intermedi”, dove sono contenuti tutti gli step di calcolo effettuati con i *tool*, nell’ordine in cui sono presentati nella metodologia. Infine è presente un piccolo gruppo con i risultati finali della modellazione della LA 1.27, per effettuare eventualmente dei confronti. Alcuni layer sono tematizzati in modo da facilitare la lettura dei contenuti.

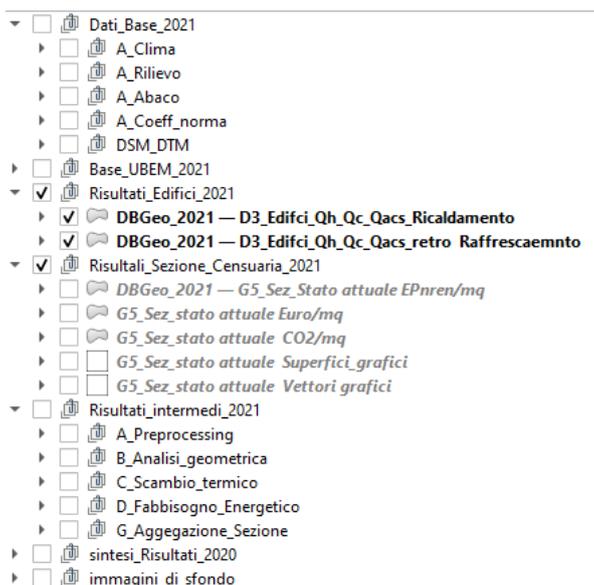


Figura 3.1 – Struttura dei dati nel DB geografico.

Il primo gruppo di dati di base riportati nel DB geografico costituiscono il riferimento per l’eventuale replicazione della metodologia (**figura 3.2**). Alcuni sono già pronti per essere usati (i coefficienti dettati dalle norme e le classi di valore per il rilievo), altri, come quelli climatici, devono essere impostati specificatamente per il comune scelto. Naturalmente le tabelle della sezione abaco costituiscono uno dei risultati dell’attività preliminare di studio del contesto locale (per maggiori dettagli si rimanda alla interrogazione del DB stesso).

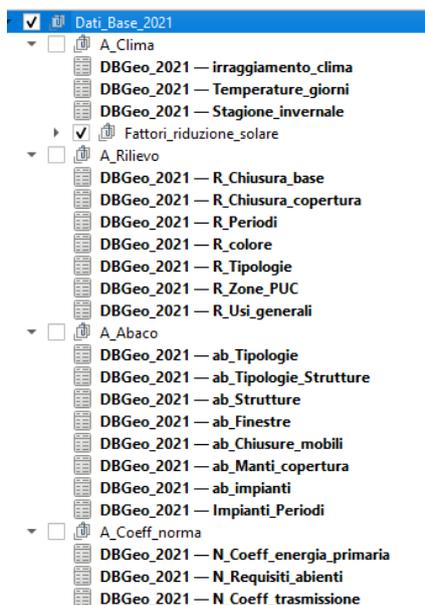


Figura 3.2 – Struttura dei dati tabellari di base.

Il secondo gruppo invece mostra la struttura dei dati geografici di base, che, come è stato argomentato nel Report LA 1.28, sono stati semplificati rispetto a quelli presentati con il Report LA 1.27, per permettere l’ampliamento dell’area di studio. Questi layer sono il risultato delle attività di rilievo e di preparazione delle geometrie preliminare alla modellazione energetica vera e propria.

Gli elementi geografici sono stati ricavati dal DBGT delle RAS (figura 3.3): le unità edilizie (BB), che sono state utilizzate per il rilievo; le tettoie o elementi simili; i volumi edilizi (VE), che sono stati ricavati per ottenere i corpi di fabbrica non climatizzati adiacenti agli edifici, e i lotti. Per l’illustrazione della struttura interna dei dati si rimanda alla interrogazione diretta dei layer del DB geografico allegato

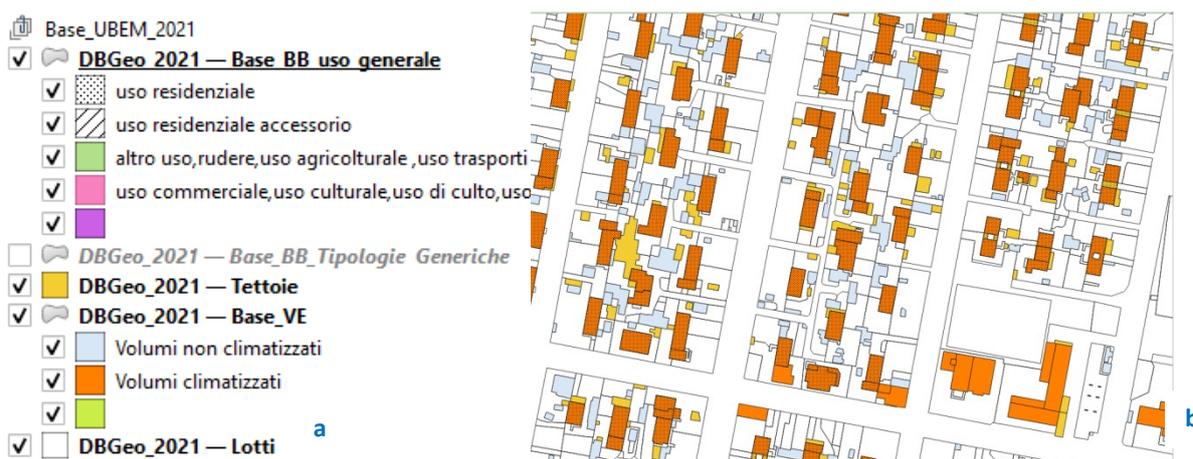


Figura 3.3 – Struttura dei dati geografici di base

Il terzo gruppo di layer presenta alcune tematizzazioni dei risultati del calcolo energetico per singolo edificio, ossia il fabbisogno netto unitario per riscaldamento e per raffrescamento (figure 3.4-5). Il file presentato riassume i parametri del calcolo implementato nei tool GIS in maniera coerente con gli step di calcolo della normativa (UNI 11300). Questo file viene caricato direttamente nel portale e genera le mappe presenti nelle diverse sezioni, e insieme alle tabelle di base, supporta l’esecuzione delle procedure implementate lato web.

Per i dettagli della struttura dei dati di questo layer si rimanda alla interrogazione della tabella dal DB geografico allegato.



Figura 3.4 – Risultati del calcolo invernale per edificio (kWh/m²).



Figura 3.5 – Risultati del calcolo estivo per edificio (kWh/m²).

Il quarto gruppo riporta un esempio di rappresentazione dello stato attuale per sezione censuaria (figura 3.6), ove il layer è tematizzato per facilitare la lettura dei contenuti:

- energia primaria unitaria, CO₂ unitaria, costo unitario;
- ripartizione delle superfici climatizzate per periodo di costruzione (grafici);
- ripartizione della energia consegnata per vettore energetico (grafici);

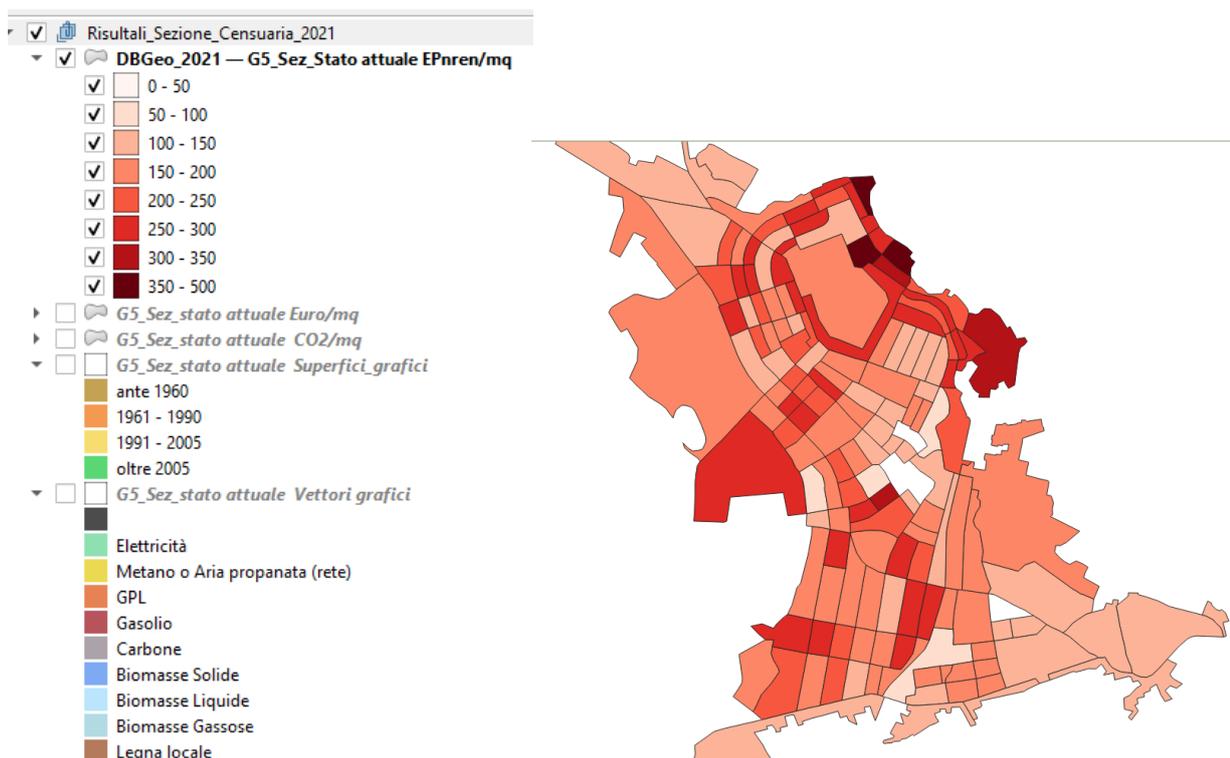


Figura 3.6 – Rappresentazione per sezione censuaria

Il quinto gruppo “risultati intermedi” riporta, similmente a quanto già fatto anche nel DB geografico della scorsa annualità, i risultati degli step di calcolo della procedura GIS. Per esplorare compiutamente questi elementi si raccomanda di fare riferimento alle definizioni e agli step di calcolo riportati nel Report, di cui il presente costituisce allegato.

Il sesto gruppo invece ripropone alcuni risultati ottenuti nella scorsa annualità per un'area di studio più limitata per effettuare dei confronti sui risultati e sulla morfologia delle geometrie di base.

4 I tool integrati nel progetto

Il progetto di QGIS allegato incorpora anche i *tool* sviluppati per supportare l'analisi energetica nell'area di studio e preparare i file da utilizzare nel portale e alcune sintesi alla scala censuaria. Sono stati incorporati i *tool* che eseguono la procedura con la modalità di rilievo basata su due riferimenti geometrici (UE, VE) sviluppata nella LA 1.27, e i *tool* sviluppati nella LA 1.28, che sono stati adattati alla nuova procedura di rilievo semplificata. Le fasi di calcolo sono le stesse per le due procedure, alle quali si aggiungono i nuovi *tool* dedicati all'“edificio di riferimento”: il nome dei *tool* dedicati al rilievo semplificato sono preceduti da una “Y”, mentre quelli utilizzati per l'edificio di riferimento da una “r”.

I toolset sono quindi (figura 3.7):

- toolset A_Preprocessing, che ricava la mappa di base da cui parte il calcolo, i volumi e le superfici climatizzate;
- toolset B_Geometry, ricava le superfici disperdenti con tutte le loro caratteristiche: superficie, orientamento, irraggiamento, etc;
- toolset C_Scambio termico, calcola i parametri dello scambio termico della normativa (UNI 11300) e definisce le stagioni di riscaldamento e raffrescamento;
- toolset D_Fabbisogno involucro, calcola il fabbisogno netto per riscaldamento e raffrescamento della normativa (UNI 11300), e, con l'ultimo tool (YD3), prepara il file per il portale AUREE;

- toolset E_Prestazione energetica, toolset utilizzato nella LA 1.27 per effettuare un calcolo di performance energetica per ogni edificio sulla base di una assegnazione tipologica degli impianti più probabili “uno ad uno”, legata al tipo edilizio e al periodo di costruzione;
- toolset G_Aggregazione, toolset sviluppato nella LA 1.28 per la rappresentazione su scala censuaria basata su un’assegnazione statistica delle tipologie di impianti più diffuse.

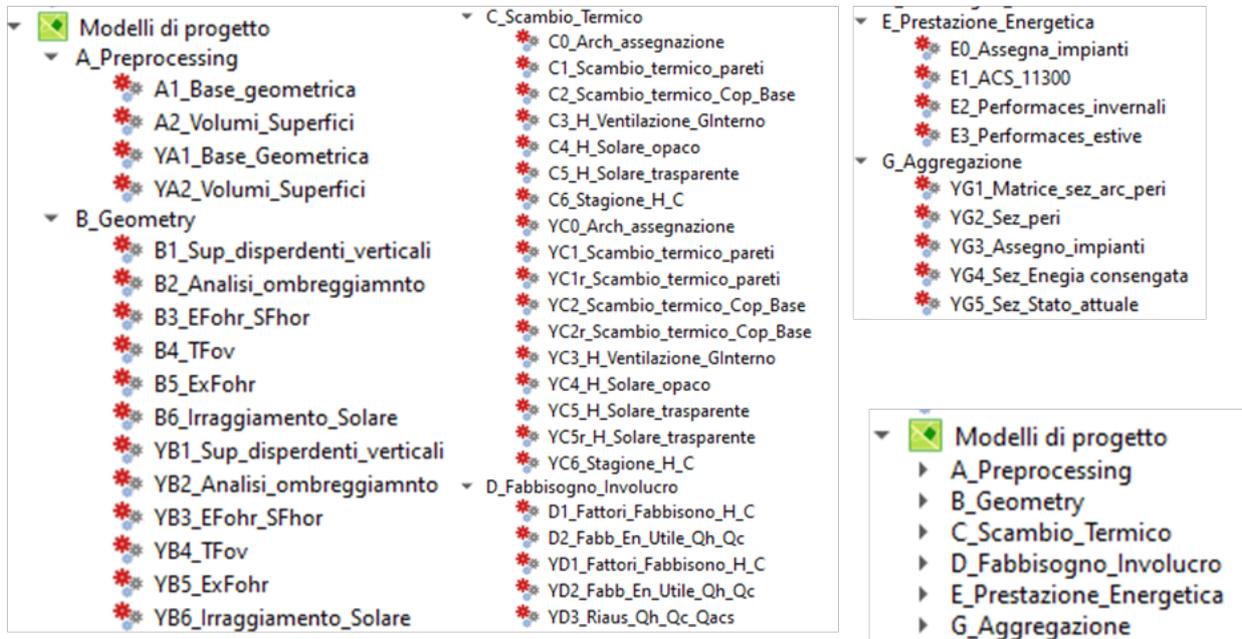


Figura 3.7 – Struttura dei tool.



Ricerca di Sistema elettrico

LA 1.28 - Allegato 2 Suggerimenti di intervento

F. Poggi, S. Pili, C. Frau

LA 1.28 – Allegato 2 SUGGERIMENTI DI INTERVENTO

F. Poggi, S. Pili, C. Frau – Sotacarbo SpA

Dicembre 2021

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico (oggi Ministero della Transizione Ecologica) - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - III annualità

Obiettivo: *N. 1 - Tecnologie*

Progetto: *1.5 - Tecnologie, tecniche e materiali per l'efficienza energetica ed il risparmio di energia negli usi finali elettrici degli edifici nuovi ed esistenti*

Work package: *1 - Edifici ad alta efficienza energetica*

Linea di attività: *LA1.28 - Protocollo per la creazione di uno strumento di supporto per l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio*

Responsabile del Progetto: Giovanni Puglisi, ENEA

Responsabile del Work package: Domenico Iatauro, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "*Metodologie e strumenti per lo sviluppo di strategie di riqualificazione del patrimonio edilizio esistente*"

Responsabile scientifico ENEA: Giovanni Puglisi

Responsabile scientifico SOTACARBO: Marcella Fadda

Indice

1	INTRODUZIONE	2
2	STRUTTURA LOGICA DEI SUGGERIMENTI	2
2.1	ASSEGNAZIONE DEL LIVELLO DI INTERVENTO CONSIGLIATO	2
2.2	SUGGERIMENTI INVOLUCRO.....	3
2.3	SUGGERIMENTI IMPIANTI	7
3	TESTI RISCALDAMENTO.....	8
4	TESTI RAFFRESCAMENTO.....	39
5	TESTI ACQUA CALDA SANITARIA (ACS)	46

1 Introduzione

Questo allegato mostra la logica con la quale sono state impostati i suggerimenti qualitativi della pagina dedicata alla unità immobiliare e ne riporta un esempio dei contenuti. Si ricorda che possono accedere alla pagina solo gli utenti registrati che abbiano compilato almeno un questionario per un edificio della mappa. La pagina riporta la sintesi dei risultati della modellazione energetica dell'edificio rimodulati sulla base delle risposte al questionario con la metodologia presente nel report, e poi riporta una serie di suggerimenti che scaturiscono anch'essi dalle risposte al questionario. Questo allegato quindi riporta prima la logica con la quale sono stati impostati i suggerimenti e la loro struttura informatica e poi i contenuti testuali dei suggerimenti stessi.

2 Struttura logica dei suggerimenti

Il portale contiene alcune apposite interfacce per gestire i contenuti testuali dei suggerimenti e di altri oggetti testuali (popup, testi fissi, didascalie, etc). Una volta imputato il testo del suggerimento, esso può essere selezionato tramite apposite *query* in funzione di alcune variabili disponibili, che provengono dalle seguenti fonti:

- risultati della modellazione energetica;
- caratteristiche delle tipologie edilizie e/o dell'abaco delle strutture, assegnate tramite studio tipologico;
- risposte del questionario sugli impianti presenti nella unità;
- altre risposte qualitative del questionario.

Lo strumento è particolarmente flessibile, in quanto basato su un DB in *cloud* e un ambiente completamente programmabile, perciò la configurazione attuale delle *query* è solo una delle possibili: l'apertura del portale alla interazione pubblica permetterà anche di raffinarne la logica ed i contenuti.

Le *query* al momento integrate nel portale sono impostate per tematiche, che fanno riferimento ad alcuni ambiti tematici tipicamente utilizzati per descrivere il sistema edificio impianto:

- suggerimento sul livello generale di intervento, basati sul questionario;
- suggerimenti sull'involucro edilizio, basati sul questionario e gli abachi;
- suggerimenti sui sistemi impiantistici, basati sul questionario e gli abachi;
- altri suggerimenti, basati sul questionario.

2.1 Assegnazione del livello di intervento consigliato

La prima variabile che viene impostata che guida poi tutta la selezione dei suggerenti della scheda è il livello di intervento consigliato che può prendere i seguenti valori: retrofit = "Manutenzione ordinaria dei sistemi"; "intervento leggero"; "intervento profondo". Per assegnare il valore, il sistema si basa sulla propensione di intervento dichiarata nel questionario, assegnando "intervento leggero" in caso di risposta "moderati investimenti" e "intervento profondo" in caso di risposta "voglio ristrutturare".

Se risposta a "Propensioni investimento" = ID2 "piccoli interventi di efficientamento" allora [retrofit] = "intervento leggero"

[retrofit] = "intervento leggero" e scrivi
"Si consiglia uno scenario di intervento leggero"

se risposta a "Propensioni investimento" = ID3 "vorrei ristrutturare"

[retrofit] = "intervento profondo" e scrivi
"Si consiglia uno scenario di intervento profondo"

Se invece la risposta è “non voglio investire” l’impostazione della variabile considera anche altri elementi relativi all’efficienza del sistema edificio–impianto ricavati dalla modellazione energetica dell’edificio, ricalibrata tramite le risposte del questionario.

Se risposta a “Propensioni investimento” = ID1 “non voglio investire” allora riporta

Se classe energetica = A1 or A2 or A3 or A4 allora

[retrofit]= “Manutenzione ordinaria dei sistemi” e scrivi

“L’unità immobiliare è caratterizzata da una buona efficienza energetica, perciò, anche se non hai intenzione di investire, si consiglia di consultare un professionista per individuare eventuali piccoli interventi o accorgimenti d’uso che potrebbero contribuire a limitare ancora le spese e parallelamente migliorare il comfort interno e la praticità d’uso dei sistemi.”

Se classe energetica = B or C or D allora

[retrofit] = “intervento leggero” e scrivi

“L’unità immobiliare è caratterizzata da una mediocre efficienza energetica, perciò, anche se non hai intenzione di investire, si consiglia di valutare con un tecnico eventuali interventi leggeri che potrebbero limitare le spese e parallelamente migliorare il comfort interno anche con investimenti iniziali piuttosto limitati.”

Se classe energetica = E or F or G allora

[retrofit] = “intervento profondo” e scrivi

“L’unità immobiliare è caratterizzata da una scarsa efficienza energetica, perciò, anche se non hai intenzione di investire, si consiglia fortemente di valutare con un professionista eventuali interventi leggeri che potrebbero limitare le spese e parallelamente migliorare il comfort interno anche con investimenti iniziali piuttosto limitati.”

2.2 Suggerimenti involucro

I suggerimenti sull’involucro sono selezionati con una query che incrocia i parametri prestazionali tipologici delle strutture con le risposte del questionario che riguardano la possibilità di aver eseguito interventi di isolamento e di conservazione delle strutture. Come è noto, gli interventi sulle strutture hanno degli alti costi e possono avere un forte impatto sulla fruibilità degli ambienti, inoltre sono caratterizzati da tempi di ritorno alti (generalmente oltre i 10 anni). Perciò i consigli tengono conto di questi aspetti e suggeriscono di intervenire in caso di forte inefficienza dell’elemento o in caso di presenza di fenomeni di degrado. Il grado di intervento influisce poco, perché gli interventi sull’involucro edilizio sono sempre considerati interventi profondi. Fa eccezione la sostituzione degli infissi, che è suggerita in caso di infissi di pessima qualità o in cattivo stato di conservazione anche nell’ambito di un intervento leggero. Si riportano solo i testi dei suggerimenti, lasciando al codice allegato i dettagli delle *query* (tabella 2.1).

Tabella 2.1 – Testi dei suggerimenti per l’intervento nell’involucro.

Efficienza elemento	Conservazione elemento	Testo_informazione
involucro non isolato	buono stato	La struttura ha un valore di isolamento termico molto inferiore ai valori attualmente richiesti per i nuovi edifici. Un intervento di isolamento può abbassare notevolmente il fabbisogno di energia utile della unità immobiliare, garantendo buoni tempi di ritorno dell’investimento. Valuta con un professionista la tecnologia e i materiali più adatti al tipo di struttura presente ed i tempi di ritorno dell’investimento.
involucro non isolato	cattivo stato	La struttura ha un valore di isolamento termico molto inferiore ai valori attualmente richiesti per i nuovi edifici e necessita di interventi di manutenzione importanti. Combinando l’intervento di recupero con quello di isolamento termico si può ottimizzare la spesa e diminuire notevolmente il fabbisogno di energia utile della unità immobiliare. Valuta con un professionista la tecnologia e i materiali più adatti al tipo di struttura presente ed i tempi di ritorno dell’investimento.

Efficienza elemento	Conservazione elemento	Testo_informazione
involucro parzialmente isolato	buono stato	La struttura ha un valore di isolamento termico moderatamente inferiore ai valori attualmente richiesti per i nuovi edifici. Un intervento di isolamento può abbassare sensibilmente il fabbisogno di energia utile della unità immobiliare, tuttavia i tempi di ritorno dell'investimento potrebbero essere alti. Valuta con un professionista la tecnologia ed i materiali più adatti al tipo di struttura presente ed i tempi di ritorno dell'investimento.
involucro parzialmente isolato	cattivo stato	La struttura ha un valore di isolamento termico moderatamente inferiore ai valori attualmente richiesti per i nuovi edifici e necessita di interventi di manutenzione importanti. Combinando l'intervento di recupero con quello di isolamento termico si può ottimizzare la spesa e diminuire sensibilmente il fabbisogno di energia utile della unità immobiliare, tuttavia i tempi di ritorno dell'investimento potrebbero essere alti. Valuta con un professionista la tecnologia e i materiali più adatti al tipo di struttura presente e di tempi di ritorno dell'investimento.
involucro isolato	buono stato	La struttura ha un valore di isolamento termico prossimo ai valori attualmente richiesti per i nuovi edifici. Un intervento di isolamento non è generalmente consigliabile a causa della limitata diminuzione del fabbisogno di energia utile dell'unità immobiliare ottenibile. Per avere indicazioni più precise valuta comunque la situazione con un professionista.
involucro isolato	cattivo stato	La struttura ha un valore di isolamento termico prossimo ai valori attualmente richiesti per i nuovi edifici, ma necessita di interventi di manutenzione importanti. Un intervento di isolamento non è generalmente consigliabile a causa della limitata diminuzione del fabbisogno di energia utile della unità immobiliare ottenibile. Tuttavia combinando l'intervento di recupero con quello di isolamento termico si può ottimizzare la spesa ottenendo un'ulteriore miglioramento dell'isolamento. Valuta con un professionista la tecnologia ed i materiali più adatti al tipo di struttura presente ed i tempi di ritorno dell'investimento.
infissi tradizionali	buono stato	<p>Gli infissi sono caratterizzati da performance energetiche molto inferiori a quelle attuali, tuttavia mantengono i connotati storici originali di pregio e sono attualmente in buono stato di conservazione. Salvo che per unità immobiliari con una forte presenza di superficie finestrata (es: pareti vetrate, ampie porte finestre in molti ambienti, etc), la diminuzione del fabbisogno energetico per un intervento di sostituzione degli infissi è generalmente molto limitata a fronte di un'alta spesa iniziale: infatti i tempi di ritorno dell'investimento superano generalmente i 20 anni. Tuttavia si tratta di un intervento molto diffuso perché, al di là della mera diminuzione del fabbisogno energetico, è molto semplice da eseguire e contribuisce fortemente al miglioramento del comfort interno grazie: alla maggiore tenuta all'aria dei nuovi infissi che diminuisce gli spifferi, al maggiore isolamento acustico, alla maggiore temperatura superficiale dei vetri interni e anche ad un effetto di riqualificazione architettonica degli interni.</p> <p>Essendo un infisso storico la sostituzione completa potrebbe non essere consentita dalle norme urbanistiche locali, oppure potrebbero essere imposte tipologie di infisso simili all'originale con aggravio dei costi e una possibile diminuzione delle performance termiche dell'elemento. Questi infissi possono costituire un elemento di pregio sia degli ambienti interni che della facciata dell'edificio, perciò si consiglia di valutare con un professionista anche un'ipotesi di recupero dell'originale (sostituzione dei vetri, miglioramento della ferramenta e delle chiusure, etc).</p> <p>Se l'infisso attuale è ancora in buono stato e non si percepisce la necessità di un rinnovamento degli ambienti interni in termini di comfort ambientale e visivo, si consiglia di dare priorità ad altri interventi di retrofit su impianti o altri elementi opachi dell'involucro in caso di scenario di intervento leggero. Nell'ambito di un intervento profondo la sostituzione degli infissi dovrebbe essere sempre considerata.</p> <p>Nota che l'installazione di nuovi infissi a taglio termico, a causa della sua maggiore tenuta all'aria, aumenta il rischio di formazione di muffa da condensa superficiale soprattutto nel caso l'intervento non sia accoppiato all'isolamento degli altri elementi dell'involucro edilizio. Ricorda di arieggiare con regolarità gli ambienti e valuta con un professionista l'opportunità di installare dei sistemi di Ventilazione Meccanica Controllata (VMC).</p>
infissi tradizionali	cattivo stato	<p>Gli infissi sono caratterizzati da performance energetiche molto inferiori a quelle attuali, mantengono i connotati storici originali di pregio ma sono attualmente in cattivo stato di conservazione.</p> <p>Salvo che per unità immobiliari con una forte presenza di superficie finestrata (es: pareti vetrate, ampie porte finestre in molti ambienti, etc), la diminuzione del fabbisogno energetico per un intervento di sostituzione degli infissi è generalmente molto limitata a fronte di una alta spesa iniziale: infatti i tempi di ritorno dell'investimento superano</p>

Efficienza elemento	Conservazione elemento	Testo_informazione
		<p>generalmente i 20 anni. Tuttavia si tratta di un intervento molto diffuso perchè, al di là della mera diminuzione del fabbisogno energetico, è molto semplice da eseguire e contribuisce fortemente al miglioramento del comfort interno grazie: alla maggiore tenuta all'aria dei nuovi infissi che diminuisce gli spifferi, al maggiore isolamento acustico, la maggiore temperatura superficiale dei vetri interni e anche ad un effetto di riqualificazione architettonica degli interni.</p> <p>Essendo un infisso storico la sostituzione completa potrebbe non essere consentita dalle norme urbanistiche locali, oppure potrebbero essere imposte tipologie di infisso simili all'originale con aggravio dei costi e una possibile diminuzione delle performance termiche dell'elemento. Questi infissi possono costituire un elemento di pregio sia degli ambienti interni che della facciata dell'edificio, perciò si consiglia di valutare con un professionista anche un'ipotesi di recupero dell'originale (sostituzione dei vetri, miglioramento della ferramenta e delle chiusure, ..). Visto lo scarso stato di conservazione, si consiglia di valutare un intervento sugli infissi nell'ambito di uno scenario di intervento leggero, pur essendo un intervento costoso è relativamente semplice da eseguire e porterà un sostanziale miglioramento del comfort interno. Nell'ambito di un intervento profondo gli infissi dovrebbero essere sempre considerati, tuttavia essendo elementi storici il tipo di intervento dovrà essere attentamente valutato da un professionista. Nota che l'installazione di nuovi infissi a taglio termico, a causa della sua maggiore tenuta all'aria, aumenta il rischio di formazione di muffa da condensa superficiale soprattutto nel caso l'intervento non sia accoppiato all'isolamento degli altri elementi dell'involucro edilizio. Ricorda di arieggiare con regolarità gli ambienti e valuta con un professionista l'opportunità di installare dei sistemi di Ventilazione Meccanica Controllata (VMC).</p>
infissi non efficienti	buono stato	<p>Gli infissi sono caratterizzati da performance energetiche molto inferiori a quelli attuali, ma conservano un buono stato di manutenzione.</p> <p>Salvo che per unità immobiliari con una forte presenza di superficie finestrata (es: pareti vetrate, ampie porte finestre in molti ambienti,..), la diminuzione del fabbisogno energetico per un intervento di sostituzione degli infissi è generalmente molto limitata a fronte di una alta spesa iniziale: infatti i tempi di ritorno dell'investimento superano generalmente i 20 anni. Tuttavia si tratta di un intervento molto diffuso perchè, al di là della mera diminuzione del fabbisogno energetico, è molto semplice da eseguire e contribuisce fortemente al miglioramento del comfort interno grazie: alla maggiore tenuta all'aria dei nuovi infissi che diminuisce gli spifferi, al maggiore isolamento acustico, la maggiore temperatura superficiale dei vetri interni e anche ad un effetto di riqualificazione architettonica degli interni.</p> <p>Se l'infisso attuale è ancora in buono stato e non si percepisce la necessità di un rinnovamento degli ambienti interni in termini di comfort ambientale e visivo, si consiglia di dare priorità ad altri interventi di retrofit su impianti o altri elementi opachi dell'involucro in caso di scenario di intervento leggero. Nell'ambito di un intervento profondo la sostituzione degli infissi dovrebbe essere sempre considerata.</p> <p>Nota che l'installazione di nuovi infissi a taglio termico, a causa della maggiore tenuta all'aria, aumenta il rischio di formazione di muffa da condensa superficiale soprattutto nel caso l'intervento non sia accoppiato all'isolamento degli altri elementi dell'involucro edilizio. Ricorda di arieggiare con regolarità gli ambienti e valuta con un professionista l'opportunità di installare dei sistemi di Ventilazione Meccanica Controllata (VMC).</p>
infissi non efficienti	cattivo stato	<p>Gli infissi sono caratterizzati da performance energetiche molto inferiori a quelli attuali e da uno scarso stato di manutenzione.</p> <p>Salvo che per unità immobiliari con una forte presenza di superficie finestrata (es: pareti vetrate, ampie porte finestre in molti ambienti,..), la diminuzione del fabbisogno energetico per un intervento di sostituzione degli infissi è generalmente molto limitata a fronte di un'alta spesa iniziale: infatti i tempi di ritorno dell'investimento superano generalmente i 20 anni. Tuttavia si tratta di un intervento molto diffuso perchè, al di là della mera diminuzione del fabbisogno energetico, è molto semplice da eseguire e contribuisce fortemente al miglioramento del comfort interno grazie: alla maggiore tenuta all'aria dei nuovi infissi che diminuisce gli spifferi, al maggiore isolamento acustico, alla maggiore temperatura superficiale dei vetri interni e anche ad un effetto di riqualificazione architettonica degli interni.</p> <p>Visto lo scarso stato di conservazione, si consiglia di valutare anche la sostituzione degli infissi nell'ambito di uno scenario di intervento leggero, pur essendo un intervento costoso è relativamente semplice da eseguire e porterà un sostanziale miglioramento del comfort</p>

Efficienza elemento	Conservazione elemento	Testo_informazione
		<p>interno. Nell'ambito di un intervento profondo la sostituzione degli infissi dovrebbe essere sempre considerata.</p> <p>Nota che l'installazione di nuovi infissi a taglio termico, a causa della sua maggiore tenuta all'aria, aumenta il rischio di formazione di muffa da condensa superficiale soprattutto nel caso l'intervento non sia accoppiato all'isolamento degli altri elementi dell'involucro edilizio. Ricorda di arieggiare con regolarità gli ambienti e valuta con un professionista l'opportunità di installare dei sistemi di Ventilazione Meccanica Controllata (VMC).</p>
infissi mediamente efficienti	buono stato	<p>Gli infissi sono caratterizzati da performance energetiche moderatamente inferiori a quelle attuali e da un buono stato di manutenzione.</p> <p>Salvo che per unità immobiliari con una forte presenza di superficie finestrata (es: pareti vetrate, ampie porte finestre in molti ambienti,..), la diminuzione del fabbisogno energetico per un intervento di sostituzione degli infissi è generalmente molto limitata a fronte di una alta spesa iniziale: infatti i tempi di ritorno dell'investimento possono superare i 25 anni. Tuttavia si tratta di un intervento molto diffuso perchè, al di là della mera diminuzione del fabbisogno energetico, è molto semplice da eseguire e contribuisce fortemente al miglioramento del comfort interno grazie: alla maggiore tenuta all'aria dei nuovi infissi che diminuisce gli spifferi, al maggiore isolamento acustico, la maggiore temperatura superficiale dei vetri interni e anche ad un effetto di riqualificazione architettonica degli interni.</p> <p>Se l'infisso attuale è ancora in buono stato in caso di scenario di intervento leggero si consiglia di dare priorità ad altri interventi di retrofit su impianti o altri elementi opachi dell'involucro . Nell'ambito di un intervento profondo la sostituzione degli infissi dovrebbe invece essere sempre valutata.</p> <p>Nota che l'installazione di nuovi infissi a taglio termico, a causa della sua maggiore tenuta all'aria, aumenta il rischio di formazione di muffa da condensa superficiale soprattutto nel caso l'intervento non sia accoppiato all'isolamento degli altri elementi dell'involucro edilizio. Ricorda di arieggiare con regolarità gli ambienti e valuta con un professionista l'opportunità di installare dei sistemi di Ventilazione Meccanica Controllata (VMC).</p>
infissi mediamente efficienti	cattivo stato	<p>Gli infissi sono caratterizzati da performance energetiche moderatamente inferiori agli standard attuali e da uno scarso stato di manutenzione.</p> <p>Salvo che per unità immobiliari con una forte presenza di superficie finestrata (es: pareti vetrate, ampie porte finestre in molti ambienti,..), la diminuzione del fabbisogno energetico per un intervento di sostituzione degli infissi è generalmente molto limitata a fronte di una alta spesa iniziale: infatti i tempi di ritorno dell'investimento possono superare i 25 anni. Tuttavia si tratta di un intervento molto diffuso perchè, al di là della mera diminuzione del fabbisogno energetico, è molto semplice da eseguire e contribuisce fortemente al miglioramento del comfort interno grazie: alla maggiore tenuta all'aria dei nuovi infissi che diminuisce gli spifferi, al maggiore isolamento acustico, alla maggiore temperatura superficiale dei vetri interni e anche ad un effetto di riqualificazione architettonica degli interni.</p> <p>Visto lo scarso stato di conservazione, si consiglia di valutare anche la sostituzione degli infissi nell'ambito di uno scenario di intervento leggero, pur essendo un intervento costoso è relativamente semplice da eseguire e porterà un sostanziale miglioramento del comfort interno. Nell'ambito di un intervento profondo la sostituzione degli infissi dovrebbe essere sempre considerata.</p> <p>Nota che l'installazione di nuovi infissi a taglio termico, a causa della maggiore tenuta all'aria, aumenta il rischio di formazione di muffa da condensa superficiale soprattutto nel caso l'intervento non sia accoppiato all'isolamento degli altri elementi dell'involucro edilizio. Ricorda di arieggiare con regolarità gli ambienti e valuta con un professionista l'opportunità di installare dei sistemi di Ventilazione Meccanica Controllata (VMC).</p>
infisso a taglio termico	buono stato	<p>Gli infissi sono caratterizzati da performance energetiche simili a quelle attuali e da un buono stato di manutenzione. Non si consiglia di intervenire sull'elemento edilizio, salvo che per le operazioni di manutenzione ordinaria della ferramenta e delle guarnizioni di tenuta all'aria.</p>
infisso a taglio termico	cattivo stato	<p>Gli infissi sono caratterizzati da performance energetiche simili a quelle attuali ma versano in un cattivo stato di manutenzione. Valuta con un professionista le opzioni migliori per recuperare gli infissi presenti o per la loro sostituzione.</p>

2.3 Suggestimenti impianti

Gli impianti sono in realtà l'elemento più facilmente sostituibili o efficientabili con piccoli interventi o anche solo con accorgimenti di buon uso e manutenzione. Perciò i suggerimenti sono specifici per i tre principali servizi energetici (riscaldamento, raffrescamento, ACS) e sono articolati su quattro classi:

- a) suggerimenti di buon uso del sistema;
- b) descrizione dell'impianto esistente e suggerimenti di manutenzione;
- c) suggerimenti per un intervento leggero;
- d) suggerimenti per un intervento pesante.

I primi sono direttamente legati alle risposte fornite nel questionario circa le modalità d'uso degli impianti e il comfort percepito (per i dettagli si rimanda al codice e alla stessa interfaccia disponibile in rete), mentre gli altri tre sono legati alle tipologie impiantistiche presenti nella unità immobiliare indicate nel questionario e negli abachi.

Nel questionario è possibile selezionare uno tra gli impianti per descrivere lo stato attuale della unità immobiliare. Per ogni tipo di impianto inserito nell'abaco sono previsti tre campi testuali con le descrizioni di cui ai punti b), c), d) (tabella 2.2, [sugg_g], [sugg_l], [sugg_p]) e dei campi al fine di impostare le relazioni. Poche legano lo stato attuale alle tecnologie impiantistiche che si potrebbero utilizzare per il retrofit leggero o pesante (tabella 2.2, [retro_l], [retro_p]). È anche stata impostata una etichetta per facilitare il riconoscimento della tecnologia utilizzabile per il l'efficientamento ([retro] = S) oppure obsoleta ([retro] = N).

Tabella 2.2 – Struttura del DB dei suggerimenti nell'abaco degli impianti.

cod	descrizione stato attuale	retro	retro_l	retro_p	sugg_g	sugg_l	sugg_p
risc_1	Caldaia tradizionale con termosifoni, vecchia installazione	N	Codici degli impianti compatibili per intervento leggero	Codici degli impianti compatibili per intervento pesante	Testo sugg: manutenzione dell'impianto esistente	Testo sugg: intervento leggero	Testo sugg: intervento pesante
risc_2	Caldaia tradizionale con termosifoni, recente installazione	N					
Risc_3	Caldaia condensazione con termosifoni, recente installazione	S					
....						

Si riportano nei paragrafi successivi gli esempi dei testi separati per servizio energetico, che sono stati preparati sulla base di uno studio tipologico degli interventi più diffusi. Il linguaggio è volutamente divulgativo, in quanto indirizzato a un utente generico ma cerca di fornire la conoscenza di base necessaria a interagire con un operatore del settore.

3 Testi riscaldamento

Risposta: Caldaia tradizionale con termosifoni/vecchia installazione (risc_1)

L'attuale sistema di climatizzazione invernale presente nell'abitazione è una caldaia tradizionale con termosifoni/vecchia installazione. È un sistema scarsamente sostenibile e poco efficiente, caratterizzato da un rendimento della caldaia generalmente non superiore al 86%. Infatti la caldaia, dopo aver bruciato il combustibile (metano, gpl, gasolio, pellet, legna) per ricavare energia, espelle i fumi di scarico, caratterizzati da un modesto contenuto energetico (circa il 10/15 % dell'intera energia prodotta dalla caldaia), e li disperde in atmosfera, aumentando conseguentemente le emissioni di inquinanti.

Suggerimenti di manutenzione

Ti consigliamo di effettuare la manutenzione regolare dell'impianto di riscaldamento che ti consentirà di individuare eventuali guasti e anomalie e di garantire quindi una migliore efficienza dell'impianto, permettendoti di risparmiare sulla bolletta, limitando i consumi di combustibile. Se l'impianto non è ben mantenuto la sua efficienza può diminuire sensibilmente.

Alcune semplici operazioni ti consentiranno di risparmiare sui consumi in bolletta:

- Evita di mettere ostacoli davanti e sopra i termosifoni per non disperdere e sprecare calore;
- Prima di accendere i termosifoni rimuovi la polvere superficiale e dopo aver spento la caldaia procedere con lo spurgo dell'impianto;
- Controlla la temperatura ambiente e non impostarla oltre i 22 °C. Ricorda che ogni grado in meno fa risparmiare dal 5 al 10 % sui consumi del combustibile;
- Utilizza cronotermostati intelligenti che ti consentono di impostare la temperatura e il tempo di accensione dell'impianto direttamente dallo smartphone permettendoti di risparmiare energia;
- Applica su ciascun termosifone una valvola termostatica che consente di mantenere la temperatura impostata evitando sprechi di energia.

Suggerimenti per intervento leggero

risc_3 Caldaia a condensazione con termosifoni

Per rinnovare l'impianto di riscaldamento potresti valutare di installare, al posto dell'attuale sistema di riscaldamento, una caldaia a condensazione con termosifoni. L'installazione della nuova caldaia è un'operazione molto semplice perché si integra facilmente con le tubazioni ed i radiatori esistenti. Questo sistema impiantistico è tecnologicamente più avanzato rispetto ad una caldaia tradizionale ed è caratterizzato da una efficienza maggiore (rendimento energetico oltre il 100%) resa possibile grazie al recupero del calore dai fumi di combustione e ad una minore emissione di inquinanti. Essendo una tecnologia che lavora bene a basse temperature, è consigliabile cercare di ridurre la temperatura dell'acqua da inviare ai radiatori o aumentando la superficie dei termosifoni o prevedendo degli interventi di isolamento termico. Per questo sistema di riscaldamento occorre effettuare, oltre alle operazioni di pulizia dei termosifoni, la manutenzione periodica obbligatoria della caldaia e la verifica dei fumi.

risc_7 Stufa biomassa con aria forzata

Per rinnovare l'impianto di riscaldamento potresti valutare di sostituire il tuo vecchio generatore con una stufa a biomassa ad aria forzata che utilizza, come combustibile, legna o pellet, e riscalda l'aria diffondendola velocemente e in modo omogeneo all'interno dell'ambiente. Alcuni modelli di stufe sono anche canalizzabili e consentono di riscaldare contemporaneamente più ambienti della stessa abitazione richiedendo in questo caso la realizzazione di una tubatura a parete o nel controsoffitto e l'installazione di diffusori negli ambienti da riscaldare. Le stufe alimentate a legna hanno un minor costo iniziale d'acquisto e sono di semplice funzionamento, sono tuttavia caratterizzate da bassi rendimenti pari circa all'80% legati alla difficoltà di reperire legna a basso contenuto di umidità; inoltre, non essendo automatizzate, richiedono la presenza continua dell'utente per l'alimentazione del focolare e per la regolazione dell'andamento della combustione. Oltretutto essendo la legna molto voluminosa richiede spazio necessario allo stoccaggio. Le stufe a pellet hanno invece rendimenti maggiori (90%) rispetto alle stufe alimentate a legna, sono decisamente più

performanti ed hanno un costo iniziale di acquisto superiore. La biomassa in pellet ha un bassissimo livello di umidità ed è di più facile stoccaggio e questa soluzione non richiede il continuo caricamento del materiale nel focolare in quanto è dotata di un sistema di controllo elettronico che ottimizza costantemente la combustione, con il corretto dosaggio di pellet e dell'aria comburente. Per assicurare un corretto funzionamento e una buona efficienza del sistema nel tempo, occorre effettuare la manutenzione ordinaria della stufa, che consiste nella pulizia del braciere, del cassetto portacenere e del vetro, e che garantisce il corretto afflusso d'aria nella camera di combustione.

risc_5 Caldaia a biomassa a termosifoni

Se l'abitazione dispone di uno spazio abbastanza grande da adibire a centrale termica e vuoi sostituire la tua vecchia e obsoleta caldaia, caratterizzata oltre che da un basso rendimento anche da costi di gestione molto alti, ti consigliamo di valutare l'installazione di una caldaia a biomassa (a legna o a pellet) con termosifoni. L'installazione di questo sistema è abbastanza semplice in quanto non comporta sostanziali cambiamenti all'impianto di riscaldamento in uso anche se richiede la disponibilità all'interno dell'abitazione di uno spazio per lo stoccaggio del combustibile. Si tratta di un sistema caratterizzato da elevati rendimenti che pur avendo un costo d'acquisto maggiore rispetto alle caldaie a gas, consente di ridurre le spese di gestione, essendo il costo della legna o del pellet sensibilmente inferiore a quello del gas. Anche questo sistema, affinché la caldaia funzioni al meglio, richiede che siano effettuate regolarmente pulizia e manutenzione dell'impianto oltre che la pulizia dei termosifoni. La regolare manutenzione della caldaia consentirà così di prevenire eventuali problemi in piena stagione e di ottimizzare il rendimento dell'impianto. Se l'area da riscaldare è limitata potresti in alternativa sostituire il vecchio generatore con una **termostufa**, con caratteristiche simili alla stufa a pellet, ma equipaggiata in più di uno scambiatore di calore in grado di riscaldare grandi quantità di acqua. La termostufa, collegata al sistema termoidraulico domestico, può provvedere sia al riscaldamento degli ambienti mediante i radiatori sia alla produzione di acqua calda sanitaria. Quest'ultimo aspetto prevede l'utilizzo di un serbatoio d'accumulo dal quale poter usufruire di acqua calda anche col generatore spento da molte ore.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_4 Caldaia a condensazione con pannelli radianti a bassa temperatura/riscaldamento a pavimento

Se vuoi ristrutturare l'abitazione valuta l'installazione di una caldaia a condensazione con riscaldamento a pannelli radianti a bassa temperatura che, recuperando il calore dei fumi di combustione, ti consentirebbe di risparmiare energia. I sistemi più diffusi sono a pavimento, ma possono essere realizzati anche sul soffitto o a parete. Si tratta di un sistema tecnologicamente più avanzato di una caldaia tradizionale e caratterizzato da una efficienza maggiore (rendimento energetico oltre il 100%). Questo impianto di riscaldamento consente di erogare il calore per irraggiamento in maniera uniforme dal basso verso l'alto, garantendo un elevato livello di comfort grazie al mantenimento di una temperatura ideale in tutti gli ambienti dell'abitazione. Questa soluzione, rispetto alla caldaia a termosifoni, consente di ridurre notevolmente gli ingombri all'interno dell'abitazione, in quanto i pannelli e le serpentine vengono installati sotto il pavimento, permettendo di sfruttare totalmente le pareti. Essendo un sistema che lavora a bassa temperatura (30-35 °C), riscalda gli ambienti in maniera più uniforme anche se più lentamente rispetto ai termosifoni e il livello di consumo annuale è sicuramente inferiore. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti. Anche in questo caso per garantire l'efficienza del sistema di riscaldamento occorre effettuare, oltre che una corretta manutenzione dell'impianto, la verifica dei fumi.

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione ed eliminare la bolletta del gas, potresti valutare l'installazione di un sistema a pompa di calore con split per il riscaldamento degli ambienti che utilizza come vettore energetico l'energia elettrica. Questo sistema può essere mono o multi split e in quest'ultimo caso, una unità esterna, che deve essere installata all'esterno dell'abitazione, può servire più unità interne (split) installate in diversi ambienti della casa. Esistono modelli recenti in classe energetica superiore alla A, molto efficienti, caratterizzati da

bassi consumi energetici, ed è preferibile orientarsi tra quelli dotati di tecnologia inverter che adeguano la potenza all'effettiva necessità, riducendo i cicli di accensione e spegnimento. Di contro è un sistema più rumoroso rispetto al termosifone e il movimento dell'aria può generare fastidio, inoltre questo sistema può perdere notevolmente di efficienze nei climi molto rigidi, quando la temperatura è inferiore ai 0 °C. La manutenzione di una pompa di calore aria-aria con split è abbastanza semplice e consiste essenzialmente nella pulizia del filtro dell'aria e in un trattamento antibattericida dello scambiatore dello split. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione ed eliminare sia i termosifoni che la bolletta del gas, potresti valutare l'installazione di una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. I ventilconvettori, rispetto ai termosifoni, lavorano ad una temperatura di mandata più bassa (circa 35-50 °C), scaldano più velocemente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento non invasivo che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Di contro è un sistema più rumoroso rispetto al termosifone e il movimento dell'aria può generare fastidio. L'installazione dei fancoil, in sostituzione dei termosifoni, non è sempre semplice e deve tenere conto di diversi aspetti tecnici che devono essere verificati dai tecnici specializzati. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e desideri eliminare la bolletta del gas, potresti valutare l'installazione di un sistema a pompa di calore ad aria canalizzata per il riscaldamento degli ambienti. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I nuovi sistemi possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_27 Pompa calore (aria - acqua) modelli recenti con radiatori a muro

Se sei intenzionato a ristrutturare l'abitazione e vuoi eliminare la bolletta del gas, potresti valutare l'installazione di un sistema a pompa di calore (aria-acqua) con radiatori a muro. La pompa di calore funziona al meglio ed è un sistema che risulta più vantaggioso in termini di risparmi energetici rispetto alla caldaia quando la temperatura di mandata è bassa, quindi in questo specifico caso, se i termosifoni sono dimensionati per funzionare a meno di 50°C. La scelta della pompa di calore deve tenere conto che la maggior parte dei vecchi impianti a termosifoni sono solitamente dimensionati per funzionare a 70-80 °C, temperature che la pompa potrebbe non essere in grado di soddisfare e con buona probabilità occorrerà ridimensionare l'impianto aggiungendo qualche radiatore o sostituendo i presenti con quelli in alluminio a bassa temperatura. Questa tecnologia può essere una buona soluzione per la ristrutturazione di abitazioni provviste di termosifoni, se accoppiata ad interventi di isolamento termico che riducano la richiesta energetica. Bisogna tenere presente che l'installazione di questo sistema, se adoperato anche per la produzione di acqua calda sanitaria, necessiterà di spazio esterno in cui inserire l'unità esterna, e di spazio interno, per collocare sia il serbatoio di accumulo per l'acqua tecnica che scorrerà all'interno dei radiatori che quello da dedicare per il serbatoio di accumulo per l'acqua calda sanitaria. Questa tecnologia non richiede particolari attenzioni circa la sua manutenzione, ma la parte alla quale bisogna prestare più attenzione è proprio il filtro dei fancoil che deve essere rimosso e lavato periodicamente.

risc_6 Caldaia a biomassa con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e in casa esiste uno spazio abbastanza grande da adibire a centrale termica, ti consigliamo di valutare l'installazione di una caldaia a biomassa (a legna o a pellet) con pannelli radianti a bassa temperatura. Si tratta di un sistema caratterizzato da elevati rendimenti. Pur avendo un costo d'acquisto maggiore rispetto alle caldaie a gas, la caldaia a biomassa consente di ridurre le spese di gestione in quanto il costo della legna o del pellet è sensibilmente inferiore a quello del gas e se abbinata ai pannelli radianti, che lavorano a bassa temperatura, consente di erogare il calore per irraggiamento in maniera uniforme dal basso verso l'alto, garantendo un elevato livello di comfort grazie al mantenimento di una temperatura ideale in tutti gli ambienti dell'abitazione. I punti deboli rimangono lo stoccaggio del combustibile, il caricamento dello stesso nella caldaia e la costante manutenzione. Le caldaie a legna necessitano di un intervento e di una manutenzione giornaliera della carica della legna, mentre le caldaie a pellet hanno un caricamento automatizzato del combustibile, che riguarda generalmente carichi settimanali o mensili e una pulizia stagionale. Occorre tener presente che questo sistema richiede anche la disponibilità all'interno dell'abitazione di uno spazio per lo stoccaggio del combustibile. Anche questo sistema, affinché la caldaia funzioni al meglio, richiede che siano effettuate regolarmente pulizia e manutenzione dell'impianto. La regolare manutenzione della caldaia consentirà così di prevenire eventuali problemi in piena stagione e di ottimizzare il rendimento dell'impianto.

Risposta: Caldaia tradizionale con termosifoni/recente installazione (risc_2)

L'attuale sistema di climatizzazione invernale presente nell'abitazione è una caldaia tradizionale con termosifoni di recente installazione. È un sistema scarsamente sostenibile e poco efficiente, caratterizzato da un rendimento della caldaia generalmente non superiore al 92%. Infatti la caldaia, dopo aver bruciato il combustibile (metano, gpl, gasolio, pellet, legna) per ricavare energia, espelle i fumi di scarico che presentano un modesto contenuto energetico (circa il 10/15 % dell'intera energia prodotta dalla caldaia), e li disperde in atmosfera, aumentando conseguentemente le emissioni di inquinanti.

Suggerimenti di manutenzione

Ti consigliamo di effettuare la manutenzione regolare dell'impianto di riscaldamento che ti consentirà di individuare eventuali guasti e anomalie e di garantire quindi una migliore efficienza dell'impianto, permettendoti di risparmiare sulla bolletta, limitando i consumi di combustibile. Se l'impianto non è ben mantenuto la sua efficienza può diminuire sensibilmente.

Alcune semplici operazioni ti consentiranno di risparmiare sui consumi in bolletta:

- Evita di mettere ostacoli davanti e sopra i termosifoni per non disperdere e sprecare calore;
- Prima di accendere i termosifoni rimuovi la polvere superficiale e dopo aver spento la caldaia procedere con lo spurgo dell'impianto;
- Controlla la temperatura ambiente e non impostarla oltre i 22 °C. Ricorda che ogni grado in meno fa risparmiare dal 5 al 10 % sui consumi del combustibile;
- Utilizza cronotermostati intelligenti che ti consentono di impostare la temperatura e il tempo di accensione dell'impianto direttamente dallo smartphone permettendoti di risparmiare energia;
- Applica su ciascun termosifone una valvola termostatica che consente di mantenere la temperatura impostata evitando sprechi di energia.

Suggerimenti per intervento leggero

risc_3 Caldaia a condensazione con termosifoni

Per rinnovare l'impianto di riscaldamento potresti valutare di installare, al posto dell'attuale sistema di riscaldamento, una caldaia a condensazione con termosifoni. L'installazione della nuova caldaia è un'operazione molto semplice perché si integra facilmente con le tubazioni ed i radiatori esistenti. Questo sistema impiantistico è tecnologicamente più avanzato rispetto ad una caldaia tradizionale ed è caratterizzato da una efficienza maggiore (rendimento energetico oltre il 100%) resa possibile grazie al

recupero del calore dai fumi di combustione e ad una minore emissione di inquinanti. Essendo una tecnologia che lavora bene a basse temperature, è consigliabile cercare di ridurre la temperatura dell'acqua da inviare ai radiatori o aumentando la superficie dei termosifoni o prevedendo degli interventi di isolamento termico. Per questo sistema di riscaldamento occorre effettuare, oltre alle operazioni di pulizia dei termosifoni, la manutenzione periodica obbligatoria della caldaia e la verifica dei fumi.

risc_7 Stufa biomassa con aria forzata

Per rinnovare l'impianto di riscaldamento potresti valutare di sostituire il tuo vecchio generatore con una stufa a biomassa ad aria forzata che utilizza, come combustibile, legna o pellet, e riscalda l'aria diffondendola velocemente e in modo omogeneo all'interno dell'ambiente. Alcuni modelli di stufe sono anche canalizzabili e consentono di riscaldare contemporaneamente più ambienti della stessa abitazione, richiedendo in questo caso la realizzazione di una tubatura a parete o nel controsoffitto e l'installazione di diffusori negli ambienti da riscaldare. Le stufe alimentate a legna hanno un minor costo iniziale d'acquisto e sono di semplice funzionamento, sono tuttavia caratterizzate da bassi rendimenti pari circa all'80% legati alla difficoltà di reperire legna a basso contenuto di umidità; inoltre, non essendo automatizzate, richiedono la presenza continua dell'utente per l'alimentazione del focolare e per la regolazione dell'andamento della combustione. Oltretutto, essendo la legna molto voluminosa, richiede spazio necessario allo stoccaggio. Le stufe a pellet hanno invece rendimenti maggiori (90%) rispetto alle stufe alimentate a legna, sono decisamente più performanti ed hanno un costo iniziale di acquisto superiore. La biomassa ha un bassissimo livello di umidità ed è di più facile stoccaggio e questa soluzione non richiede il continuo caricamento del materiale nel focolare in quanto è dotata di un sistema di controllo elettronico che ottimizza costantemente la combustione, con il corretto dosaggio di pellet e dell'aria comburente. Per assicurare un corretto funzionamento e una buona efficienza del sistema nel tempo, occorre effettuare la manutenzione ordinaria della stufa, che consiste nella pulizia del braciere, del cassetto portacenere e del vetro, e che garantisce il corretto afflusso d'aria nella camera di combustione.

risc_5 Caldaia a biomassa a termosifoni

Se l'abitazione dispone di uno spazio abbastanza grande da adibire a centrale termica e vuoi sostituire la tua vecchia e obsoleta caldaia, caratterizzata oltre che da un basso rendimento anche da costi di gestione molto alti, ti consigliamo di valutare l'installazione di una caldaia a biomassa (a legna o a pellet) con termosifoni. L'installazione di questo sistema è abbastanza semplice in quanto non comporta sostanziali cambiamenti all'impianto di riscaldamento in uso, anche se richiede la disponibilità all'interno dell'abitazione di uno spazio per lo stoccaggio del combustibile a biomassa. Si tratta di un sistema caratterizzato da elevati rendimenti, che pur avendo un costo d'acquisto maggiore rispetto alle caldaie a gas, consente di ridurre le spese di gestione essendo il costo della legna o del pellet sensibilmente inferiore a quello del gas. Anche questo sistema, affinché la caldaia funzioni al meglio, richiede che siano effettuate regolarmente pulizia e manutenzione dell'impianto oltre che la pulizia dei termosifoni. La regolare manutenzione della caldaia consentirà così di prevenire eventuali problemi in piena stagione e di ottimizzare il rendimento dell'impianto. Se l'area da riscaldare è limitata, potresti in alternativa di sostituire il vecchio generatore con una termostufa, con caratteristiche simili alla stufa a pellet, ma equipaggiata in più di uno scambiatore di calore in grado di riscaldare grandi quantità di acqua. La termostufa, collegata al sistema termoidraulico domestico, può provvedere sia al riscaldamento degli ambienti mediante i radiatori sia alla produzione di acqua calda sanitaria. Quest'ultimo aspetto prevede l'utilizzo di un serbatoio d'accumulo dal quale poter usufruire di acqua calda anche col generatore spento da molte ore.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_4 Caldaia a condensazione con pannelli radianti a bassa temperatura/riscaldamento a pavimento

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, valuta l'installazione di una caldaia a condensazione con riscaldamento a pannelli radianti a bassa temperatura che, recuperando il calore dei fumi di combustione ti consentirebbe di risparmiare energia. I sistemi più diffusi sono a pavimento, ma possono essere realizzati anche sul soffitto o a parete. Si tratta di un sistema tecnologicamente più avanzato di una caldaia tradizionale e caratterizzato

da una efficienza maggiore (rendimento energetico oltre il 100%). Questo impianto di riscaldamento consente di erogare il calore per irraggiamento in maniera uniforme dal basso verso l'alto, garantendo un elevato livello di comfort grazie al mantenimento di una temperatura ideale in tutti gli ambienti dell'abitazione. Questa soluzione, rispetto alla caldaia a termosifoni, consente di ridurre notevolmente gli ingombri all'interno dell'abitazione, in quanto i pannelli e le serpentine vengono installati sotto il pavimento, permettendo di sfruttare totalmente le pareti. Essendo un sistema che lavora a bassa temperatura (30-35 °C) riscalda gli ambienti in maniera più uniforme anche se più lentamente rispetto ai termosifoni, e il livello di consumo annuale è sicuramente inferiore. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti. Anche in questo caso per garantire l'efficienza del sistema di riscaldamento occorre effettuare, oltre che una corretta manutenzione dell'impianto, la verifica dei fumi.

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione ed eliminare la bolletta del gas, potresti valutare l'installazione di un sistema a pompa di calore con split per il riscaldamento degli ambienti che utilizza come vettore energetico l'energia elettrica. Questo sistema può essere mono o multi split e in quest'ultimo caso, una unità esterna, che deve essere installata all'esterno dell'abitazione, può servire più unità interne (split) installate in diversi ambienti della casa. Esistono modelli recenti in classe energetica superiore alla A, molto efficienti, caratterizzati da bassi consumi energetici, ed è preferibile orientarsi tra quelli dotati di tecnologia inverter che adeguano la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento. Di contro è un sistema più rumoroso rispetto al termosifone e il movimento dell'aria può generare fastidio, inoltre questo sistema può perdere notevolmente di efficienze nei climi molto rigidi, quando la temperatura è inferiore ai 0 °C. La manutenzione di una pompa di calore aria-aria con split è abbastanza semplice e consiste essenzialmente nella pulizia del filtro dell'aria e in un trattamento antibattericida dello scambiatore dello split. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione ed eliminare sia i termosifoni che la bolletta del gas, potresti valutare l'installazione di una pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori). I ventilconvettori, rispetto ai termosifoni, lavorano ad una temperatura di mandata più bassa (circa 35-50 °C), scaldano più velocemente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento non invasivo che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Di contro è un sistema più rumoroso rispetto al termosifone e il movimento dell'aria può generare fastidio. L'installazione dei fancoil, in sostituzione dei termosifoni, non è sempre semplice e deve tenere conto di diversi aspetti tecnici che devono essere verificati dai tecnici specializzati. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e desideri eliminare la bolletta del gas, potresti valutare l'installazione di un sistema a pompa di calore ad aria canalizzata per il riscaldamento degli ambienti. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I nuovi sistemi possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_27 Pompa calore (aria - acqua) modelli recenti con radiatori a muro

Se sei intenzionato a ristrutturare l'abitazione e vuoi eliminare la bolletta del gas potresti valutare l'installazione di un sistema a pompa di calore (aria-acqua) con radiatori a muro. La pompa di calore funziona al meglio ed è un sistema che risulta più vantaggioso in termini di risparmi energetici rispetto alla caldaia quando la temperatura di mandata è bassa, quindi in questo specifico caso se i termosifoni sono dimensionati per funzionare a meno di 50°C. La scelta della pompa di calore deve tenere conto che la maggior parte dei vecchi impianti a termosifoni sono solitamente dimensionati per funzionare a 70-80 °C, temperature che la pompa potrebbe non essere in grado di soddisfare e con buona probabilità occorrerà ridimensionare l'impianto aggiungendo qualche radiatore o sostituendo i presenti con quelli in alluminio a bassa temperatura. Questa tecnologia può essere una buona soluzione per la ristrutturazione di abitazioni provviste di termosifoni se accoppiata ad interventi di isolamento termico che riducano la richiesta energetica. Bisogna tenere presente che l'installazione di questo sistema, se adoperato anche per la produzione di acqua calda sanitaria, necessiterà oltre che di spazio esterno in cui inserire l'unità esterna, anche di spazio interno, per collocare sia il serbatoio di accumulo per l'acqua tecnica che scorrerà all'interno dei radiatori che quello da dedicare per il serbatoio di accumulo per l'acqua calda sanitaria. Questa tecnologia non richiede particolari attenzioni circa la sua manutenzione, ma la parte alla quale bisogna prestare più attenzione è proprio il filtro dei fancoil che deve essere rimosso e lavato periodicamente.

risc_6 Caldaia a biomassa con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e in casa hai a disposizione uno spazio abbastanza grande da adibire a centrale termica, ti consigliamo per il tuo sistema di riscaldamento di valutare l'installazione di una caldaia a biomassa (a legna o a pellet) con pannelli radianti a bassa temperatura. Si tratta di un sistema caratterizzato da elevati rendimenti. Pur avendo un costo d'acquisto maggiore rispetto alle caldaie a gas, la caldaia a biomassa consente di ridurre le spese di gestione in quanto il costo della legna o del pellet è sensibilmente inferiore a quello del gas e se abbinata ai pannelli radianti, che lavorano a bassa temperatura, consente di erogare il calore per irraggiamento in maniera uniforme dal basso verso l'alto, garantendo un elevato livello di comfort grazie al mantenimento di una temperatura ideale in tutti gli ambienti dell'abitazione. I punti deboli rimangono lo stoccaggio del combustibile, il caricamento dello stesso nella caldaia e la costante manutenzione. Le caldaie a legna necessitano di un intervento e di una manutenzione giornaliera della carica della legna, mentre le caldaie a pellet hanno un caricamento automatizzato del combustibile che riguarda generalmente carichi settimanali o mensili e una pulizia stagionale. Occorre tener presente che questo sistema richiede anche la disponibilità all'interno dell'abitazione di uno spazio per lo stoccaggio del combustibile a biomassa. Anche questo sistema, affinché la caldaia funzioni al meglio richiede che siano effettuate regolarmente pulizia e manutenzione dell'impianto. La regolare manutenzione della caldaia consentirà così di prevenire eventuali problemi in piena stagione e di ottimizzare il rendimento dell'impianto.

Risposta: Caldaia condensazione con termosifoni (risc 3)

L'attuale sistema di riscaldamento presente nell'abitazione è la caldaia a condensazione con termosifoni caratterizzata, da un'elevata efficienza (rendimento energetico oltre il 100%), resa possibile grazie al recupero del calore dai fumi di combustione, e da una ridotta emissione di inquinanti.

Suggerimenti di manutenzione

Ti consigliamo di effettuare la manutenzione periodica obbligatoria della caldaia che ti permetterà di individuare eventuali guasti e anomalie, garantendo una migliore efficienza dell'impianto e un maggior risparmio sulla bolletta, limitando i consumi di combustibile. Se l'impianto non è ben mantenuto la sua efficienza può diminuire sensibilmente.

Alcune semplici operazioni ti consentiranno di risparmiare sui consumi in bolletta:

- Evita di mettere ostacoli davanti e sopra i termosifoni per non disperdere e sprecare calore;

- Prima di accendere i termosifoni rimuovi la polvere superficiale e dopo aver spento la caldaia procedere con lo spurgo dell'impianto;
- Controlla la temperatura ambiente e non impostarla oltre i 22 °C. Ricorda che ogni grado in meno fa risparmiare dal 5 al 10 % sui consumi del combustibile;
- Utilizza cronotermostati intelligenti che ti consentono di impostare la temperatura e il tempo di accensione dell'impianto direttamente dallo smartphone permettendoti di risparmiare energia;
- Applica su ciascun termosifone una valvola termostatica che consente di mantenere la temperatura impostata evitando sprechi di energia.

Essendo una tecnologia che lavora bene a basse temperature, è consigliabile cercare di ridurre la temperatura dell'acqua da inviare ai radiatori o aumentando la superficie dei termosifoni o prevedendo degli interventi di isolamento termico.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_4 Caldaia a condensazione con pannelli radianti a bassa temperatura/riscaldamento a pavimento

Se vuoi ristrutturare l'abitazione valuta l'installazione di una caldaia a condensazione con riscaldamento con pannelli radianti a bassa temperatura. I sistemi più diffusi sono a pavimento, ma possono essere realizzati anche sul soffitto o a parete. Questo impianto di riscaldamento particolarmente efficiente, consente di erogare il calore per irraggiamento in maniera uniforme dal basso verso l'alto, garantendo un elevato livello di comfort grazie al mantenimento di una temperatura ideale in tutti gli ambienti dell'abitazione. Questa soluzione rispetto alla caldaia a condensazione con termosifoni consente di ridurre notevolmente gli ingombri all'interno dell'abitazione, in quanto i pannelli e le serpentine vengono installati sotto il pavimento, permettendo di sfruttare totalmente le pareti dell'abitazione. Essendo un sistema che lavora a bassa temperatura (30-35 °C) riscalda gli ambienti in maniera più uniforme anche se più lentamente rispetto ai termosifoni e il livello di consumo annuale è sicuramente inferiore. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti. Anche in questo caso per garantire l'efficienza del sistema di riscaldamento occorre effettuare, oltre che una corretta manutenzione dell'impianto, la verifica dei fumi.

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione ed eliminare la bolletta del gas potresti valutare l'installazione di un sistema a pompa di calore con split per il riscaldamento degli ambienti che utilizza come vettore energetico l'energia elettrica. Questo sistema può essere mono o multi split e in quest'ultimo caso, una unità esterna, che deve essere installata all'esterno dell'abitazione, può servire più unità interne (split) installate in diversi ambienti della casa. Esistono modelli recenti in classe energetica superiore alla A, molto efficienti, caratterizzati da bassi consumi energetici, ed è preferibile orientarsi tra quelli dotati di tecnologia inverter che adeguano la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento. Di contro è un sistema più rumoroso rispetto al termosifone e il movimento dell'aria può generare fastidio, inoltre questo sistema può perdere notevolmente di efficienze nei climi molto rigidi, dove per diversi giorni all'anno, la temperatura è inferiore ai 0 °C. La manutenzione di una pompa di calore aria-aria con split è abbastanza semplice e consiste essenzialmente nella pulizia del filtro dell'aria e in un trattamento antibattericida dello scambiatore dello split. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione ed eliminare sia i termosifoni che la bolletta del gas potresti valutare l'installazione di una pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori). I ventilconvettori, rispetto ai termosifoni lavorano ad una temperatura di mandata più bassa (circa 35-50 °C), scaldano più velocemente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento non invasivo che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di

calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Questo sistema impiantistico è più rumoroso rispetto al termosifone e il movimento dell'aria può generare fastidio. L'installazione dei fancoil, in sostituzione dei termosifoni, non è sempre semplice e deve tenere conto di diversi aspetti tecnici che devono essere verificati dai tecnici specializzati. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e desideri eliminare la bolletta del gas potresti valutare l'installazione di un sistema a pompa di calore ad aria canalizzata per il riscaldamento degli ambienti. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I nuovi sistemi possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_27 Pompa calore (aria - acqua) modelli recenti con radiatori a muro

Se sei intenzionato a ristrutturare l'abitazione e vuoi eliminare la bolletta del gas potresti valutare l'installazione di un sistema a pompa di calore (aria-acqua) con radiatori a muro. La pompa di calore funziona al meglio ed è un sistema che risulta più vantaggioso in termini di risparmi energetici rispetto alla caldaia quando la temperatura di mandata è bassa, quindi in questo specifico caso se i termosifoni sono dimensionati per funzionare a meno di 50°C. La scelta della pompa di calore deve tenere conto che la maggior parte dei vecchi impianti a termosifoni sono solitamente dimensionati per funzionare a 70-80 °C, temperature che la pompa potrebbe non essere in grado di soddisfare e con buona probabilità occorrerà ridimensionare l'impianto aggiungendo qualche radiatore o sostituendo i presenti con quelli in alluminio a bassa temperatura. Questa tecnologia può essere una buona soluzione per la ristrutturazione di abitazioni provviste di termosifoni se accoppiata ad interventi di isolamento termico che riducano la richiesta energetica. Bisogna tenere presente che l'installazione di questo sistema, se adoperato anche per la produzione di acqua calda sanitaria, necessiterà oltre che di spazio esterno in cui inserire l'unità esterna, anche di spazio interno, per collocare sia il serbatoio di accumulo per l'acqua tecnica che scorrerà all'interno dei radiatori che quello da dedicare per il serbatoio di accumulo per l'acqua calda sanitaria. Questa tecnologia non richiede particolari attenzioni circa la sua manutenzione, ma la parte alla quale bisogna prestare più attenzione è proprio il filtro dei fancoil che deve essere rimosso e lavato periodicamente.

risc_6 Caldaia a biomassa con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e in casa hai a disposizione uno spazio abbastanza grande da adibire a centrale termica, ti consigliamo per il tuo sistema di riscaldamento di valutare l'installazione di una caldaia a biomassa (a legna o a pellet) con pannelli radianti a bassa temperatura. Si tratta di un sistema caratterizzato da elevati rendimenti. Pur avendo un costo d'acquisto maggiore rispetto alle caldaie a gas, la caldaia a biomassa consente di ridurre le spese di gestione in quanto il costo della legna o del pellet è sensibilmente inferiore a quello del gas e se abbinata ai pannelli radianti, che lavorano a bassa temperatura, consente di erogare il calore per irraggiamento in maniera uniforme dal basso verso l'alto, garantendo un elevato livello di comfort grazie al mantenimento di una temperatura ideale in tutti gli ambienti dell'abitazione. I punti deboli rimangono lo stoccaggio del combustibile, il caricamento dello stesso nella caldaia e la costante manutenzione. Le caldaie a legna necessitano di un intervento e di una manutenzione giornaliera della carica della legna, mentre le caldaie a pellet hanno un caricamento automatizzato del combustibile che riguarda generalmente carichi settimanali o mensili e una pulizia stagionale. Occorre tener presente che questo sistema richiede anche la disponibilità all'interno dell'abitazione di uno spazio per lo stoccaggio del combustibile a biomassa. Anche questo sistema, affinché la caldaia funzioni al meglio richiede che siano

effettuate regolarmente pulizia e manutenzione dell'impianto. La regolare manutenzione della caldaia consentirà così di prevenire eventuali problemi in piena stagione e di ottimizzare il rendimento dell'impianto.

Risposta: Caldaia condensazione con pannelli radianti a bassa temperatura (risc_4)

L'attuale sistema di riscaldamento presente nell'abitazione è la caldaia a condensazione con pannelli radianti a bassa temperatura. Si tratta di un sistema caratterizzato da un'efficienza energetica elevata, resa possibile grazie al recupero del calore dai fumi di combustione, da una ridotta emissione di inquinanti e da un risparmio economico ancora più elevato rispetto alla caldaia a condensazione con termosifoni.

Suggerimenti di manutenzione

Per garantire l'efficienza del sistema di riscaldamento è consigliabile effettuare, oltre che una corretta manutenzione dell'impianto, la verifica dei fumi. Se l'impianto non è ben mantenuto la sua efficienza può diminuire sensibilmente.

Risposta: Caldaia a biomassa con termosifoni (risc_5)

L'attuale sistema di climatizzazione invernale presente nell'abitazione è una caldaia a biomassa con termosifoni. Si tratta di un sistema sostenibile, caratterizzato da elevati rendimenti. I punti deboli di questa tecnologia rimangono lo stoccaggio del combustibile, il caricamento dello stesso nella caldaia e la costante manutenzione.

Suggerimenti di manutenzione

È opportuno effettuare una regolare pulizia e manutenzione dell'impianto che ti consentirà di prevenire eventuali problemi e di ottimizzare il rendimento dell'impianto evitando di generare sprechi di combustibile. Se l'impianto non è ben mantenuto la sua efficienza può diminuire sensibilmente.

Alcune semplici operazioni ti consentiranno di risparmiare sui consumi in bolletta:

- Evita di mettere ostacoli davanti e sopra i termosifoni per non disperdere e sprecare calore;
- Prima di accendere i termosifoni rimuovi la polvere superficiale e dopo aver spento la caldaia procedere con lo spurgo dell'impianto;
- Controlla la temperatura ambiente e non impostarla oltre i 22 °C. Ricorda che ogni grado in meno fa risparmiare dal 5 al 10 % sui consumi del combustibile;
- Utilizza cronotermostati intelligenti che ti consentono di impostare la temperatura e il tempo di accensione dell'impianto direttamente dallo smartphone permettendoti di risparmiare energia;
- Applica su ciascun termosifone una valvola termostatica che consente di mantenere la temperatura impostata evitando sprechi di energia.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_6 Caldaia a biomassa con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e in casa hai a disposizione uno spazio abbastanza grande da adibire a centrale termica, ti consigliamo di valutare l'installazione di una caldaia a biomassa (a legna o a pellet) con pannelli radianti a bassa temperatura. Si tratta di un sistema caratterizzato da elevati rendimenti e se abbinato ai pannelli radianti, che lavorano a bassa temperatura, consente di erogare il calore per irraggiamento in maniera uniforme dal basso verso l'alto, garantendo un elevato livello di comfort grazie al mantenimento di una temperatura ideale in tutti gli ambienti dell'abitazione. Anche per questo sistema i punti deboli rimangono lo stoccaggio del combustibile, il caricamento dello stesso nella caldaia e la costante manutenzione. Affinché la caldaia funzioni al meglio è necessario che siano effettuate regolarmente pulizia e manutenzione dell'impianto. La regolare manutenzione della caldaia consentirà così di prevenire eventuali problemi in piena stagione e di ottimizzare il rendimento dell'impianto.

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato, potresti valutare l'adozione di un sistema a pompa di calore con split per il riscaldamento degli ambienti, che utilizza come vettore energetico l'energia elettrica. Questo sistema può essere mono o multi split e in quest'ultimo caso, una unità esterna, che deve essere installata all'esterno dell'abitazione, può servire più unità interne (split) installate in diversi ambienti della casa. Esistono modelli recenti in classe energetica superiore alla A, molto efficienti, caratterizzati da bassi consumi energetici, ed è preferibile orientarsi tra quelli dotati di tecnologia inverter che adeguano la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento. Di contro è un sistema più rumoroso rispetto ai pannelli radiantied il movimento dell'aria potrebbe generare fastidio, inoltre questo sistema può perdere notevolmente di efficienze nei climi molto rigidi, dove per diversi giorni all'anno, la temperatura è inferiore ai 0 °C. La manutenzione di una pompa di calore aria-aria con split è abbastanza semplice e consiste essenzialmente nella pulizia del filtro dell'aria e in un trattamento antibattericida dello scambiatore dello split. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato potresti valutare l'adozione di una pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori). I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano più velocemente rispetto ad un sistema radiante e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Questo sistema impiantistico è più rumoroso rispetto al sistema radiante e il movimento dell'aria potrebbe generare fastidio. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato, potresti valutare l'adozione di un sistema a pompa di calore ad aria canalizzata per il riscaldamento degli ambienti. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I nuovi sistemi possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Caldaia a biomassa con pannelli radianti a bassa temperatura (risc_6)

L'attuale sistema di climatizzazione invernale presente nell'abitazione è una caldaia a biomassa con pannelli radianti a bassa temperatura. Si tratta di un sistema sostenibile, caratterizzato da elevati rendimenti. I punti deboli di questa tecnologia rimangono lo stoccaggio del combustibile, il caricamento dello stesso nella caldaia e la costante manutenzione.

Suggerimenti di manutenzione

È consigliabile, affinché la caldaia funzioni al meglio, che siano effettuate regolarmente pulizia e manutenzione dell'impianto. La regolare manutenzione della caldaia consentirà di prevenire eventuali

problemi in piena stagione e di ottimizzare il rendimento dell'impianto. Se l'impianto non è ben mantenuto la sua efficienza può diminuire sensibilmente.

Risposta: Stufa biomassa con aria forzata (anche termocamino ad aria forzata) (risc_7)

L'attuale sistema di climatizzazione invernale presente nell'abitazione è una stufa a biomassa ad aria forzata che utilizza, come combustibile, legna o pellet. Le stufe alimentate a legna sono caratterizzate da bassi rendimenti pari circa all'80% legati alla difficoltà di reperire legna a basso contenuto di umidità; inoltre, non essendo automatizzate, richiedono la presenza continua dell'utente per l'alimentazione del focolare e per la regolazione dell'andamento della combustione. Le stufe a pellet hanno rendimenti maggiori (90%) rispetto alle stufe alimentate a legna, sono più performanti ed hanno un costo iniziale di acquisto superiore.

Suggerimenti di manutenzione

Per assicurare un corretto funzionamento e una buona efficienza della stufa a pellet nel tempo, occorre effettuare la manutenzione ordinaria del sistema, che consiste nella pulizia del braciere, del cassetto portacenere e del vetro, operazioni che garantiscono il corretto afflusso d'aria nella camera di combustione. È inoltre importante effettuare annualmente anche la pulizia e la manutenzione dello scambiatore termico, del condotto della cenere e dei gas di scarico, e della canna fumaria. Nel caso di stufe a legna la manutenzione è sempre consigliata ma in questo caso è più semplice e meno frequente.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento, potresti valutare di sostituirlo con l'installazione di un sistema a pompa di calore con split per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti che utilizza come vettore energetico l'energia elettrica. Questo sistema può essere mono o multi split e in quest'ultimo caso, una unità esterna, che deve essere installata all'esterno dell'abitazione, può servire più unità interne (split) installate in diversi ambienti della casa. Esistono modelli recenti in classe energetica superiore alla A, molto efficienti, caratterizzati da bassi consumi energetici, ed è preferibile orientarsi tra quelli dotati di tecnologia inverter che adeguano la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento. La manutenzione di una pompa di calore aria-aria con split è abbastanza semplice e consiste essenzialmente nella pulizia del filtro dell'aria e in un trattamento antibattericida dello scambiatore dello split.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato, potresti valutare l'adozione di una pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori). I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato, potresti valutare l'adozione di un sistema a pompa di calore ad aria canalizzata per il riscaldamento degli ambienti. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione

di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I nuovi sistemi possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Caldaia centralizzata a gasolio tradizionale e termosifoni vecchia installazione (risc_18)

L'attuale sistema di climatizzazione invernale presente nell'abitazione è una caldaia centralizzata a gasolio tradizionale e termosifoni di vecchia installazione. Si tratta di un sistema impiantistico scarsamente efficiente che genera sia elevati consumi di combustibile che elevate emissioni di inquinanti.

Suggerimenti di manutenzione

Per ottenere ulteriori risparmi di energia nell'abitazione condominiale è consigliabile, se non già presente, l'installazione di valvole termostatiche su ciascun radiatore e l'adozione di un sistema di contabilizzazione individuale del calore che consente di scegliere liberamente quando spegnere, alzare o ridurre il riscaldamento, pagando per quanto effettivamente si consuma.

Tuttavia, essendo l'impianto obsoleto è consigliabile sostituire la caldaia tradizione a gasolio con una a condensazione, che utilizza gas metano, ed è caratterizzata da consumi ridotti di combustibile e da rendimenti superiori al 100%.

Qualora non sia possibile avere accesso alla rete del gas metano, potresti valutare la possibilità assieme agli altri condomini, di sostituire il vecchio impianto con una caldaia tradizionale a gasolio di recente concezione. Tieni presente che le caldaie tradizionali non vengono più prodotte dal settembre 2015, con la direttiva ERP 2009/12/CE, quindi sarà possibile installarle solo se si trovano ancora in commercio.

Suggerimenti per intervento pesante

In alternativa, se non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato, potresti valutare la possibilità di passare ad un riscaldamento autonomo, come ad esempio i sistemi a pompa di calore, valutando con un tecnico specializzato i pro e i contro che ne derivano.

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento, potresti valutare di sostituirlo con l'installazione di un sistema a pompa di calore con split per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti che utilizza come vettore energetico l'energia elettrica. Questo sistema può essere mono o multi split e in quest'ultimo caso, una unità esterna, che deve essere installata all'esterno dell'abitazione, può servire più unità interne (split) installate in diversi ambienti della casa. Esistono modelli recenti in classe energetica superiore alla A, molto efficienti, caratterizzati da bassi consumi energetici, ed è preferibile orientarsi tra quelli dotati di tecnologia inverter che adeguano la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento. La manutenzione di una pompa di calore aria-aria con split è abbastanza semplice e consiste essenzialmente nella pulizia del filtro dell'aria e in un trattamento antibattericida dello scambiatore dello split.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato, potresti valutare l'adozione di una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe

derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato potresti valutare l'adozione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata** per il riscaldamento degli ambienti. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I nuovi sistemi possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Caldaia centralizzata a gasolio tradizionale e termosifoni recente installazione (risc_19)

L'attuale sistema di climatizzazione invernale presente nell'abitazione è una caldaia centralizzata a gasolio tradizionale e termosifoni di recente installazione. Si tratta di un sistema impiantistico più recente rispetto ai vecchi modelli tradizionali, ma che genera sia elevati consumi di combustibile che elevate emissioni di inquinanti.

Suggerimenti di manutenzione

Per ottenere ulteriori risparmi di energia nell'abitazione condominiale è consigliabile, se non già presente, l'installazione di valvole termostatiche su ciascun radiatore e l'adozione di un sistema di contabilizzazione individuale del calore che consente di scegliere liberamente quando spegnere, alzare o ridurre il riscaldamento, pagando per quanto effettivamente si consuma.

Tuttavia, essendo un impianto scarsamente efficiente e qualora sia possibile avere accesso alla rete del gas metano, è consigliabile **sostituire la caldaia tradizione a gasolio con una a condensazione**, caratterizzata da consumi ridotti di combustibile e da rendimenti superiori al 100%.

Suggerimenti per intervento pesante

In alternativa, se non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato, potresti valutare la possibilità di passare ad un **riscaldamento autonomo, come ad esempio i sistemi a pompa di calore**, valutando con un tecnico specializzato i pro e i contro che ne derivano.

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento, potresti valutare di sostituirlo con l'installazione di un sistema a pompa di calore con split per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti che utilizza come vettore energetico l'energia elettrica. Questo sistema può essere mono o multi split e in quest'ultimo caso, una unità esterna, che deve essere installata all'esterno dell'abitazione, può servire più unità interne (split) installate in diversi ambienti della casa. Esistono modelli recenti in classe energetica superiore alla A, molto efficienti, caratterizzati da bassi consumi energetici, ed è preferibile orientarsi tra quelli dotati di tecnologia inverter che adeguano la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento. La manutenzione di una pompa di calore aria-aria con split è abbastanza semplice e consiste essenzialmente nella pulizia del filtro dell'aria e in un trattamento antibattericida dello scambiatore dello split.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato, potresti valutare l'adozione di una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato, potresti valutare l'adozione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata** per il riscaldamento degli ambienti. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I nuovi sistemi possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Caldaia centralizzata a condensazione e pannelli radianti/pavimento vecchia installazione (risc_20)

L'attuale sistema di climatizzazione invernale presente nell'abitazione è una caldaia centralizzata a condensazione e pannelli radianti di vecchia installazione. Si tratta di un sistema impiantistico efficiente che genera minori consumi di combustibile e minor emissione di inquinanti rispetto ad una caldaia a gasolio.

Suggerimenti di manutenzione

Se l'impianto è obsoleto e non è più efficiente potresti considerare assieme agli altri condomini di cambiare il vecchio generatore con una caldaia a condensazione di nuova generazione caratterizzata da prestazioni superiori.

Suggerimenti per intervento pesante

In alternativa, se non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato, potresti valutare la possibilità di passare ad un **riscaldamento autonomo, come ad esempio i sistemi a pompa di calore**, valutando con un tecnico specializzato i pro e i contro che ne derivano.

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento, potresti valutare di sostituirlo con l'installazione di un sistema a pompa di calore con split per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti che utilizza come vettore energetico l'energia elettrica. Questo sistema può essere mono o multi split e in quest'ultimo caso, una unità esterna, che deve essere installata all'esterno dell'abitazione, può servire più unità interne (split) installate in diversi ambienti della casa. Esistono modelli recenti in classe energetica superiore alla A, molto efficienti, caratterizzati da bassi consumi energetici, ed è preferibile orientarsi tra quelli dotati di tecnologia inverter che adeguano la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento. La manutenzione di una pompa di calore aria-aria con split è abbastanza semplice e consiste

essenzialmente nella pulizia del filtro dell'aria e in un trattamento antibattericida dello scambiatore dello split.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato potresti valutare l'adozione di una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato, potresti valutare l'adozione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata** per il riscaldamento degli ambienti. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I nuovi sistemi possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Caldaia centralizzata a condensazione e pannelli radianti/pavimento recente installazione (risc_21)

L'attuale sistema di climatizzazione invernale presente nell'abitazione è una caldaia centralizzata a condensazione e pannelli radianti di recente installazione. Si tratta di un sistema impiantistico caratterizzato da un'elevata efficienza.

Suggerimenti per intervento pesante

In alternativa, se non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato potresti valutare la possibilità di passare ad un **riscaldamento autonomo, come ad esempio i sistemi a pompa di calore**, valutando con un tecnico specializzato i pro e i contro che ne derivano.

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento, potresti valutare di sostituirlo con l'installazione di un sistema a pompa di calore con split per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti che utilizza come vettore energetico l'energia elettrica. Questo sistema può essere mono o multi split e in quest'ultimo caso, una unità esterna, che deve essere installata all'esterno dell'abitazione, può servire più unità interne (split) installate in diversi ambienti della casa. Esistono modelli recenti in classe energetica superiore alla A, molto efficienti, caratterizzati da bassi consumi energetici, ed è preferibile orientarsi tra quelli dotati di tecnologia inverter che adeguano la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento. La manutenzione di una pompa di calore aria-aria con split è abbastanza semplice e consiste essenzialmente nella pulizia del filtro dell'aria e in un trattamento antibattericida dello scambiatore dello split.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato, potresti valutare l'adozione di una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto del sistema di riscaldamento installato, potresti valutare l'adozione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata** per il riscaldamento degli ambienti. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I nuovi sistemi possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Stufette elettriche irraggiamento o ad aria calda, termoconvettori (risc_15)

Il sistema di climatizzazione invernale presente nell'abitazione è una stufetta elettrica ad irraggiamento o ad aria calda o termoconvettore.

Suggerimenti di manutenzione

Si tratta di un sistema che si consiglia di utilizzare solo per uso occasionale o in assenza di alternative, in quanto il suo utilizzo incide enormemente sulla bolletta elettrica. Per poter riscaldare l'ambiente in maniera continuativa ed efficiente e per poter raggiungere un discreto livello di comfort, nessuno di questi apparecchi portatili sarà mai abbastanza conveniente, di fatto una stufa portatile può essere utile solo per integrare il normale riscaldamento, magari nelle mezze stagioni, quando l'impianto centrale non è acceso o per riscaldare piccolissimi ambienti quando si ha necessità di calore immediato e per un tempo limitato.

Suggerimenti per intervento leggero

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare l'installazione di un sistema a pompa di calore con split per il riscaldamento degli ambienti che utilizza come vettore energetico l'energia elettrica. Questo sistema può essere mono o multi split e in quest'ultimo caso, una unità esterna, che deve essere installata all'esterno dell'abitazione, può servire più unità interne (split) installate in diversi ambienti della casa. Esistono modelli recenti in classe energetica superiore alla A, molto efficienti, caratterizzati da bassi consumi energetici, ed è preferibile orientarsi tra quelli dotati di tecnologia inverter che adeguano la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento.

risc_7 Stufa biomassa con aria forzata

Per rinnovare l'impianto di riscaldamento potresti valutare l'installazione di una **stufa a biomassa ad aria forzata** che utilizza, come combustibile, legna o pellet, e riscalda l'aria diffondendola velocemente e in modo omogeneo all'interno dell'ambiente. Alcuni modelli di stufe sono anche canalizzabili e consentono di riscaldare contemporaneamente più ambienti della stessa abitazione richiedendo in questo caso la realizzazione di una tubatura a parete o nel controsoffitto e l'installazione di diffusori negli ambienti da riscaldare. **Le stufe alimentate a legna** hanno un minor costo iniziale d'acquisto e sono di semplice funzionamento, sono tuttavia caratterizzate da bassi rendimenti pari circa all'80% legati alla difficoltà di reperire legna a basso contenuto di umidità; inoltre, non essendo automatizzate, richiedono la presenza continua dell'utente per l'alimentazione del focolare e per la regolazione dell'andamento della combustione. Oltretutto essendo la legna molto voluminosa richiede spazio necessario allo stoccaggio. **Le stufe a pellet** hanno invece rendimenti maggiori (90%) rispetto alle stufe alimentate a legna, sono decisamente più performanti ed hanno un costo iniziale di acquisto superiore. La biomassa ha un bassissimo livello di umidità ed è di più facile stoccaggio e questa soluzione non richiede il continuo caricamento del materiale nel focolare in quanto è dotata di un sistema di controllo elettronico che ottimizza costantemente la combustione, con il corretto dosaggio di pellet e dell'aria comburente. Per assicurare un corretto funzionamento e una buona efficienza del sistema nel tempo, occorre effettuare la manutenzione ordinaria della stufa, che consiste nella pulizia del braciere, del cassetto portacenere e del vetro, e che garantisce il corretto afflusso d'aria nella camera di combustione.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione potresti valutare l'installazione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata** per il riscaldamento degli ambienti. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I sistemi canalizzati possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_6 Caldaia a biomassa con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e la casa dispone di uno spazio abbastanza grande da adibire a centrale termica, ti consigliamo, per il sistema di riscaldamento, di valutare l'installazione di una caldaia a biomassa (a legna o a pellet) con pannelli radianti a bassa temperatura. Si tratta di un sistema caratterizzato da elevati rendimenti che pur avendo un costo d'acquisto maggiore rispetto alle caldaie a gas, consente di ridurre le spese di gestione essendo il costo della legna o del pellet sensibilmente inferiore a quello del gas. Questo sistema, se abbinato ai pannelli radianti che lavorano a bassa temperatura, consente di erogare il calore per irraggiamento in maniera uniforme dal basso verso l'alto, garantendo un elevato livello di comfort grazie al mantenimento di una temperatura ideale in tutti gli ambienti dell'abitazione. I punti deboli di questa tecnologia rimangono lo stoccaggio del combustibile, il caricamento dello stesso nella caldaia e la costante manutenzione. Le caldaie a legna necessitano di un intervento e di una manutenzione giornaliera della carica della legna, mentre le caldaie a pellet hanno un caricamento automatizzato del combustibile che riguarda generalmente carichi settimanali o mensili e una pulizia stagionale. Occorre tener presente che questo sistema richiede anche la disponibilità all'interno dell'abitazione di uno spazio per lo stoccaggio del combustibile a biomassa. Anche questo sistema, affinché la caldaia funzioni al meglio richiede che siano effettuate regolarmente pulizia e manutenzione dell'impianto. La regolare manutenzione della caldaia consentirà così di prevenire eventuali problemi in piena stagione e di ottimizzare il rendimento dell'impianto.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione potresti valutare di installare come sistema di riscaldamento una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Camino tradizionale o similare (risc_16)

Il sistema di climatizzazione invernale presente nell'abitazione è un camino tradizionale o similare. Questo tipo di sistema di riscaldamento è quello che presenta un minor rendimento energetico, in quanto la quantità di calore che viene trasmessa all'ambiente rappresenta un 15-25% del calore prodotto dalla legna. Per tali ragioni il camino tradizionale si limita a riscaldare solo l'ambiente in cui è collocato e per poter garantire un corretto funzionamento ha bisogno di un frequente monitoraggio e di una pulizia abbastanza impegnativa. La combustione della legna produce inoltre polveri sottili che alla lunga potrebbero generare problemi di salute.

Suggerimenti per intervento leggero

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare l'installazione di un sistema a pompa di calore con split per il riscaldamento degli ambienti che utilizza come vettore energetico l'energia elettrica. Questo sistema può essere mono o multi split e in quest'ultimo caso, una unità esterna, che deve essere installata all'esterno dell'abitazione, può servire più unità interne (split) installate in diversi ambienti della casa. Esistono modelli recenti in classe energetica superiore alla A, molto efficienti, caratterizzati da bassi consumi energetici, ed è preferibile orientarsi tra quelli dotati di tecnologia inverter che adeguano la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento.

risc_7 Stufa biomassa con aria forzata

Per rinnovare l'impianto di riscaldamento potresti valutare l'installazione di una **stufa a biomassa ad aria forzata** che utilizza, come combustibile, legna o pellet, e riscalda l'aria diffondendola velocemente e in modo omogeneo all'interno dell'ambiente. Alcuni modelli di stufe sono anche canalizzabili e consentono di riscaldare contemporaneamente più ambienti della stessa abitazione richiedendo in questo caso la realizzazione di una tubatura a parete o nel controsoffitto e l'installazione di diffusori negli ambienti da riscaldare. **Le stufe alimentate a legna** hanno un minor costo iniziale d'acquisto e sono di semplice funzionamento, sono tuttavia caratterizzate da bassi rendimenti pari circa all'80% legati alla difficoltà di reperire legna a basso contenuto di umidità; inoltre, non essendo automatizzate, richiedono la presenza continua dell'utente per l'alimentazione del focolare e per la regolazione dell'andamento della combustione. Oltretutto essendo la legna molto voluminosa richiede spazio necessario allo stoccaggio. **Le stufe a pellet** hanno invece rendimenti maggiori (90%) rispetto alle stufe alimentate a legna, sono decisamente più performanti ed hanno un costo iniziale di acquisto superiore. La biomassa ha un bassissimo livello di umidità ed è di più facile stoccaggio e questa soluzione non richiede il continuo caricamento del materiale nel focolare in quanto è dotata di un sistema di controllo elettronico che ottimizza costantemente la combustione, con il corretto dosaggio di pellet e dell'aria comburente. Per assicurare un corretto funzionamento e una buona efficienza del sistema nel tempo, occorre effettuare la manutenzione ordinaria della stufa, che consiste nella pulizia del braciere, del cassetto portacenere e del vetro, e che garantisce il corretto afflusso d'aria nella camera di combustione.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare l'installazione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata** per il riscaldamento degli ambienti. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I sistemi canalizzati possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_6 Caldaia a biomassa con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e la casa dispone di uno spazio abbastanza grande da adibire a centrale termica, ti consigliamo, per il sistema di riscaldamento, di valutare l'installazione di una caldaia a biomassa (a legna o a pellet) con pannelli radianti a bassa temperatura. Si tratta di un sistema caratterizzato da elevati rendimenti che pur avendo un costo d'acquisto maggiore rispetto alle caldaie a gas, consente di ridurre le spese di gestione essendo il costo della legna o del pellet sensibilmente inferiore a quello del gas. Questo sistema, se abbinato ai pannelli radianti che lavorano a bassa temperatura, consente di erogare il calore per irraggiamento in maniera uniforme dal basso verso l'alto, garantendo un elevato livello di comfort grazie al mantenimento di una temperatura ideale in tutti gli ambienti dell'abitazione. I punti deboli di questa tecnologia rimangono lo stoccaggio del combustibile, il caricamento dello stesso nella caldaia e la costante manutenzione. Le caldaie a legna necessitano di un intervento e di una manutenzione giornaliera della carica della legna, mentre le caldaie a pellet hanno un caricamento automatizzato del combustibile che riguarda generalmente carichi settimanali o mensili e una pulizia stagionale. Occorre tener presente che questo sistema richiede anche la disponibilità all'interno dell'abitazione di uno spazio per lo stoccaggio del combustibile a biomassa. Anche questo sistema, affinché la caldaia funzioni al meglio richiede che siano effettuate regolarmente pulizia e manutenzione dell'impianto. La regolare manutenzione della caldaia consentirà così di prevenire eventuali problemi in piena stagione e di ottimizzare il rendimento dell'impianto.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare come sistema di riscaldamento una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposte: Stufette a gas (risc_17)

Il sistema di climatizzazione invernale presente nell'abitazione è una stufetta alimentata a gas. Questo sistema è più potente delle stufe elettriche ed è capace di riscaldare ambienti più grandi, anche se immette nell'ambiente, pur in minima parte, piccoli quantitativi di anidride carbonica e sostanze inquinanti, soprattutto all'accensione e allo spegnimento. Per tale ragione sono indicate in ambienti con finestre dove sia possibile aerare frequentemente. Queste stufe, infine, possono formare umidità nell'aria, con

conseguente sviluppo di muffe insalubri. In generale, quindi, sebbene siano a norma, se ne sconsiglia l'utilizzo come principale sistema di riscaldamento dell'abitazione.

Suggerimenti per intervento leggero

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare l'installazione di un sistema a pompa di calore con split per il riscaldamento degli ambienti che utilizza come vettore energetico l'energia elettrica. Questo sistema può essere mono o multi split e in quest'ultimo caso, una unità esterna può servire più unità interne (split) installate in diversi ambienti della casa. Esistono modelli recenti in classe energetica superiore alla A, molto efficienti, caratterizzati da bassi consumi energetici, ed è preferibile orientarsi tra quelli dotati di tecnologia inverter che adeguano la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento.

risc_7 Stufa biomassa con aria forzata

Per rinnovare l'impianto di riscaldamento, potresti valutare l'installazione di una **stufa a biomassa ad aria forzata** che utilizza, come combustibile, legna o pellet, e riscalda l'aria diffondendola velocemente e in modo omogeneo all'interno dell'ambiente. Alcuni modelli di stufe sono anche canalizzabili e consentono di riscaldare contemporaneamente più ambienti della stessa abitazione richiedendo in questo caso la realizzazione di una tubatura a parete o nel controsoffitto e l'installazione di diffusori negli ambienti da riscaldare. **Le stufe alimentate a legna** hanno un minor costo iniziale d'acquisto e sono di semplice funzionamento, sono tuttavia caratterizzate da bassi rendimenti pari circa all'80% legati alla difficoltà di reperire legna a basso contenuto di umidità; inoltre, non essendo automatizzate, richiedono la presenza continua dell'utente per l'alimentazione del focolare e per la regolazione dell'andamento della combustione. Oltretutto essendo la legna molto voluminosa richiede spazio necessario allo stoccaggio. **Le stufe a pellet** hanno invece rendimenti maggiori (90%) rispetto alle stufe alimentate a legna, sono decisamente più performanti ed hanno un costo iniziale di acquisto superiore. La biomassa ha un bassissimo livello di umidità ed è di più facile stoccaggio e questa soluzione non richiede il continuo caricamento del materiale nel focolare in quanto è dotata di un sistema di controllo elettronico che ottimizza costantemente la combustione, con il corretto dosaggio di pellet e dell'aria comburente. Per assicurare un corretto funzionamento e una buona efficienza del sistema nel tempo, occorre effettuare la manutenzione ordinaria della stufa, che consiste nella pulizia del braciere, del cassetto portacenere e del vetro, e che garantisce il corretto afflusso d'aria nella camera di combustione.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare l'installazione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata** per il riscaldamento degli ambienti. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I sistemi canalizzati possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_6 Caldaia a biomassa con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e la casa dispone di uno spazio abbastanza grande da adibire a centrale termica, ti consigliamo, per il sistema di riscaldamento, di valutare l'installazione di una caldaia a biomassa (a legna o a pellet) con pannelli radianti a bassa temperatura. Si tratta di un sistema caratterizzato da elevati rendimenti che pur avendo un costo d'acquisto maggiore rispetto alle caldaie a gas, consente di ridurre le spese di gestione essendo il costo della legna o del pellet sensibilmente inferiore a quello del gas. Questo sistema, se abbinato ai pannelli radianti che lavorano a bassa temperatura, consente di erogare il calore per

irraggiamento in maniera uniforme dal basso verso l'alto, garantendo un elevato livello di comfort grazie al mantenimento di una temperatura ideale in tutti gli ambienti dell'abitazione. I punti deboli di questa tecnologia rimangono lo stoccaggio del combustibile, il caricamento dello stesso nella caldaia e la costante manutenzione. Le caldaie a legna necessitano di un intervento e di una manutenzione giornaliera della carica della legna, mentre le caldaie a pellet hanno un caricamento automatizzato del combustibile che riguarda generalmente carichi settimanali o mensili e una pulizia stagionale. Occorre tener presente che questo sistema richiede anche la disponibilità all'interno dell'abitazione di uno spazio per lo stoccaggio del combustibile a biomassa. Anche questo sistema, affinché la caldaia funzioni al meglio richiede che siano effettuate regolarmente pulizia e manutenzione dell'impianto. La regolare manutenzione della caldaia consentirà così di prevenire eventuali problemi in piena stagione e di ottimizzare il rendimento dell'impianto.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare come sistema di riscaldamento una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: nessun sistema (risc_22)

Nell'abitazione non risulta essere presente alcun sistema di climatizzazione invernale.

Suggerimenti per intervento leggero

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare l'installazione di un sistema a pompa di calore con split per il riscaldamento degli ambienti che utilizza come vettore energetico l'energia elettrica. Questo sistema può essere mono o multi split e in quest'ultimo caso, una unità esterna, che deve essere installata all'esterno dell'abitazione, può servire più unità interne (split) installate in diversi ambienti della casa. Esistono modelli recenti in classe energetica superiore alla A, molto efficienti, caratterizzati da bassi consumi energetici, ed è preferibile orientarsi tra quelli dotati di tecnologia inverter che adeguano la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento.

risc_7 Stufa biomassa con aria forzata

Per rinnovare l'impianto di riscaldamento potresti valutare l'installazione di una **stufa a biomassa ad aria forzata** che utilizza, come combustibile, legna o pellet, e riscalda l'aria diffondendola velocemente e in modo omogeneo all'interno dell'ambiente. Alcuni modelli di stufe sono anche canalizzabili e consentono di riscaldare contemporaneamente più ambienti della stessa abitazione richiedendo in questo caso la realizzazione di una tubatura a parete o nel controsoffitto e l'installazione di diffusori negli ambienti da riscaldare. **Le stufe alimentate a legna** hanno un minor costo iniziale d'acquisto e sono di semplice funzionamento, sono tuttavia caratterizzate da bassi rendimenti pari circa all'80% legati alla difficoltà di reperire legna a basso contenuto di umidità; inoltre, non essendo automatizzate, richiedono la presenza continua dell'utente per l'alimentazione del focolare e per la regolazione dell'andamento della combustione. Oltretutto essendo la legna molto voluminosa richiede spazio necessario allo stoccaggio. **Le stufe a pellet** hanno invece rendimenti maggiori (90%) rispetto alle stufe alimentate a legna, sono decisamente più performanti ed hanno un costo iniziale di acquisto superiore. La biomassa ha un bassissimo livello di umidità ed è di più facile stoccaggio e questa soluzione non richiede il continuo caricamento del materiale nel focolare

in quanto è dotata di un sistema di controllo elettronico che ottimizza costantemente la combustione, con il corretto dosaggio di pellet e dell'aria comburente. Per assicurare un corretto funzionamento e una buona efficienza del sistema nel tempo, occorre effettuare la manutenzione ordinaria della stufa, che consiste nella pulizia del braciere, del cassetto portacenere e del vetro, e che garantisce il corretto afflusso d'aria nella camera di combustione.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare l'installazione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata** per il riscaldamento degli ambienti. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I sistemi canalizzati possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_6 Caldaia a biomassa con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e la casa dispone di uno spazio abbastanza grande da adibire a centrale termica, ti consigliamo, per il sistema di riscaldamento, di valutare l'installazione di una caldaia a biomassa (a legna o a pellet) con pannelli radianti a bassa temperatura. Si tratta di un sistema caratterizzato da elevati rendimenti che pur avendo un costo d'acquisto maggiore rispetto alle caldaie a gas, consente di ridurre le spese di gestione essendo il costo della legna o del pellet sensibilmente inferiore a quello del gas. Questo sistema, se abbinato ai pannelli radianti che lavorano a bassa temperatura, consente di erogare il calore per irraggiamento in maniera uniforme dal basso verso l'alto, garantendo un elevato livello di comfort grazie al mantenimento di una temperatura ideale in tutti gli ambienti dell'abitazione. I punti deboli di questa tecnologia rimangono lo stoccaggio del combustibile, il caricamento dello stesso nella caldaia e la costante manutenzione. Le caldaie a legna necessitano di un intervento e di una manutenzione giornaliera della carica della legna, mentre le caldaie a pellet hanno un caricamento automatizzato del combustibile che riguarda generalmente carichi settimanali o mensili e una pulizia stagionale. Occorre tener presente che questo sistema richiede anche la disponibilità all'interno dell'abitazione di uno spazio per lo stoccaggio del combustibile a biomassa. Anche questo sistema, affinché la caldaia funzioni al meglio richiede che siano effettuate regolarmente pulizia e manutenzione dell'impianto. La regolare manutenzione della caldaia consentirà così di prevenire eventuali problemi in piena stagione e di ottimizzare il rendimento dell'impianto.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare come sistema di riscaldamento una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Pompa di calore (split) vecchi modelli (pre 2010) (risc_9)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è una pompa di calore (split) vecchio modello che consente sia di riscaldare che di raffrescare gli ambienti dell'abitazione.

Suggerimenti di manutenzione

Affinchè il sistema possa continuare a garantire delle buone prestazioni, ti consigliamo di effettuare la manutenzione dell'impianto, di provvedere alla pulizia dello scambiatore di calore e alla sanificazione dei filtri dell'aria. È inoltre importante verificare ciclicamente che la griglia di protezione posta sulla macchina esterna non sia ostruita da materiali impropri come ad esempio sacchetti o foglie secche che ostacolano la ventilazione.

Suggerimenti per intervento leggero

risc_10 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se vuoi ammodernare il vecchio generatore di calore, potresti valutare di installare un modello più recente di pompa di calore con split, di classe energetica superiore alla A, efficiente e silenzioso, caratterizzato da bassi consumi energetici, e preferibilmente dotato di tecnologia inverter, in grado quindi di modulare la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_26 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento, potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli a **pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

Risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare l'installazione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata**. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati e raffrescati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I sistemi canalizzati possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano e raffrescano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Pompa di calore (split) modelli recenti (risc_10)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è una pompa di calore (split) modelli recenti, un sistema che consente sia di riscaldare che di raffrescare gli ambienti dell'abitazione.

Suggerimenti di manutenzione

Affinchè il sistema di riscaldamento/raffrescamento possa nel tempo garantire elevate prestazioni, ti consigliamo di effettuare la manutenzione dell'impianto, di provvedere alla pulizia dello scambiatore di calore e alla sanificazione dei filtri dell'aria. È inoltre importante verificare ciclicamente che la griglia di protezione posta sulla macchina esterna non sia ostruita da materiali impropri come ad esempio sacchetti o foglie secche che ostacolano la ventilazione.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_26 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento, potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli a **pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare l'installazione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata**. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati e raffrescati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I sistemi canalizzati possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano e raffrescano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Pompa di calore aria-acqua con fancoil vecchi modelli (pre 2010) (risc_11)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è una pompa di calore aria-acqua con fancoil vecchi modelli.

Suggerimenti di manutenzione

Il funzionamento ottimale della pompa di calore dipende dalla **manutenzione ordinaria**. Per questa ragione si consiglia di effettuare periodicamente la pulizia dei filtri dei fancoil che assicura sia un'efficienza costante che una corretta azione purificante dell'aria.

Suggerimenti per intervento leggero

risc_12 **Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti**

Se vuoi ammodernare il vecchio generatore di calore, potresti valutare di installare un modello di pompa di calore aria-acqua più recente, di classe energetica superiore alla A, più efficiente e silenzioso, caratterizzato da consumi energetici inferiori. Alcuni di questi modelli consentono anche la produzione di acqua calda sanitaria.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_26 **Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura**

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento, potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli **a pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

Risposta: Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti (risc_12)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è una pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti, un sistema che consente sia di riscaldare gli ambienti dell'abitazione che di produrre acqua calda sanitaria.

Suggerimenti di manutenzione

Il funzionamento ottimale della pompa di calore dipende dalla **manutenzione ordinaria**. Per questa ragione si consiglia di effettuare periodicamente la pulizia dei filtri dei fancoil che assicura sia un'efficienza costante che una corretta azione purificante dell'aria.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_26 **Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura**

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento, potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli **a pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarà in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

Risposta: Pompa di calore ad aria canalizzata vecchi modelli (pre 2010) (risc_13)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è la pompa di calore ad aria canalizzata vecchi modelli.

Suggerimenti di manutenzione

Si consiglia di effettuare una manutenzione regolare della pompa di calore, da cui dipende il suo funzionamento e la sua efficienza. Per questa ragione si raccomanda di effettuare periodicamente la pulizia delle griglie delle bocchette di erogazione dell'aria e dei filtri dell'aria.

Per ridurre i consumi energetici e per gestire il controllo della temperatura nei diversi ambienti dell'abitazione potresti valutare di installare delle specifiche **serrande motorizzate** sulle bocchette dell'aria.

Suggerimenti per intervento leggero

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se l'impianto è obsoleto e non riesce più a soddisfare il comfort desiderato, potresti valutare di sostituirlo con una pompa di calore ad aria canalizzata più recente, più **efficiente ed innovativa**, che possa assicurarti al contempo sia il giusto benessere che consumi ridotti.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_26 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento, potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli **a pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano e raffrescano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti (risc_14)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è la pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti.

Suggerimenti di manutenzione

Il funzionamento ottimale della pompa di calore dipende dalla sua **manutenzione**. Per questa ragione si consiglia di effettuare periodicamente la pulizia delle griglie delle bocchette di erogazione dell'aria.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_26 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento, potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli **a pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

Risposta: Pompa calore (aria - acqua) modelli recenti con pavimento o soffitto radiante (risc_26)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è un sistema a pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pavimento o soffitto radiante. Si tratta di un sistema efficiente caratterizzato da bassi consumi e da un elevato comfort.

Suggerimenti di manutenzione

Ti consigliamo di effettuare la manutenzione regolare dell'impianto che ti consentirà di individuare eventuali guasti e anomalie e di garantire quindi una migliore efficienza dell'impianto e un miglior comfort.

Risposta: Pompa calore (aria - acqua) modelli recenti con radiatori a muro (risc_27)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è un sistema a pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con radiatori a muro, generalmente adoperato anche per la produzione di acqua calda sanitaria.

Suggerimenti di manutenzione

Ti consigliamo di effettuare la manutenzione regolare dell'impianto che ti consentirà di individuare eventuali guasti e anomalie e di garantire quindi una migliore efficienza dell'impianto e un miglior comfort.

Alcune semplici operazioni ti consentiranno di risparmiare sui consumi in bolletta:

- Evita di mettere ostacoli davanti e sopra i termosifoni per non disperdere e sprecare calore;
- Prima di accendere i termosifoni rimuovi la polvere superficiale e dopo aver spento la caldaia procedere con lo spurgo dell'impianto;
- Controlla la temperatura ambiente e non impostarla oltre i 22 °C, ogni grado in meno ti consentirà di risparmiare energia;
- Utilizza cronotermostati intelligenti che ti consentono di impostare la temperatura e il tempo di accensione dell'impianto direttamente dallo smartphone permettendoti di risparmiare energia;
- Applica su ciascun termosifone una valvola termostatica che consente di mantenere la temperatura impostata evitando sprechi di energia.

Suggerimenti per intervento pesante

risc_26 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento, potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli **a pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarà in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

risc_14 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare l'installazione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata**. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati e raffrescati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I sistemi canalizzati possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione potresti valutare di installare, come sistema di riscaldamento/raffrescamento, una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano e raffrescano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Un punto debole di questa

tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Pompa di calore centralizzata e fancoil vecchia installazione (pre 2010) (risc_24)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è un sistema a pompa di calore centralizzata e fancoil di vecchia installazione.

Suggerimenti di manutenzione

Questa tecnologia non richiede particolari attenzioni circa la sua manutenzione, ma la parte alla quale bisogna prestare più attenzione è proprio il filtro dei fancoil che deve essere rimosso e lavato periodicamente.

Suggerimenti per intervento leggero

risc_25 Pompa di calore centralizzata e fancoil recente installazione

Se vuoi ammodernare il vecchio generatore di calore, potresti valutare assieme agli altri condomini, di installare un modello più recente di pompa di calore, di classe energetica superiore alla A, più efficiente e silenzioso e caratterizzato da consumi energetici inferiori.

Suggerimenti per intervento pesante

Se non sei soddisfatto di questo tipo di sistema impiantistico, potresti valutare la possibilità di passare ad una tipologia di **riscaldamento/raffrescamento autonomo a pompa di calore** valutando, assieme ad un tecnico specializzato, i pro e i contro che ne derivano.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi distaccarti dall'impianto centralizzato di climatizzazione e vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare, come sistema autonomo, una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_26 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi distaccarti dall'impianto centralizzato di climatizzazione e sei intenzionato a ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare, come sistema autonomo, un modello a **pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

Risposta: Pompa di calore centralizzata e fancoil recente installazione (risc_25)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è un sistema a pompa di calore centralizzata e fancoil di recente installazione.

Suggerimenti di manutenzione

Questa tecnologia non richiede particolari attenzioni circa la sua manutenzione, tuttavia, la parte alla quale bisogna prestare più attenzione è proprio il filtro dei fancoil che deve essere rimosso e lavato periodicamente.

Suggerimenti per intervento pesante

Se non sei soddisfatto di questo tipo di sistema impiantistico, potresti valutare la possibilità di passare ad una tipologia di riscaldamento/raffrescamento autonomo a pompa di calore valutando, assieme ad un tecnico specializzato, i pro e i contro che ne derivano.

risc_12 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi distaccarti dall'impianto centralizzato di climatizzazione e vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare, come sistema di climatizzazione autonomo, una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano e raffrescano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

risc_26 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi distaccarti dal riscaldamento centralizzato e sei intenzionato a ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare come sistema di riscaldamento autonomo un modello a **pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

Tabella 3.1 - Schema delle relazioni tra impianti esistenti e impianti per il retrofit

cod	Impianto presente	retro	retro_l	retro_p
risc_1	Caldaia tradizionale con termosifoni, vecchia installazione	N	risc_3, risc_7, risc_5	risc_4, risc_10, risc_12, risc_14, risc_27, risc_26, risc_6
risc_2	Caldaia tradizionale con termosifoni, recente installazione	N	risc_3, risc_7, risc_5	risc_4, risc_10, risc_12, risc_14, risc_27, risc_26, risc_6
risc_3	Caldaia condensazione con termosifoni	S		risc_4, risc_10, risc_12, risc_14, risc_27, risc_26, risc_6
risc_4	Caldaia condensazione con pannelli radianti a bassa temperatura/ riscaldamento a pavimento	S		
risc_9	Pompa calore (split) vecchi modelli (pre 2010)	N	risc_10	risc_12, risc_14, risc_26
risc_10	Pompa calore (split) modelli recenti	S		risc_26
risc_11	Pompa calore (aria - acqua) con fancoil vecchi modelli (pre 2010)	N	risc_12	risc_12, risc_14, risc_26
risc_12	Pompa calore (aria - acqua) con fancoil modelli recenti	S		risc_26
risc_13	Pompa calore ad aria canalizzata vecchi modelli (pre 2010)	N	risc_14	risc_12, risc_26
risc_14	Pompa calore ad aria canalizzata modelli recenti	S		risc_26
risc_26	Pompa calore (aria - acqua) modelli recenti con pavimento o soffitto radiante	S		
risc_27	Pompa calore (aria - acqua) modelli recenti con radiatori a muro	S		risc_12, risc_14, risc_26
risc_5	Caldaia a biomassa con termosifoni	N		risc_6, risc_10, risc_12, risc_14
risc_6	Caldaia a biomassa con pannelli radianti a bassa temperatura/ riscaldamento a pavimento	S		
risc_7	Stufa biomassa con aria forzata	S		risc_10, risc_12, risc_14
risc_15	Stufette elettriche irraggiamento o ad aria calda, termoconvettori elettrici	N	risc_10, risc_7	risc_12, risc_14, risc_6
risc_16	Camino tradizionale o similare	N	risc_10, risc_7	risc_12, risc_14, risc_6
risc_17	Stufette a gas	N	risc_10, risc_7	risc_12, risc_14, risc_6
risc_18	Caldaia centralizzata a gasolio tradizionale e termosifoni vecchia installazione	N	risc_19	risc_10, risc_12, risc_14
risc_19	Caldaia centralizzata a gasolio tradizionale e termosifoni recente installazione	S		risc_10, risc_12, risc_14
risc_20	Caldaia centralizzata a condensazione e pannelli radianti/pavimento vecchia installazione	N	risc_21	risc_10, risc_12, risc_14
risc_21	Caldaia centralizzata a condensazione e pannelli radianti/pavimento recente installazione	S		risc_10, risc_12, risc_14
risc_24	Pompa di Calore centralizzata e fancoil vecchia installazione (pre 2010)	N	risc_25	risc_10, risc_14
risc_25	Pompa di Calore centralizzata e fancoil recente installazione	S		risc_10, risc_14
risc_22	nessun sistema	N	risc_10, risc_7	risc_12, risc_14, risc_6

4 Testi Raffrescamento

Risposta: Pompa di calore (split) vecchi modelli (pre 2010) (raff_1)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è una pompa di calore (split) vecchio modello che consente sia di riscaldare che di raffrescare gli ambienti dell'abitazione.

Suggerimenti di manutenzione

Affinchè il sistema possa continuare a garantire delle buone prestazioni ti consigliamo di effettuare la manutenzione dell'impianto, di provvedere alla pulizia dello scambiatore di calore e alla sanificazione dei filtri dell'aria. È inoltre importante verificare ciclicamente che la griglia di protezione posta sulla macchina esterna non sia ostruita da materiali impropri come ad esempio sacchetti o foglie secche che ostacolano la ventilazione.

Suggerimenti per intervento leggero

raff_2 Pompa di calore (split) modelli recenti

Se vuoi ammodernare il vecchio generatore sistema, potresti valutare di installare un modello più recente di pompa di calore con split, di classe energetica superiore alla A, efficiente e silenzioso, caratterizzato da bassi consumi energetici, e preferibilmente dotato di tecnologia inverter, in grado quindi di modulare la potenza all'effettiva necessità riducendo i cicli di accensione e spegnimento.

Suggerimenti per intervento pesante

raff_12 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento, potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli a **pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

Raff_6 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare l'installazione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata**. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati e raffrescati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I sistemi canalizzati possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Raff_4 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano e raffrescano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Pompa di calore (split) modelli recenti (raff_2)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è una pompa di calore (split) modelli recenti, un sistema che consente sia di riscaldare che di raffrescare gli ambienti dell'abitazione.

Suggerimenti di manutenzione

Affinchè il sistema di riscaldamento/raffrescamento possa nel tempo garantire elevate prestazioni, ti consigliamo di effettuare la manutenzione dell'impianto, di provvedere alla pulizia dello scambiatore di calore e alla sanificazione dei filtri dell'aria. È inoltre importante verificare ciclicamente che la griglia di protezione posta sulla macchina esterna non sia ostruita da materiali impropri come ad esempio sacchetti o foglie secche che ostacolano la ventilazione.

Suggerimenti per intervento pesante

raff_12 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento, potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli a **pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

raff_6 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare l'installazione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata**. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati e raffrescati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I sistemi canalizzati possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

raff_4 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano e raffrescano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Pompa di calore aria-acqua con fancoil vecchi modelli (pre 2010) (raff_3)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è una pompa di calore aria-acqua con fancoil vecchi modelli.

Suggerimenti di manutenzione

Il funzionamento ottimale della pompa di calore dipende dalla **manutenzione ordinaria**. Per questa ragione si consiglia di effettuare periodicamente la pulizia dei filtri dei fancoil che assicura sia un'efficienza costante che una corretta azione purificante dell'aria.

Suggerimenti per intervento leggero

raff_4 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ammodernare il vecchio sistema, potresti valutare di installare un modello di pompa di calore aria-acqua più recente, di classe energetica superiore alla A, più efficiente e silenzioso, caratterizzato da consumi energetici inferiori. Alcuni di questi modelli consentono anche la produzione di acqua calda sanitaria.

Suggerimenti per intervento pesante

raff_12 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento, potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli **a pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

Risposta: Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti (raff_4)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è una pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti, un sistema che consente sia di riscaldare gli ambienti dell'abitazione che di produrre acqua calda sanitaria.

Suggerimenti di manutenzione

Il funzionamento ottimale della pompa di calore dipende dalla **manutenzione ordinaria**. Per questa ragione si consiglia di effettuare periodicamente la pulizia dei filtri dei fancoil che assicura sia un'efficienza costante che una corretta azione purificante dell'aria.

Suggerimenti per intervento pesante

raff_12 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento, potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli **a pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarà in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

Risposta: Pompa di calore ad aria canalizzata vecchi modelli (pre 2010) (raff_5)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è la pompa di calore ad aria canalizzata vecchi modelli.

Suggerimenti di manutenzione

Si consiglia di effettuare una manutenzione regolare della pompa di calore, da cui dipende il suo funzionamento e la sua efficienza. Per questa ragione si raccomanda di effettuare periodicamente la pulizia delle griglie delle bocchette di erogazione dell'aria e dei filtri dell'aria.

Per ridurre i consumi energetici e per gestire il controllo della temperatura nei diversi ambienti dell'abitazione potresti valutare di installare delle specifiche **serrande motorizzate** sulle bocchette dell'aria.

Suggerimenti per intervento leggero

raff_6 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se invece il tuo impianto è obsoleto e non riesce più a soddisfare il comfort desiderato, potresti valutare di sostituirlo con una pompa di calore ad aria canalizzata più recente, più **efficiente ed innovativa**, che possa assicurarti al contempo sia il giusto benessere che consumi ridotti.

Suggerimenti per intervento pesante

raff_12 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento, potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli **a pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

raff_4 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano e raffrescano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti (raff_6)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è la pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti.

Suggerimenti di manutenzione

Il funzionamento ottimale della pompa di calore dipende dalla sua **manutenzione**. Per questa ragione si consiglia di effettuare periodicamente la pulizia delle griglie delle bocchette di erogazione dell'aria.

Suggerimenti per intervento pesante

raff_12 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento, potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli **a pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

Risposta: Pompa calore (aria - acqua) modelli recenti con pavimento o soffitto radiante

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è un sistema a pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pavimento o soffitto radiante. Si tratta di un sistema efficiente caratterizzato da bassi consumi e da un elevato comfort.

Suggerimenti di manutenzione

Ti consigliamo di effettuare la manutenzione regolare dell'impianto che ti consentirà di individuare eventuali guasti e anomalie e di garantire quindi una migliore efficienza dell'impianto e un miglior comfort.

Risposta: Pompa calore (aria - acqua) modelli recenti con radiatori a muro (raff_13)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è un sistema a pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con radiatori a muro, generalmente adoperato anche per la produzione di acqua calda sanitaria.

Suggerimenti di manutenzione

Ti consigliamo di effettuare la manutenzione regolare dell'impianto che ti consentirà di individuare eventuali guasti e anomalie e di garantire quindi una migliore efficienza dell'impianto e un miglior comfort.

Alcune semplici operazioni ti consentiranno di risparmiare sui consumi in bolletta:

- Evita di mettere ostacoli davanti e sopra i termosifoni per non disperdere e sprecare calore;
- Prima di accendere i termosifoni rimuovi la polvere superficiale e dopo aver spento la caldaia procedere con lo spurgo dell'impianto;
- Controlla la temperatura ambiente e non impostarla oltre i 22 °C, ogni grado in meno ti consentirà di risparmiare energia;
- Utilizza cronotermostati intelligenti che ti consentono di impostare la temperatura e il tempo di accensione dell'impianto direttamente dallo smartphone permettendoti di risparmiare energia;
- Applica su ciascun termosifone una valvola termostatica che consente di mantenere la temperatura impostata evitando sprechi di energia.

Suggerimenti per intervento pesante

raff_12 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi ristrutturare l'abitazione e non sei soddisfatto dell'attuale sistema di riscaldamento/raffrescamento potresti valutare l'adozione di altre soluzioni impiantistiche più efficienti come i modelli a **pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarà in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

raff_6 Pompa di calore ad aria canalizzata modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare l'installazione di un sistema a **pompa di calore ad aria canalizzata**. Questo tipo di sistema è progettato per riscaldare e raffrescare l'intera unità immobiliare e per essere installato occorre effettuare tutta una serie di opere murarie che riguardano generalmente la realizzazione di una contro-soffittatura della zona dove verrà posizionata l'unità interna e dei condotti coibentati di adduzione dell'aria trattata. Questa soluzione consente di risparmiare spazio in casa in quanto tutti gli ambienti possono essere riscaldati e raffrescati evitando di installare in ciascuno di essi uno split che può risultare sia antiestetico che ingombrante. I sistemi canalizzati possono essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

raff_4 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare, come sistema di riscaldamento/raffrescamento, una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano e raffrescano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Un punto debole di questa

tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Risposta: Pompa di calore centralizzata e fancoil vecchia installazione (pre 2010) (raff_7)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è un sistema a pompa di calore centralizzata e fancoil di vecchia installazione.

Suggerimenti di manutenzione

Questa tecnologia non richiede particolari attenzioni circa la sua manutenzione, ma la parte alla quale bisogna prestare più attenzione è proprio il filtro dei fancoil che deve essere rimosso e lavato periodicamente.

Suggerimenti per intervento leggero

raff_10 Pompa di calore centralizzata e fancoil recente installazione

Se vuoi ammodernare il vecchio generatore di calore, potresti valutare assieme agli altri condomini, di installare un modello più recente di pompa di calore, di classe energetica superiore alla A, più efficiente e silenzioso e caratterizzato da consumi energetici inferiori.

Suggerimenti per intervento pesante

Se non sei soddisfatto di questo tipo di sistema impiantistico, potresti valutare la possibilità di passare ad una tipologia di **riscaldamento/raffrescamento autonomo a pompa di calore** valutando, assieme ad un tecnico specializzato, i pro e i contro che ne derivano.

Raff_4 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi distaccarti dall'impianto centralizzato di climatizzazione e vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare, come sistema autonomo, una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

Raff_12 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi distaccarti dall'impianto centralizzato di climatizzazione e sei intenzionato a ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare, come sistema autonomo, un modello a **pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

Risposta: Pompa di calore centralizzata e fancoil recente installazione (raff_10)

L'impianto di climatizzazione presente nell'abitazione è un sistema a pompa di calore centralizzata e fancoil di recente installazione.

Suggerimenti di manutenzione

Questa tecnologia non richiede particolari attenzioni circa la sua manutenzione, tuttavia, la parte alla quale bisogna prestare più attenzione è proprio il filtro dei fancoil che deve essere rimosso e lavato periodicamente.

Suggerimenti per intervento pesante

Se non sei soddisfatto di questo tipo di sistema impiantistico, potresti valutare la possibilità di passare ad una tipologia di **riscaldamento/raffrescamento autonomo a pompa di calore** valutando, assieme ad un tecnico specializzato, i pro e i contro che ne derivano.

raff_4 Pompa di calore aria-acqua con fancoil modelli recenti

Se vuoi distaccarti dall'impianto centralizzato di climatizzazione e vuoi ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare, come sistema di climatizzazione autonomo, una **pompa di calore aria-acqua con fancoil (ventilconvettori)**. I ventilconvettori lavorano ad una temperatura di mandata bassa (circa 35-50 °C), scaldano e raffrescano rapidamente e permettono di risparmiare; di contro non hanno una buona capacità termica quindi appena vengono spenti si raffreddano velocemente, e se la casa non è ben isolata si rischia di non garantire più il benessere all'interno degli ambienti. Si tratta di un intervento che consente di sfruttare la bivalenza della pompa di calore che può essere adoperata sia per riscaldare che per raffrescare gli ambienti. Un punto debole di questa tecnologia potrebbe derivare dal movimento dell'aria generato che in alcuni casi può causare fastidio, bisogna inoltre valutare gli spazi in casa per la sua installazione. I nuovi sistemi possono inoltre essere programmati e gestiti da remoto, sono inoltre molto silenziosi e in grado di garantire elevati livelli di comfort grazie alla diffusione omogenea dell'aria negli ambienti.

raff_12 Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pannelli radianti a bassa temperatura

Se vuoi distaccarti dal riscaldamento centralizzato e sei intenzionato a ristrutturare l'abitazione, potresti valutare di installare come sistema di riscaldamento autonomo un modello a **pompa di calore aria-acqua in abbinamento a pannelli radianti a bassa temperatura** in grado sia di climatizzare gli ambienti che di produrre acqua calda sanitaria in maniera sostenibile. In questo caso, **se l'abitazione non è dotata di un buon isolamento termico** è consigliabile realizzare un buon cappotto in quanto la pompa, a causa delle dispersioni di calore, non sarebbe in grado di garantire la massima efficienza ed il comfort desiderato.

Tabella 4.1 - Schema delle relazioni tra impianti di raffrescamento esistenti e impianti per il retrofit.

cod	impianto esistente	retro	retro_l	retro_p
raff_1	Pompa calore (split) vecchi modelli (pre 2010)	N	raff_2	raff_4, raff_6, raff_9
raff_2	Pompa calore (split) modelli recenti	S		
raff_3	Pompa calore (aria-acqua) con fancoil vecchi modelli (pre 2010)	N	raff_4	
raff_4	Pompa calore (aria-acqua) con fancoil modelli recenti	S		
raff_5	Pompa di calore ad aria canalizzata vecchi modelli (pre 2010)	N	raff_7	raff_4, raff_9
raff_6	Pompa calore ad aria canalizzata modelli recenti	S		
raff_7	Pompa di calore centralizzata e fancoil vecchia installazione (pre 2010)	N	raff_10	raff_4, raff_6, raff_9
raff_8	Nessun sistema	N	raff_2	raff_4, raff_6, raff_9, raff_11
raff_10	Pompa di calore centralizzata e fancoil recente installazione	S		
raff_9	Ventilatori elettrici	N	raff_2	raff_4, raff_6, raff_9, raff_11
raff_11	Altri sistemi, descrivi nelle note finali	N		
raff_12	Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con pavimento o soffitto radiante	S		
raff_13	Pompa di calore (aria-acqua) modelli recenti con radiatori a muro	S		

5 Testi Acqua Calda Sanitaria (ACS)

Testo sempre riportato

La scelta del sistema di riscaldamento e raffrescamento degli ambienti e di produzione di acqua calda sanitaria dipende da molti fattori: dallo stato dell'immobile (se si tratta di una nuova o vecchia abitazione), dal numero di componenti familiari, dal budget disponibile, dalle abitudini di vita in casa e da quanto tempo si trascorre in essa. Questo potrà essere valutato insieme ad un tecnico specializzato che ti saprà indirizzare verso la soluzione migliore per l'abitazione di tuo interesse. In questa sezione troverai dei suggerimenti generali calibrati sulle risposte inserite nel questionario

Risposta: scaldabagno elettrico (ACS_1)

L'attuale sistema di produzione di acqua calda sanitaria presente nell'abitazione è un **boiler elettrico**, caratterizzato da elevati consumi energetici e da una produzione di acqua calda sanitaria limitata alle dimensioni del serbatoio.

Suggerimenti di manutenzione

Se non è già presente, valuta di applicare un **interruttore a tempo** sulla presa della corrente per programmare l'accensione e lo spegnimento del dispositivo e verifica che l'installazione dello scaldabagno non sia all'esterno della casa per limitare le dispersioni di calore. Se fai un uso discontinuo e limitato d'acqua (ad es. come in cucina) considera l'installazione di uno **scaldabagno elettrico istantaneo al posto di uno ad accumulo** che, in assenza di serbatoio, permette di ridurre il consumo energetico rispetto ai modelli con accumulo grazie alla capacità del sistema di accendersi e spegnersi esattamente nel momento in cui si apre e si chiude il rubinetto.

Suggerimenti per intervento leggero

ACS_4 Scaldino a gas a condensazione

Se fai un utilizzo intensivo di acqua calda sanitaria, potresti valutare, come alternativa all'utilizzo dello scaldabagno elettrico, lo scaldino istantaneo a gas a condensazione, che ad oggi rappresenta, tra tutti i tipi di boiler a gas, il dispositivo più adoperato, in quanto caratterizzato da un minor consumo energetico. Il costo del gas è più basso rispetto alla corrente elettrica e questa soluzione consente di avere disponibilità costante di acqua calda, senza doversi preoccupare della capienza del serbatoio. Occorre comunque tenere presente che lo scaldino a gas per poter entrare in funzione ha bisogno di essere collegato alla rete del gas domestico (metano) oppure al gpl ed è quindi necessario disporre o di uno spazio da riservare per l'allocazione della bombola di gas o avere accesso al gas di città.

ACS_5 Scaldabagno a pompa di calore

Se hai una famiglia numerosa o se prevedi un utilizzo intensivo di acqua calda sanitaria potresti valutare l'installazione di uno **scaldabagno a pompa di calore** caratterizzato da una resa 3,5 volte superiore rispetto allo scaldabagno elettrico tradizionale. Si tratta di una soluzione che consente di ridurre notevolmente la bolletta e l'impatto ambientale, a fronte di un maggior investimento iniziale per l'acquisto. Tieni presente che per la sua installazione, a seconda delle dimensioni del bollitore è necessario disporre all'interno dell'abitazione di un locale tecnico isolato per evitare di avere dispersioni di calore.

Suggerimenti per intervento pesante

ACS_7 integrato con pompa di calore per climatizzazione

Se stai pensando di ristrutturare casa potresti valutare la possibilità di installare una **pompa di calore per la climatizzazione e per la produzione di acqua calda sanitaria**. Si tratta di una soluzione impiantistica ecologica che in condizioni ottimali consuma poco ed ha un'efficienza migliore rispetto ai sistemi a caldaia e se accoppiato con un sistema fotovoltaico consente di ridurre ulteriormente i consumi. Alla **pompa di calore utilizzata per la climatizzazione** viene aggiunto un serbatoio d'accumulo per la produzione dell'acqua calda

ad uso sanitario che può essere più o meno ingombrante, quindi prima di acquistare l'impianto occorre **valutare gli spazi a disposizione.**

Risposta: scaldino istantaneo a gas tradizionale (ACS_2)

L'attuale sistema di produzione di acqua calda sanitaria presente nell'abitazione è lo scaldino a GAS tradizionale che consente di riscaldare l'acqua immediatamente nel momento in cui si apre il rubinetto utilizzando un combustibile fossile come metano, GPL o propano.

Suggerimenti di manutenzione

Per garantire nel tempo l'efficienza del dispositivo ti ricordiamo che è sempre importante effettuare la manutenzione e la pulizia delle diverse componenti. Se l'uso di acqua è limitato o saltuario potrebbe essere conveniente **mantenere lo stesso sistema** di produzione di acqua calda sanitaria, sostituendolo in caso di mal funzionamento, con uno nuovo.

Suggerimenti per intervento leggero

ACS_4 Scaldino istantaneo a gas a condensazione

Se hai una famiglia numerosa o se prevedi un utilizzo intensivo di acqua calda sanitaria potresti valutare l'installazione di uno **scaldino istantaneo a gas a condensazione**, caratterizzato da migliore efficienza e semplicità di installazione.

ACS_5 Scaldabagno a pompa di calore

Se vuoi eliminare il gas, o se hai una famiglia numerosa o se prevedi un utilizzo intensivo di acqua calda sanitaria potresti valutare l'installazione di uno **scaldabagno a pompa di calore** caratterizzato da una resa 3,5 volte superiore rispetto allo scaldabagno elettrico tradizionale. Si tratta di una soluzione che consente di ridurre notevolmente la bolletta e l'impatto ambientale, a fronte di un maggior investimento iniziale per l'acquisto rispetto ad uno scaldino a gas. Tieni presente che per la sua installazione, a seconda delle dimensioni del bollitore è necessario disporre all'interno dell'abitazione di un locale tecnico isolato dove poterlo collocare per evitare di avere dispersioni di calore.

Suggerimenti per intervento pesante

ACS_7 integrato con pompa di calore per climatizzazione

Se stai pensando di ristrutturare casa potresti valutare la possibilità di installare una **pompa di calore per la climatizzazione e per la produzione di acqua calda sanitaria**. Si tratta di una soluzione impiantistica ecologica che in condizioni ottimali consuma poco ed ha un'efficienza migliore rispetto ai sistemi a caldaia e se accoppiato con un sistema fotovoltaico consente di ridurre ulteriormente i consumi. Alla **pompa di calore utilizzata per la climatizzazione** viene aggiunto un serbatoio d'accumulo per la produzione dell'acqua calda ad uso sanitario che può essere più o meno ingombrante, quindi prima di acquistare l'impianto occorre **valutare gli spazi a disposizione.**

Risposta: scaldino istantaneo a gas tradizionale modello recente (ACS_3)

L'attuale sistema di produzione di acqua calda sanitaria presente nell'abitazione è lo scaldino a GAS tradizionale di recente installazione.

Suggerimenti di manutenzione

Se l'uso di acqua è limitato o saltuario potrebbe essere conveniente mantenere l'attuale sistema di produzione di acqua calda sanitaria. Ti consigliamo, per garantire nel tempo l'efficienza del dispositivo di eseguire costantemente la manutenzione e la pulizia delle diverse componenti.

Suggerimenti per intervento leggero

ACS_4 Scaldino istantaneo a gas a condensazione

Se hai una famiglia numerosa o se prevedi un utilizzo massiccio di acqua calda sanitaria potresti valutare l'installazione di uno **scaldino istantaneo a gas a condensazione**, caratterizzato da migliore efficienza e semplicità di installazione.

ACS_5 Scaldabagno a pompa di calore

Se vuoi eliminare il gas, o se hai una famiglia numerosa o se prevedi un utilizzo intensivo di acqua calda sanitaria potresti valutare l'installazione di uno **scaldabagno a pompa di calore** caratterizzato da una resa 3,5 volte superiore rispetto allo scaldabagno elettrico tradizionale. Si tratta di una soluzione che consente di ridurre notevolmente la bolletta e l'impatto ambientale, a fronte di un maggior investimento iniziale per l'acquisto rispetto ad uno scaldino a gas. Tieni presente che per la sua installazione, a seconda delle dimensioni del bollitore è necessario disporre all'interno dell'abitazione di un locale tecnico isolato dove poterlo collocare per evitare di avere dispersioni di calore.

Suggerimenti per intervento pesante

ACS_7 integrato con Pompa di calore per climatizzazione

Se stai pensando di ristrutturare casa potresti valutare la possibilità di installare una **pompa di calore per la climatizzazione e per la produzione di acqua calda sanitaria**. Si tratta di una soluzione impiantistica ecologica che in condizioni ottimali consuma poco ed ha un'efficienza migliore rispetto ai sistemi a caldaia e se accoppiato con un sistema fotovoltaico consente di ridurre ulteriormente i consumi. Alla **pompa di calore utilizzata per la climatizzazione** viene aggiunto un serbatoio d'accumulo per la produzione dell'acqua calda ad uso sanitario che può essere più o meno ingombrante, quindi prima di acquistare l'impianto occorre **valutare gli spazi a disposizione**.

Risposta: scaldino istantaneo a gas a condensazione (ACS_4)

L'attuale sistema di produzione di acqua calda sanitaria presente nell'abitazione è lo **scaldino istantaneo a gas a condensazione**. Questa tecnologia è ad oggi considerata una buona soluzione, in quanto caratterizzata da un minor consumo energetico grazie all'utilizzo del calore latente del vapore acqueo contenuto nei fumi di combustione, che può essere adoperato per preriscaldare l'acqua in ingresso all'apparecchio.

Suggerimenti di manutenzione

Per garantire l'efficienza dello scaldino nel tempo ti consigliamo di effettuare la manutenzione del dispositivo e l'eventuale pulizia dei componenti dell'apparecchio.

ACS_5 Scaldabagno a pompa di calore

Se vuoi eliminare il gas, o se hai una famiglia numerosa o se prevedi un utilizzo intensivo di acqua calda sanitaria potresti valutare l'installazione di uno **scaldabagno a pompa di calore** caratterizzato da una resa 3,5 volte superiore rispetto allo scaldabagno elettrico tradizionale. Si tratta di una soluzione che consente di ridurre notevolmente la bolletta e l'impatto ambientale, a fronte di un maggior investimento iniziale per l'acquisto rispetto ad uno scaldino a gas. Tieni presente che per la sua installazione, a seconda delle dimensioni del bollitore è necessario disporre all'interno dell'abitazione di un locale tecnico isolato dove poterlo collocare per evitare di avere dispersioni di calore.

Suggerimenti per intervento pesante

ACS_7 integrato con pompa di calore per climatizzazione

Se stai pensando di ristrutturare casa potresti valutare la possibilità di installare una **pompa di calore per la climatizzazione e per la produzione di acqua calda sanitaria**. Si tratta di una soluzione impiantistica ecologica che in condizioni ottimali consuma poco ed ha un'efficienza migliore rispetto ai sistemi a caldaia e se accoppiato con un sistema fotovoltaico consente di ridurre ulteriormente i consumi. Alla **pompa di calore**

utilizzata per la climatizzazione viene aggiunto un serbatoio d'accumulo per la produzione dell'acqua calda ad uso sanitario che può essere più o meno ingombrante, quindi prima di acquistare l'impianto occorre **valutare gli spazi a disposizione**.

Risposta: scaldabagno a pompa di calore (ACS_5)

L'attuale sistema di produzione di acqua calda sanitaria presente nell'abitazione è lo scaldabagno a pompa di calore che ha una resa 3,5 volte superiore rispetto allo scaldabagno elettrico tradizionale ed è una soluzione che consente di ridurre notevolmente la bolletta e l'impatto ambientale, a fronte di un maggior investimento iniziale per l'acquisto.

Suggerimenti di manutenzione

Per far sì che lo scaldabagno a pompa di calore lavori correttamente ti consigliamo di effettuare la manutenzione ordinaria che prevede generalmente la pulizia del condensatore, dell'evaporatore, dei filtri e del tubo di scarico della condensa. Per massimizzare il risparmio energetico potresti inoltre valutare, se non è presente nella tua abitazione, di abbinare allo scaldabagno a pompa di calore un impianto solare termico e fotovoltaico coi quali sarebbe possibile ottenere un sistema autosufficiente e ad emissioni zero.

Suggerimenti per intervento pesante

ACS_7 integrato con pompa di calore per climatizzazione

Se stai pensando di ristrutturare casa potresti valutare la possibilità di installare una **pompa di calore per la climatizzazione e per la produzione di acqua calda sanitaria**. Si tratta di una soluzione impiantistica ecologica che in condizioni ottimali consuma poco ed ha un'efficienza migliore rispetto ai sistemi a caldaia e se accoppiato con un sistema fotovoltaico consente di ridurre ulteriormente i consumi. Alla **pompa di calore utilizzata per la climatizzazione** viene aggiunto un serbatoio d'accumulo per la produzione dell'acqua calda ad uso sanitario che può essere più o meno ingombrante, quindi prima di acquistare l'impianto occorre **valutare gli spazi a disposizione**.

Risposta: Integrato con caldaia tradizionale per il riscaldamento (ACS_6)

L'attuale sistema di produzione di acqua calda sanitaria presente nell'abitazione è la **caldaia tradizionale** con termosifoni o pannelli radianti/pavimento, adoperata anche per il riscaldamento degli ambienti. È un sistema scarsamente sostenibile e poco efficiente, caratterizzato da un rendimento della caldaia generalmente non superiore al 92%. Infatti la caldaia, dopo aver bruciato il combustibile (metano, gpl, gasolio, pellet, legna) per ricavare energia, espelle i fumi di scarico, caratterizzati da un modesto contenuto energetico (circa il 10/15 % dell'intera energia prodotta dalla caldaia), e li disperde in atmosfera, aumentando conseguentemente le emissioni di inquinanti.

Suggerimenti di manutenzione

Ricorda di effettuare una corretta manutenzione della caldaia che ti consentirà di individuare eventuali guasti e anomalie, garantendo una migliore efficienza dell'impianto e permettendoti di risparmiare sulla bolletta, limitando i consumi di combustibile.

Suggerimenti per intervento leggero

ACS_9 Integrato con caldaia a condensazione per riscaldamento

Se la **superficie da riscaldare è elevata** e necessiti di un **riscaldamento costante nel tempo e a bassa temperatura**, valuta di sostituire la caldaia tradizionale con una **caldaia a condensazione**, tecnologicamente più avanzata e caratterizzata sia da una efficienza maggiore (rendimento energetico oltre il 100%), resa possibile grazie al recupero del calore dai fumi di combustione, che da una minore emissione di inquinanti. Questa soluzione consente di riscaldare gli ambienti e di produrre acqua calda sanitaria a costi inferiori rispetto ad una caldaia tradizionale. L'installazione della nuova caldaia è un'operazione semplice, che si

integra agilmente con le tubazioni e i radiatori esistenti. Tuttavia se al contrario l'uso dell'abitazione è di tipo saltuario e discontinuo, o per unità immobiliare di piccole dimensioni, potrebbe essere preferibile **mantenere la caldaia tradizionale**, in quanto il tempo di recupero del costo di acquisto e di messa in opera di una caldaia a condensazione risulterebbe molto lungo.

ACS_5 Scaldabagno a pompa di calore

Se vuoi ridurre la bolletta del gas, potresti valutare l'installazione di uno **scaldabagno a pompa di calore** caratterizzato da una resa 3,5 volte superiore rispetto allo scaldabagno elettrico tradizionale. Si tratta di una soluzione che consente di ridurre notevolmente la bolletta e l'impatto ambientale, a fronte di un maggior investimento iniziale per l'acquisto rispetto ad uno scaldino a gas. Tieni presente che per la sua installazione, a seconda delle dimensioni del bollitore è necessario disporre all'interno dell'abitazione di un locale tecnico isolato dove poterlo collocare per evitare di avere dispersioni di calore.

Risposta: Integrato con pompa di calore per climatizzazione (ACS_7)

L'attuale sistema di produzione di acqua calda sanitaria presente nell'abitazione è la pompa di calore per la climatizzazione. Si tratta di una soluzione impiantistica ecologica che in condizioni ottimali consuma poco ed ha un'efficienza migliore rispetto ai sistemi a caldaia.

Suggerimenti di manutenzione

Ricorda di effettuare la **manutenzione dell'impianto** che ti consentirà di individuare eventuali guasti e anomalie, garantendo una migliore efficienza e permettendoti di risparmiare sulla bolletta, limitando i consumi. Se non è presente nell'abitazione valuta la possibilità di accoppiare l'impianto con un sistema fotovoltaico che consentirebbe di ridurre ulteriormente i consumi.

Risposta: Integrati con caldaia a condensazione per riscaldamento (ACS_9)

L'attuale sistema di produzione di acqua calda sanitaria presente nell'abitazione è la **caldaia a condensazione** caratterizzata, da un'elevata efficienza (rendimento energetico oltre il 100%), resa possibile grazie al recupero del calore dai fumi di combustione, e da una ridotta emissione di inquinanti.

Suggerimenti di manutenzione

Ricorda di effettuare la **manutenzione periodica** obbligatoria della caldaia che ti consentirà di individuare eventuali guasti e anomalie, garantendo una migliore efficienza dell'impianto e permettendoti di risparmiare sulla bolletta, limitando i consumi di combustibile. Se non è presente nella tua abitazione, valuta la possibilità di accoppiare la caldaia a condensazione con il **solare termico** per la produzione di acqua calda sanitaria a costi più bassi. I due sistemi consentirebbero di dimezzare il fabbisogno energetico complessivo in case isolate termicamente.

Suggerimenti per intervento pesante

ACS_7 integrato con pompa di calore per climatizzazione

Se stai pensando di ristrutturare casa potresti valutare la possibilità di installare una **pompa di calore per la climatizzazione e per la produzione di acqua calda sanitaria**. Si tratta di una soluzione impiantistica ecologica che in condizioni ottimali consuma poco ed ha un'efficienza migliore rispetto ai sistemi a caldaia e se accoppiato con un sistema fotovoltaico consente di ridurre ulteriormente i consumi. Alla **pompa di calore utilizzata per la climatizzazione** viene aggiunto un serbatoio d'accumulo per la produzione dell'acqua calda ad uso sanitario che può essere più o meno ingombrante, quindi prima di acquistare l'impianto occorre **valutare gli spazi a disposizione**.

Tabella 5.1 - Schema delle relazioni tra impianti per ACS esistenti e impianti per il retrofit.

cod	Impianto esistente	servizio	retro	retro_l	retro_p
ACS_1	scaldabagno elettrico ad accumulo o istantaneo	ACS	N	ACS_4, ACS_5	ACS_7
ACS_2	scaldino istantaneo a GAS tradizionale	ACS	N	ACS_4, ACS_5	ACS_7
ACS_3	scaldino istantaneo a GAS tradizionale modello recente	ACS	N	ACS_4, ACS_5	ACS_7
ACS_4	scaldino istantaneo a GAS a condensazione	ACS	S	ACS_5	ACS_7
ACS_5	scaldabagno a Pompa di Calore	ACS	S		ACS_7
ACS_6	integrato con caldaia tradizionale per riscaldamento	ACS	N	ACS_5, ACS_9	ACS_7
ACS_7	integrato con Pompa di calore per climatizzazione	ACS	S		
ACS_8	altri sistemi, descrivi nelle note finali	ACS	N		
ACS_9	integrato con caldaia a condensazione per riscaldamento	ACS	S	ACS_5	ACS_7