

**ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA**

---

**SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA**

*DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA*

*CORSO DI LAUREA MAGISTRALE A CICLO UNICO*

**INGEGNERIA EDILE-ARCHITETTURA**

**TESI DI LAUREA**

in

Architettura tecnica

**RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL PATRIMONIO  
EDILIZIO RESIDENZIALE DEL SECONDO NOVECENTO  
NELLA PROVINCIA DI BOLOGNA:  
ANALISI E VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI  
SUPERBONUS 110% IN EDIFICI PLURIFAMILIARI  
A STRUTTURA PUNTIFORME.**

CANDIDATO

Sebastiano Trentanni

RELATORE:

Prof. Riccardo Gulli

CORRELATORE/CORRELATORI

Ing. Carlo Costantino

Prof.ssa Cecilia Mazzoli

Ing. Luca Venturi

Anno Accademico 2025/26

Sessione III

## Indice

ISTANZE.....	3
1. Obiettivi e impostazione della ricerca.....	4
1.1 Struttura e protocollo di analisi .....	5
1.2 Finalità della tesi .....	6
2. Quadro introduttivo e contesto di riferimento .....	7
2.1 Analisi storica e morfologica del patrimonio edilizio residenziale italiano della seconda metà del Novecento .....	8
2.2 Sistemi costruttivi e materiali ricorrenti.....	9
2.3 Stato del patrimonio edilizio: criticità strutturali ed energetiche .....	11
3. Il Superbonus 110 % .....	16
3.1 Inquadramento normativo, obiettivi e funzionamento .....	16
3.2 SuperEcobonus: interventi trainanti e trainati .....	20
3.3 SuperSismabonus: interventi trainanti e trainati .....	22
4. Riqualificazione energetica tramite sistemi di isolamento a cappotto.....	23
4.1 Descrizione del sistema, prestazioni e funzioni dei singoli componenti.....	25
4.2 Conduttività termica e permeabilità al vapore .....	44
4.3 Forme di degrado: possibili cause e soluzioni .....	47
METODOLOGIA.....	51
5. Metodo e strumenti di indagine .....	52
5.1 Criteri di raccolta, selezione e classificazione dei dati.....	52
5.2 Struttura e contenuti della scheda di analisi .....	54
5.3 Descrizione campione di studio: edifici a strutture massive e puntiformi .....	69
6. Analisi dei casi studio e degli interventi realizzati su edifici con struttura puntiforme.....	70
6.1 Caratteristiche tipologiche e costruttive ricorrenti .....	76
6.2 Prestazioni ante intervento .....	79
6.3 Interventi di riqualificazione energetica: natura, estensione e classificazione.....	82
6.4 Interventi di miglioramento sismico: natura, estensione e classificazione .....	95
6.5 Prestazioni post intervento .....	97

7. Indagine diagnostica: termografia e valutazioni qualitative .....	99
7.1 Metodo di rilevazione e condizioni operative .....	99
7.2 Lettura e interpretazione delle immagini termografiche .....	102
7.3 Ricorrenza di anomalie e/o difetti di posa.....	110
ESITI .....	165
8. Sintesi dei dati e confronto tra i casi studio .....	166
8.1 Correlazione tra caratteristiche costruttive ed efficacia degli interventi .....	167
8.2 Criticità e limiti tecnici.....	173
8.3 Confronto fra strutture massive e puntiformi .....	174
9. Valutazioni critiche.....	177
9.1 Considerazioni sull'efficacia dello strumento Superbonus in relazione agli obiettivi prefissati .....	177
9.2 Adeguatezza delle soluzioni tecniche in relazione al patrimonio edilizio esistente ...	179
9.3 Sostenibilità e durabilità degli interventi .....	181
9.4. Analisi costi-benefici e tempo di ritorno semplice.....	182
CONCLUSIONI .....	189
10. Conclusioni e prospettive di ricerca.....	190
10.1 Sintesi dei risultati e verifica degli obiettivi di tesi .....	190
10.2 Prospettive di ricerca: possibili sviluppi .....	191
BIBLIOGRAFIA.....	193
APPENDICI .....	196
A. Raccolta schede edifici.....	196

## ISTANZE

La prima sezione della tesi definisce il quadro conoscitivo, metodologico e normativo entro cui si sviluppa l'intero lavoro di ricerca, con l'obiettivo di fornire gli strumenti interpretativi necessari alla comprensione delle analisi e delle valutazioni presentate nelle sezioni successive. In apertura vengono esplicitati gli obiettivi dello studio, l'impostazione metodologica adottata e la struttura complessiva della ricerca, chiarendo le finalità conoscitive e applicative del lavoro e il percorso logico che ne orienta lo sviluppo. Successivamente viene delineato il contesto di riferimento attraverso un'analisi del patrimonio edilizio residenziale italiano realizzato nel secondo Novecento, periodo caratterizzato da intensa espansione urbana e da modalità costruttive fortemente standardizzate. Sono esaminati i principali sistemi strutturali e tecnologici adottati, i materiali impiegati e le caratteristiche tipologiche ricorrenti, al fine di evidenziare lo stato attuale di conservazione del patrimonio e le diffuse criticità prestazionali che lo contraddistinguono, con particolare riferimento agli aspetti strutturali, energetici e di durabilità dell'involucro edilizio.

Il quadro teorico è integrato dall'analisi del Superbonus quale principale misura incentivante recentemente introdotta per la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente. Vengono illustrati gli obiettivi della normativa, il meccanismo delle detrazioni fiscali, le modalità operative, le scadenze e le tipologie di interventi ammessi, con specifico riferimento agli interventi di efficientamento energetico applicabili agli edifici residenziali. Tale inquadramento consente di comprendere il ruolo determinante svolto dall'incentivo nella diffusione su larga scala degli interventi di miglioramento energetico. La sezione si conclude con un approfondimento sui sistemi di isolamento termico a cappotto, analizzati sotto il profilo tecnologico e prestazionale. Sono descritti i componenti che costituiscono il sistema, i principi di funzionamento termo-igrometrico, le modalità di posa in opera e le principali problematiche esecutive. Particolare attenzione è dedicata alle possibili forme di degrado e alle criticità che possono manifestarsi nel tempo, in relazione sia alla qualità dei materiali sia alle condizioni di esercizio e manutenzione.

Nel complesso, la prima sezione costruisce il quadro di riferimento indispensabile per l'analisi degli interventi di riqualificazione energetica dell'edilizia residenziale esistente, ponendo le basi teoriche, tecniche e normative necessarie alla valutazione delle soluzioni adottate e dei risultati ottenuti nell'ambito della ricerca.

## **1. Obiettivi e impostazione della ricerca**

La riqualificazione energetica del patrimonio residenziale esistente costituisce un ambito prioritario per il conseguimento degli obiettivi nazionali di riduzione dei consumi finali e delle emissioni climalteranti. In tale contesto, il presente elaborato analizza un campione di edifici residenziali sui quali sono stati realizzati interventi di efficientamento energetico e, in alcuni casi di miglioramento sismico, incentivati dal Superbonus 110%. Il campione di studio è composto da 75 edifici residenziali plurifamiliari costruiti nella seconda metà del Novecento, periodo di incontrollata espansione urbanistica e, in parte, antecedente all'introduzione dei requisiti minimi di prestazione energetica. Questo arco temporale assume particolare rilevanza ai fini dell'analisi degli effetti degli interventi in quanto riguarda un insieme di edifici caratterizzati da marcata eterogeneità costruttiva e da livelli di isolamento termico generalmente assenti o limitati.

La tesi si colloca in un progetto di ricerca più ampio finalizzato alla strutturazione di una banca dati, comprendente pratiche edilizie, progetti esecutivi e documentazione fotografica di cantiere, tale da consentire una più facile lettura e valutazione dello stato e delle caratteristiche tipologico-costruttive del patrimonio edilizio residenziale su larga scala. Nell'ambito di tale ricerca, il presente elaborato pone particolare attenzione alla valutazione qualitativa dell'efficacia degli interventi realizzati tramite indagini termografiche che evidenziano punti significativi per la verifica delle modalità di posa dei sistemi di isolamento a cappotto e l'individuazione di discontinuità e anomalie esecutive, correlando soluzioni, materiali e criticità emergenti. I risultati mostrano strategie di intervento ricorrenti e miglioramenti generalizzati delle classi energetiche; al contempo, evidenziano anche difetti locali di esecuzione, di varia natura, che possono compromettere le prestazioni reali.

Il laboratorio di tesi è stato svolto in collaborazione con la candidata e collega Chiara Di Mauro. La prima fase, relativa alla definizione del protocollo di analisi e alla predisposizione della scheda di catalogazione, è stata condotta congiuntamente. La seconda fase, comprendente la compilazione delle schede per i casi di studio assegnati (edifici massivi in muratura portante e edifici a struttura puntiforme in conglomerato cementizio armato), lo svolgimento delle analisi termografiche e l'analisi critica dei risultati, è stata invece svolta in autonomia.

## **1.1 Struttura e protocollo di analisi**

A partire da una prima fase di raccolta e selezione dei dati, i casi studio sono stati classificati in relazione alle loro caratteristiche tipologiche e organizzati in una scheda di catalogazione che integra:

1. dati geometrici e distributivi;
2. documentazioni fotografiche;
3. indicatori energetici pre e post intervento;
4. descrizione delle lavorazioni (Super Ecobonus e Sismabonus);
5. termografie e valutazioni sulla corretta esecuzione degli interventi.

Il materiale a disposizione, relativo a pratiche CILA-S di cantieri avviati tra il 2021 e il 2022 dallo studio Venturi Ingegneria, ha costituito la base informativa per un'analisi approfondita di ciascun edificio e degli interventi realizzati: è stato possibile valutare lo stato originario dei manufatti fino all'allestimento del cantiere, l'entità e l'estensione degli interventi, nonché le prestazioni energetiche stimate prima e dopo la realizzazione delle misure di efficientamento energetico. L'analisi dei casi studio ha portato alla definizione di parametri e categorie di catalogazione tali da facilitare un confronto diretto e continuo sia tra edifici di una stessa classe sia tra tipologie costruttive e strutturali diverse.

Queste valutazioni possono essere ulteriormente integrate mediante l'analisi dei consumi energetici effettivi delle singole utenze. Tuttavia, tale approfondimento non rientra nell'ambito del presente lavoro sia per i tempi necessari alla raccolta di dati pluriennali significativi sia per le difficoltà connesse al reperimento delle bollette relative a un numero elevato di utenze private, caratterizzate da impianti in parte centralizzati e, nella maggioranza dei casi, autonomi. Ne deriva una discussione centrale sul ruolo delle misurazioni diagnostiche in situ quale prerequisito per stimare l'efficacia effettiva degli interventi e la loro trasposizione in prestazioni e consumi reali.

## **1.2 Finalità della tesi**

La ricerca offre un'occasione di conoscenza e di analisi critica del tessuto edilizio residenziale esistente che necessita sempre più urgentemente di interventi di recupero e riqualificazione, non solo per rispondere ai requisiti energetici richiesti ma anche in relazione alla vita utile<sup>1</sup> dei manufatti stessi. Come verrà approfondito nei prossimi capitoli, il patrimonio edilizio italiano si presenta molto eterogeneo sia dal punto di vista costruttivo che prestazionale. Inoltre, nuove sfide esigono l'attenzione continua verso l'aggiornamento e la definizione di nuovi obiettivi di salvaguardia delle risorse energetiche che, a loro volta, richiedono soluzioni sempre più innovative e sostenibili ma che spesso non trovano applicazione per via dei limiti imposti dagli edifici stessi. La tesi tende, quindi, a definire criteri di controllo e di valutazione post intervento in grado di delineare come le soluzioni adottate differiscono in relazione alle caratteristiche strutturali e costruttive dei casi studio permettendo di determinare quanto questi elementi siano vincolanti nella scelta e nell'efficacia degli interventi di riqualificazione da effettuare.

Un possibile sviluppo della ricerca riguarda l'elaborazione di un'analisi costi-benefici degli interventi realizzati che, tuttavia, presuppone la disponibilità dei dati di consumo reale desumibili dalle bollette energetiche, necessari per correlare l'investimento sostenuto ai risparmi energetici conseguiti nel tempo e per valutare in modo attendibile il periodo di ritorno economico.

---

<sup>1</sup> La vita utile di un edificio è il periodo di tempo durante il quale è previsto il corretto funzionamento della costruzione, garantendo livelli adeguati di sicurezza, funzionalità e prestazione, attraverso le normali attività di manutenzione ordinaria. Le Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018 distinguono la vita utile per classi d'uso dell'opera, non per sistemi strutturali; per edifici residenziali si assume una vita utile di riferimento pari a 50 anni.

## 2. Quadro introduttivo e contesto di riferimento

Il patrimonio edilizio residenziale italiano si caratterizza principalmente per una marcata eterogeneità tipologica e strutturale, per la diffusa obsolescenza e per le basse prestazioni energetiche medie. Una quota significativa degli edifici residenziali italiani è stata realizzata nella seconda metà del Novecento, a partire dalla ricostruzione post bellica e con un picco costruttivo tra gli anni Cinquanta e Ottanta.

Gran parte di questo patrimonio è stata, quindi, edificata prima dell'introduzione di normative a tema energetico, quali il primo provvedimento organico sul contenimento dei consumi energetici negli edifici (Legge 373/1976), la direttiva sui criteri di progettazione e gestione del sistema edificio-impianti (Legge 10/1991) e il primo recepimento della prima direttiva europea sul rendimento energetico in edilizia (EPDB 91/2002) con il Decreto Legislativo 192/2005. Ne consegue che buona parte degli edifici esistenti è nata in un contesto normativo in cui l'isolamento termico, il controllo dei ponti termici e l'efficienza impiantistica non rappresentavano criteri progettuali prioritari.

A livello europeo, le direttive sulla prestazione energetica degli edifici, tra cui la più recente *Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD), evidenziano come il settore edilizio sia responsabile di circa il 40% del consumo energetico finale e di una quota significativa (intorno al 50%) dei consumi di gas naturale nell'Unione Europea [1]. Tali valori, tuttavia, derivano da elaborazioni su scala nazionale ed europea basate su modelli energetici previsionali e su dati statistici aggregati; ad esempio, nel caso italiano, il monitoraggio delle prestazioni energetiche si basa prevalentemente sugli *Attestati di Prestazione Energetica* (APE), redatti da tecnici abilitati e obbligatori dal 2009 in caso di compravendita, locazione o ristrutturazione e progressivamente confluiti nel catasto energetico gestito da ENEA.

Questa base dati, pur rappresentando il riferimento informativo più esteso disponibile, copre principalmente gli immobili oggetto di trasferimento o intervento e si fonda su valutazioni tecnico-progettuali standardizzate, non su misure dirette e continuative dei consumi reali, offrendo dunque un quadro statisticamente rappresentativo ma non esaustivo dell'intero patrimonio; non intercetta, ad esempio, in modo sistematico fenomeni quali demolizione e ricostruzione, peraltro quantitativamente limitati nel contesto italiano [2].

## 2.1 Analisi storica e morfologica del patrimonio edilizio residenziale italiano della seconda metà del Novecento

Per evidenziare la centralità del tema della riqualificazione energetica del patrimonio edilizio risalente al secondo dopoguerra, è possibile fare riferimento al documento *Strategia per la Riqualificazione Energetica del Parco Immobiliare Nazionale* (STREPIN), pubblicato nella sua versione più aggiornata nel 2020 dal Ministero dello Sviluppo Economico. Il rapporto espone valutazioni e analisi elaborate dal CRESME (*Centro di Ricerche Economiche, Sociologiche e di Mercato per le Costruzioni*), relative alla consistenza e allo stato di conservazione del patrimonio edilizio residenziale nazionale al 2018.

<i>epoca di costruzione</i>	<i>n. edifici</i>	<i>epoca di costruzione</i>	<i>m<sup>2</sup></i>
fino al 1919	1.832.503	fino al 1945	678.743.665
1919-1945	1.327.007		
1946-1960	1.700.834	1946-1976	1.293.138.628
1961-1970	2.050.830		
1971-1980	2.117.649		
1981-1990	1.462.766	1977-1990	600.244.196
1991-2000	871.017	1991-2014	439.536.250
2001-2005	465.092		
2006-2011	359.991		
2012-2018	232.714	post 2014	38.143.445
Totale	12.420.403		3.049.806.184

*Tab.1* Edifici residenziali, numero e superficie, nel 2018 per epoca di costruzione [3].

Dallo studio emerge che, a fronte dei circa 12 milioni di edifici residenziali presenti sul territorio nazionale, quasi il 60% è stato realizzato nel periodo compreso tra il 1946 e il 1990: parte significativa del patrimonio oggi esistente è dunque riconducibile alla fase di ricostruzione post bellica e alla successiva espansione urbana legata al boom economico. In questo arco temporale, la necessità di garantire rapidità esecutiva, contenimento dei costi e risposta a un fabbisogno abitativo crescente ha favorito l'adozione di processi costruttivi progressivamente più industrializzati e standardizzati applicati in modo sostanzialmente uniforme sull'intero territorio

nazionale; si diffondono così sistemi basati su elementi prefabbricati e su strutture in calcestruzzo armato accoppiate a tamponamenti sempre meno massivi rispetto alla tradizione muraria. Questi interventi hanno interessato in misura significativa le aree di prima espansione urbana, ovvero le fasce periferiche immediatamente esterne ai centri storici (oggi semicentrali e tra le zone più densamente popolate). Proprio in tali contesti si concentra una quota rilevante degli edifici oggetto di analisi, che in diversi casi presentano condizioni di conservazione critiche o fenomeni di degrado avanzato, sia sotto il profilo materico sia sotto quello prestazionale.

Non sorprende che molti di questi fabbricati abbiano oggi superato o si avvicinano alla vita utile prevista in fase di progetto, spesso compresa tra 50 e 100 anni a seconda della tipologia strutturale e del livello manutentivo: nel 2050, circa il 50% del patrimonio edilizio residenziale nazionale avrà superato i 100 anni dalla costruzione [4].

## **2.2 Sistemi costruttivi e materiali ricorrenti**

Nonostante l'elevata eterogeneità del patrimonio edilizio residenziale italiano, è possibile individuare alcune tipologie costruttive ricorrenti in relazione all'epoca di realizzazione, riconducibili all'evoluzione dei sistemi strutturali, dei materiali e del quadro normativo.

Gli edifici realizzati fino ai primi decenni del Novecento sono generalmente caratterizzati da muratura portante in pietra o laterizio (pieno o semipieno), facciavista o intonacata, spesso arricchita da elementi decorativi; lo spessore delle pareti portanti era funzione dell'altezza dell'edificio e legato alle dimensioni del modulo del mattone della tradizione locale. Questi edifici, con elevata massa muraria e comportamento prevalentemente scatolare, presentano orizzontamenti in legno o in laterocemento, nelle fasi più avanzate, sebbene spesso privi di opportuni collegamenti tra gli elementi strutturali.

A partire dagli anni Trenta, con la progressiva diffusione dei sistemi a telaio in conglomerato cementizio armato, si afferma una diversa concezione strutturale basata su una distribuzione puntuale dei carichi; le pareti perimetrali perdono progressivamente la funzione portante e assumono il ruolo di tamponamento, determinando una riduzione della massa e dello spessore delle chiusure verticali. In una prima fase il telaio in calcestruzzo armato viene tamponato con mattoni tradizionali in laterizio pieni o semipieni; la muratura a due teste, con spessori complessivi intorno ai 27-28 cm comprensivi di intonaco, era ben compatibile con pilastri di lato minimo pari a circa 30 cm. Dagli anni Cinquanta si diffonde invece l'impiego di blocchi in laterizio forato, più leggeri e maggiormente compatibili con i processi costruttivi sempre più industrializzati. In merito ai

rivestimenti esterni, mentre per gli edifici pubblici si diffondono rivestimenti in lastre sottili di pietra, nell'edilizia residenziale diventano comuni rivestimenti in laterizio paramano (volti a simulare la muratura facciavista) o in piastrelle ceramiche.

Dagli anni Sessanta si consolida inoltre la tipologia di parete "a cassa vuota", caratterizzata da doppio paramento in laterizio con intercapedine d'aria, non ventilato, che rappresenta un primo tentativo di miglioramento delle prestazioni termoigrometriche rispetto alla muratura monostrato. La stessa tipologia di parete sarà poi riproposta verso la fine degli anni Settanta su edifici con strutture prefabbricate in calcestruzzo armato; i pannelli in conglomerato cementizio armato, spesso realizzati direttamente in cantiere, venivano assemblati creando un'intercapedine d'aria o isolata.

Un cambiamento significativo si registra infatti con l'entrata in vigore della Legge 373/1976 sul contenimento dei consumi energetici: l'impiego di materiali isolanti nelle stratigrafie opache diventa sempre più frequente e sistematico. I più diffusi, per ragioni economiche e di facilità di posa, sono i pannelli di origine sintetica come polistirene, poliuretano e polistirolo, in particolare quelli di tipo cellulare come il polistirene espanso (EPS) o estruso (XPS). Lo strato coibente viene spesso applicato a rivestimento delle pareti esterne, per evitare la formazione di eventuali ponti termici in corrispondenza degli elementi strutturali del telaio in calcestruzzo armato, ma in casi più specifici è collocato anche nell'intercapedine delle pareti multistrato, oltre che nei solai controterra, verso ambienti non riscaldati (piano pilotis) o di copertura.

Per quanto riguarda i serramenti, fino agli anni Settanta prevalgono infissi con vetro singolo e telaio in legno o metallo (acciaio o alluminio), generalmente privi di taglio termico; successivamente si diffondono soluzioni con vetrocamera e telai in legno, alluminio (inizialmente senza, poi con taglio termico) e, dagli anni Ottanta-Novanta, in PVC, con prestazioni energetiche progressivamente migliorate in risposta agli aggiornamenti normativi [5].

L'evoluzione tipologica e tecnologica evidenzia il passaggio da un'edilizia massiva e tradizionale a sistemi sempre più industrializzati e leggeri, nei quali la separazione tra struttura portante e involucro ha inciso profondamente sia sul comportamento energetico sia sulle modalità di degrado e, conseguentemente, sulle attuali strategie di riqualificazione, difficilmente applicabili in maniera generalizzata all'intero patrimonio residenziale nazionale, tanto meno a quello europeo.

### **2.3 Stato del patrimonio edilizio: criticità strutturali ed energetiche**

Per definire lo stato di conservazione degli edifici residenziali oggetto di analisi in termini di prestazioni strutturali, è necessario considerare preliminarmente l'epoca di costruzione e il contesto normativo di riferimento. Una quota rilevante del patrimonio edilizio nazionale è infatti antecedente all'introduzione di una disciplina organica in materia sismica, avviata con la Legge 64/1974 per le costruzioni in zona sismica, successivamente rafforzata dall'Ordinanza PCM 3274/2003, che ha esteso la classificazione sismica all'intero territorio nazionale. Un ulteriore consolidamento del quadro regolatorio si è avuto con le Norme Tecniche per le Costruzioni 2008, poi aggiornate nel 2018, che hanno definito un impianto normativo in linea con gli Eurocodici, basato su verifiche agli stati limite ultimi ed esercizio e su una più rigorosa determinazione dell'azione sismica di progetto.

Ne consegue che una parte significativa del costruito è stata progettata secondo criteri costruttivi e con materiali non conformi agli standard attuali. A ciò si aggiunge il naturale decadimento prestazionale dovuto al degrado progressivo dei materiali, che incide in modo significativo sulla capacità resistente e sulla duttilità delle strutture, in particolare di quelle in conglomerato cementizio armato.

Per quanto concerne gli edifici in muratura portante, ampiamente diffusi fino agli anni Sessanta-Settanta, la vulnerabilità strutturale è legata principalmente alla risposta alle azioni orizzontali, quali quelle sismiche. L'assenza o l'insufficienza di adeguati ammorsamenti, tra pareti ortogonali e tra pareti e solai, unitamente al progressivo deterioramento delle malte (la cui vita utile è generalmente inferiore a quella degli elementi in laterizio) compromettono in modo significativo il comportamento scatolare dell'organismo edilizio; ciò può determinare una riduzione della stabilità globale e favorire l'innescò di meccanismi locali di collasso, quali il ribaltamento fuori piano di pareti o porzioni murarie. Ulteriori criticità possono derivare da cedimenti differenziali delle fondazioni, che generano quadri fessurativi significativi. Inoltre, a causa della porosità del laterizio o della presenza di discontinuità o lesioni, le murature risultano particolarmente vulnerabili alla risalita capillare dell'umidità con conseguente degrado materico e formazione di muffe.



*Fig.1* Documentazione fotografica di cantiere. M\_28: nel prospetto sono visibili lesioni, problemi di infiltrazione e possibile risalita capillare di umidità.

Gli edifici con struttura intelaiata in conglomerato cementizio armato, diffusi a partire dal secondo dopoguerra, presentano invece criticità legate principalmente ai fenomeni di degrado del calcestruzzo e delle armature. Tra questi, la progressiva perdita di alcalinità del calcestruzzo, dovuta a processi di carbonatazione, può favorire l'innescio di processi di corrosione delle barre d'armatura, soprattutto in presenza di fessurazioni o distacchi del copriferro; tali fenomeni risultano accentuati in ambienti aggressivi, come quelli marini, o in condizioni caratterizzate da cicli di gelo-disgelo. Gli effetti di questi fenomeni di degrado sono la riduzione delle sezioni resistenti, la perdita di aderenza acciaio-calcestruzzo e una graduale diminuzione della capacità portante e della duttilità dello scheletro strutturale. Le analisi e i modelli di vulnerabilità sismica sviluppati dalla Protezione Civile evidenziano come una quota notevole degli edifici in calcestruzzo armato realizzati prima

degli anni Novanta presenti livelli di sicurezza inferiori rispetto agli standard richiesti dalle normative vigenti, soprattutto in termini di risposta sismica [6].



*Fig.2* Documentazione fotografica di cantiere. A sinistra, CA\_11: nel prospetto sono visibili lesioni e problemi di infiltrazione. A destra, SC\_2: nel prospetto sono visibili problemi di infiltrazione e macchie scure.

Più complessa risulta la stima delle prestazioni energetiche del patrimonio edilizio residenziale nazionale. Tale difficoltà è legata in parte ai limiti degli strumenti attualmente disponibili per il monitoraggio energetico, basati prevalentemente sulle dichiarazioni e informazioni di natura documentale (non sempre verificata in situ) riportate negli Attestati di Prestazione Energetica (APE), obbligatorio solo dal 2009 per i casi sopra riportati.

<i>zona climatica</i>	<i>Stato di conservazione:</i>				
	<i>ottimo</i>	<i>buono</i>	<i>mediocre</i>	<i>pessimo</i>	<i>totale</i>
A	1.060	2.672	1.332	182	5.246
B	153.554	347.118	161.533	20.844	710.049
C	657.071	1.519.139	505.024	55.988	2.737.222
D	829.538	1.551.451	464.356	50.861	2.896.206
E	2.020.939	2.591.860	658.495	69.376	5.340.670
F	284.263	344.705	91.680	10.362	731.010
Totale	3.946.423	6.383.945	1.882.420	207.613	12.420.403

*Tab.2* Edifici residenziali, numero per stato di conservazione, nel 2018 per zona climatica [3].

Secondo i dati richiamati in *Tab.2*, assunti come rappresentativi del patrimonio edilizio residenziale nazionale, una quota significativa degli edifici classificati in stato di conservazione energetica mediocre o pessimo ricade nella zona climatica E. Ai sensi del D.P.R. 412/1993, la zona climatica E comprende i comuni con un numero di gradi giorno compreso tra 2.100 e 3.000; si tratta prevalentemente di aree dell'Italia centro-settentrionale e appenninica, caratterizzate da inverni relativamente rigidi e da una durata massima del periodo di accensione degli impianti termici pari a 14 ore giornaliere da ottobre ad aprile.

Le condizioni climatiche della zona E comportano fabbisogni energetici per il riscaldamento generalmente elevati, soprattutto in presenza di edifici con involucro non massivo e scarsamente isolato. Anche i casi studio analizzati nella presente tesi ricadono, secondo la classificazione vigente, in zona climatica E, con implicazioni dirette sul profilo dei consumi energetici invernali.

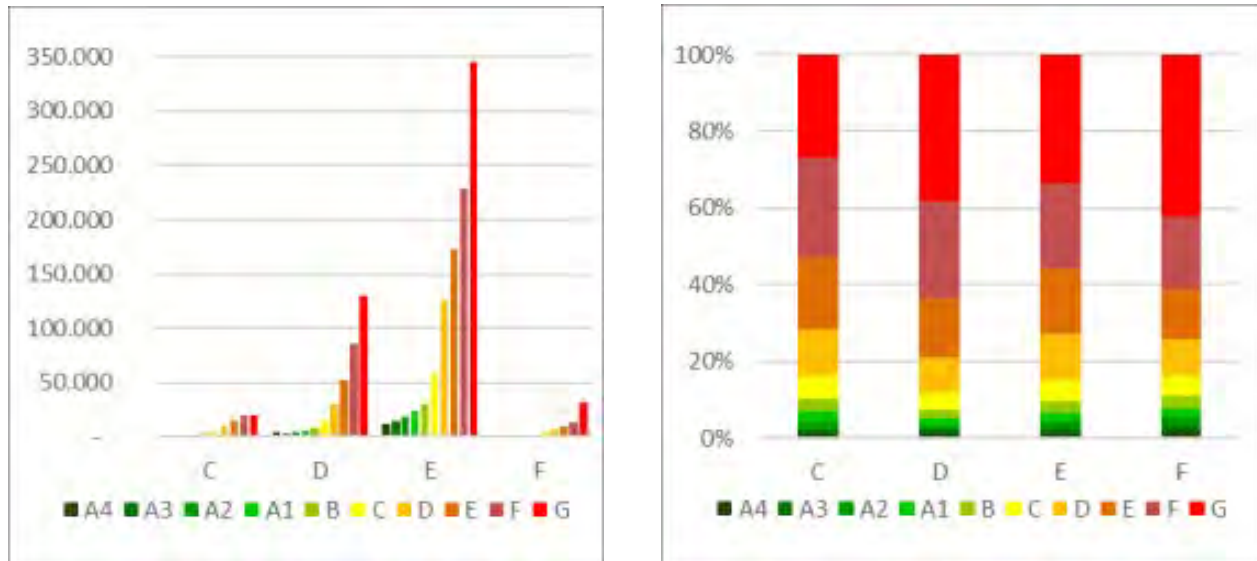


Fig.3 A sinistra, distribuzione numerica e a destra, distribuzione percentuale degli APE per classe energetica e zona climatica nel periodo 2016-2019: “Gli attestati, contenuti nel SIAPE ed emessi nel periodo 2016-2019, coprono in maggioranza l’area territoriale Centro-Nord, ricalcando con buona approssimazione la distribuzione reale delle zone climatiche italiane, soprattutto la E e la F. La distribuzione di questi dati mostra il 5% in zona climatica C, il 22% in D, il 68% in E e il 5% in F.” [3].

Elaborazioni recenti, riportate in Fig.3 e condotte da ENEA nell’ambito dei rapporti annuali sull’efficienza energetica, indicano che oltre il 60 - 70% degli edifici residenziali italiani si colloca nelle classi energetiche E, F e G, con una marcata concentrazione nella classe G, che rappresenta la quota prevalente del patrimonio esistente certificato. Le classi energetiche sono indicative del livello di efficienza energetica dell’edificio e non coincidono necessariamente con il suo stato di conservazione strutturale; tuttavia, risultano frequentemente correlate a condizioni di obsolescenza dell’involucro edilizio e degli impianti, tipiche del costruito meno recente. Le classi A e B risultano invece ancora minoritarie e sono associate principalmente a edifici di recente costruzione o oggetto di interventi di riqualificazione energetica profonda [5].

Nel complesso, il patrimonio edilizio residenziale italiano si configura come un sistema ampio, stratificato per epoche costruttive e mediamente inefficiente sotto il profilo energetico, con prestazioni fortemente condizionate dalla localizzazione climatica, dall’anzianità del costruito e dalla qualità dell’involucro e degli impianti.

### **3. Il Superbonus 110 %**

Il presente elaborato di tesi analizza interventi di efficientamento energetico e adeguamento sismico oggetto di incentivo Superbonus 110%. A seguire verrà presentato il contesto normativo e il funzionamento di tale strumento fiscale, nonché i requisiti necessari ad accedere alle agevolazioni fiscali. Il SuperEcobonus e Sismabonus sono stati introdotti con l'obiettivo di riduzione dei consumi energetici incentivando il recupero e la riqualificazione del vasto e datato patrimonio edilizio italiano attraverso l'installazione di sistemi ETICS e/o la sostituzione degli impianti.

#### **3.1 Inquadramento normativo, obiettivi e funzionamento**

Il D.L. 34/2020, noto come Decreto Rilancio, e modificato dalla Legge 77/2020, ha introdotto un importante incentivo finanziario denominato Superbonus 110% che eleva al 110% l'aliquota delle spese sostenute nel settore della riqualificazione edilizia per interventi realizzati nel periodo compreso tra il 1° luglio 2020 e il 31 dicembre 2021, successivamente prorogato e rimodulato dalle leggi di bilancio degli anni seguenti. A giugno 2024 gli interventi hanno interessato un campione di 495.893 edifici residenziali, di cui 133.555 condomini, e considerando che il patrimonio edilizio residenziale è stimato a circa 12 milioni di edifici, l'incentivo ha coinvolto circa il 4% del totale [4]. L'agevolazione riguarda in particolare:

- interventi di efficientamento energetico (Super Ecobonus);
- interventi di consolidamento strutturale e riduzione del rischio sismico (Super Sismabonus).

L'obiettivo della misura si riconduce alle politiche europee di decarbonizzazione e di riduzione dei consumi energetici nel comparto edilizio, settore con un'incidenza rilevante nella produzione di emissioni climalteranti. Come evidenziato in *Fig.4*, il settore energetico rappresenta la principale fonte di emissione di gas a effetto serra a livello globale e, in quest'ottica, il comparto edilizio contribuisce per circa il 17,5 % alle emissioni globali.

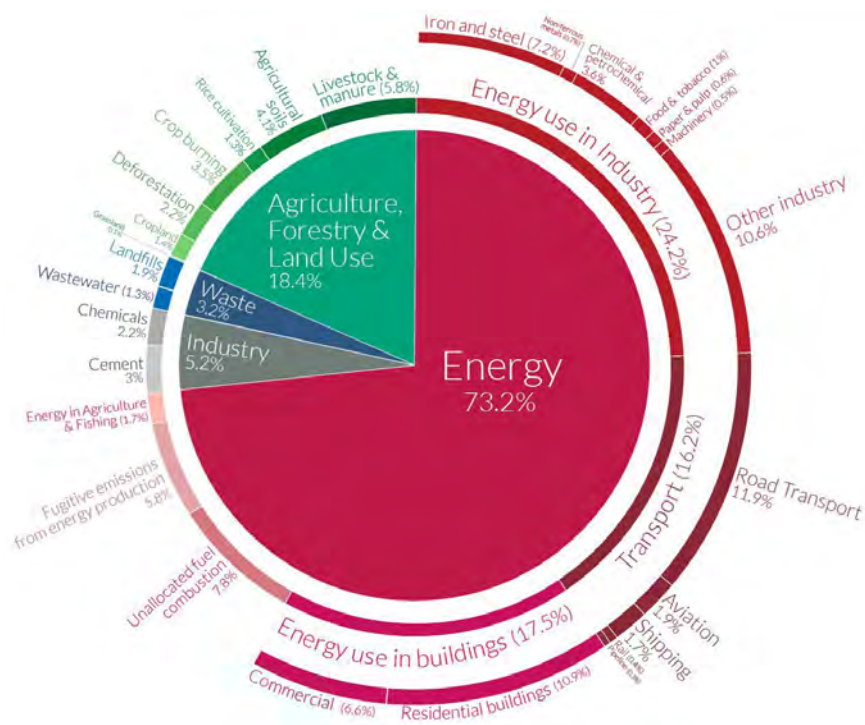


Fig.4 Emissioni globali di gas serra per settore [7].

Il provvedimento promuove un pacchetto di lavorazioni multiple basate sul binomio involucro-impianto e sulla sicurezza strutturale degli edifici. Per accedere alla detrazione occorre rispettare i requisiti minimi previsti quali il miglioramento di almeno due classi energetiche da dimostrare con la redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE) ante e post intervento. Tale documento, definito "APE convenzionale", considera l'edificio nella sua interezza attraverso la media ponderata degli indici prestazionali delle singole unità immobiliari: l'indice di ciascuna unità viene moltiplicato per la relativa superficie utile e la somma dei risultati ottenuti viene divisa per la superficie utile totale dell'intero edificio.

È inoltre richiesta la redazione della relazione ex Legge 10 relativa al rispetto dei requisiti di prestazione energetica degli edifici e degli impianti. Tale documento contiene la descrizione dell'edificio e delle sue caratteristiche energetiche, i dati sull'involucro edilizio esistente e le caratteristiche degli impianti termici e di produzione dell'acqua calda sanitaria. Una fase preliminare e imprescindibile per l'accesso all'agevolazione prevede la verifica della conformità urbanistica e catastale dell'immobile. Gli edifici devono essere regolarmente accatastrati e conformi

ai titoli edilizi rilasciati, eventuali difformità devono essere sanate prima dell'avvio degli interventi.

Per l'avvio dell'esecuzione dei lavori, è prevista la presentazione della Comunicazione Inizio Lavori Asseverata (CILA) - Superbonus (CILA-S) come titolo edilizio. Per gli interventi di carattere sismico-strutturale, l'accesso al beneficio è subordinato dalla individuazione della classe di rischio sismico dell'edificio ante intervento. Il professionista incaricato redige un'asseverazione che attesti il miglioramento antisismico senza la necessità di miglioramento della classe di rischio sismico a seguito degli interventi previsti. La classe di rischio sismico può essere determinata con due metodi diversi: il metodo convenzionale basato su analisi strutturali globali e sulla determinazione dell'indice di sicurezza; il metodo semplificato basato su valutazioni qualitative e parametri tipologici [8]. I contribuenti ammessi al beneficio sono molteplici; tuttavia, il presente elaborato si concentra sull'analisi di condomini, per i quali i tempi di applicazione dell'agevolazione e le relative aliquote di detrazioni variano in funzione dell'anno e della tipologia di intervento, come riportato nella *Tab.3*, riportata a seguire.

<i>legge</i>	<i>aliquota</i>	<i>dettagli tempistiche</i>
D.L. 34/2000, poi L. 77/2020	110%	Spese sostenute tra il 1° luglio 2020 e il 31 dicembre 2021.
L. 234/2021 (Bilancio 2022)	110%	Spese sostenute fino al 31 dicembre 2022.
L. 197/2022 (Bilancio 2023). Regime transitorio	110%	- Delibere condominiali approvata prima del 18 novembre 2022 e CILA presentata entro il 31 dicembre 2022. - Delibera condominiale approvata tra il 19 e il 24 novembre 2022 e CILA presentata entro il 25 novembre 2022.
	90%	Spese sostenute fino al 31 dicembre 2023.
	70%	Spese sostenute fino al 31 dicembre 2024.
	65%	Spese sostenute fino al 31 dicembre 2025 e CILAS presentate prima del 15 ottobre 2024.

*Tab.3* Evoluzione delle scadenze previste dall'agevolazione fiscale Superbonus. Elaborata dall'autore.

Il Superbonus assume una rilevanza particolare nel caso dei condomini poiché gli interventi principali riguardano le parti comuni e comportano significativi impatti sia sugli aspetti organizzativi che su quelli prestazionali.

La procedura prevede un percorso decisionale basato su assemblee condominiali nelle quali la deliberazione per l'approvazione degli interventi è valida solo se la maggioranza dei partecipanti è favorevole e solo se questa costituisca almeno un terzo del valore dell'edificio. In termini di adempimenti tecnici e di controllo, il Superbonus prevede l'obbligo di asseverazioni e verifiche di congruità economica. Per gli interventi di efficienza energetica, i tecnici abilitati asseverano il rispetto dei requisiti previsti e la congruità delle spese sostenute attraverso la trasmissione per via telematica dell'asseverazione ad ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo sostenibile). L'asseverazione può essere rilasciata per stati di avanzamento lavori (SAL 30% o SAL 60%) o a fine lavori. Gli interventi ammessi dallo strumento si distinguono in due categorie: gli interventi principali, o trainanti, che rappresentano la condizione essenziale per l'accesso al Superbonus, e gli interventi aggiuntivi, o trainati, che possono usufruire dello stesso incentivo solo se realizzati insieme ad almeno una lavorazione del primo gruppo [9].

### **3.2 SuperEcobonus: interventi trainanti e trainati**

Il Super Ecobonus disciplina gli interventi finalizzati al miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio, con l'obiettivo di ottenere il miglioramento di almeno due classi energetiche.

Per i condomini, gli interventi trainanti energetici si concentrano su due ambiti di intervento riguardanti le parti comuni:

- Isolamento termico dell'involucro edilizio: isolamento delle superfici disperdenti opache verticali, orizzontali o inclinate con incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda dell'edificio.
- Impianti termici: sostituzione dell'impianto termico centralizzato esistente sulle parti comuni con impianti ad alta efficienza energetica di diverse tipologie.

Per i limiti di spesa, questi sono determinati in funzione del numero di unità immobiliari che compongono l'edificio. Ai fini del calcolo, rientrano nel conteggio di tali unità anche le pertinenze e le eventuali unità non residenziali facenti parte dell'immobile [10].

Per gli interventi di isolamento dell'involucro, i massimali di spesa sono pari a:

- 40.000 € per ciascuna unità, per edifici fino a 8 unità;
- 30.000 € per ciascuna unità, per edifici con più di 8 unità.

Per la sostituzione dell'impianto termico centralizzato, i massimali di spesa sono pari a:

- 20.000 € per ciascuna unità, per edifici fino a 8 unità;
- 15.000 € per ciascuna unità, per edifici con più di 8 unità.

Ad almeno una di queste lavorazioni è possibile eseguire i seguenti interventi trainati che possono beneficiare della stessa aliquota di detrazione:

- Sostituzione dei serramenti e degli infissi;
- Installazione di schermature solari e chiusure oscuranti;
- Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi delle singole unità immobiliari con caldaie ad acqua a condensazione e/o generatori di aria calda a condensazione;
- Installazione di impianti solari fotovoltaici e relativi sistemi di accumulo;
- Installazione di colonnine di ricarica per veicoli elettrici;
- Installazione di sistemi di building automation;
- Eliminazione delle barriere architettoniche.

Ciascuno degli interventi trainati sopra citati è soggetto a specifici limiti di spesa che non sono sempre determinati in funzione del numero di unità immobiliari presenti nell'immobile, ma in alcuni casi risultano determinati in relazione alla potenza nominale dell'impianto installato. Nel dettaglio e in ordine di descrizione:

- 60.000 €per ciascuna unità;
- 60.000 €per ciascuna unità;
- 30.000 €per ciascuna unità;
- 2.400 €per kW di potenza nominale e 1.000 €per kWh di capacità di accumulo;
- 1.500 €per ogni punto di ricarica in edifici fino a 8 unità, 1.200 €per ogni punto di ricarica in edifici con più di 8 unità;
- 15.000 €per ciascuna unità;
- 96.000 €per ciascuna unità.

### **3.3 SuperSismabonus: interventi trainanti e trainati**

Il Super Sismabonus disciplina gli interventi finalizzati alla riduzione del rischio sismico, con l'obiettivo di ottenere il miglioramento di almeno una classe di rischio sismico.

Per i condomini, gli interventi trainanti strutturali si concentrano su tre ambiti di intervento riguardanti le parti comuni:

- Interventi di rafforzamento locale;
- Interventi di miglioramento sismico;
- Interventi di adeguamento sismico.

Per i limiti di spesa, questi sono legati al numero di unità immobiliari che compongono l'edificio. Ai fini del calcolo, rientrano nel conteggio di tali unità anche le pertinenze e le eventuali unità non residenziali facenti parte dell'immobile [10].

Per gli interventi di riduzione del rischio sismico, i massimali di spesa sono pari a:

- 96.000 € per unità immobiliare che compongono l'edificio.

Ad almeno una di queste lavorazioni è possibile eseguire i seguenti interventi trainati che possono beneficiare della stessa aliquota di detrazione:

- Installazione di impianti solari fotovoltaici e relativi sistemi di accumulo;
- Eliminazione delle barriere architettoniche.

Ciascuno degli interventi trainati sopra citati è soggetto a specifici limiti di spesa che non sono sempre determinati in funzione del numero di unità immobiliari presenti nell'immobile, ma in alcuni casi risultano determinati in relazione alla potenza nominale dell'impianto installato. Nel dettaglio e in ordine di descrizione:

- 2.400 € per kW di potenza nominale e 1.000 € per kWh di capacità di accumulo;
- 96.000 € per ciascuna unità.

#### **4. Riqualificazione energetica tramite sistemi di isolamento a cappotto**

La riqualificazione energetica comprende l'insieme delle misure adottate per il miglioramento delle prestazioni energetiche di un edificio al fine di ottimizzarne i consumi. In particolare, i sistemi di isolamento a cappotto e l'eliminazione dei ponti termici, come ampiamente riportato nei manuali tecnici di riferimento, consentono di ridurre notevolmente le dispersioni di calore verso l'esterno, garantendo adeguate condizioni di comfort abitativo interno. Il posizionamento dell'isolante sul lato freddo della parete esterna consente di mantenere la muratura in regime termico più stabile, riducendo il rischio di condensazioni interstiziali e superficiali, a condizione di un corretto dimensionamento termo-igrometrico della stratigrafia [11].

Questa tipologia di sistemi è stata introdotta a partire dalla sopracitata Legge 373/76 e trova larga applicazione durante gli anni Ottanta anche per rispondere alle criticità costruttive tipiche delle strutture in calcestruzzo armato, caratterizzate da significative dispersioni termiche e marcata presenza di ponti termici.

Tuttavia, secondo le linee guida tecniche europee ETAG 004 (oggi confluite negli EAD di riferimento), la vita utile stimata dei sistemi ETICS (*External Thermal Insulation Composite Systems*) è pari a circa 25 anni, a condizione di corretta posa e adeguata manutenzione; ne consegue che una parte consistente dei sistemi installati nella fase iniziale di diffusione ha già superato la propria vita tecnica, ponendo il tema della sostituzione e della gestione del fine ciclo. Tale criticità si riproporrà in prospettiva anche per gli interventi realizzati attraverso incentivi recenti, evidenziando la necessità di valutazioni di più lungo periodo e pesate in relazione allo stato di conservazione effettivo degli edifici.

Un altro aspetto fondamentale da tenere in considerazione per garantire l'efficienza del sistema ETICS è assicurare un adeguato ricambio d'aria. L'incremento della tenuta all'aria dell'involucro comporta infatti una significativa riduzione della ventilazione involontaria, ossia dovuta alla traspirabilità delle pareti (fenomeno comunque limitato in quanto al massimo il 3% dell'umidità interna riesce ad attraversarle [4]); la condizione adiabatica dell'edificio rende pertanto necessaria una gestione controllata dei flussi d'aria al fine di evitare accumuli di umidità interna e il raggiungimento del punto di rugiada sulle superfici più fredde, con conseguenti fenomeni di condensa superficiale del vapore e rischio di formazione di muffe (dal 97% al 100% dell'umidità interna deve essere smaltito tramite idonea ventilazione [4]). Ne consegue che l'intervento di isolamento dell'involucro qualora non accompagnato da un sistema adeguato di ventilazione,

naturale (aprendo le finestre, con conseguenti dispersioni di calore) o meccanica, può determinare criticità igienico-sanitarie, in particolare negli edifici esistenti originariamente concepiti per funzionare con più alti livelli di permeabilità all'aria (i requisiti minimi di salubrità degli ambienti abitativi sono richiamati dal Decreto Ministeriale del 5 luglio 1975, mentre il dimensionamento degli impianti aeraulici è disciplinato dalla norma UNI 10339).

Non a caso nella Direttiva Europea 2018/844/UE, che ha introdotto il concetto di edificio a energia quasi zero (NZEB - *Nearly Zero Energy Buildings*) per tutte le nuove costruzioni a partire dal 2021, e nella più recente Direttiva “Case Green” 2024/1275/UE, con l'introduzione dell'obbligo di realizzare tutti i nuovi edifici a emissioni zero (ZEB - *Zero Emission Buildings*) a partire dal 2030, il conseguimento degli obiettivi prestazionali è generalmente associato all'adozione di involucri altamente performanti (basse trasmittanze, riduzione dei ponti termici, elevata tenuta all'aria) integrati con sistemi di ventilazione meccanica controllata (VMC) dotati di recupero di calore.

In entrambi i casi, tuttavia, le soluzioni tecniche che consentono il raggiungimento di tali standard risultano particolarmente coerenti e facilmente integrabili in edifici di nuova costruzione o oggetto di ristrutturazioni profonde, dove la progettazione può essere impostata in modo organico. Nulla presuppone che le stesse soluzioni possano essere facilmente applicabili o economicamente sostenibili per l'intero patrimonio esistente: spesso la fattibilità tecnica, i vincoli strutturali, i costi e i vincoli storici rendono tali soluzioni meno efficienti o applicabili. Questo è implicitamente confermato dal fatto che le direttive europee lasciano agli Stati membri margini di flessibilità nell'attuazione delle misure prevedendo strumenti e percorsi gradualmente per la riqualificazione energetica, ad esempio attraverso piani nazionali di ristrutturazione del parco edilizio.

Degli interventi di riqualificazione oggetto della presenta tesi, nessuno ha installato sistemi VMC ad integrazione del cappotto termico.

#### 4.1 Descrizione del sistema, prestazioni e funzioni dei singoli componenti

Gli isolamenti a cappotto sono sistemi di elementi costruttivi costituiti da componenti specifici e opportunamente pre-dimensionati quali collante, pannello isolante, eventuali tasselli di fissaggio meccanico, intonaco di base, armatura, intonaco di finitura con eventuale fondo primer, nonché accessori come reti angolari, profili per raccordi e bordi, giunti di dilatazione e profili per la zoccolatura.

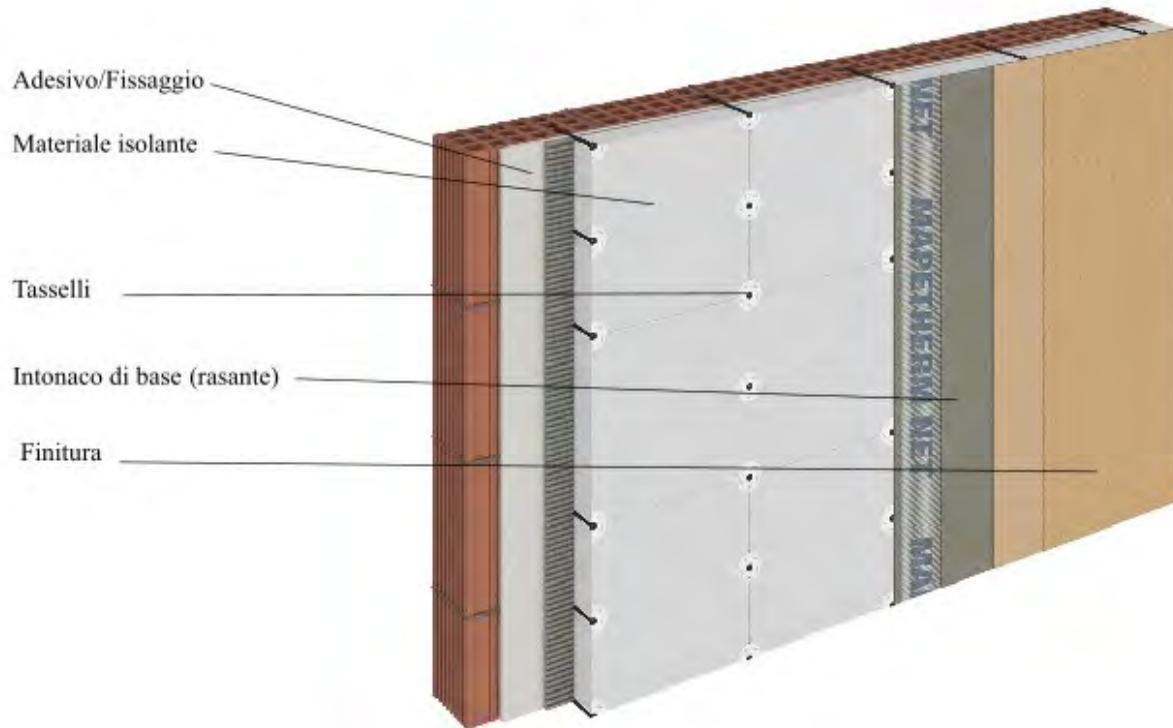


Fig.5 Dettaglio della stratigrafia del sistema di isolamento [12].

La normativa di riferimento per la progettazione e la posa in opera dei sistemi di isolamento a cappotto per applicazioni esterne è la UNI/TR 11715 del 2018, che fornisce indicazioni operative e criteri di buona pratica per garantire prestazioni, durabilità e sicurezza del sistema.

I prerequisiti fondamentali per ottenere un risultato efficace sono la corretta progettazione delle stratigrafie, la selezione di componenti del sistema provenienti da un unico *kit*, con certificato ETA e marcatura CE di sistema, e la corretta posa del sistema, effettuata da installatori qualificati. Per non compromettere le prestazioni dichiarate sono sconsigliati sistemi assemblati con componenti di diversa provenienza o utilizzo di additivi non previsti dal *kit* certificato.

La successione degli elementi che compongono la stratigrafia del sistema a cappotto determina poi le diverse fasi di installazione.

### ***Fase 1 - Preparazione del supporto.***

I sistemi ETICS possono essere applicati su supporti in laterizio, in calcestruzzo e, se adeguatamente protetti dall'umidità, su supporti in legno, purché siano rispettate le condizioni preliminari per la posa su edifici esistenti. In particolare:

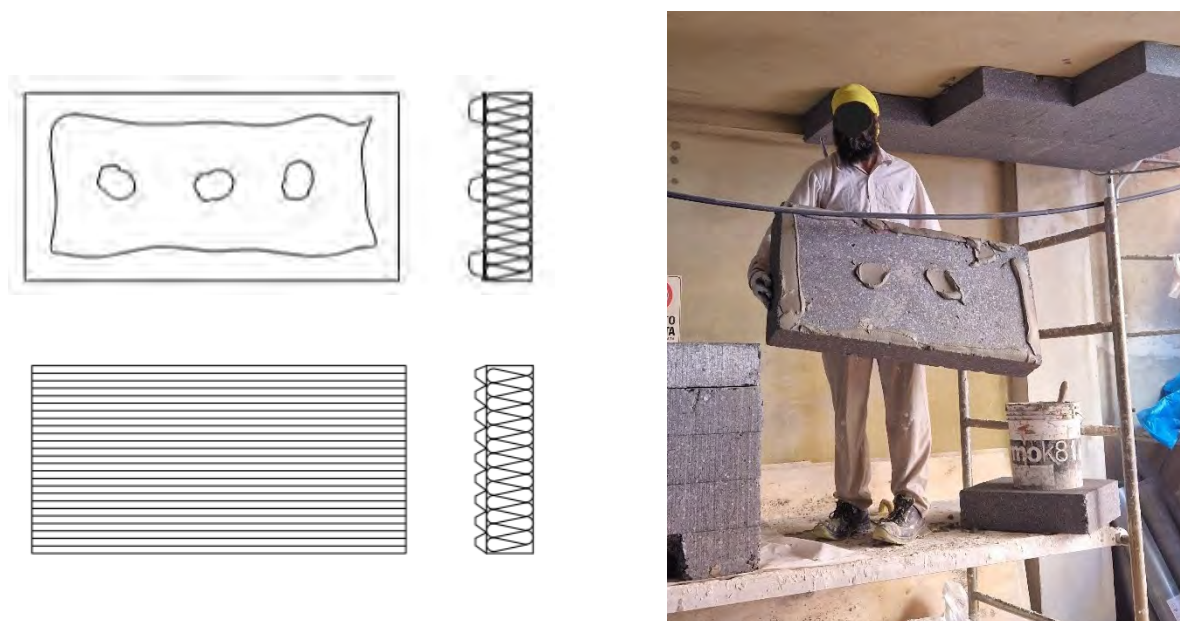
- Eliminazione delle cause di degrado con particolare riferimento a fenomeni di umidità di risalita, efflorescenze saline e contaminazioni superficiali. Per i supporti in calcestruzzo occorre verificare l'assenza di fenomeni di carbonatazione e di ossidazione delle armature. Nel caso di superfici intonacate o rivestite, eventuali distacchi delle finiture dal supporto devono essere rimossi o opportunamente ripristinati.
- Chiusura di fughe, cavità e tracce impiantistiche presenti sulle pareti, al fine di garantire continuità e planarità del supporto.
- Verifica dell'idoneità del supporto, accertando che la resistenza superficiale sia adeguata a garantire l'adesione del sistema.
- Ripristino e preparazione del supporto, mediante pulizia, regolarizzazione ed eventuale applicazione di prodotti idonei (primer, consolidanti), secondo le indicazioni del sistema certificato.
- Controllo delle condizioni ambientali, assicurando una temperatura dell'aria e del supporto compresa tra + 5 °C e + 30 °C durante la posa.



*Fig.6* Documentazione fotografica di cantiere. M\_8: documentazione di cantiere, preparazione del supporto murario.

## ***Fase 2 - Incollaggio e posa dei pannelli isolanti.***

Una volta verificata l' idoneità e preparato il supporto, la prima operazione consiste nell' applicazione del collante sulla superficie del pannello isolante al fine di garantire un' adeguata resistenza alle sollecitazioni verticali (peso proprio del sistema) e orizzontali (azioni di pressione e depressione del vento). È fondamentale assicurare una perfetta adesione tra sistema e supporto, così da prevenire la formazione di intercapedini d' aria responsabili del cosiddetto “effetto camino”, che può determinare deformazioni o distacchi dei pannelli isolanti.



*Fig.7* In alto a sinistra, metodo di incollaggio a cordolo perimetrale e punti [11]. In basso a sinistra, metodo di incollaggio a tutta superficie. A destra, documentazione fotografica di cantiere.

Le modalità di applicazione del collante variano in funzione della tipologia di isolante impiegato. La scelta della tecnica applicativa deve essere conforme alle prescrizioni del sistema certificato e alle indicazioni fornite dal produttore. Generalmente, può avvenire con il metodo a cordolo perimetrale e punti centrali, consigliato dai produttori per pannelli sintetici quali polistirene espanso sinterizzato o poliuretano, o con il metodo a tutta superficie, più idoneo per pannelli in lana minerale, con o senza rivestimento.

Secondo le principali indagini di settore, i materiali isolanti maggiormente impiegati nei sistemi ETICS in ambito europeo risultano essere il polistirene espanso sinterizzato, la lana minerale e, in misura minore, il poliuretano espanso.

<i>materiale isolante</i>	<i>sigla</i>	<i>conduttività termica</i> [W/m·K]
pannelli in polistirene espanso sinterizzato additivato con grafite	EPS con grafite	0,029 - 0,032
polistirene espanso estruso	XPS	0,029 - 0,036
pannelli in lana minerale di roccia	MW-R	0,031 - 0,040
pannelli in lana minerale di vetro	MW-G	0,034 - 0,040
pannelli in fibra di legno	WF	0,036 - 0,050
pannelli in poliuretano espanso rigido	PU	0,022 - 0,028
pannelli in poliuretano espanso con schiuma polyiso (stiferite)	PU con PIR	0,022
pannelli in sughero naturale bruno espanso	ICB	0,036 - 0,040
pannelli in resina fenolica espansa	PF	0,019 - 0,021
pannelli di origine vegetale (es. canapa, lino, cellulosa)		0,038 - 0,060
pannelli minerali multipor (composti da sabbia, calce, cemento e acqua)		0,042 - 0,047
pannelli aeropan in filamenti di fibre di vetro e aerogel nanoporoso di silice amorfa sintetica		0,015
microisolanti a base di grassello di calce e aerogel		0,002

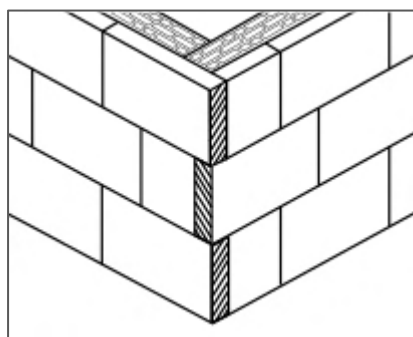
*Tab.4* Elenco non esaustivo dei principali materiali isolanti impiegati nei sistemi ETICS. Elaborata dall'autore.

Per quanto concerne il metodo di posa, i pannelli isolanti devono essere applicati dal basso verso l'alto, perfettamente accostati, integri e disposti con giunti verticali sfalsati di almeno 25 cm.



*Fig.8* Documentazione fotografica di cantiere, sflasamento dei giunti di almeno 25 cm. Pannelli in EPS additivato con grafite.

Una corretta esecuzione prevede che la malta collante non sia mai presente nelle fughe tra i pannelli; ciò determinerebbe possibili discontinuità del sistema e la formazione di ponti termici. Le fughe di ampiezza superiore a 2 mm devono essere riempite per l'intero spessore con strisce dello stesso materiale isolante, evitando l'impiego di schiume o malte non previste dal sistema certificato, così da assicurare omogeneità prestazionale e continuità superficiale. Particolare attenzione deve essere posta in corrispondenza degli spigoli dell'edificio, dove è necessario impiegare esclusivamente pannelli interi o dimezzati opportunamente sfalsati tra loro, in modo da garantire l'ammorsamento degli elementi e prevenire la formazione di giunti continui in corrispondenza degli angoli (*Fig.9*).



*Fig.9* A sinistra, schema di montaggio dei pannelli ammorsati agli spigoli [11]. A destra, MCA\_2: Documentazione di cantiere; particolare di ammorsamento dei pannelli isolanti, in EPS con grafite, agli spigoli dell'edificio. Predisposizione dei fori sui pannelli per tassellamento con schema a T.

I manuali tecnici riportano specifiche prescrizioni anche in merito al taglio dei pannelli isolanti. Tale operazione deve essere eseguita solo dopo il completo indurimento della malta collante, generalmente non prima di 2 - 3 giorni dalla posa, e con il pannello già stabilmente aderente al supporto. Il taglio deve essere effettuato nel rispetto della perpendicolarità, al fine di garantire precisione geometrica e corretta continuità dei giunti. I bordi dei pannelli non devono sporgere oltre gli spigoli dei contorni delle aperture (porte e finestre), né i giunti devono coincidere con fughe in corrispondenza di cambi di materiale, raccordi di muratura (ad esempio rappezzi) o giunti tecnici presenti nei pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato. In presenza di giunti strutturali dell'edificio, è invece necessario prevedere adeguati giunti di dilatazione nel sistema ETICS, in corrispondenza di quelli esistenti, così da consentire i movimenti differenziali della struttura senza compromettere l'integrità del rivestimento.

### ***Fase 3 - Fissaggio meccanico con tassellatura.***

In determinati casi, al fine di garantire un'adesione stabile e durevole nel tempo, oltre al collante è richiesto un fissaggio meccanico integrativo. La tassellatura deve essere eseguita solo dopo la fase di presa e indurimento della malta adesiva, così da evitare distacchi dovuti a urti e vibrazioni durante l'installazione. L'integrazione mediante tasselli risulta sempre necessaria nei seguenti casi:

- per spessori di isolante superiori a 10 cm;
- per sistemi ETICS con massa superficiale del sistema completo superiore a 30 kg/m<sup>2</sup>;
- per edifici di altezza superiore a 12 m;
- per supporti esistenti in muratura, superfici sub-orizzontali o superfici intonacate.

I tasselli impiegati devono essere idonei alle categorie d'uso previste dalla normativa tecnica europea, che definisce i campi di applicazione in funzione della tipologia di supporto (mattoni o blocchi in laterizio pieni o forati e calcestruzzo normale, cellulare o alleggerito). La classificazione e le condizioni di impiego sono disciplinate dall'EAD 330196-01-0604 (*European Assessment Document*). Qualora il supporto non sia chiaramente classificabile o presenti caratteristiche incerte, è necessario eseguire in cantiere prove di tenuta allo strappo dei tasselli (*Fig.10*), in conformità al *Technical Report* EOTA TR051, al fine di verificare la resistenza caratteristica dell'ancoraggio nel supporto reale.



*Fig.10* Documentazione fotografica di cantiere. CA\_15: prova di tenuta allo strappo eseguita in cantiere con dinamometro a strappo.

Le caratteristiche tecniche raccomandate sono le seguenti:

- rigidità del piattello  $\geq 0,3$  kN/mm;
- portata del piattello  $\geq 1,0$  kN;
- coefficiente di conducibilità termica puntuale  $\leq 0,002$  W/K.

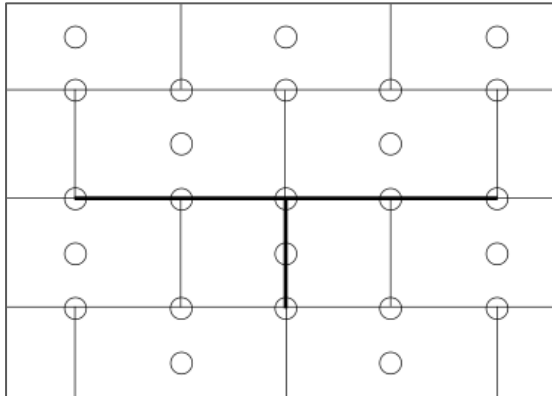
La lunghezza dei tasselli deve essere determinata in modo da garantire la profondità di ancoraggio richiesta nel supporto resistente, al netto degli strati non resistenti quali malta di incollaggio, intonaco e rivestimenti isolanti. La scelta del diametro del piattello dipende invece dal peso dell'isolante impiegato, con un valore minimo pari a 60 mm: per pannelli in EPS e in PU risultano generalmente sufficienti piattelli di diametro minimo; per pannelli in MW di tipo standard è consigliato un diametro pari a 90 mm, mentre per pannelli minerali di tipo lamellare sono raccomandati piattelli di diametro pari a 140 mm.

L'installazione dei tasselli non deve avvenire mediante infissione diretta nei pannelli, ma previa realizzazione dei fori con punte di trapano corrispondenti al diametro indicato dal produttore del tassello; nel caso di pannelli in lana minerale, è necessario eseguire una prima perforazione a trapano spento per evitare lo sfilacciamento del materiale, completando successivamente la foratura nel supporto. La profondità del foro deve corrispondere alla lunghezza del tassello incrementata di ulteriori 10 - 15 mm.

Deve inoltre essere rispettata una distanza minima di 100 mm tra i tasselli e i bordi dell'edificio o eventuali giunti strutturali; è previsto un possibile infittimento di tassellatura nelle zone d'angolo e lungo le fasce perimetrali, così da rispondere efficacemente alle sollecitazioni dovute ai carichi del vento e ai fenomeni di dilatazione termica dell'isolante. Il numero di tasselli necessari deve essere determinato mediante specifico calcolo in conformità ai metodi previsti dalla normativa vigente e alle indicazioni del sistema ETICS adottato. In ogni caso, è richiesto un minimo di tre tasselli per pannello; i tasselli posizionati in corrispondenza delle fughe tra pannelli contribuiscono solo parzialmente al conteggio.

Al fine di garantire una distribuzione uniforme dei tasselli sulla superficie del sistema isolante, l'ancoraggio meccanico può essere realizzato secondo differenti schemi di posa comunemente identificati come schema a "T", sempre necessario per pannelli isolanti di natura sintetica, e schema a "W", maggiormente indicato per pannelli in lana minerale; entrambe le configurazioni consentono il posizionamento dei tasselli in corrispondenza delle zone di applicazione del collante,

tipicamente disposto con metodo a cordolo perimetrale e punti centrali, garantendo così una corretta trasmissione dei carichi al supporto.



*Fig.11* A sinistra, fissaggio meccanico con schema di tasselli a “T” [11]. A destra, M\_17: documentazione fotografica di cantiere, fissaggio di pannelli in EPS con grafite.

Nello schema a “T” almeno un tassello è collocato al centro di ciascun pannello e un altro in corrispondenza degli incroci dei giunti tra pannelli adiacenti; in funzione delle verifiche di progetto e delle sollecitazioni previste, possono essere aggiunti ulteriori fissaggi nella zona centrale del pannello. Tale configurazione risulta particolarmente indicata per materiali isolanti quali EPS e PU che, essendo particolarmente sensibili alle variazioni termiche, vengono in questo modo vincolati nei punti maggiormente soggetti a dilatazione termica.

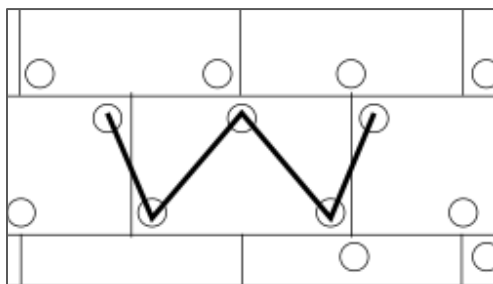


Fig.12 Fissaggio meccanico con schema di tasselli a “W” [11].

Nello schema a “W” ciascun pannello è generalmente fissato con almeno tre tasselli; di norma non è previsto il posizionamento sistematico di tasselli al centro dei pannelli. Questa configurazione risulta più idonea per materiali isolanti di tipo fibroso, quali i pannelli in MW, in quanto meno suscettibili alle variazioni termiche. Nel caso di pareti ventilate combinate a sistemi ETICS in lana minerale, il posizionamento dei tasselli al centro dei pannelli è determinato dalla presenza della struttura metallica di supporto dei pannelli di rivestimento.

I tasselli devono essere installati a filo della superficie dell’isolante o, nel caso di pannelli con spessore superiore a 100 mm, è possibile prevederne l’incasso mediante fresatura locale del pannello oppure tramite affondamento a compressione del tassello, con successiva applicazione di apposito tappo isolante. Un’errata profondità di posa può determinare difetti estetici e prestazionali: tasselli installati eccessivamente in profondità e successivamente stuccati, oppure lasciati sporgenti rispetto al piano dell’isolante, possono generare irregolarità visibili anche a intervento ultimato dovute a differenti comportamenti nell’assorbimento di umidità.

Tasselli caratterizzati da scarsa tenuta meccanica o deformati durante la posa devono essere rimossi e sostituiti con nuovo tassello in un foro differente; il foro originario deve essere opportunamente sigillato con materiale isolante compatibile o con schiuma poliuretanica al fine di evitare discontinuità termiche e infiltrazioni. Possibili meccanismi di fallimento dei tasselli possono essere ricondotti principalmente a tre fenomeni:

- *pull-through* del pannello, per cui il tassello rimane ancorato al supporto mentre il pannello isolante si sfilava dal piattello per schiacciamento e rottura locali del pannello;
- *pull-out* del tassello, che consiste nello sfilamento del corpo del tassello dal supporto murario per insufficiente resistenza dell’ancoraggio;
- rottura del tassello, dovuta a sollecitazioni meccaniche eccedenti la capacità resistente del materiale costituente.

#### ***Fase 4 - Intonaco di base (con armatura).***

L'intonaco di base armato svolge la funzione di assorbire le tensioni superficiali, le sollecitazioni meccaniche e le tensioni igrometriche, contribuendo inoltre ad aumentare la resistenza agli urti sia accidentali sia dovuti a eventi atmosferici quali la grandine.

Il sistema è costituito da malta rasante, strato di armatura con rete in fibra di vetro e successiva rasatura armata di finitura. In funzione dello spessore applicato, si distinguono intonaci di base a spessore sottile, medio o elevato.

Condizione preliminare per una corretta esecuzione è la planarità dei pannelli isolanti posati. Qualora tale requisito non sia soddisfatto, è necessario procedere al livellamento delle superfici mediante molatura (operazione consentita nel caso di pannelli in EPS o poliuretano) oppure attraverso l'applicazione di una rasatura di compensazione.

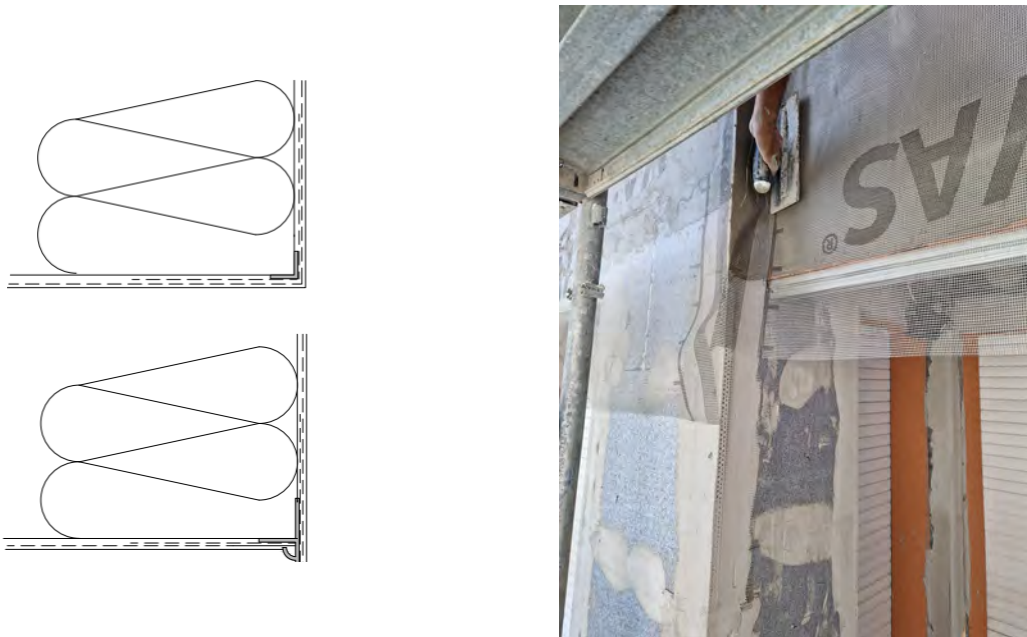
In corrispondenza degli angoli di porte e finestre è necessario inserire elementi di armatura diagonali da applicare nello strato di intonaco di base prima della rasatura armata e da fissare in modo che i bordi delle strisce siano inclinati di circa  $45^\circ$ . Le strisce di rete presentano generalmente dimensioni pari a circa  $200 \times 300$  mm.



*Fig.13* Da sinistra, particolare degli elementi di armatura diagonali, inclinati di  $45^\circ$ , e poi coperti da rasatura armata [11].

Nel caso di impiego di angoli con rete e di profili per la protezione degli spigoli, mediante rete in fibra di vetro antialcalina sovrapposta, l'intonaco di base deve essere applicato per una larghezza almeno pari a quella della striscia di rete prevista, al fine di garantire il corretto annegamento sia del profilo angolare sia della rete di rinforzo all'interno dello strato di base.

Qualora gli spigoli vengano realizzati in assenza di profili prefabbricati, l'esecuzione deve avvenire contestualmente alla posa dello strato di armatura; in tal caso, la rete in fibra di vetro viene stesa su uno dei lati per una larghezza di circa 200 mm e prolungata oltre l'angolo, garantendo una sovrapposizione minima di 100 mm sul lato adiacente, sempre all'interno dell'intonaco di base.



*Fig.14* Da sinistra, schema di funzionamento dell'angolo con gocciolatoio (in alto) e paraspigolo (in basso). A destra, documentazione fotografica di cantiere, applicazione di rete di armatura sopra paraspigoli e gocciolatoi. Segue rasatura finale.

Gli accessori di giunzione del sistema, quali profili, guarnizioni, sigillature, e relativi schemi di montaggio devono essere progettati e installati in modo da garantire al sistema ETICS le seguenti prestazioni:

- tenuta all'acqua del giunto;
- capacità di compensare i movimenti differenziali tra gli elementi costruttivi;
- adeguato smorzamento delle vibrazioni trasmesse tra supporto e sistema a cappotto;
- resistenza meccanica;

- continuità dell'isolamento termico.

Per quanto riguarda l'esecuzione dello strato di armatura, la posa della rete in fibra di vetro deve essere eseguita dall'alto verso il basso, preferibilmente con sviluppo verticale sebbene sia ammessa anche la disposizione orizzontale. Le reti adiacenti devono essere sovrapposte per almeno 100 mm, evitando la formazione di pieghe. La rete deve essere posizionata in posizione baricentrica o nel terzo esterno dello spessore dell'intonaco di base, secondo le indicazioni del produttore del sistema. Successivamente, la rete deve essere completamente ricoperta con almeno uno strato di malta di base di spessore non inferiore a 1 mm ed almeno 0,5 mm nella zona delle sovrapposizioni della rete.

Qualora siano richieste maggiori prestazioni meccaniche superficiali, è possibile prevedere un'armatura rinforzata aggiuntiva, costituita da una rete a maggiore grammatura oppure da un primo strato di armatura identico a quello ordinario. L'armatura supplementare deve essere applicata con sfasamento rispetto a quella principale e inserita in uno strato di rasante dello spessore di circa 2 mm, prima della posa delle protezioni di spigoli e angoli e dell'applicazione dell'armatura finale. In questo caso, i lembi della rete rinforzata non devono essere sovrapposti, ma accostati a spigolo vivo.

La rasatura viene quindi eseguita con il metodo "fresco su fresco", al fine di garantire la completa copertura della rete.

### ***Fase 5 - Intonaco di finitura.***

L'intonaco di finitura ha la funzione principale di proteggere il sistema a cappotto dagli agenti atmosferici, tra cui raggi UV, e di conferire l'aspetto estetico finale, includendo colore e texture della superficie. In un sistema ETICS, l'intonaco di finitura costituisce, insieme all'eventuale primer, alla rasatura armata e all'intonaco di base, il cosiddetto "sistema intonaco". Qualora intonaco di base e finitura abbiano la stessa base legante, sia essa resina sintetica o legante minerale a base di calce e cemento, l'applicazione del primer non risulta necessaria.



*Fig.15* Documentazione fotografica di cantiere. Strato di intonaco di finitura.

Dopo aver lasciato indurire l'intonaco di base per un periodo di tempo sufficiente e aver eseguito l'applicazione del primer, se previsto, in presenza di condizioni atmosferiche idonee si può procedere alla stesura del rivestimento di finitura; l'applicazione prematura può provocare la formazione di macchie o alterazioni cromatiche. Si consiglia di rispettare uno spessore minimo dello strato pari a 1,5 mm per superfici con struttura piena e almeno 2 mm per superfici con struttura rigata o "graffiata". Per realizzare superfici a grana fine (con intonaco di finitura a granulometria inferiore a 1,5 mm) è necessario applicare più mani così da raggiungere comunque lo spessore minimo consigliato. L'applicazione deve avvenire dall'alto verso il basso.

I prodotti di finitura per sistemi ETICS sono costituiti da una combinazione di componenti chimici, classificabili in leganti, pigmenti, cariche, additivi e diluenti; la natura dei leganti, minerali e/o organici, determina in larga misura le prestazioni della finitura, mentre i pigmenti, in genere inorganici, assicurano elevata resistenza ai raggi UV, agli agenti atmosferici, al pH e

all'aggressione chimica. I pigmenti organici, sebbene più brillanti, risultano meno stabili nel tempo. Per garantire uniformità cromatica e strutturale, è raccomandata dai produttori la lavorazione fresco su fresco; le pause operative dovrebbero corrispondere al completamento di superfici intere, evitando stacchi visibili tra i livelli del ponteggio. Quando ciò non è possibile, è consigliabile lavorare in modo sfalsato tra i piani o prevedere interruzioni controllate della finitura mediante l'inserimento di nastri, lesene o profili.

La scelta del colore deve tener conto dell'indice di riflessione alla luce (I.R.) che misura la capacità della superficie di riflettere l'irraggiamento solare (per superfici bianche, I.R.= 100%, per superfici nere, I.R.= 0%). Per ridurre il rischio di surriscaldamento del sistema, i valori minimi di I.R. variano generalmente tra il 20% e il 30% in funzione delle condizioni climatiche locali. Negli intonaci minerali, la fase di indurimento comporta reazioni chimiche sensibili alle condizioni ambientali; umidità e temperatura possono influenzare significativamente la qualità del colore. È pertanto consigliato schermare i ponteggi durante la lavorazione e almeno nei due giorni successivi per evitare variazioni cromatiche dovute all'insolazione diretta e dagli agenti atmosferici.

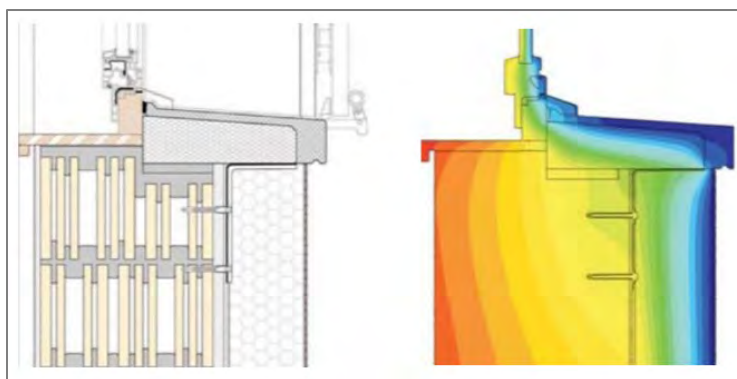
In alternativa agli intonaci di finitura è possibile utilizzare rivestimenti costituiti da elementi modulari sottili che possono essere direttamente incollati all'intonaco di fondo armato.

***Dettagli di progettazione ed esecuzione del cappotto [11].***

***Raccordo al davanzale.***

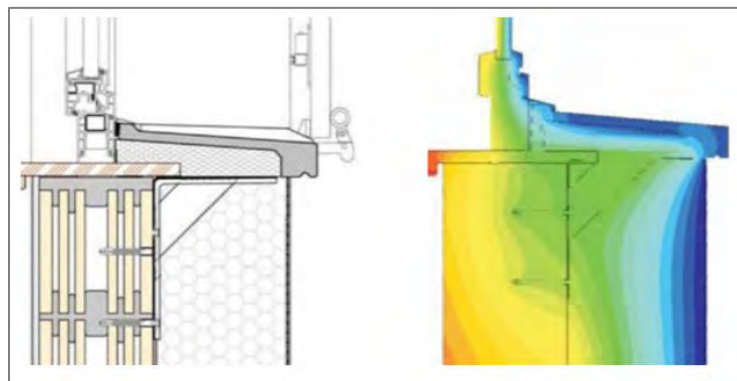
I davanzali devono essere montati in modo da eliminare qualsiasi spazio vuoto che deve essere opportunamente riempito con materiale isolante. È consigliabile realizzare i davanzali in modo discontinuo, suddividendoli in due elementi distinti posti rispettivamente all'interno e all'esterno del serramento. Tale configurazione può essere ottenuta mediante un giunto termoisolato che colleghi il pezzo esterno a quello interno. Il Sistema ETICS si collega poi al davanzale esterno.

La sequenza di montaggio dei davanzali può variare in funzione dello spessore dell'isolante e della tipologia costruttiva del davanzale stesso; in generale, possono essere installati prima o dopo la posa del Sistema ETICS.



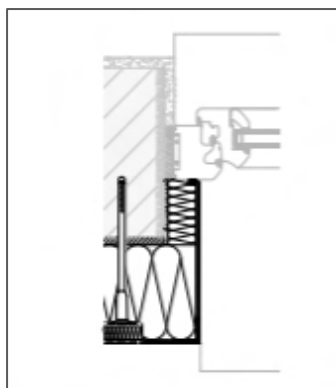
*Fig.16 Davanzale isolante con taglio della soglia esistente [11].*

In caso di ristrutturazione che non preveda la sostituzione dei davanzali, è necessario prevedere almeno l'allungamento o sovrapposizione delle pianie esistenti. Ciò può avvenire fissando al davanzale un elemento aggiuntivo.

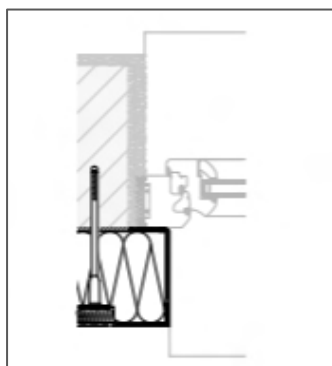


*Fig.17 Davanzale isolante in sovrapposizione al davanzale esistente [11].*

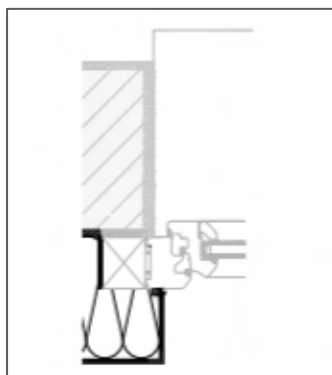
*Raccordi a porte e finestre.*



*Fig.18* Finestra inserita nella muratura: è necessario raccordare il cappotto esterno con il telaio a taglio termico degli infissi mediante fasce isolanti di spessore inferiore a causa delle dimensioni limitate del vano dell'apertura [11].



*Fig.19* Finestra a filo esterno della muratura: l'isolante utilizzato nelle pareti esterne viene lasciato più lungo del bordo dell'apertura così da coprire il telaio dei serramenti [11].



*Fig.20* Finestra esterna rispetto alla muratura: i pannelli isolanti impiegati nella parete esterna devono essere preliminarmente tagliati così da raccordare e coprire la sottostruttura del telaio della finestra [11].

### *Scanalature.*

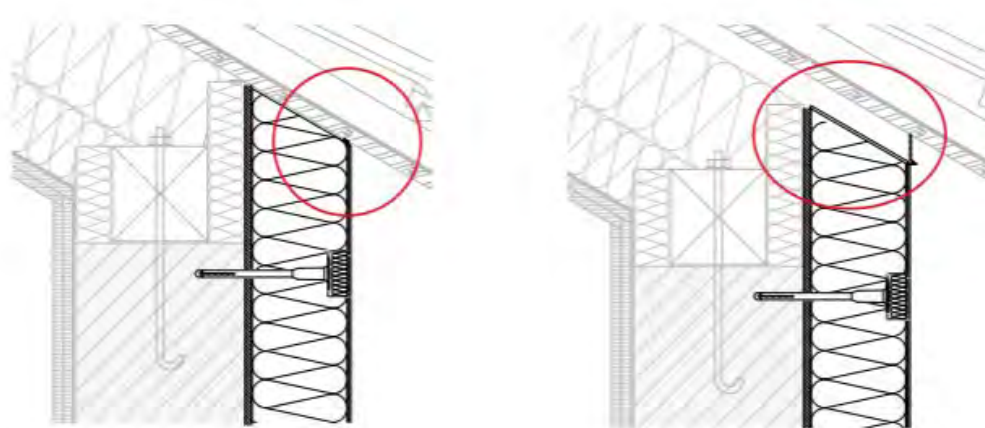
Le scanalature devono essere realizzate direttamente nei pannelli isolanti, evitando di intervenire sui giunti, prima dell'applicazione dell'intonaco di base, e possono essere effettuate in fabbrica, in cantiere oppure direttamente in opera dopo la posa dei pannelli.

Per ridurre il rischio di formazione di ponti termici la profondità della scanalatura non deve superare il 25% dello spessore del pannello, con un limite massimo di 25 mm. Inoltre, la larghezza della scanalatura non deve essere inferiore alla sua profondità. In linea di principio, le scanalature dovrebbero avere una sezione trapezoidale in modo da favorire il deflusso dell'acqua piovana e prevenire accumuli.

Le superfici interne delle scanalature devono essere rinforzate mediante l'inserimento di rete in fibra di vetro idonea, ad esempio elementi in rete preformati, al fine di prevenire la formazione di fessurazioni. La rete deve essere sovrapposta all'armatura principale dello strato di base per almeno 10 cm e completamente rivestita con malta di base.

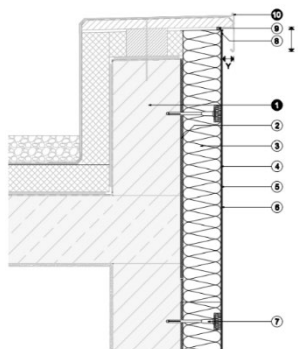
### *Raccordo al tetto a falde.*

Per i pannelli isolanti collocati in corrispondenza dei raccordi superiori della facciata, in particolare nelle soluzioni a tetto caldo, i manuali tecnici raccomandano l'adozione del metodo di posa *Floating - Buttering*, almeno per l'ultima fila di pannelli. Al fine di evitare la formazione di ponti termici all'interfaccia con il soffitto inclinato, la fila superiore dei pannelli deve essere sagomata con taglio obliquo e adattata con precisione alla geometria del raccordo, assicurando la continuità dello strato isolante.



*Fig.21* Da sinistra, particolare del raccordo dell'isolante contro le falde e con intercapedine ventilato [11].

Il metodo prevede l'applicazione dell'adesivo su entrambe le superfici di contatto (pannello isolante e supporto) mediante stesura continua e incrociata, così da garantire un incollaggio pressoché integrale dell'elemento riducendo il rischio di formazione dell'effetto camino.



*Raccordo alla copertura piana.*

*Fig.22* L'isolante in facciata viene raccordato con quello utilizzato per coibentare la copertura piana e il rispettivo muro perimetrale. Il muro viene poi coperto con adeguate guaine o scossaline metalliche impermeabilizzanti [11].

## 4.2 Conduttività termica e permeabilità al vapore

La valutazione dell'appropriatezza delle soluzioni adottate per l'efficientamento energetico degli involucri edilizi si basa sulla misurazione delle prestazioni rispetto ai valori di riferimento stabiliti dalle normative vigenti, con particolare attenzione ai parametri di trasmittanza termica.

Zona climatica	Trasmittanze di riferimento per edifici nuovi		Trasmittanze limite per edifici esistenti		Trasmittanze limite per accedere alle detrazioni
	Dal 1° ott 2015	Dal 1° gen 2019/2021	Dal 1° ott 2015	Dal 1° gen 2021	DM 26/1/10
A-B	0,45	0,43	0,45	0,40	0,54-0,41
C	0,38	0,34	0,40	0,36	0,34
D	0,34	0,29	0,36	0,32	0,29
E	0,30	0,26	0,30	0,28	0,27
F	0,28	0,24	0,28	0,26	0,26

Tab.5 Trasmittanza termica per le strutture opache verticali: valori di riferimento utilizzati nella simulazione di edifici di nuova costruzione, le trasmittanze limite per gli edifici esistenti (riqualificazioni energetiche) e le trasmittanze massime per accedere alle detrazioni fiscali del 65% (Ecobonus) [13].

La *trasmittanza termica*  $U$ , o coefficiente di scambio termico globale, misura la quantità di flusso di calore che, in condizioni di trasmissione del calore in regime stazionario (ossia quando il flusso di calore e le temperature sono assunti costanti nel tempo), attraversa una superficie unitaria in presenza di una differenza di temperatura di 1 K tra l'interno e l'esterno, nell'unità di tempo. In altre parole, è una grandezza fisica che rappresenta la capacità di un elemento costruttivo, come ad esempio una parete, un solaio, un infisso, di scambiare calore tra due ambienti a temperature differenti.

Il valore di trasmittanza dipende prevalentemente dai materiali e dagli spessori che compongono la stratigrafia dell'elemento. Minore è il valore di  $U$ , migliore è la prestazione isolante della struttura. Formalmente, la trasmittanza è definita come l'inverso della resistenza termica totale dell'elemento:

$$U = \frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{\left( R_i + \sum \left( \frac{S_i}{\lambda_i} \right) + R_e \right)} \quad \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

dove la resistenza termica totale ( $R_{tot}$ ) è data dalla somma delle resistenze dei singoli strati con le resistenze superficiali interna ( $R_i$ ) ed esterna ( $R_e$ ). La resistenza di un singolo strato è data dal rapporto tra lo spessore dello strato ( $s_i$ ) e la conducibilità termica ( $\lambda$ ).

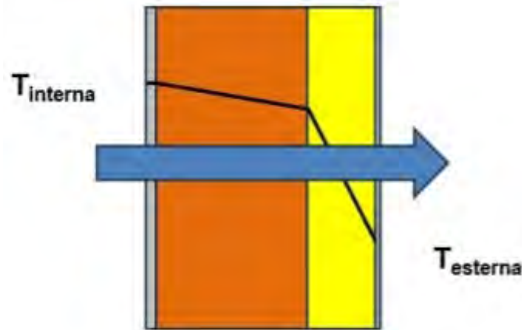


Fig.23 Rappresentazione schematica del flusso di calore attraverso la stratigrafia della parete [11].

La *conducibilità termica*  $\lambda$  è difatti una proprietà intrinseca del materiale e misura la capacità dello stesso di condurre il calore; dipende dalla natura del materiale, dalla sua densità e, in alcuni casi, dalle condizioni termo-igrometriche. Materiali con valore di  $\lambda$  basso presentano una ridotta capacità di trasmettere il calore e risultano pertanto idonei all'impiego come isolanti termici.

$$\lambda = \frac{\bar{q}}{\text{grad}(T)} \left[ \frac{W}{m \cdot K} \right]$$

Nella valutazione dell'appropriatezza del materiale isolante da impiegare, la trasmittanza rappresenta quindi l'indicatore normativo della prestazione del sistema completo, mentre la conducibilità è la proprietà fisica del materiale che consente al progettista di dimensionare correttamente lo spessore dell'isolante per soddisfare i requisiti richiesti; a parità di spessore, un materiale con  $\lambda$  più bassa produce una U più bassa.

Un ulteriore aspetto determinante nella progettazione del sistema ETICS è il comportamento igrometrico dei materiali e, in particolare, la loro *permeabilità al vapore*. Mentre la conducibilità termica rappresenta il flusso di calore condotto attraverso la struttura, la permeabilità al vapore è il parametro che descrive l'attitudine di un materiale a favorire o ostacolare la migrazione di umidità sotto forma di vapore acqueo, attraverso gli strati che lo compongono.

Durante la stagione fredda si instaura un flusso naturale di vapore che migra dall'ambiente interno riscaldato verso l'esterno<sup>2</sup> a causa della differenza di pressione del vapore tra i due ambienti. Nell'attraversare le strutture opache, il vapore può incontrare zone caratterizzate da temperature sufficientemente basse da determinare il raggiungimento della temperatura di rugiada con conseguente formazione di condensazione interstiziale, ossia accumulo di acqua allo stato liquido all'interno dei materiali. Tale fenomeno deve essere evitato al fine di garantire la durabilità della struttura, preservare le prestazioni termo-isolanti dei materiali e prevenire fenomeni di degrado quali perdita di coesione, formazione di muffe o corrosioni.

Per limitare il rischio di condensazione interstiziale è necessario progettare con attenzione la stratigrafia degli elementi dell'involucro posizionando verso l'interno gli strati a minore permeabilità al vapore e verso l'esterno gli strati più isolanti e quindi a maggiore resistenza termica; ciò consente di ridurre la quantità di vapore che raggiunge gli strati più esterni e quindi più freddi della struttura, al contempo l'isolante esterno favorisce il mantenimento di temperature più elevate nella maggior parte della stratigrafia riducendo la possibilità che il vapore, attraversando gli strati, incontri zone più fredde a rischio di condensazione. In una parete correttamente isolata, il salto termico principale si verifica infatti all'esterno dello strato isolante, prima degli strati di rasatura e finitura. Risulta perciò fondamentale selezionare rasature e finiture con adeguata traspirabilità al vapore, in modo da evitare che il flusso venga ostacolato negli strati superficiali, con possibile formazione di efflorescenze, distacchi o fenomeni di sbollatura.

Spesso si attribuisce ai sistemi di isolamento termico a cappotto la riduzione della capacità di traspirazione della parete. In realtà, come anticipato nell'introduzione al capitolo, anche in assenza di isolamento, la quantità di vapore smaltibile per diffusione attraverso le pareti opache è estremamente limitata: per un alloggio di dimensioni ordinarie si tratta di qualche centinaio di grammi al giorno. La produzione interna di vapore risulta invece di ordine nettamente superiore, dell'ordine di alcuni chilogrammi al giorno; una sola persona può emettere circa 200 g/h di vapore

---

<sup>2</sup> Per il secondo principio della termodinamica, "è impossibile realizzare una trasformazione il cui unico risultato sia il trasferimento di calore da un corpo più freddo a uno più caldo." L'enunciato formulato nel 1850 da R. Clausius implica che il trasferimento spontaneo di calore avviene nel verso delle temperature decrescenti, mentre il processo inverso è possibile solo fornendo lavoro dall'esterno, come avviene nelle pompe di calore o nelle macchine frigorifere.

attraverso la respirazione, cui si aggiungono le attività domestiche quali cottura dei cibi, lavaggi e docce [12].

Ne consegue che la gestione dell'umidità interna non può essere affidata alla sola diffusione attraverso lo strato isolante che, anche se correttamente progettato sotto il profilo termigrometrico, non compromette in modo significativo l'equilibrio igrometrico dell'edificio; bensì deve essere garantita mediante un adeguato ricambio d'aria, naturale o meccanico (VMC).

### 4.3 Forme di degrado: possibili cause e soluzioni

I sistemi di isolamento termico a cappotto possono subire diverse forme di degrado a causa di una serie di fattori differenti. Le cause principali sono legate a materiali scadenti, errori di progettazione e di posa, esposizione agli agenti atmosferici e scarsa manutenzione. Di seguito si riporta una tabella con indicate le principali patologie (*Tab.6*) e una tabella di riepilogo delle principali soluzioni (*Tab.7*).

Forme di degrado			
<i>degrado</i>	<i>descrizione</i>	<i>causa</i>	<i>soluzioni</i>
Decolorazione	Alterazione o disomogeneità cromatica della finitura.	Esposizione ai raggi UV, pigmenti scadenti, colori troppo scuri.	4.2 + 4.5 + 4.16 / 4.15.b
Efflorescenze	Macchie biancastre sulla superficie del rivestimento.	Migrazione di sali per infiltrazioni o rasante non stagionato.	4.3 + 4.5 + 4.15
Sfarinamento	Superficie incoerente che si polverizza o perde colore.	Alterazione del legante, posa in condizioni ambientali non idonee, materiali scadenti.	4.2 + 4.5 + 4.1
Lumacature	Striature biancastre traslucide sulla finitura.	Pioggia su rivestimento non completamente filmato.	4.2; se persistono 4.15.b
Colonizzazione biologica	Presenza di alghe, muffe o annerimenti superficiali.	Umidità persistente, scarsa insolazione, ristagni d'acqua.	4.1 + 4.2 + 4.6 + 4.15
Effetto materasso	Deformazione superficiale che evidenzia la trama dei pannelli isolanti.	Incollaggio insufficiente, instabilità dei pannelli, rasatura armata non adeguata.	Consolidamento o rifacimento del sistema.
Cavillature	Microfessure superficiali spesso lungo i giunti dei pannelli.	Ritiro dei materiali, finiture troppo rigide, supporti non idonei.	(4.2) + 4.9 + 4.18

Fessurazioni non strutturali	Crepe negli strati di rasatura e finitura.	Errori di posa, rete mal posizionata, rasatura insufficiente, colori troppo scuri.	4.4 + 4.2 + 4.5 + 4.20 + 4.8 + 4.17.b
Distacco degli strati superficiali	Sollevamento o distacco della rasatura armata o della finitura.	Infiltrazioni, gelo-disgelo, scarsa adesione tra gli strati.	Rimozione parziale o totale e ripristino degli strati
Assenza di planarità	Superficie ondulata o con dislivelli tra pannelli.	Errori nella posa dell'isolante, dei tasselli o del collante.	4.2 + 4.20 + 4.8 + 4.17.b
Rotture accidentali	Danni localizzati.	Impatti meccanici soprattutto su zocolature e spigoli.	Ripristino locale o sostituzione del sistema.
Perforamento da grandine	Scalfitture o perforazioni.	Eventi meteorici con forte energia d'impatto.	Ripristino superficiale o sistemi rinforzati.
Isolamento insufficiente	Prestazioni termiche non adeguate.	Spessore isolante sottodimensionato.	Raddoppio del cappotto (4.23)
Infiltrazioni dei raccordi	Penetrazione d'acqua nei giunti tra materiali diversi.	Sigillature insufficienti tra cappotto e altri elementi edilizi.	4.4 + 4.11 + 4.10 + 4.9 + 4.18
Assorbimento superficiale	Penetrazione d'acqua nello strato di finitura.	Finitura poco idrorepellente o degradata.	4.2 + 4.6 + 4.15.a

*Tab.6* Elenco dei possibili fenomeni di degrado su sistemi ETICS [11].

## Soluzioni proposte

<i>n.</i>	<i>soluzione</i>	<i>descrizione</i>
4.1	Igienizzazione	Applicazione di detergente antimuffa e anti-alga per la bonifica delle superfici contaminate.
4.2	Idrolavaggio	Pulizia delle superfici mediante acqua in pressione per eliminare sporco e residui superficiali.
4.3	Pulizia a secco	Spazzolatura manuale o meccanica del supporto quando il lavaggio non è possibile.
4.4	Rimozione parti non coese	Asportazione dei rivestimenti o delle rasature deteriorate o non aderenti al supporto.
4.5	Fissativo consolidante	Applicazione di primer acrilico penetrante per consolidare e uniformare il supporto.
4.6	Fissativo igienizzante	Primer silossanico con proprietà antimuffa e anti-alga.
4.7	Fondo riempitivo	Fondo acrilico pigmentato con funzione uniformante e promotore di adesione.
4.8	Fondo igienizzante	Fondo silossanico idrorepellente e resistente alla proliferazione biologica.
4.9	Fondo riempitivo elastico	Fondo elastomerico fibrorinforzato con elevata capacità di riempimento e anti-fessurazione.
4.10	Sigillante acrilico elastico	Sigillatura delle fessure statiche mediante sigillante acrilico verniciabile.
4.11	Nastro di guarnizione precompresso	Sigillatura dei giunti e compensazione delle dilatazioni tra materiali differenti.
4.12	Adesivo poliuretano	Schiuma poliuretano a bassa espansione per il consolidamento o incollaggio dei pannelli isolanti.
4.13	Rinforzi di rete (fazzoletti)	Inserimento di rinforzi diagonali in rete agli spigoli delle aperture.
4.14	Rasante alleggerito ad alto spessore	Rasante cementizio alleggerito per regolarizzare e livellare le superfici.
4.15	Pittura igienizzante	Pittura silossanica (a) o acril-silossanica (b) protettiva, idrorepellente e resistente a muffe e alghe.
4.16	Pittura elastomerica igienizzante	Pittura elastica anti-fessurazione ad elevata durabilità.
4.17	Rivestimento plastico di finitura	Rivestimento silossanico (a) o acril-silossanico (b) traspirante e idrorepellente.

4.18	Rivestimento elastomerico	Finitura elastomerica con elevata capacità di assorbire microfessure.
4.19	Rasatura armata cementizia	Rasatura con rete in fibra di vetro per il rinforzo superficiale del sistema a cappotto.
4.20	Rasatura armata cementizia alleggerita	Rasatura armata alleggerita utilizzata per migliorare planarità e prestazioni del sistema.
4.21	Rasatura armata elastica	Rasatura con rasante elastico idoneo per superfici soggette a micro-deformazioni.
4.22	Rasatura armata elastica rinforzata	Sistema armato con doppia rete per elevata resistenza meccanica e agli urti.
4.23	Raddoppio del cappotto	Applicazione di un nuovo strato isolante sopra quello esistente previa verifica del supporto.
4.24	Incollaggio nuovi pannelli isolanti	Posa di nuovi pannelli isolanti ETICS mediante adesivo specifico.
4.25	Tassellatura nuovi pannelli	Fissaggio meccanico dei pannelli isolanti mediante tasselli certificati.
4.26	Tassellatura cappotto esistente	Consolidamento meccanico di un sistema a cappotto già esistente.
4.27	Ripristino con rasante cementizio	Riparazione di fessure e livellamento mediante rasante cementizio.
4.28	Ripristino con rasante elastico	Riparazione di fessure mediante rasante elastico in pasta.

*Tab.7* Elenco delle soluzioni di ripristino e manutenzione di sistemi ETICS, proposte dalle case produttrici [11].

## METODOLOGIA

La seconda sezione descrive il metodo di indagine adottato e gli strumenti utilizzati per l'analisi del campione di studio, definendo i criteri di raccolta, selezione e classificazione dei dati e la struttura delle procedure analitiche sviluppate. Viene illustrato il processo di costruzione del database informativo, organizzato al fine di consentire una lettura comparativa delle caratteristiche edilizie, degli interventi realizzati e delle prestazioni conseguite.

Segue la descrizione del campione analizzato, costituito da edifici residenziali rappresentativi del patrimonio del secondo Novecento, di cui vengono evidenziate le principali caratteristiche tipologiche, costruttive e tecnologiche ricorrenti. Per ciascun caso studio sono esaminate le prestazioni energetiche e strutturali nello stato ante operam, gli interventi realizzati nell'ambito dell'efficientamento energetico e del miglioramento o adeguamento sismico, nonché le prestazioni conseguite nello stato post operam.

La metodologia comprende inoltre lo svolgimento di indagini diagnostiche finalizzate alla verifica delle condizioni dell'involucro edilizio e dei sistemi di isolamento applicati, di cui vengono descritti principi, modalità operative e ambiti di applicazione. Particolare attenzione è rivolta all'individuazione delle anomalie e dei difetti di posa riscontrati, analizzati in relazione alle caratteristiche tipologiche e costruttive degli edifici, al fine di evidenziare eventuali correlazioni tra configurazione edilizia, modalità esecutive e prestazioni finali. La sezione definisce il quadro metodologico che consente di interpretare in modo sistematico i risultati dell'indagine e di supportare le valutazioni sviluppate nelle fasi successive delle indagini.

## 5. Metodo e strumenti di indagine

Il campione di studio è costituito da 75 edifici sui quali sono stati realizzati interventi di efficientamento energetico mediante incentivo Superbonus 110% e, in alcuni casi, anche interventi di miglioramento strutturale o adeguamento sismico attraverso il Sismabonus.

Il materiale relativo agli interventi effettuati è stato acquisito presso lo studio Venturi Ingegneria, che si è occupato, in collaborazione con gli altri studi tecnici coinvolti, della redazione dei progetti nonché della presentazione delle pratiche CILA-S presso il Comune competente. La documentazione raccolta, che comprende elaborati grafici, raccolte fotografiche e modulistica relativa ai titoli edilizi necessari alla realizzazione degli interventi, inizialmente organizzata secondo le modalità operative dello studio di ingegneria, è stata successivamente selezionata e riorganizzata, come descritto nei paragrafi seguenti, in funzione delle finalità e degli obiettivi della presente indagine. La documentazione non direttamente analizzata sarà comunque conservata come base archivistica del *database* complessivo.

### 5.1 Criteri di raccolta, selezione e classificazione dei dati

Per ciascuna unità condominiale indipendente, il materiale di supporto alla ricerca è organizzato in cartelle, relative al titolo edilizio CILA-S richiesto, così composte e strutturate:

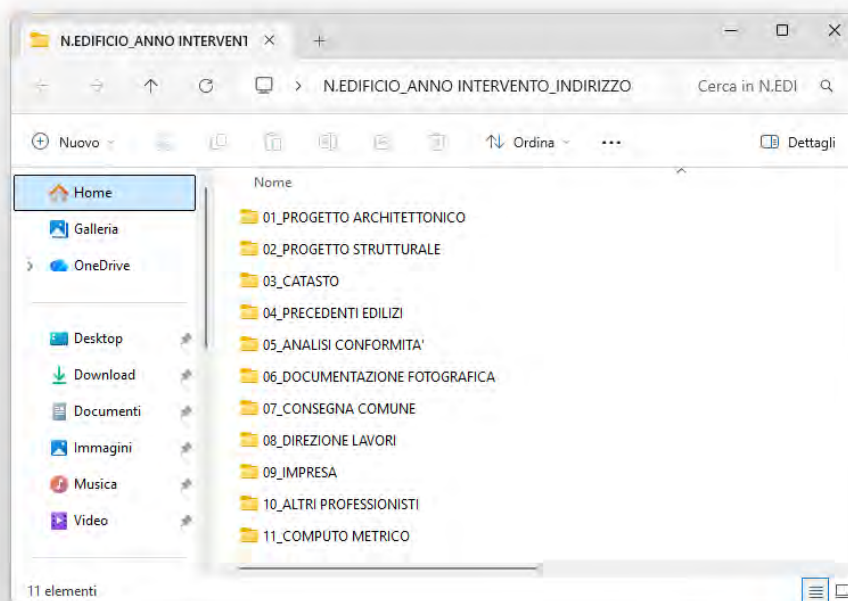


Fig.24 Schermata della cartella tipo di raccoglimento e organizzazione del materiale.

Una prima analisi del materiale ha consentito di individuare le documentazioni di maggiore rilevanza ai fini della selezione delle informazioni utili alla ricerca. In particolare, sono risultati di fondamentale supporto:

- i precedenti edilizi e gli elaborati grafici, utilizzati per la ricostruzione della storia del fabbricato e per l'individuazione della tipologia costruttiva;
- la documentazione fotografica e il rilievo dello stato di fatto, impiegati per l'analisi delle criticità presenti, nonché le fotografie dei sopralluoghi di cantiere e a intervento ultimato, utili alla valutazione delle modalità di esecuzione dei lavori;
- le relazioni tecnico-illustrative di accompagnamento alle pratiche CILA-S depositate presso il Comune, utilizzate per comprendere la natura e l'estensione degli interventi nei diversi casi analizzati;
- la relazione energetica (ex Legge 10), fondamentale per l'analisi delle proprietà termofisiche degli elementi strutturali, di tamponamento e dei materiali impiegati;
- gli Attestati di Prestazione Energetica (APE) ante e post intervento, utilizzati per la stima dei fabbisogni energetici e dei consumi degli edifici in relazione agli impianti presenti e/o sostituiti;
- i computi metrici estimativi e i quadri tecnico-economici, impiegati per quantificare i costi delle lavorazioni, nonché delle spese tecniche e professionali oggetto delle detrazioni fiscali previste dal Superbonus;
- le dichiarazioni ENEA, consultate per gli aspetti relativi alla rendicontazione degli interventi ai fini dell'accesso ai benefici fiscali.

Per organizzare i dati in modo funzionale agli obiettivi della ricerca è stata predisposta una scheda di catalogazione in Excel strutturata secondo le esigenze dell'indagine: è composta da una prima sezione dedicata all'inserimento, alla catalogazione e all'elaborazione dei dati e da una seconda sezione di dettaglio relativa ai singoli edifici, concepita per facilitare e rendere più mirata la consultazione dei casi analizzati.

## 5.2 Struttura e contenuti della scheda di analisi

La prima sezione costituisce un database strutturato in grado di agevolare la lettura delle informazioni relative ad ogni caso studio grazie all'organizzazione dei dati in categorie tematiche di analisi.

N. Studio	Altre Soluzioni	DATI GENERALI					DATI ANALITICI					Rapporto SV	Tipologia Edificio	Uso ed. Edificio	Cod. Prescrizione Piano Terr.	n. Piano Piano Terr.	n. Piano Piano
		Via/Località	Comune	Zona Climatica	Altezza di Costruzione	Tipo di Edificio	Superficie Utiliz. Privilegiata (m <sup>2</sup> )	Superficie Utiliz. Pubblica (m <sup>2</sup> )	Volume Carroz. Privilegiato (m <sup>3</sup> )	Volume Carroz. Pubblica (m <sup>3</sup> )	Superficie Dispersa (m <sup>2</sup> )						
MCA_1		Via Fontana n. 116-118	Casalecchio di Reno (BO)	E	1960	privata	1.409,70	1.409,70	6.360,93	6.360,93	3.077,46	0,404	F1	residenziale	commerciale	5	4
MCA_2		Via Lancia n. 188	Catolice (BO)	E	1973	privata	1.380,42	1.380,42	5.157,63	5.157,63	2.405,18	0,468	F1	residenziale	commerciale	5	4
MCA_3		Via Caruggione n. 7	Casalecchio di Reno (BO)	E	1970	privata	1.564,15	793,58	6.133,88	3.088,35	2.933,32	0,411	F1,5	residenziale	residenziale	6	6
MCA_4		Via Damigiani n. 18-18	Casalecchio di Reno (BO)	E	1963	privata	2.076,82	2.076,82	9.405,58	9.405,58	3.768,71	0,402	F1,4	residenziale	commerciale	5	5
MCA_5		Via Sull'ardente n. 24	Zola Predosa (BO)	E	1970	privata	887,29	0,00	2.749,13	0,00	1.267,73	0,483	F1	residenziale	residenziale	3	3
MCA_6		Via Mechiavelli n. 5	Zola Predosa (BO)	E	1960	privata	613,90	613,90	2.493,92	2.493,92	1.226,07	0,489	F1	residenziale	gioco gioco	4	3
MCA_7		Via Toscani n. 5	Zola Predosa (BO)	E	1969	privata	330,83	330,83	1.323,32	1.323,32	744,32	0,542	F1	residenziale	autorimessa	3	2
MCA		VARIANTE									0,487					5	4
CAJ_1		Via Filigiana n. 1-12, via Vitale da Bo. n. 2-18	Bologna (BO)	E	1960	pubblica	19.283,29	0,00	71.189,89	0,00	29.894,13	0,362	F1,0	residenziale	gioco gioco	10	9
CAJ_2		Via Sull'ardente n. 9	Zola Predosa (BO)	E	1960	privata	892,15	413,15	3.289,89	1.578,99	1.816,06	0,556	F1	residenziale	residenziale	4	4
CAJ_3		Via Fanti n. 1-2	Bologna (BO)	E	1976	pubblica	1.794,03	1.794,03	6.661,62	6.661,62	2.797,84	0,414	F1	residenziale	gioco gioco	11	9
CAJ_4		Via Baccarini n. 1-15	Casalecchio di Reno (BO)	E	1970	privata	1.624,75	1.624,75	7.408,67	7.408,67	2.658,58	0,358	F1	residenziale	commerciale	5	4

Fig.25 Schermata della tabella generale di inserimento dati di ciascun caso studio.

Le righe della tabella in Fig.25 rappresentano i singoli casi studio mentre le colonne individuano i parametri di analisi raggruppati per classe di informazione. La scheda di dettaglio relativa ai singoli casi studio ripropone le stesse sezioni di raggruppamento dei parametri di analisi ma organizzate in forma più snella e fruibile.

Per introdurre più facilmente le categorie e i relativi parametri di analisi sono riportate a seguire le sezioni che compongono la scheda di dettaglio, corrispondenti alle colonne della tabella generale.


	DATI GENERALI				DATI GEOMETRICI	
	indirizzo	via San Savino n. 13 - 29			Superficie Utile riscaldata	7 197,45 m <sup>2</sup>
	comune	Bologna (BO)			Superficie Utile raffrescata	3 526,65 m <sup>2</sup>
	zona climatica	E			Volume Lordo riscaldato	28 464,26 m <sup>3</sup>
	foglio	21	mapp.	589	Volume Lordo raffrescato	13 947,43 m <sup>3</sup>
	anno di costruzione	1966			Superficie Disperdente	14 735,87 m <sup>2</sup>
	tipo di edilizia	privata			Rapporto S/V	0,5177

Fig.26 Schermata della prima sezione dei dati generali e geometrici della scheda di analisi.

La prima sezione contiene informazioni di carattere identificativo, utili a collocare l'edificio selezionato all'interno di un contesto territoriale e morfologico più ampio. I dati provenienti dai precedenti edilizi, dalle planimetrie catastali e dagli elaborati progettuali hanno contribuito alla compilazione di questa parte della scheda.

Tra i dati geometrici dei manufatti sono stati selezionati e riportati esclusivamente quelli necessari alla definizione del profilo energetico dell'edificio, quali le superfici e i volumi riscaldati e, ove presenti impianti di climatizzazione estiva, quelli raffrescati, oltre alle superfici disperdenti. Con quest'ultimo termine si indicano le superfici che separano gli ambienti climatizzati dall'esterno o da locali non climatizzati e attraverso le quali avviene la dispersione termica verso l'ambiente circostante; rientrano generalmente in questa categoria le pareti perimetrali dell'edificio, le coperture verso l'esterno, i solai controterra, i solai verso l'esterno o verso locali non riscaldati, quali garage, cantine o porticati, e infine i serramenti.

Il rapporto tra superficie disperdente e volume riscaldato (S/V) rappresenta un indicatore del potenziale livello di dispersione termica dell'involucro: valori più bassi di tale rapporto sono generalmente associati a edifici più compatti e quindi caratterizzati da minori dispersioni di calore.

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO


 P.L.D.	uso edificio	residenziale	<b>Caratteristiche distributive</b> n. piani fuori terra 5 n. piani residenziali 4 n. vani scala 7 n. unità immobiliari tot 216 di cui: appartamenti 102 piano terra per piano tipo 27 attico negozi 5 altra 109 presenza porticato <input checked="" type="checkbox"/> presenza piano interrato <input checked="" type="checkbox"/> presenza p. seminterrato <input type="checkbox"/> presenza piani in aggetto <input type="checkbox"/> presenza balconi <input checked="" type="checkbox"/> presenza logge <input checked="" type="checkbox"/> presenza sottotetto abitabile <input type="checkbox"/> sola manutenzione <input type="checkbox"/>		uso prevalente pt.	commerciale	<b>Tipologia facciata</b> bugnato zoccolatura marcapiano intonaco collante - rasante intonachino plastico x x mattoni facciavista pietra facciavista mattoni paramano piastrelle a mosaico lastre in gres porcellanato pannelli fibre di legno e resine telaio in cls x lesene	
	<b>Tipologia struttura portante</b> verticale CA perimetrale TP-35x60 spina TP-35x35							
<b>Tipologia involucro esterno</b> primo solaio verso negozi struttura LC tamponamento BLf serramenti vetro singolo 27% vetro doppio 43% vetro tripla bassa emissiva 30% copertura <input type="checkbox"/> a falde <input checked="" type="checkbox"/> piana destinazione d'uso praticabile tipologia strutturale LC rivestimento pavimentazione in piastrelle				piano terra piani superiori				

Fig.27 Schermata della seconda sezione della scheda di analisi, relativa alle caratteristiche tipologiche e distributive dei casi studio.

Le caratteristiche tipologiche e distributive dell'edificio riguardano aspetti descrittivi relativi alle proprietà strutturali, funzionali e alla tipologia dell'involucro edilizio. Tali informazioni, reperibili nei precedenti edilizi, negli elaborati progettuali, nelle relazioni tecnico-illustrative e nella documentazione fotografica, risultano essenziali per comprendere le scelte progettuali e le misure adottate negli interventi di riqualificazione.

Dopo la descrizione degli elementi strutturali, in questa sezione, viene riportato un quadro sintetico delle tipologie di serramenti presenti nell'edificio analizzato nonché delle principali caratteristiche distributive, quali il numero e la destinazione d'uso dei vari piani, il numero di unità abitative e delle relative pertinenze. Viene infine segnalata l'eventuale presenza di elementi architettonici o costruttivi e di rivestimenti caratterizzanti e ricorrenti all'interno della classe di patrimonio edilizio considerata.

Per garantire la compattezza della tabella di catalogazione e analisi sono state adottate specifiche sigle abbreviate per indicare le diverse tipologie edilizie, costruttive e strutturali (vedi Tab.8).

---

## Specifica del tipo edilizio

---

La prima lettera indica:

**U** Edificio Unifamiliare

**P** Edificio Plurifamiliare

La seconda lettera indica:

**I** Edificio Isolato Rientrano in questa categoria le unità abitative non aggregate che si sviluppano da cielo a terra ed hanno un giardino di pertinenza privato. In caso di edifici a più piani, il vano scale deve servire al massimo un appartamento per piano.

**S** Edificio a Schiera Rientrano in questa categoria le unità abitative, spesso unifamiliari ad uno o due piani, aggregate mediante l'accostamento delle varie unità sui lati lunghi e caratterizzate da ingresso indipendente, sviluppo cielo terra, spazi di pertinenza di giardino o di servizio all'aperto, avere in comune due muri con le unità affiancate quindi avere le testate libere verso l'esterno.

**L** Edificio in Linea o blocco aperto Unità abitative plurifamiliari e multipiano, aggregate linearmente in cui le cellule sono disposte a schiera con collegamento verticale in comune tra due o più alloggi per piano, la posizione del corpo scala è variabile rispetto alla disposizione delle unità (interna, esterna, a filo esterno, ecc.), l'insieme può avere diverso orientamento e sviluppo a seconda del lotto su cui viene edificato, la cellula tipo presenta due lati ciechi in comune con le unità adiacenti e due lati liberi.

**Ba** Edificio a Ballatoio Unità abitative plurifamiliari e multipiano, aggregate linearmente con connettivo verticale servente più di due alloggi per piano, che dà accesso diretto al ballatoio che si sviluppa per tutta la lunghezza dell'aggregato e su cui si affacciano gli ingressi delle singole unità, il corpo scala può avere posizioni differenti (interno o esterno, laterale o frontale), solitamente sul ballatoio si affacciano gli ambienti di servizio e le aperture sono limitate per evitare l'introspezione, la cellula tipo presenta due lati ciechi in comune con le unità adiacenti, un lato libero e un lato in affaccio sul ballatoio.

**B** Edificio a Blocco chiuso o semiaperto Unità abitative plurifamiliari e multipiano, caratterizzate da modesti cortili centrali chiusi tra gli alloggi, dalla cui evoluzione si è giunti alla distribuzione semiaperta ed in linea, con cortili di grandi dimensioni ospitanti i servizi collettivi, che presenta una buona soluzione ai problemi di ventilazione e circolazione.

---

T	Edificio a Torre	Unità abitative plurifamiliari e multipiano, aggregate in modo tale da avere tutti gli affacci liberi, con sviluppo considerevole in altezza rispetto all'impronta in pianta e con connettivo verticale comune, la cellula tipo ha almeno un lato in affaccio verso l'esterno, se l'aggregazione planimetrica delle unità è ben studiata, si possono avere due lati contigui in affaccio, in generale si rilevano frequentemente problemi di esposizione.
La terza lettera, negli edifici in linea, indica:		
S	Singola	Quando è presente un singolo vano scale servente due o più unità abitative.
T	a Stecca	Quando sono presenti due o più vani scale serventi due o più unità abitative, sviluppati con asse di aggregazione rettilineo.
V	a Virgola	Quando sono presenti due o più vani scale serventi due o più unità abitative, sviluppati con asse di aggregazione curvilineo.
A	ad Angolo	Quando sono presenti due o più vani scale serventi due o più unità abitative, sviluppati con asse di aggregazioni ortogonali.
C	a Corte	Quando sono presenti due o più vani scale serventi due o più unità abitative, sviluppati con asse di aggregazioni a sviluppare una corte chiusa o semi chiusa.
D	a Doppia Linea	Quando sono presenti due o più vani scale serventi due o più unità abitative, sviluppati con asse di aggregazioni variabile e sviluppato con due corpi di fabbrica contrapposti.

*Tab.8* Specifica delle tre lettere che compongono il codice relativo al tipo edilizio di ciascun caso studio. Elaborata dall'autore.

## Specifica del tipo strutturale e costruttivo

### Strutture portanti verticali:

A	Struttura puntuale metallica.
CA	Struttura puntuale costituita da telaio in conglomerato cementizio armato.
PL	Struttura puntuale in legno.
MCA	Struttura mista, lineare massiva in muratura portante con elementi puntuali in conglomerato cementizio armato o altri materiali.
M	Struttura lineare in muratura portante in laterizio.
MP	Struttura lineare in muratura portante in pietra.
SC	Struttura a setti in conglomerato cementizio armato
SL	Struttura a setti in legno

### Sistema portante perimetrale e di spina (tipo-cm):

MP-	Muratura in mattoni pieni bolognesi a due teste (indicare dopo il trattino lo spessore del muro del piano tipo: es. MP-28).
MC-	Muratura in calcestruzzo (indicare dopo il trattino lo spessore del muro del piano tipo: es. MC-30).
TP-	Telaio in calcestruzzo armato piano (indicare dopo il trattino la dimensione della sezione media dei pilastri del piano tipo: es. TP-30x30).
TS-	Telaio in calcestruzzo armato spaziale (indicare dopo il trattino la dimensione della sezione media dei pilastri del piano tipo: es. TS-30x30).

### Tamponamenti:

MLp	Mattoni in laterizio pieni.
MLs	Mattoni in laterizio semipieni.
BLs	Blocchi in laterizio semipieni.
BLf	Blocchi in laterizio forati.
BC	Blocchi in calcestruzzo.
BCa	Blocchi in calcestruzzo alleggerito.
P	Pannello prefabbricato di tamponamento.
PC	Pannello prefabbricato di tamponamento in calcestruzzo.
PCA	Pannello prefabbricato di tamponamento in conglomerato cementizio armato.
PL	Pannello prefabbricato di tamponamento in legno

Coperture a falde:

L	Struttura in legno.
LC	Struttura mista in laterocemento.
A	Struttura metallica.
P	Struttura con elementi prefabbricati.
CA	Soletta inclinata in conglomerato cementizio armato.

Tab.9 Specifica del tipo strutturale e costruttivo del campione di studio. Elaborata dall'autore.



Fig.28 Schermata della terza sezione della scheda di analisi, relativa alle prestazioni energetiche dei casi studio ante intervento.

I dati dello stato dell'edificio ante-intervento, in *Fig.28*, relativi agli indici prestazionali e alle potenze nominali degli impianti fanno principalmente riferimento alle informazioni contenute nelle certificazioni energetiche APE e risultano pertanto correlati al rendimento energetico dell'edificio, con particolare riferimento agli impianti esistenti. Questi valori vengono valutati sulla base di modelli di calcolo e stime elaborati da software e tecnici specializzati.

I principali servizi energetici presenti negli edifici analizzati comprendono, ad esempio, gli impianti di riscaldamento e raffrescamento, i sistemi per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS), gli impianti alimentati da fonti rinnovabili, quali impianti fotovoltaici o solari termici, e infine i sistemi di ventilazione meccanica controllata (VMC). Nel caso di interventi sull'esistente, sono considerate tecnologie a fonti rinnovabili anche le pompe di calore <sup>3</sup>.

A integrazione del quadro delle prestazioni e dei consumi energetici sono state inoltre inserite specificazioni, espresse in termini di trasmittanza termica, relative all'efficienza degli elementi e dei sistemi costituenti l'involucro edilizio. Tali dati sono stati reperiti dalle relazioni energetiche ex Legge 10 e dalle dichiarazioni ENEA.

---

<sup>3</sup> La pompa di calore è un sistema in grado di assorbire energia termica da fonti naturali e rinnovabili, quali ad esempio l'aria, l'acqua o il terreno, trasferendola all'interno dell'edificio per il riscaldamento degli ambienti o per la produzione di acqua calda sanitaria. Trattandosi di una macchina termica, il suo funzionamento richiede un apporto di energia elettrica per alimentare il compressore e gli altri componenti del ciclo frigorifero; tale energia elettrica non è necessariamente prodotta da fonti rinnovabili, tuttavia, grazie al principio di funzionamento della pompa di calore, la quantità di energia termica resa disponibile all'utenza risulta generalmente superiore all'energia elettrica assorbita.



Fig.29 Schermata della quarta sezione della scheda, relativa alle prestazioni energetiche post intervento.

La sezione “Edificio post intervento”, Fig.29, ripropone la struttura della tabella relativa allo stato dell’edificio ante intervento ma con riferimento alla stima delle prestazioni energetiche successive alla realizzazione delle lavorazioni di efficientamento. In questa parte, gli indici di prestazione energetica, i consumi e le potenze degli impianti tengono conto delle misure migliorative introdotte nell’edificio consentendo un primo confronto diretto con le condizioni ante intervento e fornendo un riscontro preliminare sull’efficienza e sull’efficacia delle soluzioni adottate. Il valore medio di trasmittanza degli infissi è ponderato considerando sia il numero di unità immobiliari che hanno aderito alla sostituzione dei serramenti sia la situazione ante intervento.

**DATI INTERVENTO**

impresa esecutrice	F.Ili IARIA S.r.l.	anno intervento	2022 (prima pratica)
--------------------	--------------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	tipo di intervento	materiali utilizzati	conduttività termica	spessore
<input checked="" type="checkbox"/> parete esterna	coibentazione	pannelli EPS con grafite <input type="checkbox"/> previa scarificazione totale di intonaco	0,031 W/mK	12,00 cm
<input type="checkbox"/> primo solaio	isol. pre-esistente	polistirene espanso estruso senza pelle	0,041 W/mK	12,00 cm
<input checked="" type="checkbox"/> serramenti	sostituzione	pvc, vetri basso emissivi	0,080 W/mK	
<input checked="" type="checkbox"/> imbottiti infissi	coibentazione	microisolante a base di silicati alcalini	0,002 W/mK	0,50 cm
<input checked="" type="checkbox"/> cassonetti per avvolgibili	sostituzione	in pvc, multicamera, isolamento termoacustico	W/mK	2,40 cm
<input checked="" type="checkbox"/> balconi / logge	coibentazione	pannelli in resina fenolica rivestiti in EPS	0,022 W/mK	8,00 cm
<input type="checkbox"/> solaio di copertura	isol. pre-esistente	polistirene espanso estruso senza pelle	0,041 W/mK	13,00 cm
<input type="checkbox"/> copertura			W/mK	cm



*Fig.30* Schermata della quinta sezione della scheda di analisi, relativa alle lavorazioni effettuate tramite incentivo Superbonus.

La sezione dedicata ai dati degli interventi realizzati, *Fig.30-33*, fornisce un'analisi più approfondita degli aspetti tecnici delle soluzioni adottate. In particolare, vengono riportate informazioni quali l'identificazione dell'impresa esecutrice, dato utile per valutare eventuali differenze nelle modalità di applicazione dei sistemi isolanti, e l'anno di presentazione della prima pratica edilizia, elemento rilevante ai fini della determinazione dei benefici fiscali ottenibili secondo quanto previsto dal Superbonus 110%.

L'analisi è inoltre integrata dalla descrizione delle principali lavorazioni di miglioramento energetico effettuate, con particolare attenzione ai materiali coibentanti impiegati e alle loro caratteristiche termo-fisiche e geometriche, quali la conducibilità termica e lo spessore dello strato isolante.

SuperEcobonus		<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Interventi trainanti	Importo lavori [€]			
	al 2023 - 110%	al 2024 - 70%	TOT	
<b>Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:</b>				
Importo detraibile (40,000.00 € fino a 8 ui): 320 000,00 € Importo detraibile (30,000.00 € per restanti): 6 240 000,00 € <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 6 560 000,00 €</b>				
<input type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture Superficie di intervento: m <sup>2</sup>				
<input type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti Superficie di intervento: m <sup>2</sup>	3 193 823,53	432 762,32	3 626 585,85	
<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali Superficie di intervento: 7 422,00 m <sup>2</sup> - isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 12 cm - intonaco termico pareti interne balconi con pannello in resina fenolica sp. 8 cm - microcappotto termico per imbotti finestre composto da microsferi ceramiche a base di silicati alcalini sp. 0.5 cm				
<b>Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:</b>				
Importo detraibile (20,000.00 € fino a 8 ui): 160 000,00 € Importo detraibile (15,000.00 € per restanti): 3 120 000,00 € <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 3 280 000,00 €</b>				
<input type="checkbox"/> Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda Superficie di intervento: m <sup>2</sup>				
<input checked="" type="checkbox"/> Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua a condensazione e/o generatori di aria calda a condensazione Potenza Impianto: 34,80 kWt - sostituzione caldaia a condensazione a gas				
<input type="checkbox"/> Impianti con micro-generatori Potenza impianto: kWt	53 402,01		53 402,01	
<input checked="" type="checkbox"/> Impianti con pompe di calore Potenza Impianto: 1,95 kWt - scaldacqua a pompa di calore				
<input type="checkbox"/> Impianti con sistemi ibridi Potenza Utile impianto in riscaldamento: kWt				
<input type="checkbox"/> Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili Potenza Impianto: kWt				
<input type="checkbox"/> Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore N. scaldacqua:				
<b>Spesa massima ammissibile trainanti</b> aliquota 110% [€]		3 247 225,54	432 762,32	<b>3 679 987,86</b>
9 840 000,00				

Fig.31 Schermata della sezione relativa agli interventi trainanti del SuperEcobonus.

All'interno di questa sezione della scheda di analisi sono riportate nel dettaglio le lavorazioni realizzate e il relativo ammontare economico. Per ciascuna voce sono indicati una descrizione dell'intervento, la superficie interessata o il numero di unità immobiliari aderenti, nonché il corrispondente importo detraibile specifico, determinante ai fini del calcolo delle detrazioni fiscali concesse.

Interventi trainati	Importo lavori [€]		
	al 2023 - 110%	al 2024 - 70%	TOT
<input checked="" type="checkbox"/> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi n. ui aderenti: 31 Importo detraibile specifico: 54 545,45 €/ui Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 1 690 908,95 € - finestre e portefinestre in pvc ad una/due ante, vetro basso emissivo	679 654,13		679 654,13
<input type="checkbox"/> Installazione di sistemi di schermatura solari e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di eventuali meccanismi di automatici di regolazione n. ui aderenti: Importo detraibile specifico: €/ui Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €			
<input type="checkbox"/> Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a condensazione e/o generatori di aria calda a condensazione Potenza Impianto: kWt n. ui aderenti: Importo detraibile specifico: 27 272,73 €/ui Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €			
<input type="checkbox"/> Installazione di tecnologie di building automation n. ui aderenti: Importo detraibile specifico: 13 636,36 €/ui Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €			
<input type="checkbox"/> Installazione di colonnina elettrica n. ui aderenti: Importo detraibile specifico: €/n.ui Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €			
<input checked="" type="checkbox"/> Installazione di impianto fotovoltaico Potenza Impianto: 19,32 kWp Importo detraibile specifico: 2 400,00 €/kW Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 46 368,00 €	48 740,60		48 740,60
<input checked="" type="checkbox"/> Installazione di sistema di accumulo Capacità della batteria: 40,60 kWh Importo detraibile specifico: 1 000,00 €/kWh Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 40 600,00 €	41 878,75		41 878,75
<input type="checkbox"/> Rimozione barriere architettoniche n. ui aderenti: Importo detraibile specifico: 96 000,00 €/n.ui Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €			
<b>Spesa massima ammissibile trainati</b> aliquota 110% [€] 1 777 876,95	770 273,48		770 273,48
<b>tot SuperEcobonus [€]</b>	4 017 499,02	432 762,32	4 450 261,34
<b>importo detratto [€]</b>	4 415 232,44	302 933,62	4 718 166,06

Fig.32 Schermata della sezione della scheda relativa agli interventi trainati col SuperEcobonus.

Le relazioni tecnico-illustrative, le dichiarazioni ENEA, i quadri tecnico-economici e i computi metrici estimativi costituiscono un supporto fondamentale per la definizione del prospetto economico delle misure di efficientamento energetico relative al SuperEcobonus e degli interventi di miglioramento sismico realizzati con il Sismabonus. In entrambi i casi, le misure sono distinte tra interventi trainanti e trainati, secondo quanto descritto nel capitolo 3.

SuperSismabonus		<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no
Interventi trainanti		Spesa massima ammissibile [€]	Importo lavori al 2023 [€]
<p>Importo detraibile specifico: 96 000,00 €/n.ui</p> <input type="checkbox"/> Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali :			
<input type="checkbox"/> Interventi sulla copertura :			
<input type="checkbox"/> Interventi sul solaio di copertura :			
<input type="checkbox"/> Interventi sul primo solaio :			
<input type="checkbox"/> Interventi sui solai intermedi :			
<input type="checkbox"/> Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali:			
<input type="checkbox"/> Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti:			
<input type="checkbox"/> Intervento di consolidamento di un muro di contenimento pertinenziale a sostegno del terreno di basamento dell'immobile:			
<b>tot trainanti</b>			
Interventi trainati		Spesa massima ammissibile [€]	Importo lavori al 2023 [€]
<input type="checkbox"/> Installazione di impianto fotovoltaico <p>Potenza Impianto: kWp Importo detraibile specifico: 2 400,00 €/kW</p>			
<input type="checkbox"/> Installazione di sistemi di accumulo <p>Potenza Impianto: kWp Importo detraibile specifico: 1 000,00 €/kW</p>			
<input type="checkbox"/> Realizzazione di sistemi di monitoraggio strutturale continuo <p>Importo detraibile specifico: €/n.ui</p>			
<b>tot trainati</b>			
<b>tot SuperSismabonus</b>			
importo detratto con aliquota 110%			

Fig.33 Schermata della sezione relativa agli interventi trainanti e trainati del Sismabonus.

Entrambe le sezioni, relative al SuperEcobonus (Fig.30-32) e al SuperSismabonus (Fig.33), si concludono con il riepilogo del costo complessivo degli interventi trainanti e trainati, delle spese tecniche e professionali, e delle relative detrazioni fiscali ottenute. Tali valutazioni trovano successiva conferma nelle dichiarazioni trasmesse all'ENEA.

## ANALISI TERMOGRAFICA

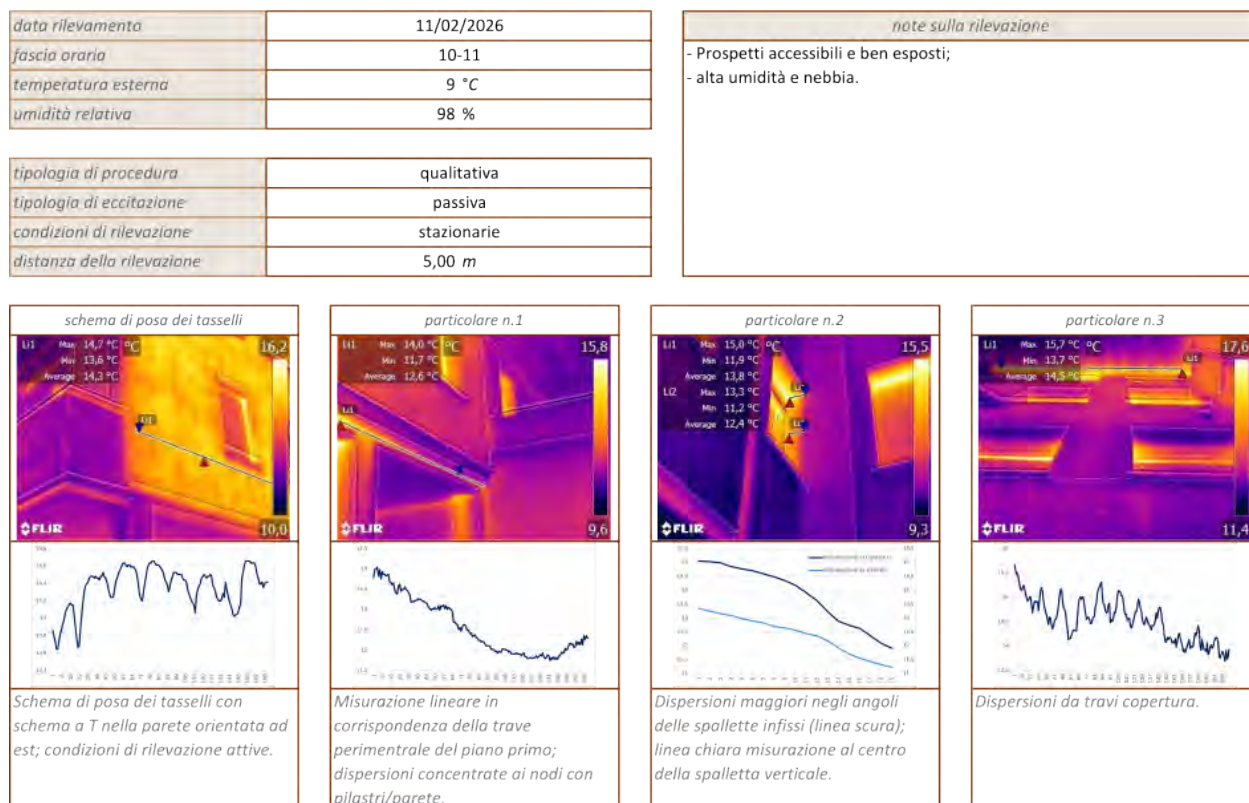


Fig.34 Schermata dell'ultima sezione della scheda relativa alle indagini termografiche.

La scheda di analisi dei casi studio si conclude con la sezione dedicata alle indagini termografiche effettuate in situ. Come verrà approfondito nel capitolo 7, la termografia è una tecnica che consente di rilevare la distribuzione delle temperature sulle superfici, ad esempio di un edificio, permettendo così di individuare eventuali punti critici di dispersione del calore verso l'esterno. Per ogni rilievo sono state adottate specifiche accortezze al fine di ottenere immagini chiare e correttamente interpretabili.

Nella scheda sono inizialmente riportate la data e la fascia oraria in cui è stato effettuato il sopralluogo insieme ai principali parametri termo-igrometrici relativi alle condizioni atmosferiche esterne, quali la temperatura e l'umidità relativa registrate al momento del rilievo. Seguono poi indicazioni relative alla tipologia di rilievo termografico effettuato: in tutti i casi sono state svolte indagini di tipo qualitativo, che, a seconda dell'orario, delle condizioni climatiche locali e delle condizioni di eccitazione termica, potevano essere passive, quando la trasmissione di calore attraverso le superfici avviene in condizioni stazionarie, oppure attive, quando le superfici si

trovano in fase di caricamento per irraggiamento solare o di raffreddamento per convezione termica.

La distanza consigliata per poter individuare e leggere dalle immagini termografiche eventuali schemi di tassellatura, giunti di malta o altri dettagli costruttivi è di circa 5 m dal prospetto dell'edificio. Nei casi in cui non è stato possibile rispettare tale distanza, a causa delle limitazioni di accesso ai lotti residenziali, si è cercato di integrare le osservazioni con rilevazioni finalizzate principalmente all'individuazione di ponti termici, effettuate anche a distanze maggiori.

	esecuzione o regola d'arte		criticità riscontrate
sistema di posa dei tasselli	<input checked="" type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W	<input type="checkbox"/> no	
sfalsamento pannelli	<input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	
giunti di malta	<input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	
correzione dei ponti termici:	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità nei nodi trave - pilastro anche ai piani superiori, intradosso balconi, parapetto balconi, spallette finestre, bancali finestre.
pilastri	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> no	
involucro verticale	<input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	NB. Vd ponti termici, comunque corretta posa del cappotto.
travi di piano	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità nei nodi trave-pilastro.
soffitto di copertura	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni in corrispondenza del solaio di copertura.
bancali finestre	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> no	
impialli finestre	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> no	
architrave / cassonetto	<input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	
balconi	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	<input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersione in intradosso e parapetto.
eventuali anomalie e/c particolarità	Corretta posa del cappotto ma nodi trave-pilastro o soletta/parapetto balconi rappresentano ponti termici.		

Fig.35 Schermata della sezione in chiusura della scheda di analisi, relativa alle anomalie e difetti di posa riscontrati nei casi studio tramite indagine termografica.

Le immagini termografiche, accompagnate dai relativi diagrammi della distribuzione delle temperature lungo le linee di misurazione riportate in ciascuna foto, sono corredate da descrizioni che ne facilitano la lettura e l'individuazione dei punti critici identificabili come ponti termici. Segue, quindi, un'analisi dettagliata delle criticità emerse dal rilievo termografico dell'edificio, con particolare riferimento agli elementi che influenzano la corretta esecuzione di un sistema ETICS, in conformità a quanto indicato dai manuali tecnici e dalle linee guida dei produttori.

### 5.3 Descrizione campione di studio: edifici a strutture massive e puntiformi

Il campione di studio comprende 75 edifici plurifamiliari costruiti nella seconda metà del Novecento nella provincia di Bologna. I casi analizzati presentano caratteristiche analoghe a quelle descritte nel capitolo 2 e che caratterizzano quasi il 60% del patrimonio residenziale italiano realizzato tra il 1946 e il 1990.

Gli edifici sono situati in contesti urbani densamente popolati e testimoniano l'evoluzione delle tecniche costruttive a partire dal secondo dopoguerra; inizialmente realizzati con metodi e materiali tipici delle costruzioni massive in muratura portante in laterizio, successivamente sono stati influenzati da tecniche sempre più moderne e industrializzate basate sul calcestruzzo armato, che hanno permesso una maggiore rapidità esecutiva e una migliore risposta alla crescente domanda abitativa determinata dallo sviluppo economico degli anni Sessanta.

I casi studio sono stati suddivisi in due gruppi principali: 38 edifici con strutture massive in muratura portante in laterizio e 37 edifici con strutture puntiformi a telaio in conglomerato cementizio armato. Questa classificazione ha consentito di condurre analisi più approfondite su edifici che, pur presentando eterogeneità tipologica, condividono caratteristiche ed elementi costruttivi ricorrenti all'interno di ciascun gruppo; spesso tali elementi rappresentano i principali limiti tecnici all'applicazione di sistemi di isolamento termico a cappotto.

Nei capitoli successivi, l'analisi farà riferimento alle 37 strutture puntiformi in conglomerato cementizio armato, approfondendo gli aspetti, le caratteristiche e le criticità tipiche del costruito residenziale italiano del tardo Novecento della provincia di Bologna.

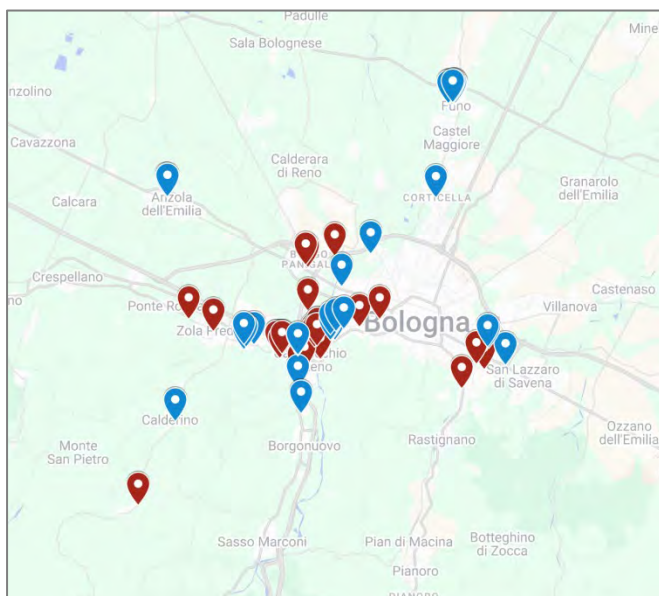


Fig.36. Estratto cartografico con geolocalizzazione del campione di studio complessivo. In rosso, le strutture massive con muratura portante in laterizio pieno. In blu, gli edifici con strutture in conglomerato cementizio armato, oggetto della presente tesi.

## 6. Analisi dei casi studio e degli interventi realizzati su edifici con struttura puntiforme.

I casi studio caratterizzati da strutture puntiformi, o comunque realizzate in conglomerato cementizio armato, costituiscono un campione eterogeneo dal punto di vista strutturale, ma accomunato dall'impiego, nelle sue diverse declinazioni, del calcestruzzo armato.

L'evoluzione dei metodi di produzione e di utilizzo di questo materiale ha profondamente influenzato le tecniche costruttive e l'organizzazione dei cantieri edilizi. A partire dalla fine degli anni Cinquanta, periodo in cui prevaleva ancora la muratura portante in laterizio pieno, si osserva una transizione dalle strutture con telaio misto in calcestruzzo armato e muratura portante verso una progressiva perdita di funzione strutturale delle pareti in mattoni pieni o semipieni. Queste vengono progressivamente sostituite da tamponamenti in blocchi forati di laterizio, ormai destinati esclusivamente alla chiusura dell'involucro. L'alleggerimento del sistema di tamponamento ha reso possibile la realizzazione di edifici di altezza crescente.

Nel campione di studio è inoltre inclusa una tipologia sviluppatasi tra la fine degli anni Settanta e gli anni Ottanta, costituita da strutture a setti in conglomerato cementizio armato realizzate mediante elementi prefabbricati successivamente assemblati in opera.

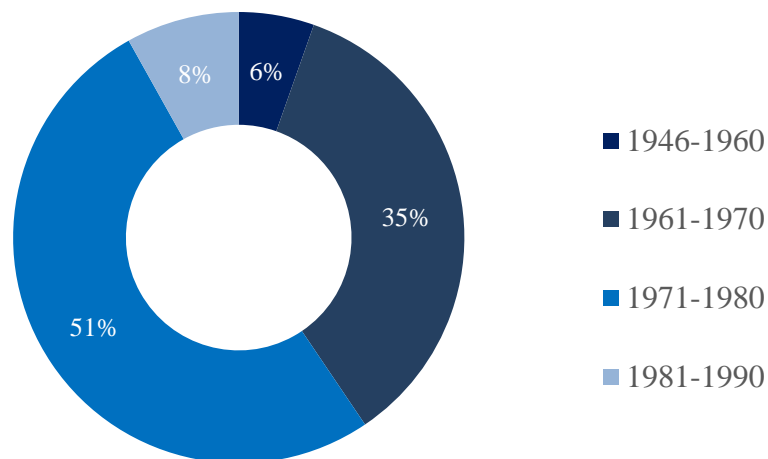


Fig.37 Distribuzione del campione di studio per epoca di costruzione. Elaborata dall'autore.

Come evidente nel diagramma in *Fig.37*, l'86% degli edifici con strutture in conglomerato cementizio armato analizzati è stato edificato nel periodo compreso tra il 1960 e il 1980. Seguendo tale inquadramento cronologico ed evolutivo, gli edifici con strutture in conglomerato cementizio armato possono essere suddivisi in tre sottocategorie: edifici con telaio in calcestruzzo armato, edifici misti con telaio e muratura portante e edifici a setti in calcestruzzo armato.

Edifici con struttura in conglomerato cementizio armato		
<i>sigla</i>	<i>descrizione</i>	<i>n. casi studio</i>
MCA	Struttura mista, lineare massiva in muratura portante con elementi puntuali in conglomerato cementizio.	15
CA	Struttura puntuale costituita da telaio in conglomerato cementizio armato.	7
SC	Struttura a setti in conglomerato cementizio armato.	15
Totale		37

*Tab.10* Sottocategorie del campione di studio con strutture in calcestruzzo armato. Elaborata dall'autore.

I 37 casi studio sono localizzati in aree densamente popolate della fascia periferica più esterna di Bologna oppure all'interno del territorio della Città metropolitana. La distribuzione territoriale degli edifici e il loro periodo di costruzione risultano coerenti con le dinamiche insediative e costruttive delineate nelle considerazioni introduttive, al capitolo 2.

Edifici con strutture MCA		
<i>sigla</i>	<i>indirizzo</i>	<i>comune</i>
MCA_1	via Porrettana n. 516 - 518	Casalecchio di Reno (BO)
MCA_2	via Lavino n. 169	Calderino (BO)
MCA_3	via Caravaggio n. 7	Casalecchio di Reno (BO)
MCA_4	via Zampieri n. 16 - 18	Casalecchio di Reno (BO)
MCA_5	via Guicciardini n. 24	Zola Predosa (BO)
MCA_6	via Machiavelli n. 5	Zola Predosa (BO)
MCA_7	via Tosarelli n. 5	Zola Predosa (BO)

Tab.11 Elenco degli edifici con strutture miste in telaio e muratura portate. Elaborata dall'autore.

Edifici con strutture CA		
<i>sigla</i>	<i>indirizzo</i>	<i>comune</i>
CA_1	via Wiligelmo n. 1 - 11	Bologna (BO)
CA_2	via Guicciardini n. 9	Zola Predosa (BO)
CA_3	via Panfilii n. 1 - 2	Bologna (BO)
CA_4	via Bazzanese n. 2/25	Casalecchio di Reno (BO)
CA_5	via Bazzanese n. 2/A	Casalecchio di Reno (BO)
CA_6	via S. Clelia Barbieri n. 1	Anzola dell'Emilia (BO)
CA_7	via S. Clelia Barbieri n. 3	Anzola dell'Emilia (BO)
CA_8	via Menganti n. 2	Bologna (BO)
CA_9	via del Francia n. 16	Casalecchio di Reno (BO)
CA_10	via Allende n. 2	Bologna (BO)
CA_11	via Allende n. 4 - 6	Bologna (BO)
CA_12	via Resistenza n. 2 - 4	Casalecchio di Reno (BO)
CA_13	via Bentivoglio n. 2 - 4	Bologna (BO)
CA_14	via Dallolio n. 7 - 23	Bologna (BO)
CA_15	via San Savino n. 13 - 29	Bologna (BO)

Tab12 Elenco degli edifici con telaio in conglomerato cementizio armato. Elaborata dall'autore.

Edifici con strutture SC		
<i>sigla</i>	<i>indirizzo</i>	<i>comune</i>
SC_1	via Puccini n. 5 - 7	Funo di Argelato (BO)
SC_2	via Puccini n. 6 - 8	Funo di Argelato (BO)
SC_3	via Puccini n. 9 - 11	Funo di Argelato (BO)
SC_4	via Puccini n. 10 - 12	Funo di Argelato (BO)
SC_5	via Puccini n. 21 - 23	Funo di Argelato (BO)
SC_6	via Mascagni n. 1 - 3	Funo di Argelato (BO)
SC_7	via Mascagni n. 5 - 7	Funo di Argelato (BO)
SC_8	via Mascagni n. 9 - 11	Funo di Argelato (BO)
SC_9	via Mascagni n. 13 - 15	Funo di Argelato (BO)
SC_10	via Mascagni n. 17 - 19	Funo di Argelato (BO)
SC_11	via Mascagni n. 25 - 27	Funo di Argelato (BO)
SC_12	via Mascagni n. 29 - 31	Funo di Argelato (BO)
SC_13	via Mascagni n. 33 - 35	Funo di Argelato (BO)
SC_14	via Mascagni n. 37 - 39	Funo di Argelato (BO)
SC_15	via Agucchi n. 177 - 179	Bologna (BO)

Tab.13 Elenco degli edifici con setti in conglomerato cementizio armato. Elaborata dall'autore.

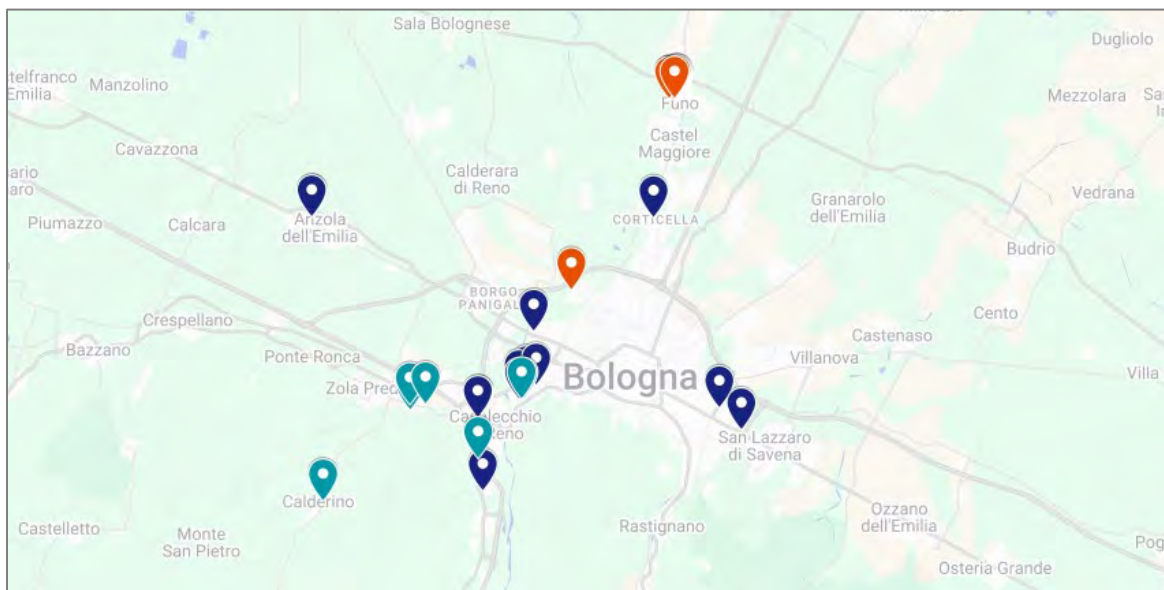
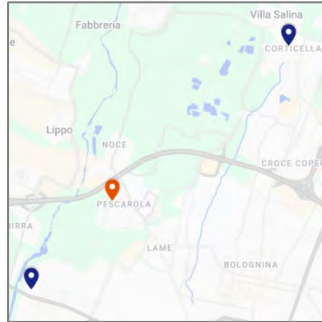


Fig.38 Estratto mappale del campione di studio con strutture in calcestruzzo armato.

Iniziando a nord di Bologna, sono riportati a seguire estratti planimetrici dei lotti dei vari casi studio. I colori seguono la classificazione riportata nelle *Tab.11-13*.



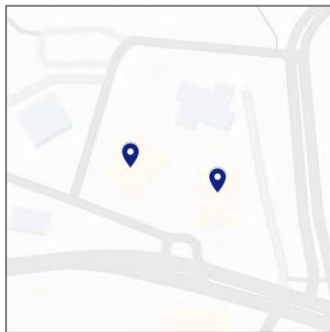
1. Comparto Funo



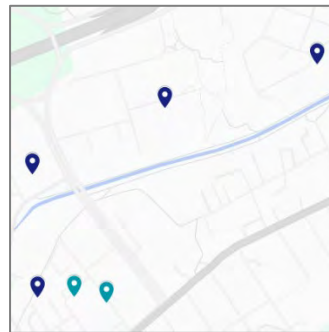
2. Comparto Lame - Corticella



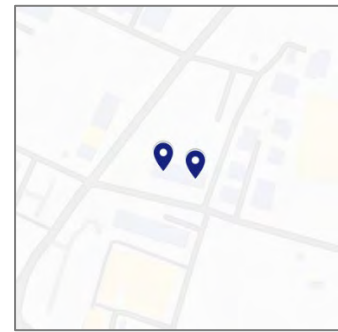
3. Comparto San Lazzaro



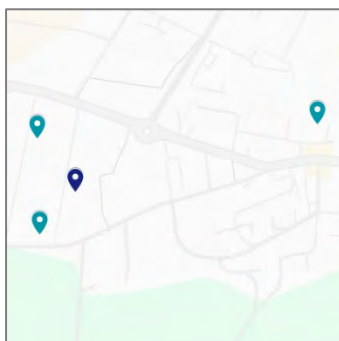
4. Comparto Casalecchio



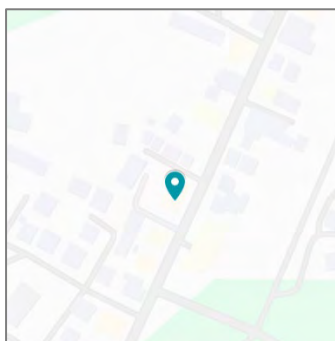
5. Comparto Croce di Casalecchio



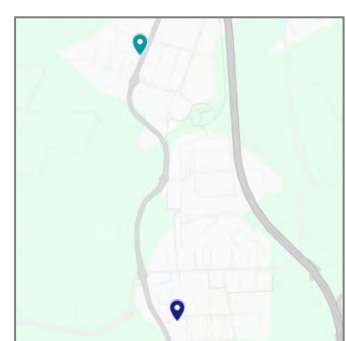
6. Comparto Anzola



7. Comparto Riale



8. Comparto Calderino



9. Comparto San Biagio

Come evidenziato dall'estratto cartografico, *Fig.38*, 14 dei 15 edifici con strutture a setti in conglomerato cementizio armato (SC) si trovano a Funo, frazione del Comune di Argelato. Essi appartengono al medesimo comparto edilizio, realizzato tra il 1975 e il 1980 sulla base di un unico progetto; presentano pertanto caratteristiche strutturali e finiture analoghe, nonché un identico impianto planimetrico, con variazioni dovute esclusivamente all'orientamento dei singoli edifici.



*Fig.39* Documentazione fotografica di cantiere. SC: vista aerea da drone.

## **6.1 Caratteristiche tipologiche e costruttive ricorrenti**

La maggior parte del campione analizzato, in particolare gli edifici con strutture in conglomerato cementizio armato, è stato edificato nell'ambito dell'edilizia privata; appena il 20% dei casi studio è riconducibile a interventi di edilizia pubblica. In tali contesti, la rapidità di esecuzione necessaria a rispondere alla domanda abitativa e il contenimento dei costi hanno rappresentato fattori determinanti. Analoghe condizioni possono essere riscontrate anche nel restante 80% circa del campione, con la differenza che, nel settore privato, metodi costruttivi e materiali impiegati dipendevano principalmente dalle scelte progettuali e dalla disponibilità economica di proprietari, imprese di sviluppo immobiliare o cooperative edilizie. Considerazioni simili valgono anche per la qualità esecutiva dei cantieri, tenendo conto che gran parte del patrimonio analizzato è antecedente sia alle normative sulla sicurezza del lavoro sia alle più recenti prescrizioni sismiche ed energetiche.

Dal punto di vista della compattezza energetica, sulla base dei valori riportati nella sezione dei dati geometrici della scheda, gli edifici CA e MCA presentano un rapporto S/V medio pari a 0,45 - 0,47, inferiore rispetto a quello degli edifici SC, pari a 0,55, e quindi potenzialmente più disperdenti. È tuttavia significativo che proprio gli edifici SC siano gli unici del campione concepiti e realizzati in conformità alle prime normative in materia energetica: i 15 casi esaminati possono essere considerati rappresentativi di uno dei primi tentativi di applicazione concreta dei nuovi requisiti. Essi costituiscono infatti l'unica tipologia in cui l'isolamento termico è previsto fin dalla fase progettuale: tutti gli edifici SC analizzati presentano intercapedini isolate con fibre di vetro o pannelli in sughero sia nelle pareti esterne sia nei solai verso le autorimesse e della copertura. Al contrario, nessuno degli edifici misti MCA disponeva originariamente di isolamento, mentre solo circa il 20% degli edifici CA lo prevedeva nei solai verso il piano terra e in copertura e, in due casi su quindici, anche nelle pareti perimetrali.

Una prima considerazione che emerge è che gli edifici MCA e CA, pur caratterizzati da isolamenti minimi non concepiti come parte integrante del sistema involucro, presentano spesso, per effetto della sola organizzazione distributiva degli ambienti (spazi riscaldati e non riscaldati), una maggiore compattezza energetica.

Per quanto riguarda gli aspetti distributivi generali degli edifici plurifamiliari analizzati, come emerge dal grafico a torta riportato a seguire, questi variano da caso a caso indipendentemente dall'epoca di costruzione. A seguire è riportata la distribuzione del campione per tipo edilizio.

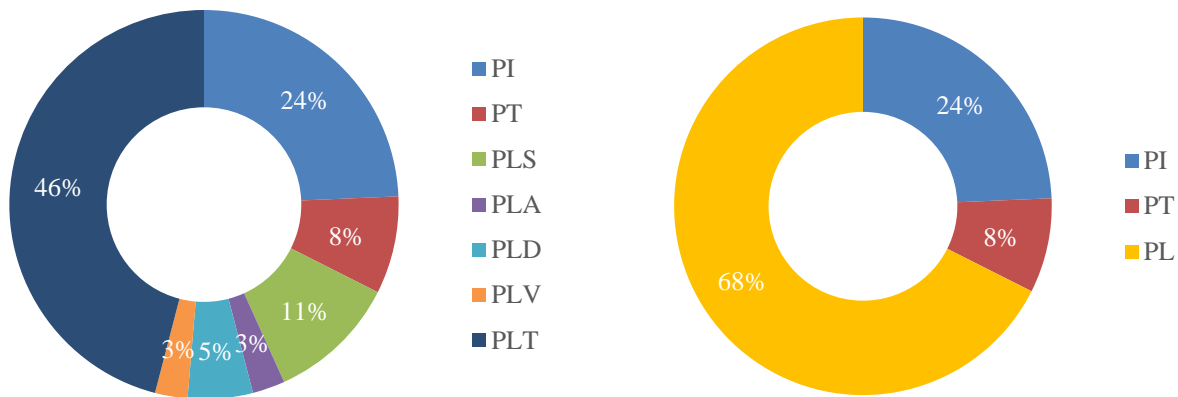


Fig.40 Distribuzione del campione di studio per tipo edilizio. A destra, raggruppamento delle varie tipologie di edifici in linea. Elaborata dall'autore.

Il tipo edilizio più diffuso tra i casi studio puntiformi è quello in linea, declinato nelle varianti a stecca, ad angolo o a doppia linea; i restanti edifici possono essere classificati come isolati, con quattro prospetti liberi. Solo tre casi studio con struttura CA sono edifici a torre di 10–11 piani, altezze rese possibili dalle prestazioni strutturali del calcestruzzo armato. Coerentemente, gli edifici CA presentano un numero medio di piani superiore (circa 6) rispetto agli MCA (5 piani) e agli SC (4 piani).

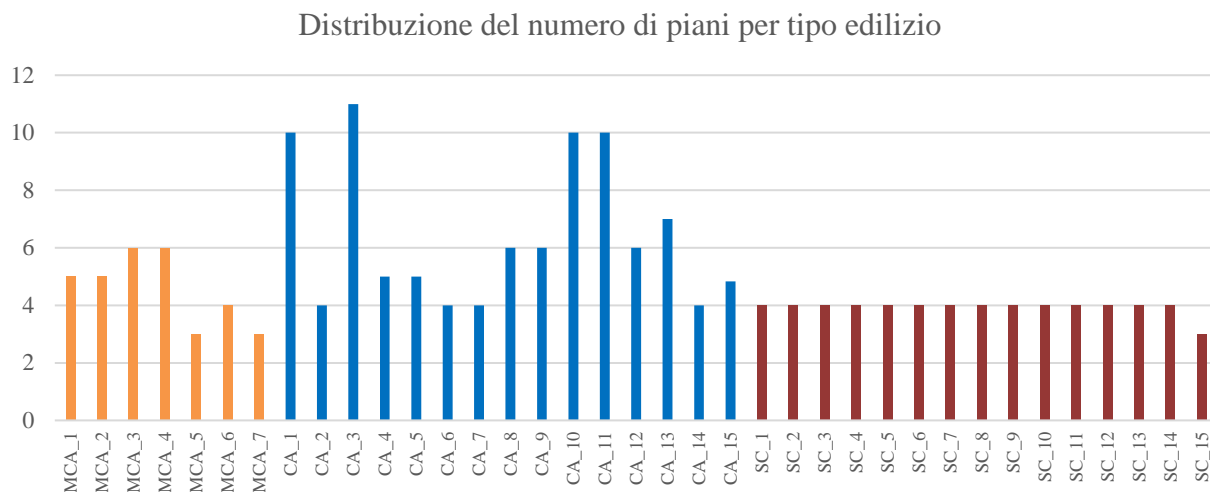


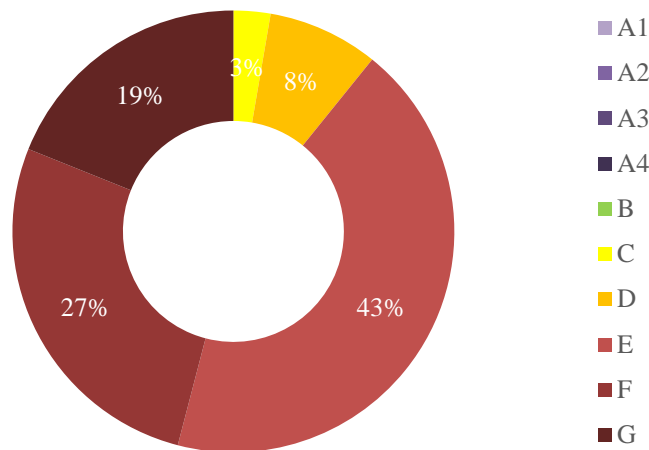
Fig.41 Numero di piani del campione con strutture in calcestruzzo armato. Elaborato dall'autore.

Generalmente il piano terra è destinato a cantine e autorimesse; quando queste sono interrato, il livello fuori terra assume la funzione di ingresso porticato oppure ospita spazi commerciali o di deposito. Gli edifici con struttura SC costituiscono un'eccezione, poiché non presentano piani interrati o seminterrati. I piani superiori hanno in tutti i casi destinazione residenziale, con una media di quattro alloggi per piano tipo negli edifici MCA, otto negli edifici CA e cinque negli edifici SC.

La classificazione in MCA, CA e SC definisce principalmente il sistema strutturale portante verticale; limitando l'analisi alla tipologia di involucro, gli edifici MCA presentano murature perimetrali portanti in laterizio pieno o semipieno che, comprensive di intonaco, raggiungono uno spessore di circa 30 cm, analogo a quello dei pilastri in conglomerato cementizio armato dello scheletro strutturale. Negli edifici CA, la sezione dei pilastri varia in funzione dell'altezza e dei carichi, mentre lo spessore dei tamponamenti in blocchi forati di laterizio oscilla tra 20 e 30 cm. Le pareti perimetrali degli edifici SC, realizzate con pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato successivamente tinteggiati, raggiungono uno spessore complessivo di circa 28 cm, comprensivo dell'intercapedine isolata con lana minerale di vetro. I rivestimenti esterni rilevati nel campione risultano coerenti con quelli più diffusi per l'epoca di costruzione, ossia intonaco o rivestimenti in listelli di cotto. Gli orizzontamenti e le coperture a falde sono generalmente realizzati in laterocemento, ad eccezione degli edifici SC, nei quali i solai sono costituiti da pannelli prefabbricati.

## 6.2 Prestazioni ante intervento

Per valutare le prestazioni energetiche di un edificio si fa frequentemente riferimento alla classe energetica di appartenenza, stimata attraverso l'Attestato di Prestazione Energetica (APE), parametro utilizzato anche come base per l'accesso a incentivi quali il Superbonus 110%. A una classe energetica elevata si associa generalmente un buon livello prestazionale dell'edificio; tuttavia, tale valutazione riguarda prevalentemente l'efficienza dal punto di vista impiantistico e non necessariamente lo stato complessivo di conservazione del manufatto.

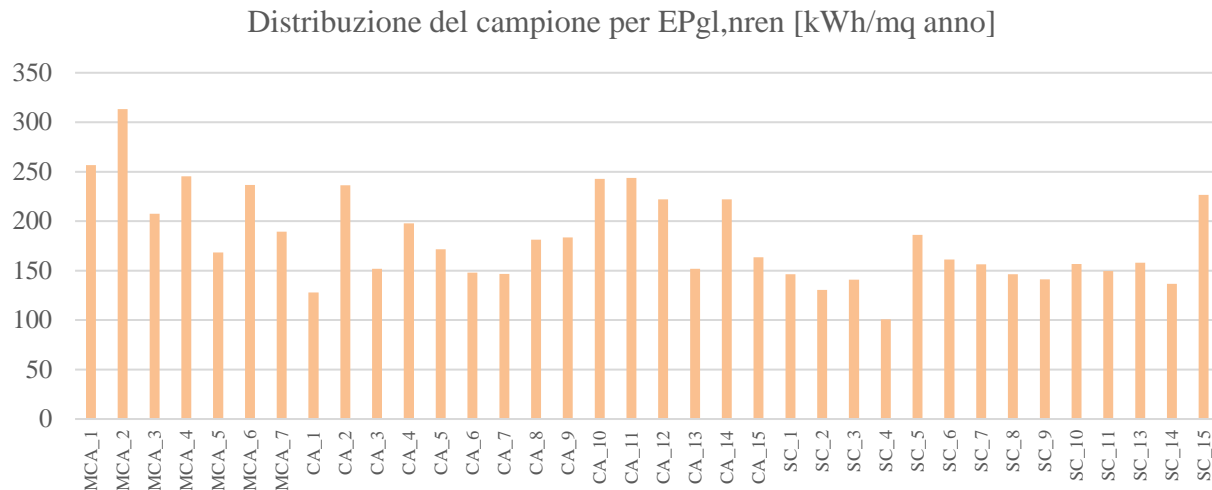


*Fig.42* Distribuzione del campione di studio per classe energetica, riferita allo stato del manufatto ante intervento. Elaborato dall'autore.

Come illustrato nel diagramma in *Fig.42*, quasi il 90% dei casi studio con strutture in conglomerato cementizio armato ricade nelle classi energetiche più basse, con una particolare concentrazione nella classe E. La classificazione energetica degli edifici si basa sulla valutazione dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile. L'  $EP_{gl,nren}$  rappresenta il parametro che quantifica l'energia primaria non rinnovabile consumata annualmente da un edificio per unità di superficie utile, considerando l'insieme dei servizi energetici forniti, quali riscaldamento, raffrescamento, produzione di acqua calda sanitaria, ventilazione e illuminazione. L'indice è calcolato a partire dai fabbisogni energetici dei singoli servizi, opportunamente convertiti in energia primaria non rinnovabile e rapportati alla superficie utile dell'edificio. In forma generale, l'espressione può essere scritta come:

$$EP_{gl,nren} = \frac{\sum_i Q_i \cdot f_{p,nren,i}}{A_{utile}} \left[ \frac{kWh}{m^2 \cdot anno} \right]$$

dove  $Q_i$  è il fabbisogno annuo di energia finale per il servizio  $i$ -esimo,  $f_{p,nren,i}$  è il fattore di conversione in energia primaria non rinnovabile associato a quel servizio e  $A_{utile}$  corrisponde alla superficie utile dell'edificio.



*Fig.43* Distribuzione del campione di studio per indice di prestazione energetica globale non rinnovabile, riferiti allo stato del manufatto ante intervento. Elaborato dall'autore.

Come già sottolineato, le classi energetiche e gli indici di prestazione energetica rappresentano stime convenzionali e non coincidono con i consumi reali degli edifici, che possono essere verificati solo attraverso dati di esercizio effettivi, ad esempio mediante l'analisi delle bollette energetiche. Inoltre, tali valutazioni non considerano lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costruttivi che compongono l'edificio.

Analisi di tipo più ampio sono condotte, ad esempio, mediante le valutazioni di *Life Cycle Assessment* (LCA). Mentre l'APE stima i consumi energetici nella fase d'uso, gli LCA analizzano gli impatti ambientali lungo l'intero ciclo di vita del fabbricato, dalla produzione dei materiali alla dismissione. Nonostante il maggiore livello di completezza, gli LCA sono impiegati soprattutto in ambito di ricerca, progettazione avanzata e certificazioni ambientali, poiché richiedono tempi di elaborazione più lunghi e costi più elevati, dovuti alla notevole quantità di dati necessari; anche in

questo caso, inoltre, i risultati si basano su modelli previsionali e ipotesi, in particolare per quanto riguarda i consumi nella fase operativa.

Le più recenti revisioni della Direttiva europea sulla prestazione energetica degli edifici [14] introducono il concetto di *Whole Life Carbon*, che considera le emissioni associate all'intero ciclo di vita. Parallelamente, resta centrale l'obiettivo di riduzione dei consumi energetici operativi, alla luce delle stime secondo cui il settore edilizio europeo è responsabile di circa il 40% dei consumi energetici e del 36% delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Strumenti incentivanti come il Superbonus 110% si fondano infatti sulle certificazioni APE.

Per valutare lo stato effettivo di conservazione degli edifici oggetto di studio, è utile fare riferimento anche alla vita nominale definita dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), pari a 50 anni per gli edifici ordinari.

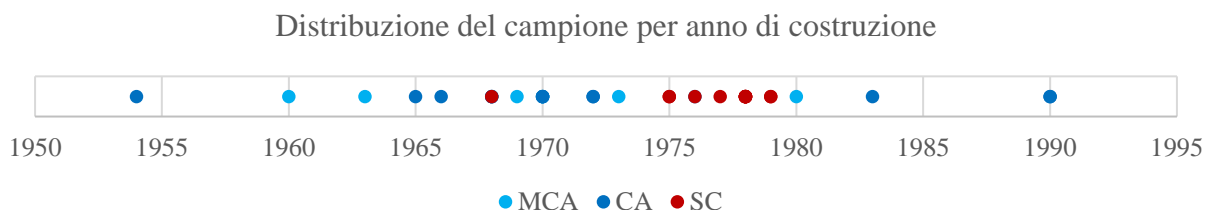


Fig.44 Distribuzione del campione per anno di costruzione. Elaborato dall'autore.

Attualmente quasi il 60% dei casi studio con strutture in calcestruzzo armato ha già superato la vita nominale di riferimento, mentre i restanti la raggiungeranno entro il 2040. In entrambi i casi, sulla base della documentazione di rilievo disponibile, gli edifici presentavano già in fase antecedente agli interventi evidenti fenomeni di degrado. Le strutture MCA non presentavano evidenti segni di degrado strutturale; tuttavia, risultavano non adeguate sotto il profilo sismico e mostravano diffusi fenomeni di infiltrazione, riconducibili principalmente al deterioramento degli elementi di involucro e delle coperture. Gli edifici con strutture CA hanno richiesto interventi più significativi, in particolare operazioni di risanamento dei pilastri, inserimento di piastre in acciaio e delle fasce di piano, a seguito delle verifiche strutturali condotte. In diversi casi sono state riscontrate lesioni e fenomeni di degrado del calcestruzzo e delle armature, oltre a problemi di infiltrazione d'acqua, soprattutto in corrispondenza dei nodi costruttivi e delle superfici esposte. Le strutture SC presentavano le criticità più evidenti: in numerosi casi si osservavano armature affioranti o esposte a causa del distacco del copriferro, diffusi fenomeni di infiltrazione e alterazioni superficiali quali macchie scure dovute a umidità persistente e degrado dei materiali.

### 6.3 Interventi di riqualificazione energetica: natura, estensione e classificazione

Di seguito sono riportati gli interventi di efficientamento energetico più ricorrenti tra i casi studio analizzati. La progettazione e la presentazione delle pratiche edilizie presso l'amministrazione comunale sono state curate dal medesimo studio di ingegneria, mentre l'esecuzione delle opere è stata affidata a undici imprese edili differenti. In tutti gli edifici esaminati con strutture in conglomerato cementizio armato è stato realizzato l'isolamento dell'involucro mediante sistemi a cappotto applicati sulle pareti esterne; in alcuni casi l'intervento ha riguardato anche l'intradosso del primo solaio e, più frequentemente, l'estradosso del solaio di copertura. Non tutti gli interventi hanno tuttavia previsto la contestuale sostituzione o riqualificazione degli impianti.

#### *Isolamento delle pareti esterne.*

Per gli edifici con strutture MCA e CA, l'isolamento a cappotto è stato realizzato in tutti i casi mediante pannelli in EPS additivato con grafite. Gli spessori variano generalmente tra 14 e 16 cm per le strutture MCA e tra 12 e 14 cm per le strutture CA. In corrispondenza di elementi particolarmente sollecitati, quali travi di piano, fasce verticali tra le aperture o porzioni di parete sotto le finestre, sono stati frequentemente impiegati pannelli in XPS, caratterizzati da maggiore resistenza meccanica. Le aperture costituiscono infatti zone di discontinuità del paramento murario e risultano più vulnerabili a deformazioni e movimenti differenziali della struttura; per tale motivo, nelle fasce comprese tra le finestre dei diversi livelli è preferibile utilizzare isolanti più rigidi rispetto a quelli ottimizzati esclusivamente per le prestazioni termiche.



Fig.45 Documentazione fotografica di cantiere; MCA\_6: XPS in corrispondenza delle aperture e delle travi di piano.

Dopo la preparazione del supporto murario, che in alcuni casi ha comportato la completa rimozione dell'intonaco esistente (tre edifici MCA e quattro CA), i pannelli sono stati incollati con giunti sfalsati di circa 25 cm, evitando aperture superiori ai 2 mm, come prescritto dai produttori, e successivamente fissati meccanicamente mediante tasselli disposti secondo schema a "T", particolarmente adatto per pannelli rigidi meno sensibili alle dilatazioni termiche.

Agli angoli degli edifici è stato correttamente realizzato l'ammorsamento con posa alternata dei pannelli lungo tutta l'altezza, evitando la formazione di giunti verticali continui.

Per gli edifici della tipologia SC sono state adottate soluzioni differenti. In nove casi sono stati utilizzati pannelli semirigidi in lana di vetro e in cinque casi in lana di roccia, entrambi con spessore di circa 14 cm, abbinati a sistemi di facciata ventilata che comportano modalità esecutive diverse rispetto al cappotto tradizionale.

Dopo la preparazione del supporto, comprendente il risanamento delle parti degradate, il trattamento anticorrosivo delle armature esposte e il ripristino del copriferro, sono stati installati, mediante fissaggio meccanico ai pannelli prefabbricati di facciata, gli ancoraggi metallici destinati a sostenere la sottostruttura della parete ventilata.



Fig.46 Dettagli costruttivi della stratigrafia della parete ventilata con isolamento in lana minerale. Estratti da relazioni tecniche-illustrative relative a CILAS consegnate in comune.

Tra gli ancoraggi metallici sono stati inseriti pannelli semirigidi in lana minerale, fissati sia mediante collante sia con tasselli. In tali sistemi lo schema di tassellatura a "W" non è sempre applicabile; anche nei casi studio i fissaggi sono stati spesso collocati in posizione centrale sui pannelli. Successivamente, l'isolante è stato rivestito con una membrana impermeabile traspirante, quindi sono stati installati i montanti per la formazione dell'intercapedine ventilata, di circa 6 cm,

e destinati anche a sostenere i pannelli di rivestimento esterno in materiali compositi a base di fibre lignee e resine termoindurenti.

Nel campione analizzato, solo un edificio con struttura a setti in calcestruzzo armato ha adottato la soluzione più tradizionale del cappotto esterno in EPS additivato con grafite. Si tratta di uno degli interventi più recenti, ancora in corso durante la fase di redazione della presente tesi, per il quale non erano disponibili dati conclusivi al momento dell'analisi.

Un limite tecnico ricorrente negli edifici esistenti di qualunque tipologia, evidente già durante la fase di cantiere, è rappresentato dalla presenza di tubazioni impiantistiche sulle facciate: laddove non è stato possibile il loro spostamento, si sono verificate interruzioni locali dello strato isolante.

### ***Isolamento delle pareti interne di balconi o logge***

Per l'isolamento delle pareti interne di balconi e logge, ambienti generalmente caratterizzati da spazi ridotti e fortemente vincolanti, sono stati impiegati principalmente pannelli ad alte prestazioni con spessori contenuti. Negli edifici SC sono stati utilizzati soprattutto pannelli in aerogel dello spessore di circa 6 cm; negli edifici MCA e CA la soluzione più ricorrente è costituita da pannelli in resina fenolica da 8 cm, oltre a pannelli in EPS additivato con grafite, analoghi a quelli impiegati sulle facciate. Solo in due casi relativi a strutture SC e in uno relativo a strutture CA sono stati adottati microisolanti a base di grassello di calce e aerogel, scelti per il loro spessore estremamente ridotto, compreso tra circa 0,5 cm e 1,5 cm.

Per quanto riguarda l'esecuzione delle lavorazioni sulle pareti di balconi e logge, la documentazione fotografica di cantiere evidenzia una posa generalmente corretta: i pannelli risultano incollati in modo continuo e, ove possibile, disposti con giunti sfalsati di circa 25 cm, evitando l'interposizione di malta tra elementi adiacenti e mantenendo aperture tra i pannelli inferiori ai 2 mm.

L'unica criticità ricorrente riguarda il raccordo tra l'isolamento delle facciate, caratterizzato da spessori elevati, e quello delle pareti interne dei balconi, dove vengono impiegati pannelli più sottili e con differente comportamento meccanico. Tale discontinuità impedisce l'applicazione del consueto ammorsamento con posa alternata dei pannelli negli spigoli, soluzione normalmente raccomandata per garantire continuità e stabilità al sistema isolante.

Solo raramente è stato previsto l'isolamento dei solai in aggetto dei balconi; quando presente, più frequentemente nel caso delle logge, sono stati utilizzati pannelli in EPS additivato con grafite per

l'intradosso e pannelli in XPS per le superfici in estradosso (Fig.47), maggiormente esposte all'umidità, agli agenti atmosferici e alle sollecitazioni meccaniche.



*Fig.47* Documentazione fotografica di cantiere. CA\_12: Isolamento delle pareti con pannelli in resina fenolica rivestiti in EPS additivato con grafite, dell'intradosso del solaio dei balconi con pannelli in EPS additivato con grafite e XPS per l'estradosso.

Un nodo spesso critico è rappresentato dal raccordo tra i parapetti dei balconi e le pareti perimetrali dell'edificio. I parapetti pieni in laterizio sono stati generalmente coibentati con lo stesso materiale impiegato per le pareti esterne, ossia pannelli in EPS additivato con grafite, al fine di garantire continuità allo strato isolante.

### *Isolamento degli imbotti degli infissi.*

Anche in questo caso, le soluzioni adottate sono state fortemente condizionate dallo spazio ridotto disponibile in corrispondenza delle aperture esistenti. Inoltre, non tutte le unità condominiali hanno aderito alla sostituzione degli infissi, circostanza che ha ulteriormente limitato la possibilità di intervento, rendendo necessario l'impiego di materiali isolanti a spessore minimo ma con valori di conducibilità termica molto bassi, tali da compensare la ridotta dimensione dello strato coibente.

Nei casi studio, i materiali utilizzati in queste condizioni sono stati, in ordine di frequenza, micro-isolanti a base di calce e aerogel, con spessore di circa 0,5 cm, e pannelli in aerogel (Fig. ??), con spessore di circa 1 cm. Entrambi presentano valori di conducibilità termica sensibilmente inferiori rispetto agli isolanti tradizionali: circa 0,002 W/mK per il micro-isolante e 0,015 W/mK per i pannelli in aerogel, a fronte di circa 0,030 W/mK per l'EPS additivato con grafite.



*Fig.47* Documentazione fotografica di cantiere. A sinistra, MCA\_2: Isolamento degli imbotti delle aperture con pannelli in aerogel. A destra, CA\_3: unico caso di isolamento delle spallette verticali mediante pannelli in polistirolo ad alta densità (vedi CA\_3: spessore 1,5 cm, conducibilità termica 0,032 W/mK), con applicazione analoga a quella dei pannelli in aerogel.

Nella maggior parte dei casi, come evidenziato anche in *Fig.47*, soprattutto quando gli infissi esistenti non sono stati sostituiti, lo strato isolante delle spallette si interrompe in corrispondenza delle guide degli avvolgibili, lasciando sostanzialmente irrisolto il ponte termico.



*Fig.48* CA\_11: Documentazione fotografica di cantiere. Rasatura finale, sopra l'isolante e predisposizione per la posa dei nuovi bancali in sovrapposizione agli esistenti.

Va inoltre precisato che, per le medesime limitazioni sopra descritte, in circa metà dei casi studio, in particolare negli edifici SC, le spallette degli infissi non sono state isolate. In un solo edificio SC, peraltro l'unico non situato a Funo, è stato impiegato il micro-isolante. Al contrario, il 71% degli edifici MCA e l'80% degli edifici CA hanno previsto l'isolamento di imbotti e spallette.

Una possibile motivazione della mancata coibentazione negli edifici SC è legata alla presenza, attorno alle aperture, di una cornice metallica di raccordo con la parete ventilata, dotata di fori di aerazione in corrispondenza dei bancali. Tuttavia, come visibile in *Fig.49*, tale sistema non sempre ha consentito un adeguato raccordo con la geometria delle aperture, spesso strombate e con spigoli smussati, ricavate direttamente nei pannelli prefabbricati.



*Fig.49* Da sinistra, particolare della parete ventilata, isolata con pannelli semirigidi in lana minerale, in corrispondenza degli infissi con aperture irregolari: la cornice in calcestruzzo non risulta raccordata né con lo strato isolante della parete né con la cornice metallica di finitura. Il ponte termico risulta pertanto non eliminato.

### ***Componenti accessori dei sistemi ETICS.***

Negli interventi realizzati sugli edifici MCA e CA sono stati impiegati accessori della medesima tipologia, coerentemente con l'adozione dello stesso sistema di isolamento a cappotto esterno ETICS. I paraspigoli e i profili sagomati per la realizzazione dei marcapiani (Fig. 50) risultano generalmente posati correttamente e successivamente inglobati nello strato di rasatura armata con rete in fibra di vetro e finitura superficiale.



*Fig.50 CA\_5: i pannelli in corrispondenza dei marcapiani, quando scanalati e non pitturati, vanno prefigurati prima di essere incollati al supporto; le superfici del taglio sono inclinate di 45° e protette da apposito componente accessorio, coperto poi con la rasatura armata finale.*

Lungo il bordo superiore perimetrale del cappotto, quando questo risulta sporgente e non adeguatamente protetto o raccordato con la copertura, è stata installata una scossalina metallica con funzione di protezione dagli agenti atmosferici e dalle infiltrazioni d'acqua, che potrebbero compromettere nel tempo le prestazioni del sistema isolante.



*Fig.51 Documentazione fotografica di cantiere. MCA\_2: prova colore della scossalina metallica di chiusura del perimetro superiore del cappotto esterno.*

Negli edifici CA, in cui sono frequentemente presenti giunti strutturali, sono stati installati appositi profili per giunti di dilatazione in corrispondenza delle discontinuità. In alcuni casi tali elementi risultano correttamente isolati, mentre in altri non lo sono, configurando un punto critico dell'involucro, rilevabile anche mediante indagini termografiche.



*Fig.52 CA\_11: Documentazione fotografica di fine lavori. Il giunto strutturale è stato coperto da rispettivo giunto di dilatazione del sistema ETICS; all'interno della cavità strutturale è stato inserito del materiale isolante.*

Negli edifici SC, caratterizzati dall'adozione di pareti ventilate, i componenti accessori, quali le griglie di chiusura dei bordi inferiori e superiori e le cornici metalliche di raccordo degli infissi, devono essere opportunamente perforati o sagomati per consentire la circolazione dell'aria all'interno dell'intercapedine. Il flusso d'aria entra generalmente dal bordo inferiore della facciata e fuoriesce nella parte superiore, in corrispondenza del raccordo con la copertura o dei bancali delle finestre, garantendo il corretto funzionamento del sistema ventilato.

### ***Isolamento dell'intradosso del primo solaio.***

L'isolamento dell'intradosso del primo solaio<sup>4</sup> è stato realizzato nella maggior parte dei casi studio (circa il 92%), con una minore incidenza negli edifici con strutture CA.

Per quanto riguarda gli edifici MCA, nei quali l'intervento è stato effettuato in tutti i casi, sono stati prevalentemente utilizzati pannelli in EPS additivato con grafite, con spessori compresi tra 11 e 14 cm. In due casi sono stati impiegati pannelli in silicato di calcio idrato (multipor) dello spessore di 16 cm.

Anche negli edifici CA che hanno realizzato l'intervento (circa l'87% del totale), la soluzione più frequente è rappresentata da pannelli in EPS con grafite, con spessori compresi tra 12 e 14 cm, adottati in nove casi. Seguono, con minore frequenza, pannelli in resina fenolica (spessore 8 cm), pannelli in XPS (spessore 12 cm) e, in un caso, l'insufflaggio di fiocchi di lana di vetro per uno spessore di circa 20 cm.

Per quanto riguarda gli edifici SC, l'isolamento dell'intradosso del primo solaio, generalmente verso ambienti non riscaldati quali cantine e autorimesse, è stato realizzato in quattordici casi localizzati a Funo. In tredici di essi sono stati utilizzati pannelli in PU con schiuma PIR, dello spessore di circa 8 cm, accoppiati a lastre di cartongesso da 1,5 cm. Solo in un caso il rivestimento in cartongesso è stato associato a pannelli in lana di vetro anziché a isolante poliuretano.

---

<sup>4</sup> Nel presente elaborato, per primo solaio si intende il primo solaio coibentato, in genere quello verso locali non riscaldati o controterra. In nessuno dei casi studio si è intervenuti sul solaio controterra; generalmente, con primo solaio si fa riferimento al solaio verso piano pilotis, verso cantine o autorimesse e/o verso negozi.

### ***Isolamento in estradosso del solaio di copertura o di falde di coperture inclinate.***

In tutti i casi studio è stato realizzato l'isolamento delle coperture; tuttavia, questa lavorazione è quella che presenta la maggiore variabilità tra gli interventi analizzati, sia per quanto riguarda i materiali sia per gli spessori adottati. La principale ragione risiede nella diversità delle configurazioni costruttive presenti nel campione. Pur essendo tutte le coperture realizzate in laterocemento, la distribuzione planimetrica degli edifici e, soprattutto, lo stato di conservazione delle coperture, spesso già oggetto di manutenzioni o ristrutturazioni pregresse hanno influenzato in modo significativo le scelte progettuali.

Nel campione, circa il 65% degli edifici presenta coperture a falde, più frequenti in particolare negli edifici SC, mentre il restante 35% è costituito da coperture piane, più ricorrenti negli MCA e presenti in misura analoga alle coperture inclinate negli edifici CA.

Nonostante la prevalenza delle coperture a falde, su ventiquattro casi solo sette sono stati isolati direttamente lungo le falde. Nell'edificio CA\_14, ad esempio, sono stati utilizzati pannelli in PU/PIR per l'isolamento sia delle falde (spessore 10 cm) sia del solaio di copertura (spessore 12 cm). Nei restanti trenta casi, di cui tredici con coperture piane, l'intervento ha riguardato esclusivamente la coibentazione del solaio di copertura.

Come anticipato, i materiali impiegati variano in funzione della tipologia edilizia e delle condizioni specifiche degli edifici. I pannelli in poliuretano espanso rigido risultano i più diffusi negli edifici MCA e CA, con spessori compresi tra 12 e 16 cm. Altri materiali utilizzati in queste due tipologie comprendono pannelli in resina fenolica (9–10 cm), pannelli in XPS (circa 14 cm) e, in due casi di edifici CA, rotoli di lana minerale.

Per quanto riguarda gli edifici SC con coperture a falde, nella maggior parte dei casi è stato adottato un sistema multistrato: un primo strato di 5–6 cm realizzato con malta termoisolante, argilla espansa o pannelli in EPS, seguito da un secondo strato costituito da lana di vetro in rotoli oppure insufflaggio di fiocchi di lana di vetro, per uno spessore complessivo variabile tra 20 e 28 cm.

### ***Sostituzione degli infissi e installazione di schermature solari.***

La sostituzione degli infissi e l'installazione di schermature solari rientrano tra gli interventi trainati del Superbonus e, pertanto, non sono state realizzate in tutte le unità immobiliari di ciascun condominio. Ciò rende più complessa una valutazione sistematica in relazione alla tipologia costruttiva, poiché tali interventi dipendono da decisioni individuali dei proprietari e da condizioni pregresse non sempre documentate. In particolare, non è possibile stabilire con certezza quante unità avessero già sostituito i serramenti negli anni precedenti.

Considerando complessivamente il campione, senza distinzione tra tipologie strutturali, delle 931 unità immobiliari residenziali analizzate solo 33 hanno sostituito i serramenti esistenti. Questi erano generalmente costituiti da telai in legno o metallo privi di taglio termico, con vetri singoli (trasmissione media circa 4,85 W/m<sup>2</sup>K) o doppi (circa 3,20 W/m<sup>2</sup>K). I nuovi infissi installati sono prevalentemente in PVC e, in misura minore, in metallo con taglio termico, dotati di vetri basso emissivi, con trasmissione media pari a circa 1,30 W/m<sup>2</sup>K. Contestualmente alla sostituzione dei serramenti sono stati rinnovati anche i cassonetti degli avvolgibili.

L'installazione di schermature solari, quali avvolgibili, tende o veneziane manuali in tessuto, ha interessato complessivamente 12 unità abitative. Tali dispositivi sono stati collocati prevalentemente sui prospetti esposti a sud, sud-est e sud-ovest, talvolta anche su quelli orientati a est o a ovest, mentre risultano rari sui prospetti rivolti a nord, caratterizzati da minore irraggiamento solare annuale.

### ***Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale.***

La sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale costituisce, insieme all'installazione dei sistemi ETICS, una componente centrale degli interventi di efficientamento incentivati dal Superbonus e può contribuire in modo determinante al miglioramento della classe energetica dell'edificio. Tuttavia, non tutti i casi studio sono dotati di impianti centralizzati, circostanza che rende difficile una valutazione omogenea degli effetti degli interventi.

Negli edifici con impianti autonomi, le tipologie di generatori installati e le relative potenze nominali variano sensibilmente in funzione del modello e dell'anno di installazione; molte caldaie risultano inoltre relativamente recenti. Di conseguenza, l'incidenza della loro sostituzione sulla prestazione energetica complessiva risulta difficilmente quantificabile.

Nei 17 casi dotati di impianto centralizzato, per i quali l'intervento rientra tra quelli trainanti, in 11 edifici sono state installate caldaie a condensazione alimentate a gas metano e in 2 casi sistemi ibridi costituiti da pompe di calore integrate con caldaie a condensazione. In un numero limitato di situazioni sono stati inoltre installati collettori solari e pompe di calore per la produzione di acqua calda sanitaria.

Nei 20 casi con impianti autonomi, la sostituzione delle caldaie tradizionali, prive di recupero del calore latente dei fumi di combustione, con generatori a condensazione ha interessato 19 edifici. Anche in questo caso, tuttavia, non tutte le unità immobiliari hanno aderito all'intervento: complessivamente sono state sostituite le caldaie in 163 appartamenti.

In nessun caso è stata installata ventilazione meccanica controllata (VMC).

#### **6.4 Interventi di miglioramento sismico: natura, estensione e classificazione**

Nel contesto degli interventi del Superbonus, il Sismabonus viene spesso combinato con i lavori di efficientamento energetico in quanto le detrazioni fiscali complessive permettono di rendere economicamente più conveniente la realizzazione simultanea di entrambi gli interventi. Nel campione con strutture in calcestruzzo armato, solamente in 5 edifici sono state adottate misure antisismiche, di cui 4 in CA e un solo caso in MCA. In tutti gli interventi di consolidamento strutturale realizzati, si è operato esclusivamente dall'esterno, intervenendo lungo i nodi strutturali e sulle strutture perimetrali dell'edificio.

Nel caso studio MCA\_7, l'intervento di miglioramento strutturale più invasivo effettuato è stato il consolidamento delle fondazioni; realizzato mediante l'installazione di micropali in acciaio, inseriti in perforazioni in corrispondenza dei plinti o travi di fondazione, e successivamente solidarizzati al terreno tramite iniezione di malta cementizia. Le teste dei micropali sono state collegate alla fondazione esistente mediante un getto di calcestruzzo armato, al fine di trasferire i carichi strutturali agli strati di terreno più profondi e resistenti.

Altre misure adottate comprendono l'inserimento di fasce di piano e reti antiribaltamento in sistemi SRG (*Steel Reinforced Grout*), costituiti da fibre di acciaio galvanizzato annegate in matrice minerale. Tali sistemi sono stati utilizzati per il placcaggio diffuso delle pareti perimetrali, tipicamente in muratura esistente, e fissati mediante barre elicoidali in acciaio.

Negli edifici con struttura in CA, in particolare nei tre casi studio di maggiore altezza (CA\_1, CA\_10 e CA\_11, con 10 piani), sono stati impiegati sistemi analoghi di rinforzo diffuso delle tamponature in laterizio mediante reti SRG, con fibre di basalto nel caso CA\_1, e fasce di piano dello stesso tipo. Analoghi sistemi sono stati utilizzati anche per il rinforzo a pressoflessione e a taglio dei pilastri al piano terra. Inoltre, oltre al ripristino del copriferro di travi e pilastri mediante trattamento anticorrosivo delle armature e malte fibrorinforzate, i nodi trave-pilastro sono stati confinati esternamente con piastre in acciaio fissate tramite connettori metallici e protette con ulteriori strati anticorrosivi.

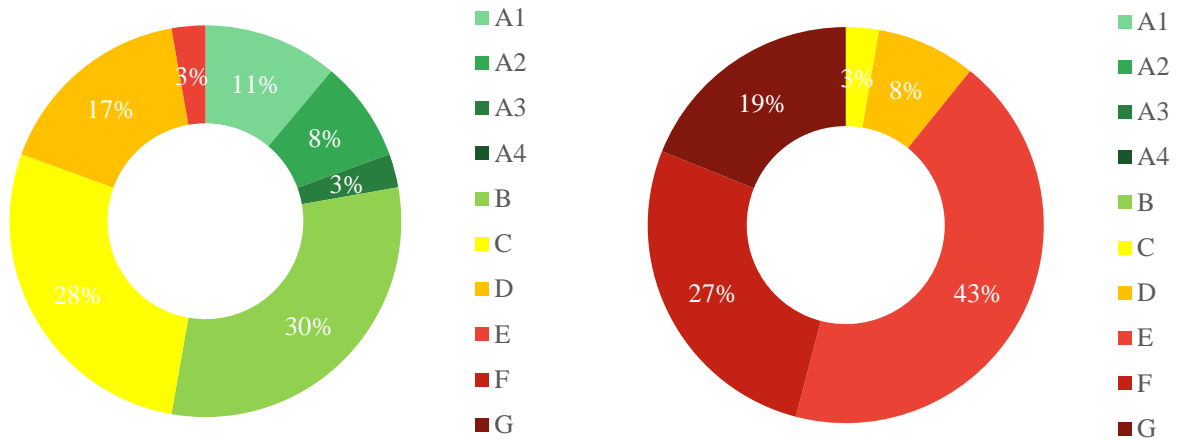


Fig.53 Documentazione fotografica di cantiere. CA\_14: fasce di piano FRP e connettori.

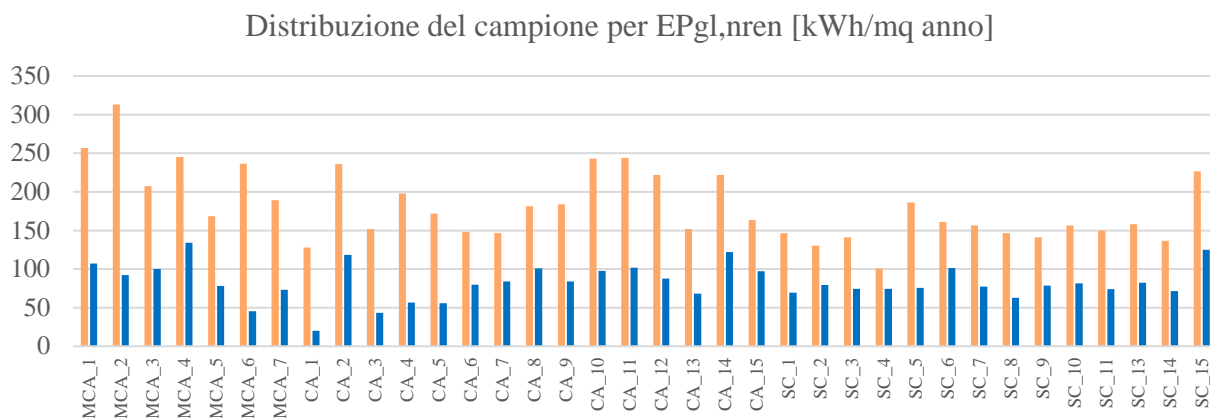
Nel caso CA\_14, in Fig.53, edificio a stecca di quattro piani, sono state invece impiegate fasciature in materiale composito FRP (*Fiber Reinforced Polymer*) con fibre di carbonio unidirezionali per il rinforzo di travi di piano, pilastri al piano terra e nodi strutturali. Per la prevenzione di meccanismi locali, quali il ribaltamento fuori piano dei tamponamenti, è stata inoltre applicata una rete FRP diffusa, ancorata mediante connettori a fiocco.

## 6.5 Prestazioni post intervento

Come previsto dalla normativa, tutti i casi studio hanno conseguito il miglioramento di almeno due classi energetiche necessario per l'accesso al Superbonus. Nonostante gli interventi realizzati, in particolare la sostituzione degli impianti, la maggior parte degli edifici si colloca comunque nelle classi energetiche medio-alte, senza raggiungere le classi più performanti.



*Fig.54* Distribuzione del campione di studio per classe energetica, relativa allo stato post intervento. A destra, il grafico ante intervento a confronto. Elaborati dall'autore.



*Fig.55* Distribuzione del campione di studio per indice di prestazione energetica globale non rinnovabile, riferiti allo stato del manufatto post intervento. Elaborato dall'autore.

Il miglioramento di due classi è in larga misura attribuibile alla sostituzione dei sistemi impiantistici, che incide significativamente sugli indicatori energetici convenzionali utilizzati per la certificazione. Tuttavia, le prestazioni e i risparmi energetici risultano stimati su base teorica e non necessariamente corrispondono ai consumi reali. Una valutazione più accurata richiederebbe il confronto con i dati effettivi di esercizio, ad esempio attraverso l'analisi delle bollette energetiche.

Analogamente, l'efficacia degli interventi sull'involucro, in particolare dei sistemi di isolamento a cappotto, dipende non solo dalle caratteristiche dei materiali ma anche dalla qualità della posa in opera. La presenza di ponti termici residui o di difetti esecutivi può ridurre sensibilmente le prestazioni attese; tali criticità possono essere individuate mediante verifiche in situ, ad esempio tramite indagini termografiche.

## 7. Indagine diagnostica: termografia e valutazioni qualitative

Per verificare l'efficacia degli interventi sull'involucro edilizio, nello specifico del sistema di isolamento a cappotto, si è ricorso a una campagna di indagini diagnostiche non distruttive (UNI EN 16714-1) effettuate in situ mediante termocamera. I risultati ottenuti permettono di ricavare informazioni sull'esistente attraverso il confronto tra documentazione fotografica, relativa alle lavorazioni in cantiere, e la lettura delle immagini termografiche, dalle quali emergono discontinuità e anomalie.

### 7.1 Metodo di rilevazione e condizioni operative

La strumentazione utilizzata per compiere la campagna di rilievi è composta dalla termocamera ad infrarossi portatile *FLIR E8 Pro*, sensibile alle variazioni di temperatura superficiale e pertanto idonea per le indagini sull'involucro edilizio. La tecnologia di funzionamento si fonda sulla registrazione della radiazione infrarossa emessa da un corpo e relativa conversione in un termogramma a falsi colori, con una scala cromatica associata a valori di temperatura superficiale differenti.

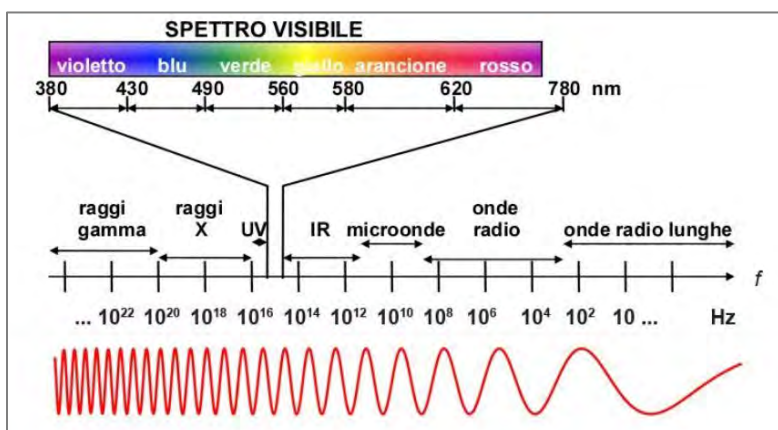


Fig.56 Schema dello spettro elettromagnetico con indicazione della regione dello spettro visibile (380–780 nm) [15].

Le riprese sono state effettuate in situ mantenendo una distanza media di 5 metri dai prospetti, verificata tramite metro laser, e inquadrando, nel modo quanto più possibile ortogonale rispetto all'asse ottico, le porzioni di facciate con particolari rilevanti, al fine di ridurre errori connessi all'angolo di ripresa. Tuttavia, in fase operativa, alcune riprese hanno subito una limitata distorsione prospettica legata a vincoli di accessibilità.

Ai fini di una corretta interpretazione dei termogrammi, sono stati impostati i principali parametri di misurazione di carattere ambientale, quali la temperatura atmosferica [°C] e l'umidità relativa [%]; per l'emissività ( $\epsilon$ ) è sempre stato utilizzato il valore dei materiali tipici dell'edilizia tradizionale per superfici opache, pari a 0,95.

Il periodo di riferimento per le acquisizioni è compreso tra il 20 gennaio e il 20 febbraio, in condizioni climatiche stabili, evitando precipitazioni in corso o immediatamente successive (superfici bagnate). Le indagini sono state condotte in periodo invernale sfruttando il naturale gradiente termico tra ambiente interno ed esterno, verificando un differenziale termico interno-esterno necessario,  $\Delta T \geq 10$  °C, all'individuazione di dispersioni e ponti termici [16]. La finalità della rilevazione è di carattere qualitativo-comparativo e le modalità di rilevazione si articolano in tre diverse condizioni operative:

- modalità passiva, in assenza di irraggiamento solare diretto, tra le 07:00 e le 09:00 o dopo le 19:00, sfruttando esclusivamente la sollecitazione termica dovuta alla trasmissione di calore tra la superficie interna riscaldata e quella esterna più fredda;
- modalità attiva in fase di caricamento, tra le 09:00 e le 15:00, quando la superficie di analisi è investita dall'irraggiamento solare;
- modalità attiva in fase di scaricamento, tra le 15:00 e le 19:00, quando la superficie di analisi rilascia l'energia accumulata dall'irraggiamento mediante l'ombreggiamento.

Le immagini ricavate in modalità attiva, caratterizzate da una maggiore sollecitazione termica, evidenziano un contrasto termico maggiore, migliorando la lettura di discontinuità, difetti di posa e anomalie, oltre che rendere più visibile lo schema di posa dei tasselli e la sovrapposizione dei lembi di rete di armatura. Si riporta di seguito la scheda tecnica della termocamera *FLIR E8 PRO* utilizzata durante la campagna di rilievo per le indagini termografiche, *Fig.57*.



## FLIR E8 PRO™

Termocamera Pro-Series  
con Ignite™ Cloud



### SPECIFICHE

Efficienza di ispezione	
MSX (Multi-Spectral Dynamic Imaging)	Immagine IR arricchita dal dettaglio della fotocamera
FLIR Ignite	Caricamento istantaneo su archiviazione cloud tramite Wi-Fi
FLIR Thermal Studio Suite	Compatibile con la gamma completa di software di analisi e reporting
Touchscreen capacitivo	Accesso a menu, funzioni e tastiere sullo schermo
Testo	Annotazione di testo sull'immagine utilizzando la tastiera sullo schermo
Galleria	Miniature e struttura personalizzata delle cartelle
Dati ottici e immagine	
Risoluzione IR	320 × 240 (76.800 pixel)
Sensibilità termica/NETD	<0,05 °C / <50 mK
Messa a fuoco	Fuoco fisso
Frequenza immagine	9 Hz
Tavolozza colori	Ferro, Grigio, Arcobaleno, Artico, Lava e Arcobaleno HC
Fotocamera digitale	5 MP
Picture-in-Picture	Area IR sull'immagine visiva
Tipo sensore	Microbolometro non raffreddato
Campo visivo (FOV)	35°
Rapporto focale	1,4
Modalità immagine	MSX termica, termica, picture-in-picture, fusione termica, fotocamera digitale
Distanza minima di messa a fuoco	0,3 m
Risoluzione spaziale (IFOV)	1,8 mrad
Banda spettrale	Da 7,5 µm a 13 µm

### Caratteristiche principali:

- Scopri i guasti imminenti più rapidamente con FLIR MSX® (Multi-Spectral Dynamic Imaging), che fornisce straordinari dettagli di imaging termico
- Migliora l'efficienza delle ispezioni con il touchscreen 640 × 480: aggiungi note dettagliate alle immagini e trasmetti video in streaming
- Archivia e condividi immagini utilizzando il servizio cloud FLIR Ignite™ e crea report con Ignite o FLIR Thermal Studio

### Applicazioni principali:

- Ispezioni industriali di apparecchiature elettriche e meccaniche
- Monitoraggio delle condizioni delle apparecchiature degradate prima del guasto
- Ispezioni degli edifici per garantire l'efficienza energetica

[www.flir.com/E8-Pro](http://www.flir.com/E8-Pro)

Misurazioni e analisi	
Accuratezza	±2 °C o ±2% della lettura, per temperatura ambiente da 10 °C a 35 °C e temperatura oggetto sopra 0 °C
Intervallo di temperature	Da -20 °C a 550 °C in due gamme
Correzione delle misurazioni	Emissività, opaco/semi-opaco/semi-lucido + valore personalizzato, temperatura apparente riflessa, compensazione atmosferica
Comandi di configurazione	Impostazione unità locale, lingua, formati data e ora
Puntatore a spot	Punto centrale: area con min/max
Interfaccia utente	
Display	LCD a colori da 3,5 pollici 640 × 480
Illuminatore	Potente LED
Alimentazione	
Autonomia della batteria	4 ore
Tipo batteria	Batteria ricaricabile agli ioni di litio
Sistema di carica	La batteria viene caricata all'interno dell'unità o in un caricabatterie specifico
Tempo di carica	2 ore
Gestione alimentazione	Spegnimento automatico
Ambiente e certificazioni	
Certificazioni	UL, CSA, CE, PSE e CCC

La specificazione è soggetta a modifiche. Per le specifiche più aggiornate visitare [flir.com](http://flir.com)

Per maggiori informazioni, invia un'e-mail a:  
**Sales@TeledyneFLIR.com**  
 In alternativa, per trovare il numero dell'assistenza locale visita:  
**flir.com/contactsupport**  
**www.teledyneflir.com**

Questo prodotto è soggetto alle normative di esportazione degli Stati Uniti d'America e può richiedere l'autorizzazione degli Stati Uniti d'America prima dell'esportazione, della riepacchettatura o del trasferimento a persone o parti non statunitensi. È vietata qualsiasi deviazione alle normative degli Stati Uniti d'America.

Per assistenza nella conferma della giurisdizione e classificazione dei prodotti Teledyne FLIR, LLC, contatta [exportquestions@flir.com](mailto:exportquestions@flir.com). ©2023 Teledyne FLIR, LLC. Tutti i diritti riservati.

Revisione 04/2022  
 ER\_Scheda tecnica E7H 23-0403-001

Fig.57 Scheda tecnica della termocamera FLIR E8 Pro [17].

## 7.2 Lettura e interpretazione delle immagini termografiche

Per la corretta lettura delle immagini termografiche, è necessario analizzare le proprietà fisiche dei materiali componenti il sistema di isolamento in facciata, in particolare:

- la conducibilità termica  $\lambda$  [W/m K], ovvero la capacità di un materiale di trasmettere calore;
- la resistenza termica R [ $m^2$  K/W], ovvero la capacità di un materiale di opporsi al calore;
- l'effusività termica b [ $J / m^2 s^{0.5} K$ ], ovvero la capacità di un materiale di scambiare energia termica con l'ambiente.

Nello specifico caso del sistema isolante a cappotto in EPS grafitato si riporta la seguente tabella con indicati i materiali e le specifiche grandezze fisiche:

Materiali	Densità [kg/m <sup>3</sup> ]	Calore specifico [J/kgK]	Capacità termica volumetrica [kJ/m <sup>3</sup> K]	Conduttività termica [W/mK]	Effusività termica [ $J / m^2 s^{1/2} K$ ]
Colla/rasante	1400	837	1172	0.70	906
EPS additivato con grafite	15	1450	22	0.033	27
PVC (del tassello)	1400	1255	1757	0.16	530

Fig.58 Schema materiale isolamento a cappotto con relative proprietà fisiche [18].

Il valore basso della conducibilità termica dell'EPS conferma il suo comportamento isolante rispetto agli altri due materiali: nelle immagini termiche saranno presenti discontinuità quali variazioni di temperatura superficiale. Il valore basso dell'effusività termica dell'EPS dimostra la sua capacità di riscaldarsi e di raffreddarsi in meno tempo rispetto agli altri due materiali. Questo aspetto è fondamentale durante l'interpretazione delle immagini acquisite in modalità attiva: in fase di caricamento i tasselli e i giunti appariranno termicamente differenti rispetto all'EPS e tale differenza sarà opposta in fase di scaricamento. Le immagini termiche acquisite sono state elaborate mediante il software *FLIR Tools+*.

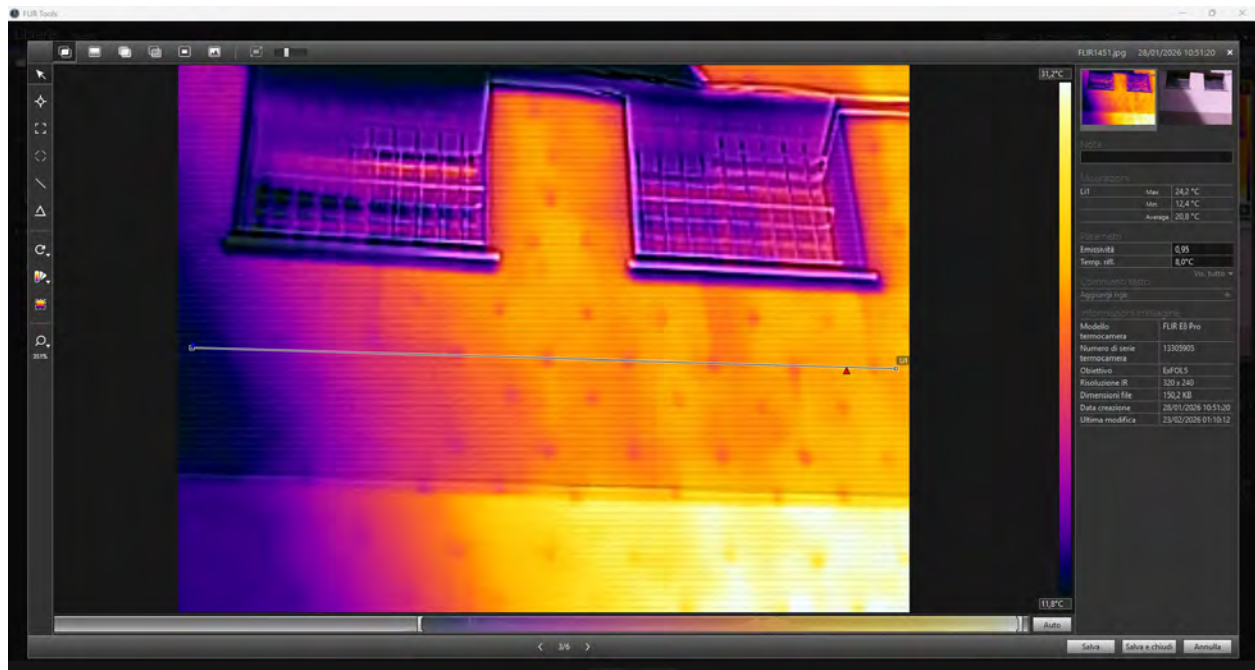
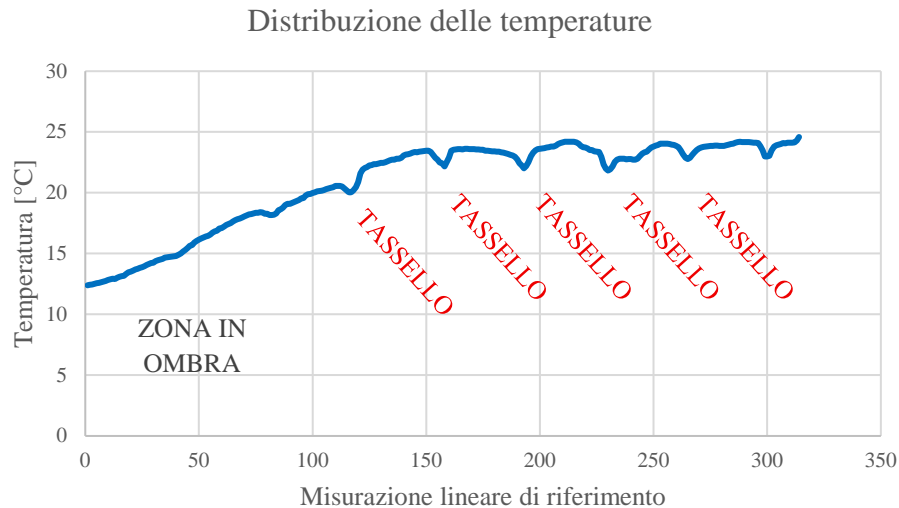


Fig.59 Schermata dell'interfaccia del software *FLIR* per l'elaborazione delle immagini termografiche.

La funzione dell'applicativo utile all'analisi dell'andamento della temperatura è costituita da *Line Profile*: è possibile tracciare una misurazione lineare lungo la porzione di interesse e registrare, per ogni pixel intercettato, il valore di temperatura superficiale. L'insieme delle temperature registrate viene esportato in formato tabellare e rielaborato in *Microsoft Excel* con la costruzione del diagramma di andamento della temperatura lungo la linea d'indagine. Il grafico ottenuto da ogni immagine termica raffigura la variazione della temperatura superficiale lungo la misurazione lineare effettuata e consente di individuare, in base al profilo ottenuto:

- tasselli (a vista, incassati e incassati con malta);
- giunti di malta;
- difetti di accostamento tra i pannelli;
- elementi con comportamento termico differente;
- altre eventuali anomalie, non necessariamente dovute all'esecuzione del cappotto.



*Fig.60* Esempio di diagramma delle temperature, misurazione effettuata in *Fig.59*. Elaborata dall'autore.

La lettura dei diagrammi permette un'analisi più oggettiva rispetto alla sola osservazione cromatica e permette un confronto tra immagini acquisite in momenti e in condizioni operative diversi. L'interpretazione è sempre stata affiancata al confronto con l'immagine nel visibile e con la documentazione fotografica di cantiere in modo da individuare criticità costruttive reali da associare al fenomeno analizzato.

Si precisa che la visibilità dei tasselli nelle immagini termografiche non costituisce di per sé evidenza di un errore di posa né consente automaticamente di identificarli come ponti termici. I tasselli rappresentano inevitabilmente punti di discontinuità del sistema ETICS. Tuttavia, l'impiego di prodotti idonei, come indicato dalle case produttrici, quali tasselli con corpo in plastica a bassa conducibilità, chiodo plastico o composito e tappo isolante sopra il piattello, consente di ridurre significativamente, nei limiti tecnici possibili, le dispersioni termiche in corrispondenza dei fissaggi. L'individuazione dei tasselli permette comunque di valutare lo schema di posa e la verifica della corretta esecuzione, a regola d'arte, dei sistemi a cappotto.

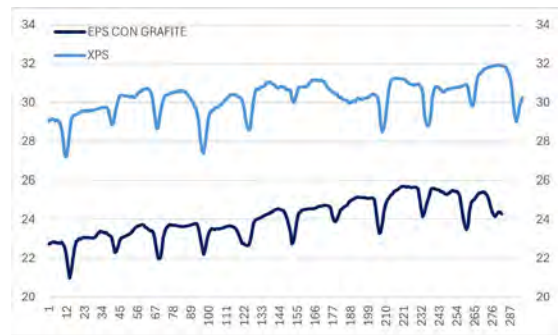
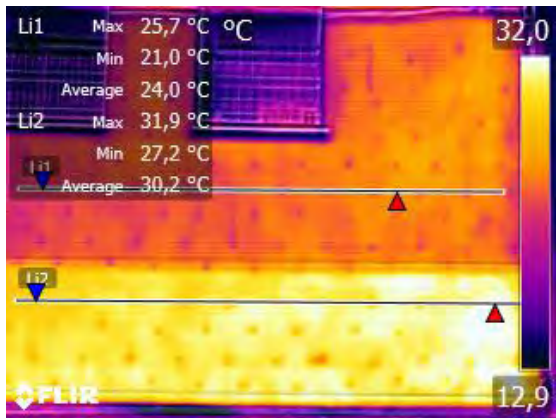
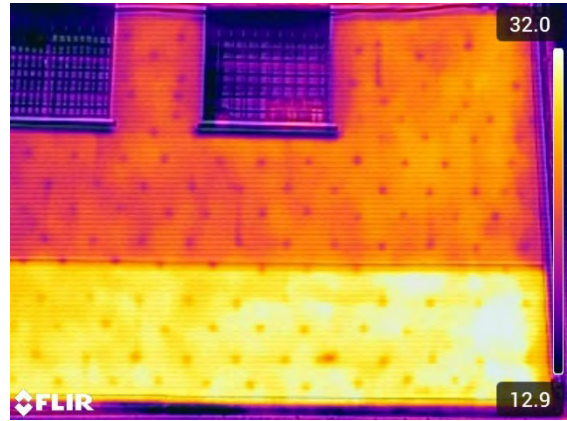
I diagrammi delle diverse modalità sono caratterizzati da comportamenti peculiari:

- in regime passivo il profilo termico risulta avere escursioni più contenute;
- in fase di caricamento il profilo termico mostra picchi e discontinuità più evidenti, legato principalmente alla conducibilità termica: maggiore è la conducibilità termica di un materiale, maggiore sarà la capacità di condurre calore;

- in fase di scaricamento il profilo termico risulta essere inverso, legato principalmente all'inerzia termica: maggiore è l'inerzia termica di un materiale, maggiore sarà il tempo impiegato per rispondere al cambio di temperatura.

A seguire, sono riportati alcuni esempi rappresentativi degli elementi chiave utili per l'interpretazione delle immagini termografiche dei sistemi ETICS.

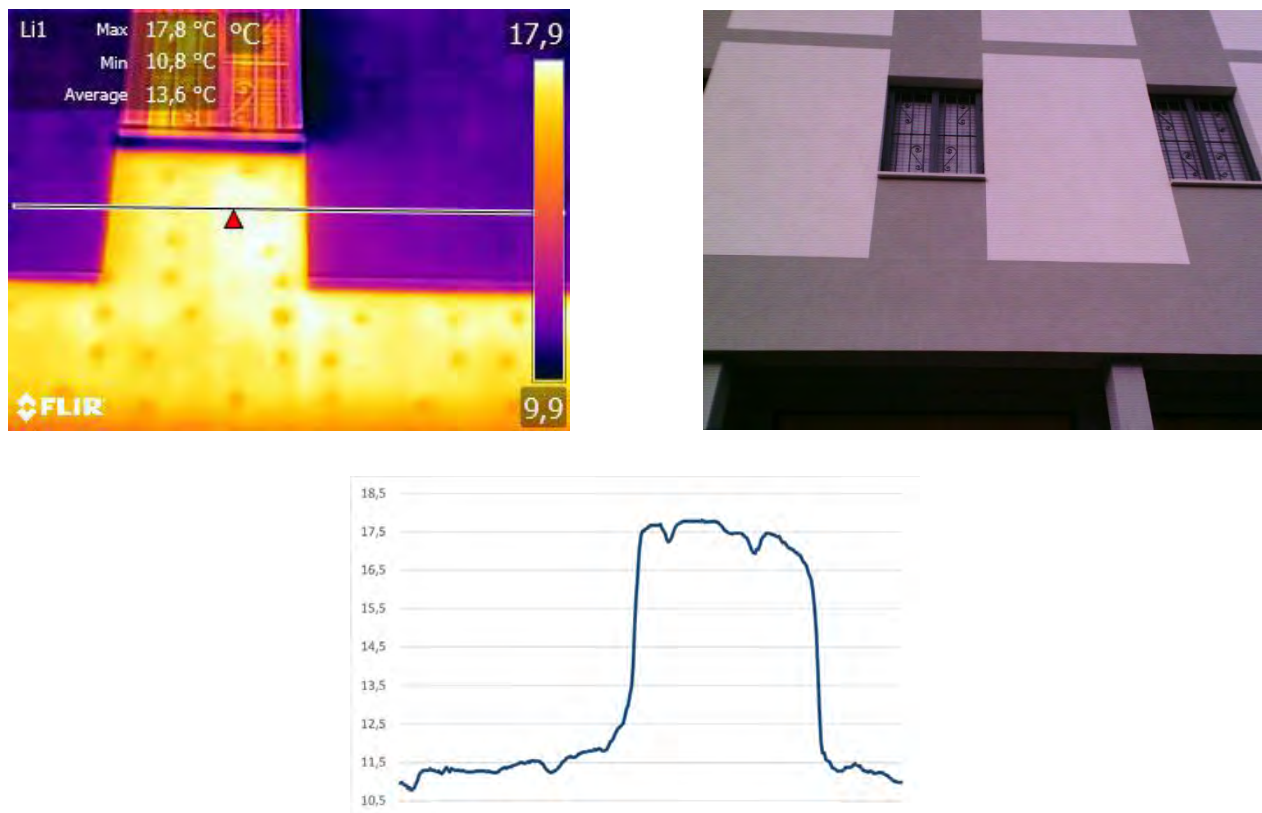
**Schema di posa dei tasselli.**



*Fig.61* MCA\_4: condizioni di rilevazione attiva in fase di caricamento delle superfici per irraggiamento solare, fascia oraria 10-11. Prospetto sud.

Diminuzioni locali di temperatura, anche di 2°C in fase di caricamento, quando a passo più o meno costante, corrispondono alle teste dei tasselli che, nei casi studio in esame, sono stati coperti da malta cementizia. In fase di scaricamento o in condizioni stazionarie di rilevazione passiva, le teste dei tasselli sarebbero risultate, nei diagrammi, in incrementi locali di temperatura, con picchi verso l'alto. Nel diagramma in *Fig.61*, la differenza media di temperatura di 6°C tra la misurazione Li1, in corrispondenza dell'EPS con grafite, e Li2, sulle travi di piano isolate in XPS, mostra il diverso

comportamento di assorbimento radiativo<sup>5</sup> dei rivestimenti finali. Per questo motivo, la rilevazione passiva può essere considerata più attendibile per la valutazione dei comportamenti termigrometrici dei materiali isolanti; rilievi in fase di caricamento o scaricamento della parete sono comunque utili per l'individuazione dello schema di posa dei tasselli, delle reti o di eventuali difetti e anomalie.

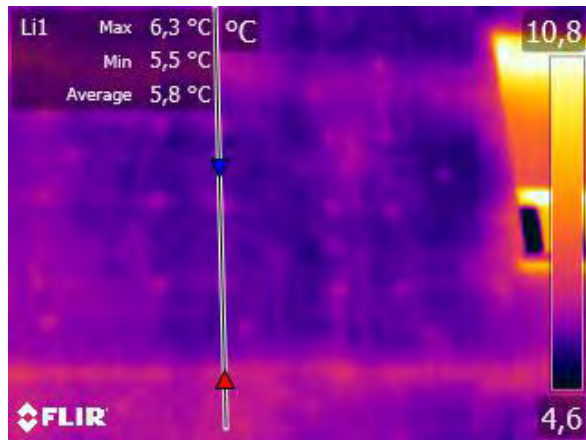


*Fig.62 MCA\_1: condizioni di rilevazione attiva in fase di caricamento, fascia oraria 9-10. Prospetto est.*

Anche nel caso in *Fig.62* l'aumento della temperatura di 6°C in corrispondenza delle aperture e dei marcapiani è dovuto alla diversa colorazione dei rivestimenti plastici e non al diverso materiale di isolamento impiegato nelle pareti, con pannelli in EPS con grafite, e nelle travi di piano e nei sottofinestra con pannelli XPS. Minimi locali in corrispondenza dei tasselli con variazioni di 0.2°C circa.

<sup>5</sup> I colori chiari hanno un indice di riflettività maggiore, al contrario dei colori scuri che tendono ad assorbire maggiormente le radiazioni solari, scaldandosi più velocemente a partirà di condizioni di irraggiamento.

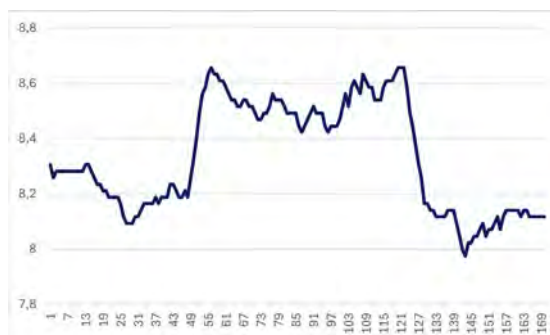
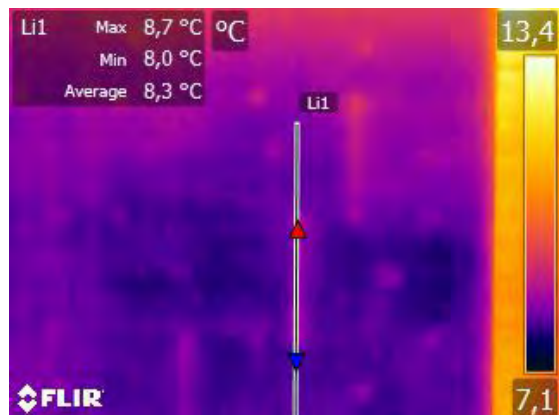
*Sovrapposizione dei lembi delle reti di armatura.*



*Fig.63 MCA\_2: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 18-19. Prospetto sud.*

Nella *Fig.63* è visibile la sovrapposizione delle reti di armatura.  $\Delta T$  di  $0,6^{\circ}\text{C}$  -  $0,8^{\circ}\text{C}$  non rappresentano necessariamente un ponte termico; inoltre, la visibilità delle reti nelle immagini termografiche non è indicatore di errata esecuzione di posa.

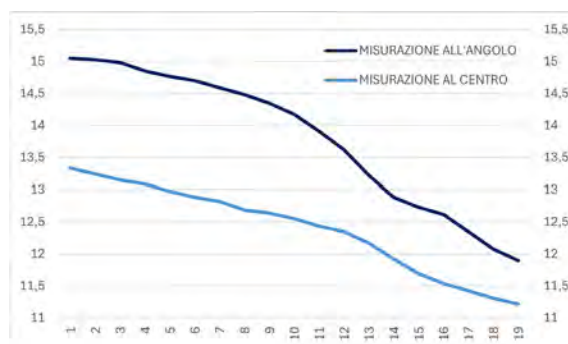
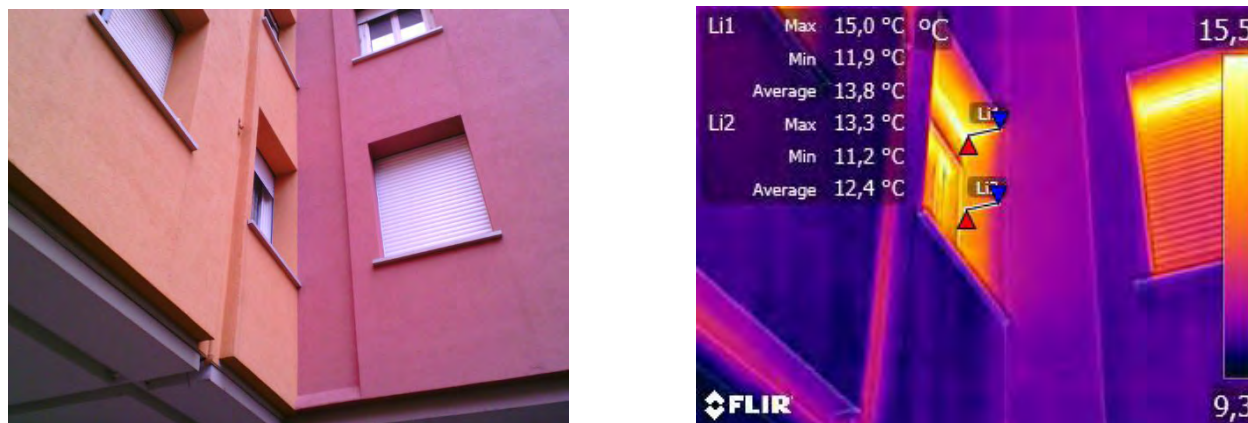
*Presenza di giunti di malta.*



*Fig.64* MCA\_2: condizioni di rilevazione passiva in regime stazionario del flusso termico attraverso la superficie, fascia oraria 18-19.

In *Fig.64*, sono visibili i tasselli con incrementi locali di temperatura di circa  $0.1^{\circ}\text{C}$  rispetto ai pannelli con finitura adiacenti; in corrispondenza del giunto di malta, si registra un aumento di temperatura di circa  $0.4^{\circ}\text{C}$  lungo il giunto.

*Progressiva variazione di temperatura lungo la misurazione lineare di riferimento.*



*Fig.65 CA\_15: condizioni stazionarie di rilevazione passiva, fascia oraria 10-11 (cielo coperto e prospetto nord in ombra).*

Nel caso in *Fig.65*, l'isolamento degli imbotti con microisolante risulta poco efficace. Nonostante ciò, i diagrammi delle misurazioni lineari, e trasversali alla lunghezza della spalletta, possono essere rappresentativi delle variazioni delle temperature all'interno di una stratigrafia; dagli ambienti interni riscaldati, il flusso di calore si sposta verso l'esterno, attraversando strati di materiali con conduttività termiche differenti che determinano una diminuzione più o meno graduale delle temperature in ogni punto della misurazione di riferimento. Come verrà approfondito nel prossimo capitolo, negli angoli delle aperture si concentrano le dispersioni maggiori di calore.

### 7.3 Ricorrenza di anomalie e/o difetti di posa

Al fine di analizzare in modo approfondito i difetti di posa e le anomalie individuati tramite rilievi termografici sugli interventi realizzati nei casi studio con struttura in calcestruzzo armato, e al contempo fornire una sintesi delle principali criticità riscontrate, sono riportate di seguito termografie e diagrammi di temperatura rappresentativi di ciascuna classe edilizia.

#### *Edifici con strutture MCA.*

Negli edifici con strutture miste in muratura portante e telaio in calcestruzzo armato sono stati individuati punti critici comuni anche alle altre classi edilizie, in particolare a quelle con struttura a telaio in conglomerato cementizio armato. Il più ricorrente, e quello che in nessun caso è stato difatti corretto, è il nodo tra balconi e parete esterna.

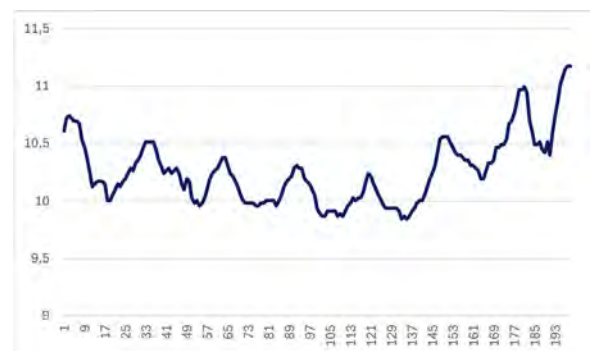
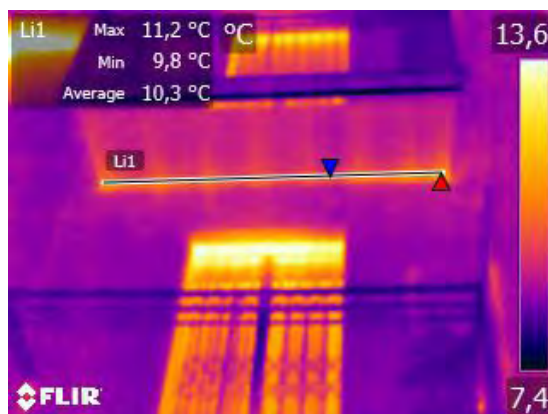


Fig.66 A sinistra, MCA\_4: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 19-20. Sopra, a destra, MCA\_4: documentazione fotografica di cantiere; particolare del solaio non coibentato dei balconi,

isolamento con pannelli in XPS per le travi di piano e EPS con grafite per le pareti, visibile la rete di armatura della rasatura finale.

I balconi di edifici esistenti costituiscono, nella maggior parte dei casi, ponti termici difficili da eliminare. Gli intradossi dei solai risultano spesso non coibentati e i travetti in calcestruzzo della struttura in aggetto sono chiaramente visibili anche nelle termografie, con picchi che evidenziano aumenti locali di temperatura fino a circa 0.5°C, come nel diagramma della Fig.66.

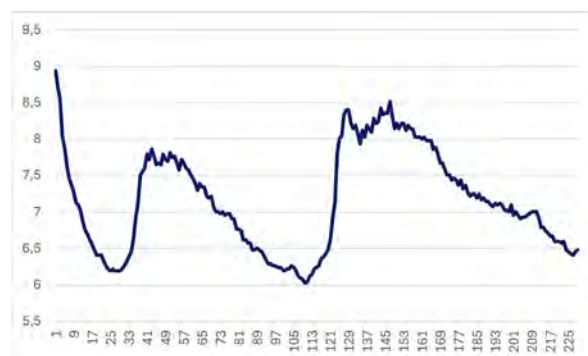
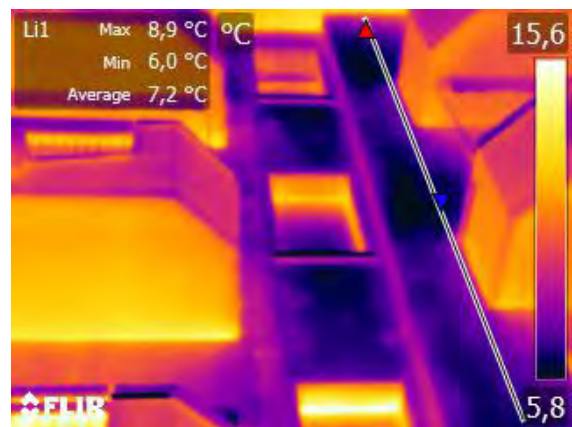


Fig.67 MCA\_2: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 18-19. Prospetto est.

Un ulteriore punto critico nella coibentazione dei balconi esistenti è rappresentato dal raccordo tra la parete di facciata e i parapetti, in particolare quando realizzati in muratura o in calcestruzzo. Come evidenziato dal diagramma in Fig.67, lungo l'intera altezza del raccordo si registrano differenze di temperatura ( $\Delta T$ ) fino a 2.5°C. Dispersioni termiche ancora maggiori si riscontrano in corrispondenza del solaio di copertura, dove si osserva un incremento locale della temperatura di quasi 3°C.

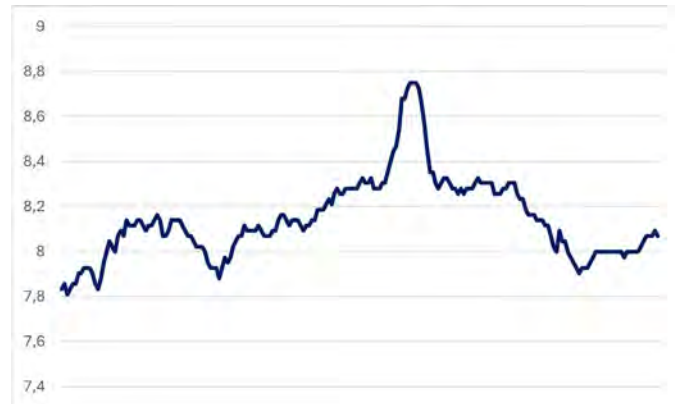
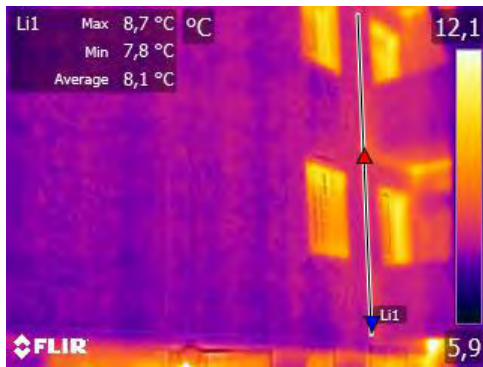


Fig.68 MCA\_6: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 18-19. Prospetto ovest.

In questo caso, i parapetti dei balconi sono stati coibentati con lo stesso materiale impiegato in facciata, ossia pannelli in EPS additivato con grafite; nonostante ciò, essi continuano a costituire elementi di discontinuità dell'involucro isolante. In particolare, il picco evidente nel diagramma delle temperature in Fig.68, pari a quasi 1°C, in corrispondenza del nodo tra la trave del secondo piano e la struttura del solaio del balcone, evidenzia la difficoltà di intervenire efficacemente sui nodi strutturali di edifici esistenti mediante lavorazioni non invasive. Un ponte termico ancora più significativo è inoltre visibile nell'angolo formato dall'intradosso del solaio, dalla parete orientata a ovest e da quella perpendicolare orientata a nord.

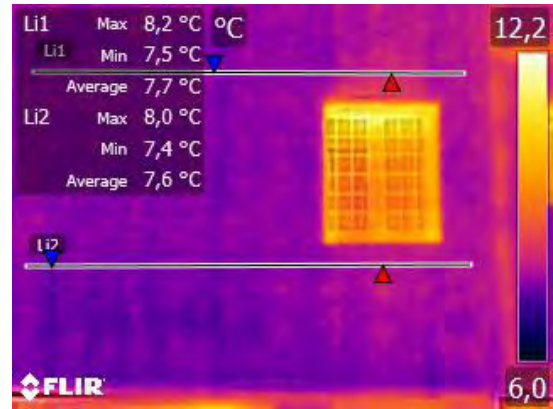


Fig.69 MCA\_6: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 18-19. Prospetto ovest.

Gli interventi di riqualificazione su scala condominiale richiedono di effettuare considerazioni progettuali e prendere decisioni esecutive sulla base di variabili quali l'aderenza di ciascuna unità abitativa alle lavorazioni proposte, anche quando non sono necessarie ai fini dei benefici fiscali. Un esempio è la sostituzione degli infissi insieme al rispettivo cassonetto per avvolgibili. Le valutazioni preliminari e le relazioni energetiche si fondano su pacchetti di stratigrafie che, in realtà, potrebbero non essere stati realizzati in tutte le unità. Nel diagramma riportato in Fig.69 è possibile osservare come le dispersioni di calore si concentrino soprattutto in corrispondenza del cassonetto per avvolgibili e, in misura minore, sotto l'apertura.

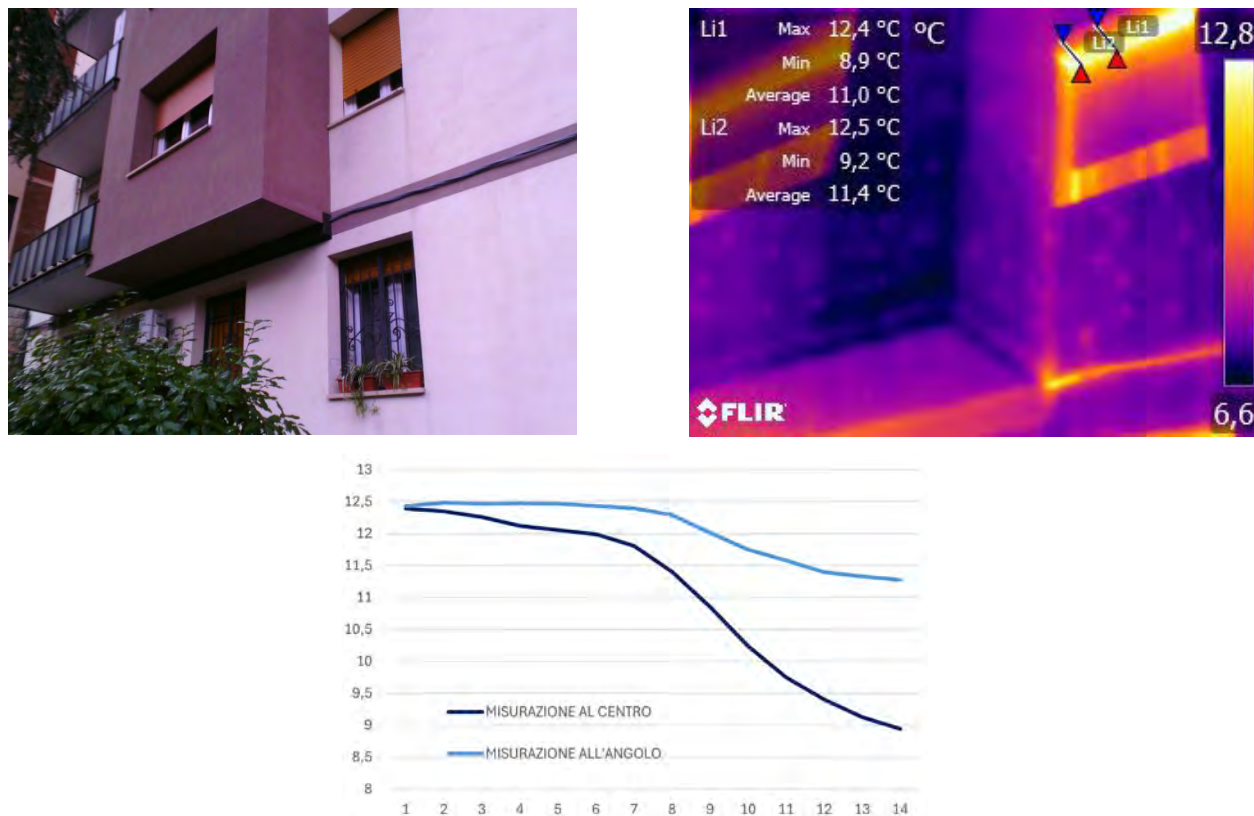
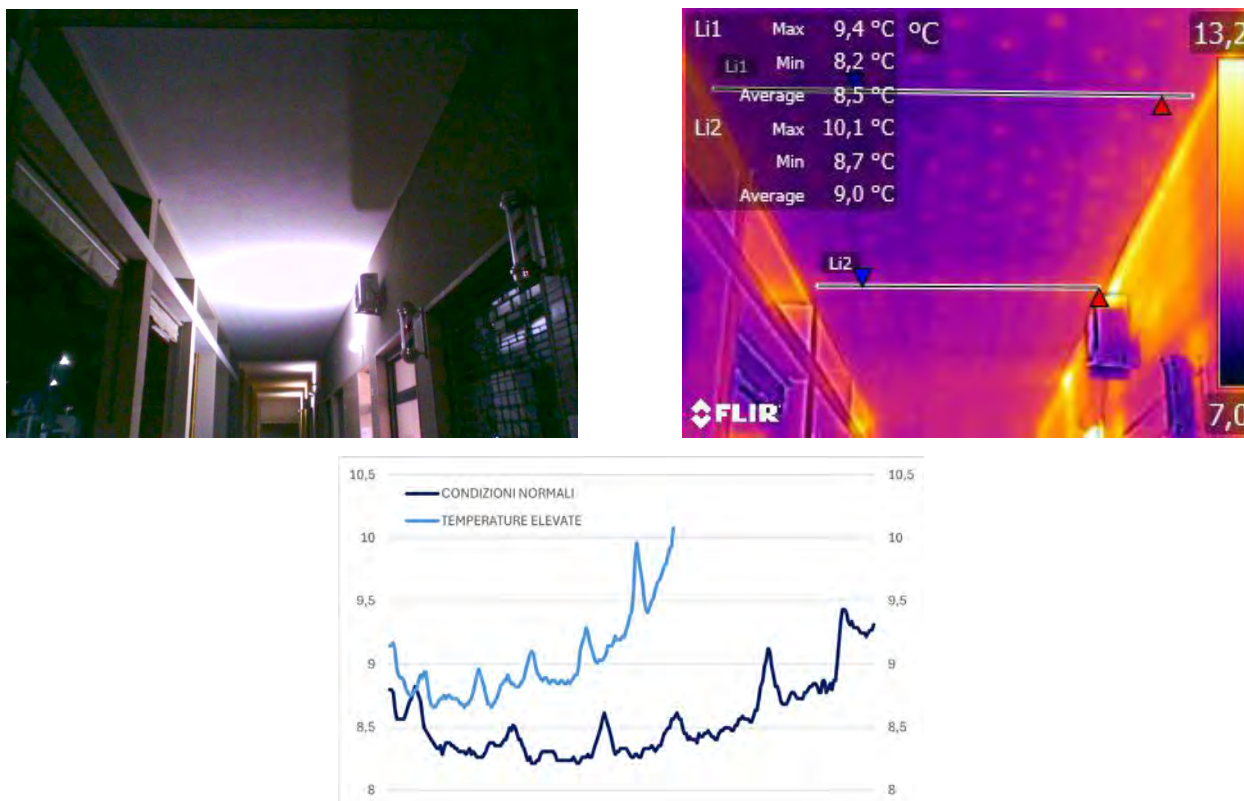


Fig.70 MCA\_3: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 19-20. Prospetto est.

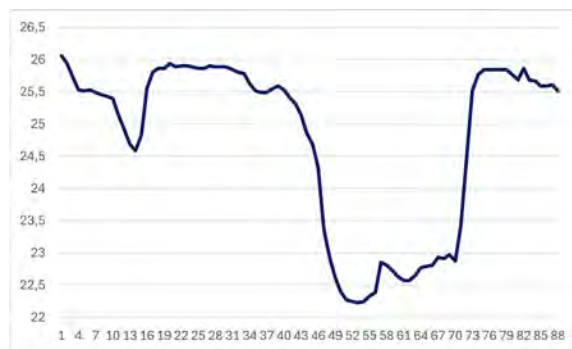
Un'ulteriore limitazione all'applicazione di adeguati spessori di isolamento è rappresentata dal ridotto spazio di intervento disponibile: elementi quali logge, balconi, aperture di infissi negli edifici esistenti sono stati progettati e dimensionati senza prevedere l'aggiunta di ulteriori strati isolanti alle pareti. A tali condizioni, l'impiego di spessori convenzionali di isolante risulta spesso impraticabile; si ricorre pertanto a materiali ad alte prestazioni che consentano di ottenere buoni risultati anche con spessori ridotti. Secondo le indicazioni riportate nei manuali delle case produttrici, il salto termico dovrebbe avvenire sotto gli strati più esterni della finitura, fin contro il serramento o gli avvolgibili. Nel caso illustrato in Fig.70, tuttavia, tale comportamento non si verifica: già nello strato di finitura si registrano variazioni di temperatura di circa 1°C verso il centro dell'apertura (Li1) e fino a quasi 4°C in corrispondenza degli angoli (Li2), dove si concentrano principalmente le dispersioni di calore. La soluzione adottata in questo caso prevede l'impiego di pannelli in aerogel dello spessore di 1 cm.



*Fig.71* MCA\_4: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 19-20. Intradosso del primo solaio.

Negli edifici MCA non è stato possibile verificare l'efficacia degli interventi sul primo solaio, poiché frequentemente interno all'edificio, affacciato su cantine o autorimesse e quindi non accessibile alle misurazioni. Nel caso MCA\_4 è stato invece possibile effettuare rilievi sul soffitto del portico presente su un solo lato dell'edificio. Nel primo solaio, analogamente alle pareti esterne, sono stati applicati pannelli in EPS additivato con grafite. Come si osserverà nei casi CA e SC, l'isolamento dei soffitti dei portici presenta spesso criticità in corrispondenza del raccordo con le pareti verticali o con il nodo trave-pilastro. Nel caso della *Fig.71*, si registrano dispersioni termiche lungo l'intero raccordo tra il soffitto e la parete del portico, soprattutto quando il sistema ETICS viene interrotto per consentire il passaggio di cavi elettrici (Li2).

Oltre alle anomalie finora descritte, risultano frequentemente ricorrenti difetti di posa dei pannelli e degli altri componenti del sistema, che possono generare discontinuità talvolta visibili anche sull'intonaco. Di seguito sono riportati alcuni esempi relativi alla presenza di giunti di malta e ad altre anomalie direttamente visibili sulla superficie intonacata.



*Fig.72* MCA\_4: condizioni di rilevazione attiva, fascia oraria 10-11. Prospetto sud.

In *Fig.72*, in corrispondenza della misurazione Li1, sono visibili tramite termografia i piattelli dei tasselli, ricoperti di malta, con  $\Delta T$  pari a circa  $1^{\circ}\text{C}$ , di cui uno in corrispondenza di giunto di malta. Secondo le raccomandazioni dei produttori, i pannelli devono essere posati senza malta tra le fughe; nel caso in cui ci fossero fessure superiori ai 2 mm, allora queste devono essere riempite, quando possibile, con lo stesso materiale isolante dei pannelli, altrimenti con specifica schiuma poliuretanic. In *Fig.72*, in corrispondenza del giunto, sono registrate  $\Delta T$  di almeno  $3^{\circ}\text{C}$ . Di norma non rilevabili senza indagine termografica).

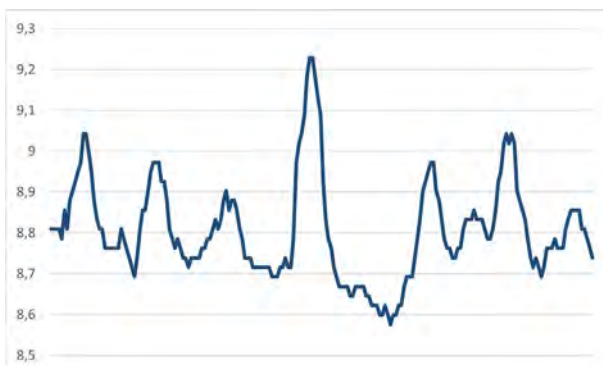
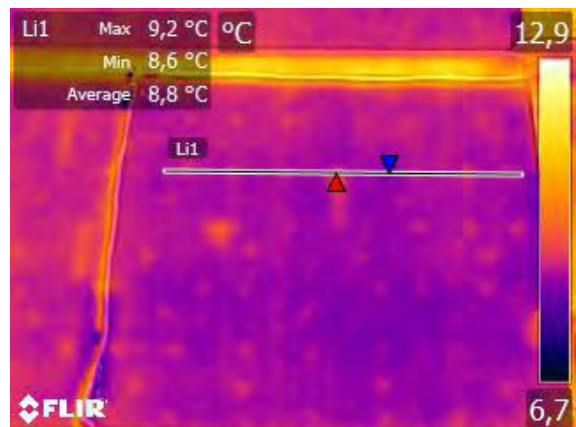
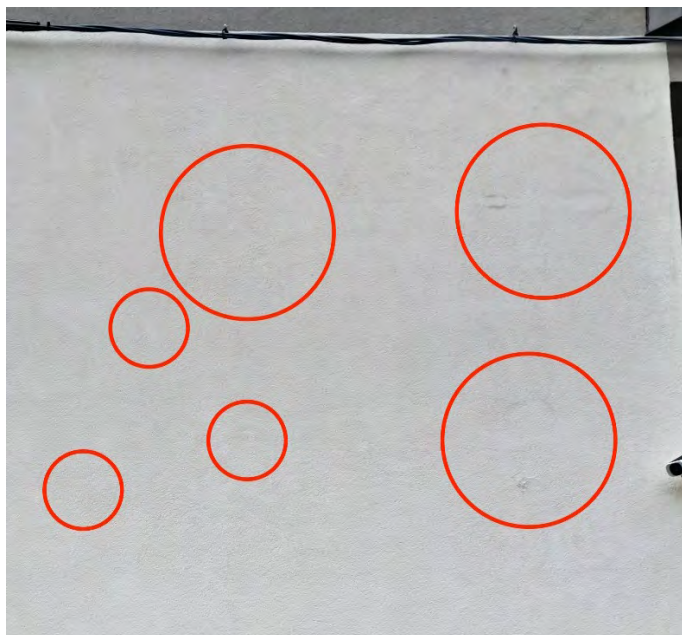


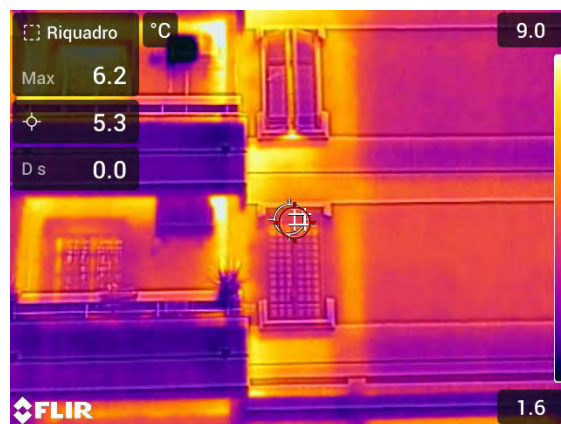
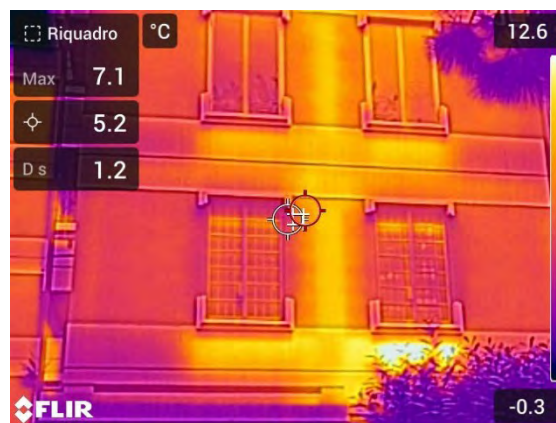
Fig.73 MCA\_1: condizioni di rilevazione attiva, fascia oraria 9-10. Prospetto nord.



Sull'intonaco della parete esterna dell'edificio in Fig.73 sono visibili irregolarità in corrispondenza dei giunti e dei piattelli dei tasselli ricoperti di malta. La continua esposizione agli agenti atmosferici contribuirà a rendere tali imperfezioni sempre più evidenti. Difetti analoghi sono presenti in diversi casi, anche di altre tipologie edilizie.

### ***Edifici con strutture CA.***

Per introdurre le anomalie di posa e i limiti tecnici imposti dalle strutture con telaio in conglomerato cementizio armato, a seguire, viene riportato un esempio di manufatto non isolato appartenente allo stesso lotto dei casi CA\_4 e CA\_5; sono stati edificati nell'ambito dello stesso titolo edilizio edificatorio e condividono la stessa tipologia di struttura, nonché la stessa distribuzione planimetrica.



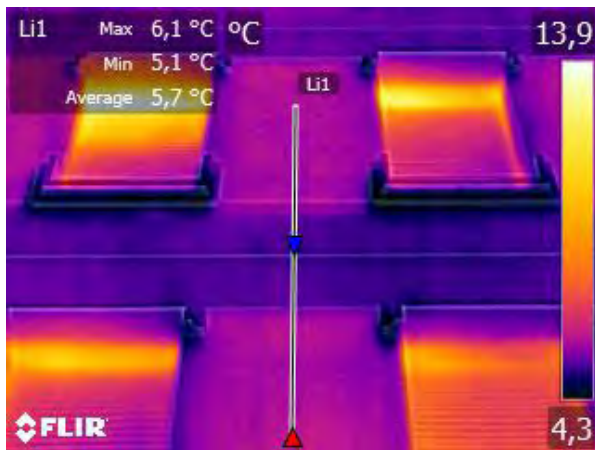
*Fig.74* CA\_via Bazzanese 2-15 (non oggetto di interventi in analisi), anno di costruzione 1970. Prospetto sud. Condizione di rilevazione passiva, fascia oraria 9-10.

Nelle immagini termografiche in *Fig.74*, risultano evidenti i differenti comportamenti termici tra gli orizzontamenti in calcestruzzo e i tamponamenti. Gli elementi maggiormente disperdenti sono i pilastri e le travi perimetrali, in particolare nei nodi strutturali, le fasce verticali di finestre e i raccordi tra balconi e pareti esterne.



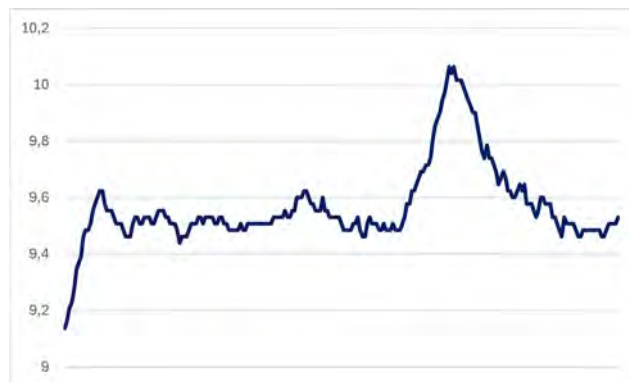
*Fig.75 CA\_5: condizione di rilevazione passiva, fascia oraria 9-10. Prospetto est.*

Gli interventi realizzati sui casi studio CA\_4 e CA\_5 hanno indubbiamente contribuito a ridurre le dispersioni energetiche: nelle immagini in *Fig.75* non risultano più evidenti perdite significative in corrispondenza di pilastri e travi di piano e le fasce finestrate non costituiscono più la principale causa di dispersione. Tuttavia, come verrà approfondito nei paragrafi seguenti, permangono ponti termici non trascurabili che il sistema ETICS installato non è riuscito a eliminare completamente. Già da una prima analisi emerge come il raccordo tra l'intradosso dei balconi e le pareti perimetrali costituisca un nodo critico.



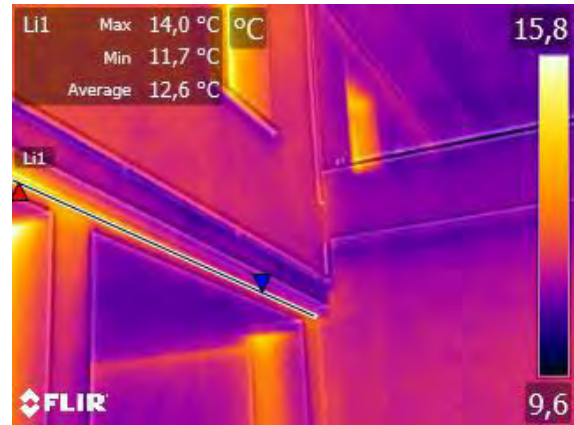
*Fig.76* CA\_4: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 9-10. Prospetto sud. Sopra, a destra, documentazione fotografica di cantiere, particolare della posa di XPS sulle travi di piano e sotto alle aperture.

Nel diagramma termico di *Fig.76* si rileva una differenza di temperatura pari a circa 6 °C, con una lieve ulteriore diminuzione in corrispondenza della scanalatura del marcapiano. Gli incrementi locali di temperatura sulle porzioni di tamponamento tra le aperture sono imputabili al colore più scuro della finitura superficiale. Non si registrano dispersioni significative in corrispondenza dei sottofinestra né dei marcapiani (per ulteriori approfondimenti si rimanda al paragrafo 6.3). In altri interventi analoghi su edifici in CA, tuttavia, non si è ottenuto lo stesso risultato, con persistenti dispersioni anche in corrispondenza degli elementi strutturali affioranti in facciata.



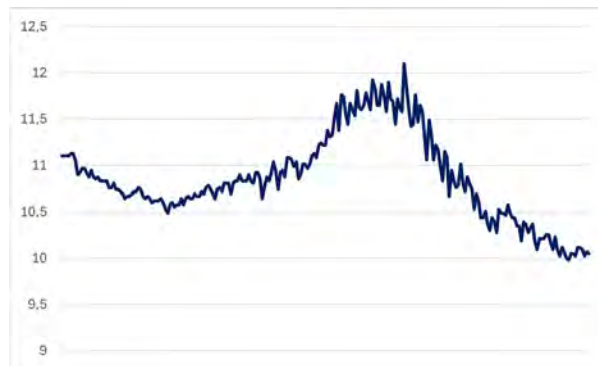
*Fig.77 CA\_6: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 9-10. Prospetto sud.*

Nel caso illustrato in *Fig.77*, le travi di piano sono state isolate con gli stessi pannelli in EPS additivato con grafite utilizzati per le pareti esterne. Si osservano comunque incrementi di temperatura fino a circa 0,6 °C in corrispondenza dei nodi tra pilastri perimetrali e travi, oltre a evidenti dispersioni provenienti dalle pareti e dal solaio delle logge.



*Fig.78 CA\_15: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 10-11.*

In *Fig.78* i nodi trave-pilastro rappresentano il principale limite al corretto funzionamento del cappotto. Incrementi di temperatura di circa 1 °C si riscontrano anche nel raccordo con la parete perpendicolare. Ulteriori dispersioni provengono dall'intradosso dei balconi, dalle pareti delle logge e dal solaio di copertura; tuttavia, il nodo trave-pilastro rimane l'elemento più critico e ricorrente, non solo al piano terra, spesso porticato, ma anche ai livelli superiori.



*Fig.79* CA\_15: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 10-11.

Anche i pilastri situati al centro della facciata presentano criticità analoghe nel punto di connessione con le travi di piano: nel diagramma di *Fig.79* si registrano incrementi termici fino a circa 1,5 °C. Significative dispersioni sono inoltre rilevabili nell'imbotto superiore delle finestre.

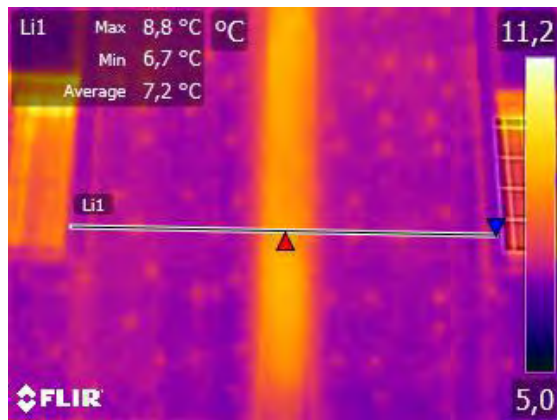


*Fig.80 CA\_15: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 10-11*

Nei raccordi con pareti in aggetto e sporti, le dispersioni tendono a concentrarsi nei nodi strutturali e a propagarsi lungo le travi di piano (*Fig.80*). Il caso CA\_15, situato in via San Savino, risulta particolarmente significativo per la complessità distributiva e costruttiva: si tratta di un edificio a doppia linea con corpi a diverse altezze, mediamente di cinque piani fuori terra, che offre numerose situazioni rappresentative delle criticità analizzate.



*Fig.81 CA\_1: Sopra, confronto tra il prospetto nord dell'edificio in linea a 10 piani e rilevazione termografica passiva del medesimo prospetto. Sotto, documentazione fotografica di cantiere; isolamento pareti esterne con EPS con grafite, schema tasselli a T. In corrispondenza delle fasce verticali di finestre, tra le aperture, è stato applicato lo stesso tipo di isolante.*



*Fig.82* CA\_1: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 18-19. Prospetto nord. Misurazione in corrispondenza delle aperture e del pilastro in facciata. In alto a destra, particolare di cantiere del ripristino dei copriferrì del nodo trave-pilastro e pannelli isolanti a ridosso del pilastro non isolato.

Nell'immagine termografica di *Fig.82* si individuano possibili discontinuità tra i pannelli isolanti posti a cornice delle finestre, probabilmente dovute a giunti di malta, con conseguenti dispersioni contenute. Al contrario, il pilastro non isolato in facciata mostra una dispersione marcata, con  $\Delta T$  di circa  $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

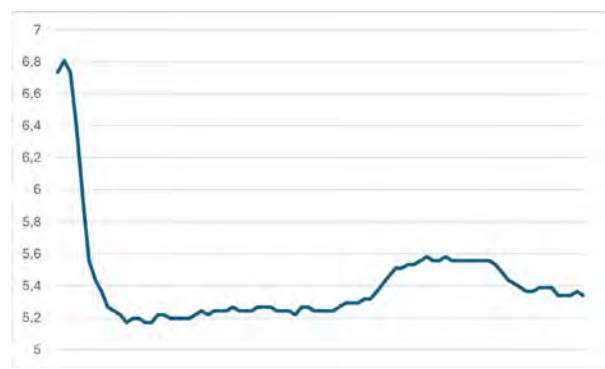
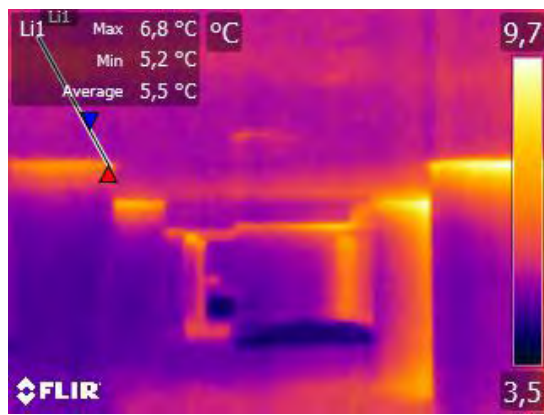
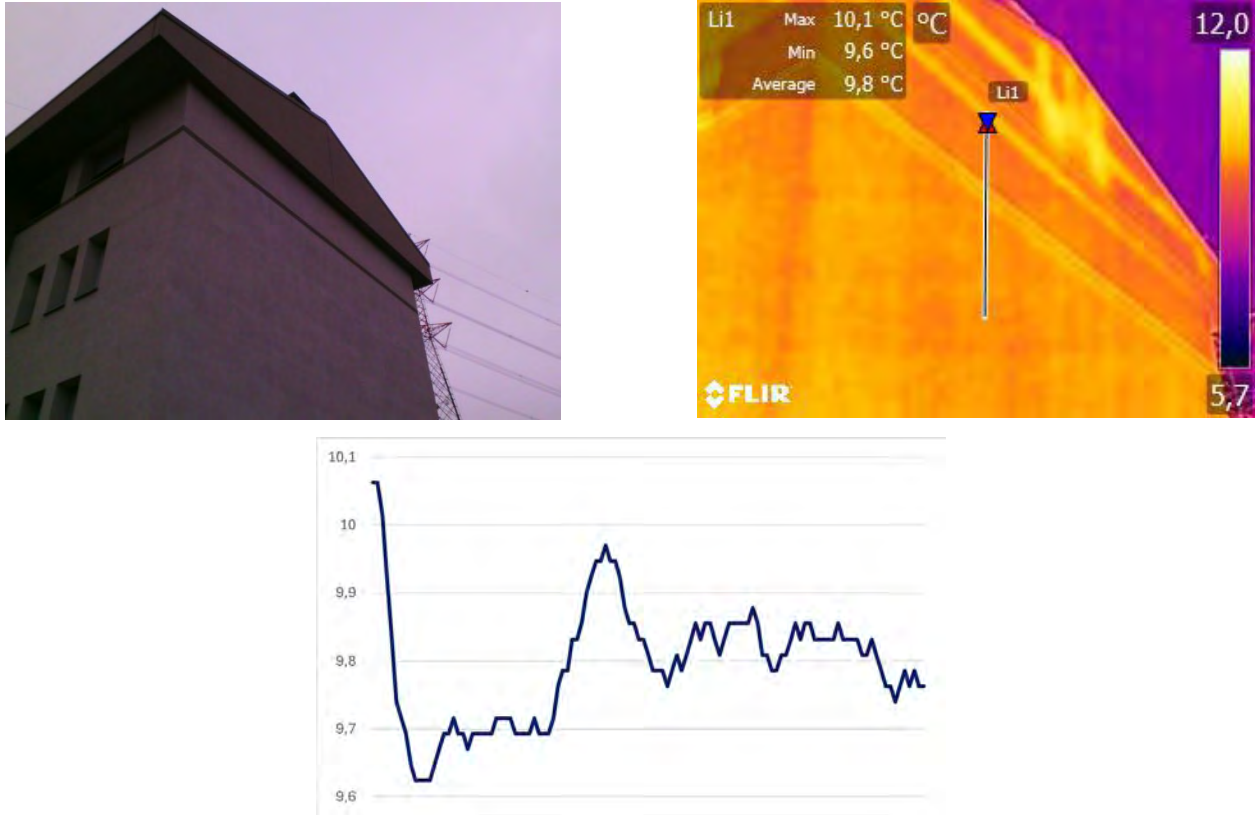


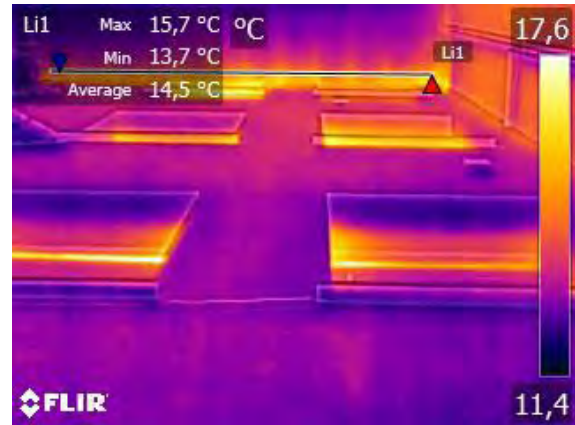
Fig.83 CA\_10: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 9-10.

Come evidenziato in Fig.83, negli edifici in CA il nodo tra pilastro e travi del primo piano risulta particolarmente critico e difficilmente correggibile, soprattutto in presenza di piano pilotis: in tali condizioni si registrano dispersioni significative verso gli ambienti non riscaldati sottostanti.



*Fig.84* CA\_6: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 9-10. Prospetto est.

L'edificio in *Fig.84*, insieme alla porzione condominiale adiacente, rappresenta uno dei pochi casi in cui l'intervento di isolamento ha interessato direttamente le falde di copertura. Nel diagramma termico si osserva infatti un incremento di temperatura di circa 0,5 °C in corrispondenza del solaio di copertura, oltre a un lieve aumento locale in prossimità della cornice dell'ultimo piano. Dalle documentazioni di cantiere non è possibile verificare se le pareti verticali di tamponamento delle falde siano state isolate esternamente; risulta comunque visibile la struttura di supporto della copertura, che continua a comportarsi come elemento disperdente.



*Fig.85 CA\_15: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 10-11.*

Un'ulteriore indagine lineare effettuata lungo lo sporto della copertura (*Fig.85*) evidenzia dispersioni significative propagate attraverso le travi del tetto, riconoscibili dai picchi periodici nel profilo termico. Le perdite di calore risultano massime in corrispondenza dell'angolo con la parete perpendicolare, per poi diminuire gradualmente.

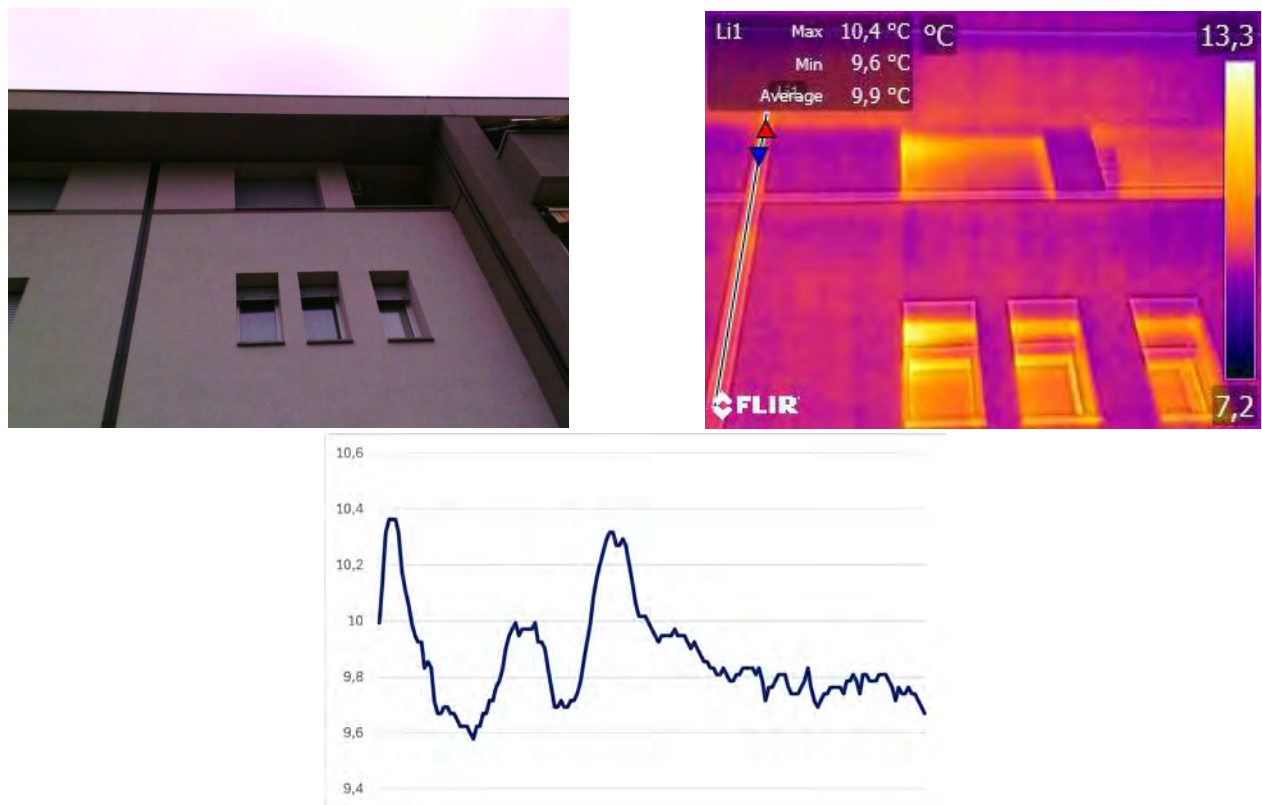


Fig.86 CA\_6: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 9-10. Prospetto sud. Misurazione verticale in corrispondenza del giunto di dilatazione in facciata.

Anche in questo caso, le dispersioni termiche sono concentrate in corrispondenza dei solai di piano con variazioni di temperatura fino a 0.6°C.



Fig.87 CA\_15: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 10-11.

Le pareti in aggetto rappresentano in generale elementi difficili da isolare efficacemente, soprattutto nei raccordi con pareti ortogonali e solai. Gli esempi riportati mostrano interventi realizzati con pannelli in EPS additivato con grafite. Nel caso CA\_1 (Fig.89) coesistono diverse criticità già discusse — pareti interne delle logge, intradossi dei balconi, pilastri emergenti — con la consueta vulnerabilità del nodo pilastro-solaio.

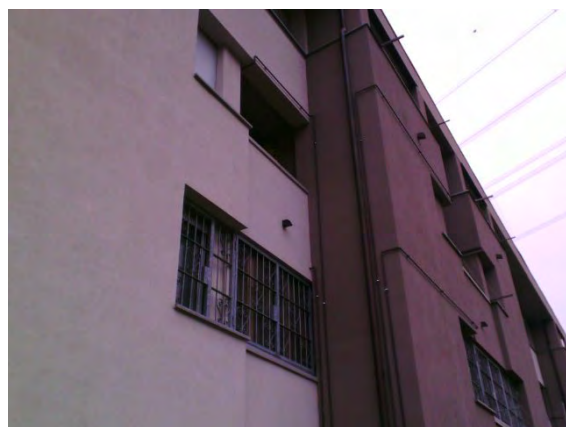


Fig.88 CA\_6: condizione di rilevazione passiva, fascia oraria 9-10. Prospetto sud.

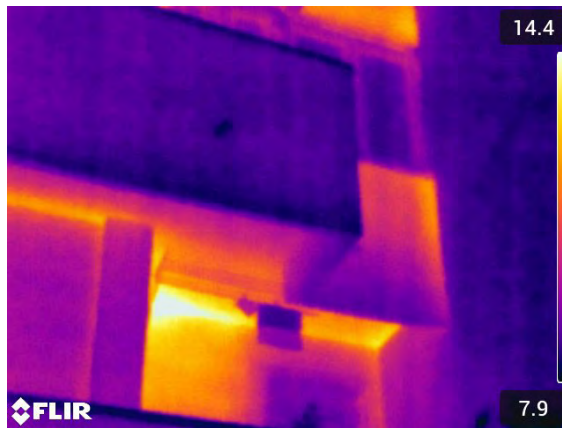
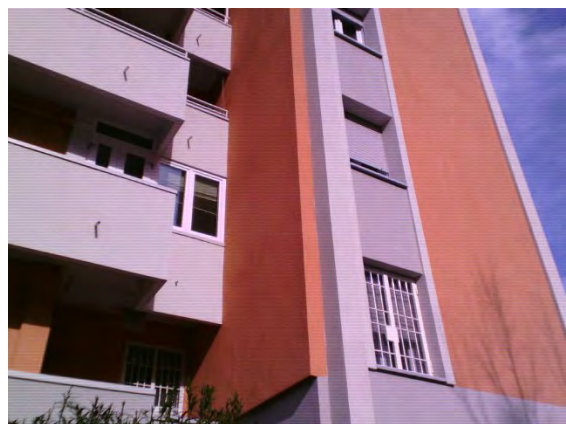


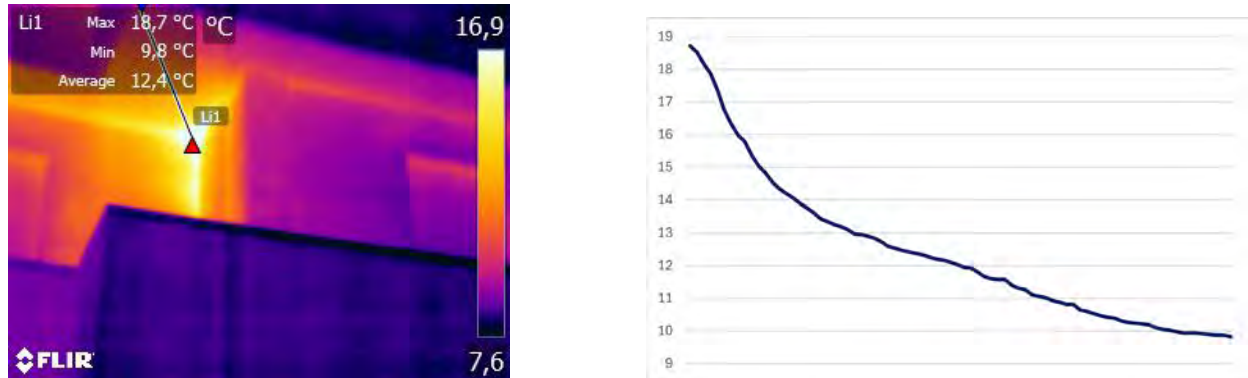
Fig.89 CA\_1: condizione di rilevazione passiva, fascia oraria 18-19.



*Fig.90 CA\_15: condizioni di rilevazione passiva: fascia oraria 10-11.*

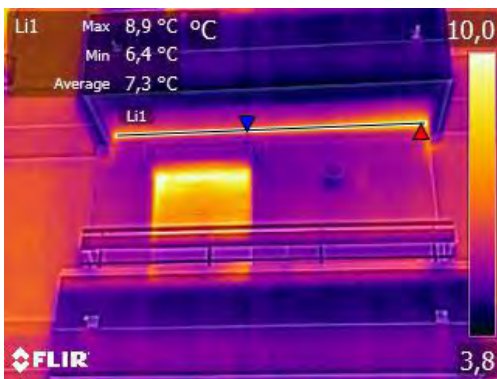
Ancora una volta, il caso CA\_15 evidenzia come la concezione originaria dell'edificio non si presti alla realizzazione di un involucro continuo e termicamente efficace: sebbene l'intervento consenta una riduzione delle dispersioni e dei consumi, permangono inevitabilmente punti di discontinuità del sistema, in particolare nei nodi strutturali. La presenza di aperture ravvicinate al pilastro, inoltre,

accentua ulteriormente le criticità dello spigolo, mentre lievi miglioramenti locali si osservano in corrispondenza dei bancali sostituiti.



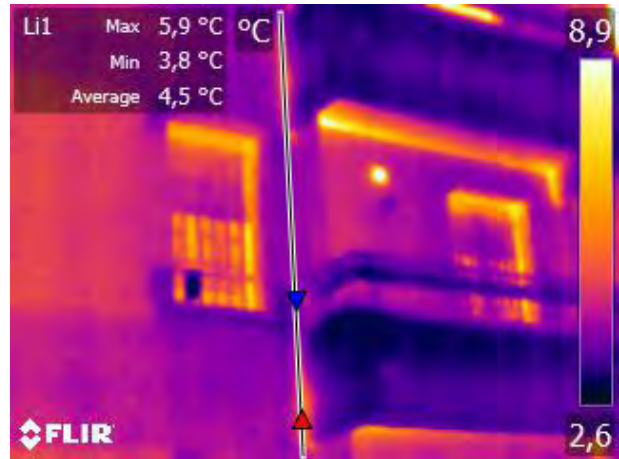
*Fig.91* CA\_10: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 9-10. Misurazione in corrispondenza dell'intradosso del balcone, all'angolo con pareti verticali.

I balconi collocati in corrispondenza degli spigoli tra due pareti verticali costituiscono frequentemente punti critici per la dispersione termica, in particolare all'angolo di raccordo con le superfici adiacenti. Nel diagramma di *Fig.91* si registrano differenze di temperatura elevate, fino a circa 9 °C.



*Fig.92 CA\_5: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 9-10.*

Nell'intradosso dei balconi (*Fig.92*) le dispersioni si concentrano prevalentemente negli angoli di connessione tra il solaio e la parete, configurazione analoga a quella riscontrata negli edifici con strutture in MCA.



*Fig.93* CA\_5: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 9-10.

Nel caso CA\_5, come in molti interventi su edifici con telaio in calcestruzzo armato, si osservano dispersioni lungo il raccordo tra parapetti e struttura del balcone, con particolare intensità nei nodi con le travi di piano. In tali punti, nel diagramma di *Fig.93* si rilevano variazioni di temperatura fino a circa 1,5 °C.



Fig.94 CA\_12: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 8-9. Prospetto est.

Prestazioni migliori possono essere ottenute isolando sia l'intradosso sia l'estradosso della soletta del balcone e garantendo la continuità degli strati isolanti. Nel caso illustrato in Fig.94 sono stati utilizzati pannelli in XPS sull'estradosso e pannelli in EPS additivato con grafite sull'intradosso; si tratta di uno degli esempi in cui il nodo balcone-parete risulta progettato in modo relativamente efficace. Permangono tuttavia possibili ponti termici: nell'angolo tra il prospetto est e quello sud sono visibili dispersioni attribuibili con ogni probabilità a discontinuità o imperfezioni di posa (Fig.95).

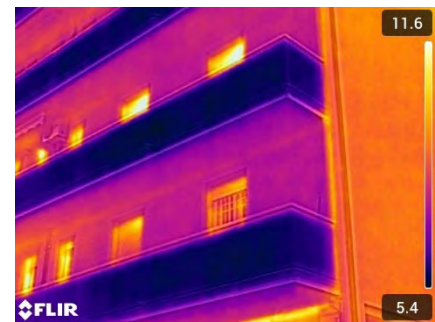
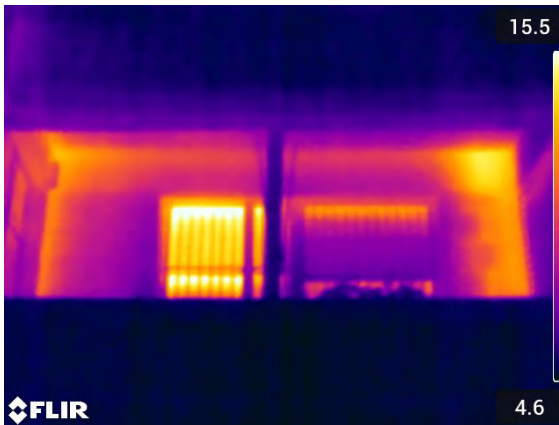
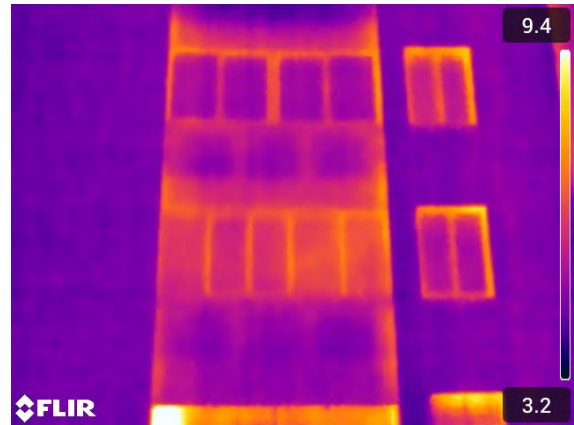
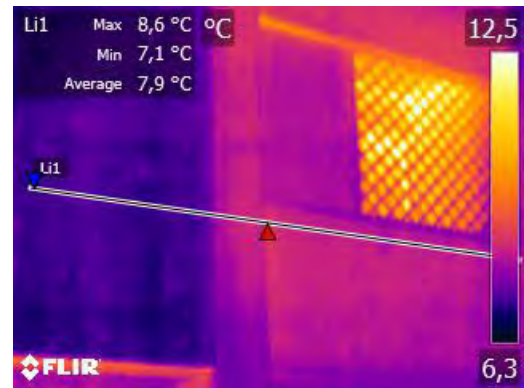


Fig.95 CA\_12: condizione di rilevazione passiva, fascia oraria 8-9. Prospetto est e sud.



*Fig.96 CA\_10: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 9-10.*

Anche le logge, se non adeguatamente isolate nelle superfici dei parapetti e nelle pareti interne, rappresentano una significativa fonte di dispersione termica (*Fig.96*), in quanto configurano volumi rientranti sottratti agli ambienti riscaldati.



*Fig.97* CA\_1: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 18-19.

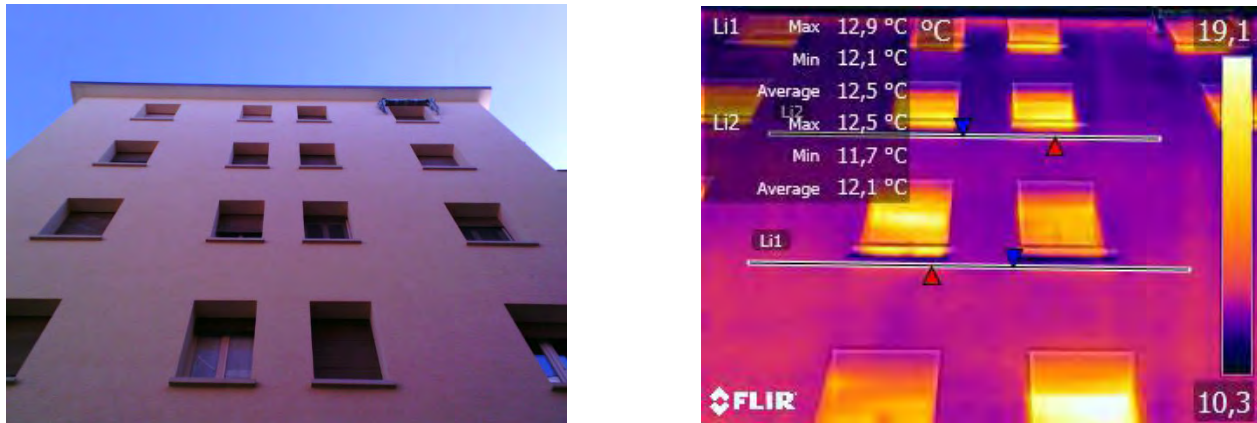
In *Fig.97*, si osserva un'escursione termica di circa 1 °C in corrispondenza del pilastro e delle logge del prospetto sud; è inoltre riconoscibile lo schema di tassellatura dei pannelli in EPS con grafite delle pareti e dei pannelli in XPS impiegati nelle logge.



*Fig.98 CA\_6*: condizione di rilevazione passiva, fascia oraria 9-10. Prospetto nord. In alto a destra, documentazione fotografica di cantiere, pannelli EPS con grafite installati sul parapetto di logge e balconi a filo con il davanzale esistente che verrà poi coperto da nuovo bancale.

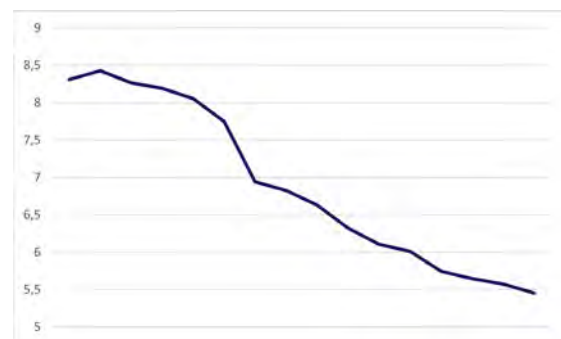
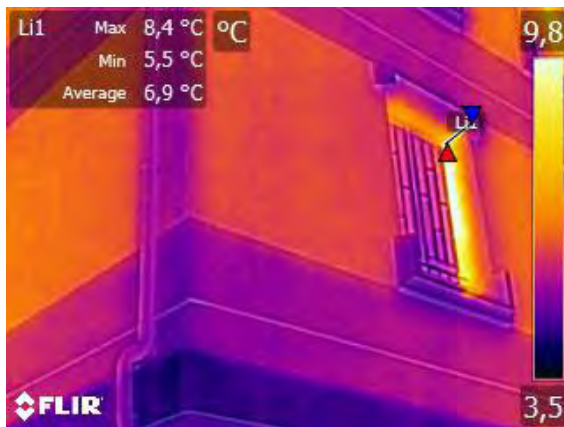
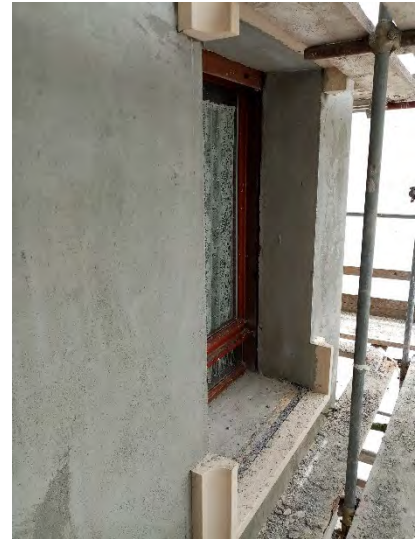
In *Fig.98* sono riportate misurazioni effettuate sopra e sotto un'apertura collocata tra una parete in aggetto (a sinistra) e una parete sporgente (a destra). Le temperature risultano più elevate al di sotto del bancale; sia nel sottofinestra sia in corrispondenza del cassonetto le dispersioni si concentrano verso il raccordo con la parete in aggetto. È visibile anche un minimo locale all'estremità destra

dell'apertura, probabilmente dovuto a infiltrazioni o a un giunto in corrispondenza del bordo verticale della finestra. Questi esempi confermano come le porzioni di parete in prossimità delle aperture siano particolarmente soggette a flussi termici.



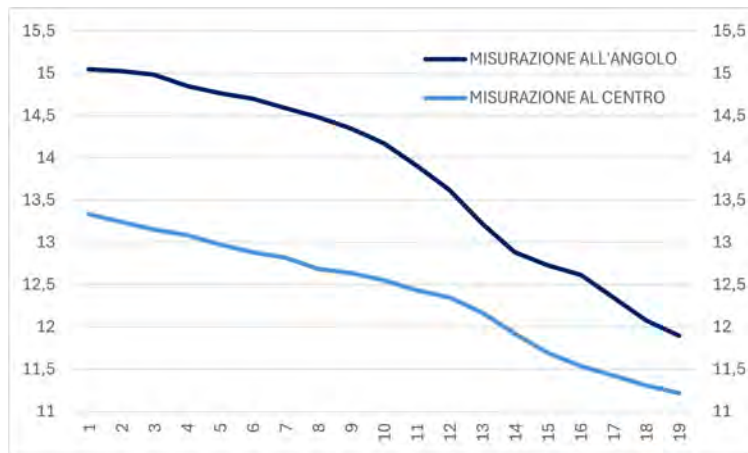
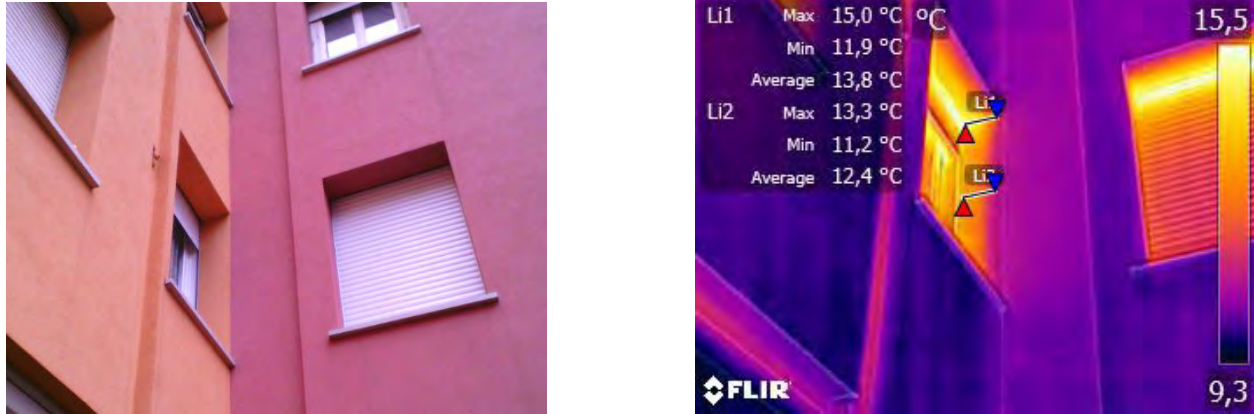
*Fig.99* CA\_8: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 10-11. Prospetto nord in ombra.

Un comportamento analogo si osserva in *Fig.99*, dove gli incrementi di temperatura nei sottofinestra si ripetono ai diversi piani e prospetti dell'edificio; nella parte superiore dell'immagine emergono inoltre dispersioni in corrispondenza del solaio del sottotetto.



*Fig.100 CA\_5: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 9-10.*

Gli imbotti delle aperture rappresentano un ulteriore elemento difficile da trattare efficacemente. Nell'edificio CA\_5 sono stati applicati pannelli in aerogel dello spessore di 1 cm, scelta obbligata dalle dimensioni limitate del vano. In altri casi è stato impiegato un microisolante a base di grassello di calce e silice amorfa (aerogel) con spessore di circa 0,5 cm. Nel diagramma di Fig.100 si evidenzia una diminuzione di temperatura di circa 3 °C lungo lo spessore dell'imbotto; idealmente il gradiente termico dovrebbe svilupparsi all'interno dello strato isolante e non manifestarsi in superficie.



*Fig.101* CA\_15: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 10-11.

Il caso CA\_15 (*Fig.101*) mostra un intervento con microisolante nelle spallette dei serramenti: le dispersioni si concentrano soprattutto negli spigoli del vano finestra. Rispetto al caso precedente, in *Fig.100*, la diminuzione della temperatura verso l'esterno appare più graduale, ma si registrano comunque temperature elevate lungo l'intera superficie degli imbotti, con  $\Delta T$  di circa 3 °C distribuita uniformemente.

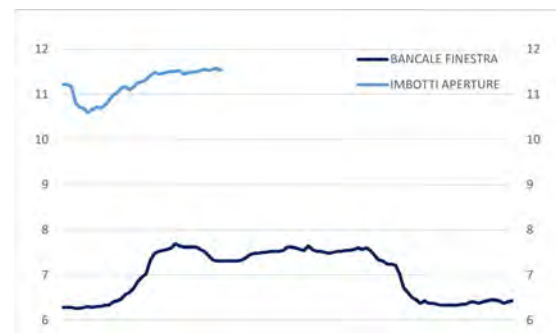
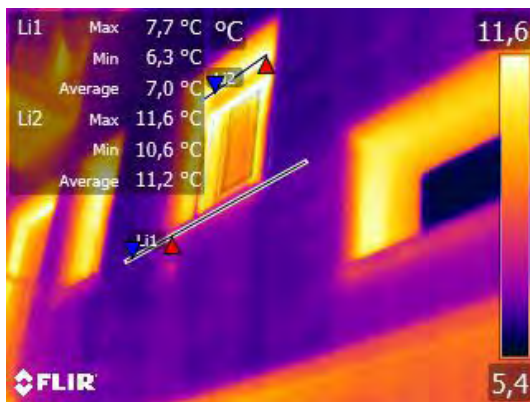
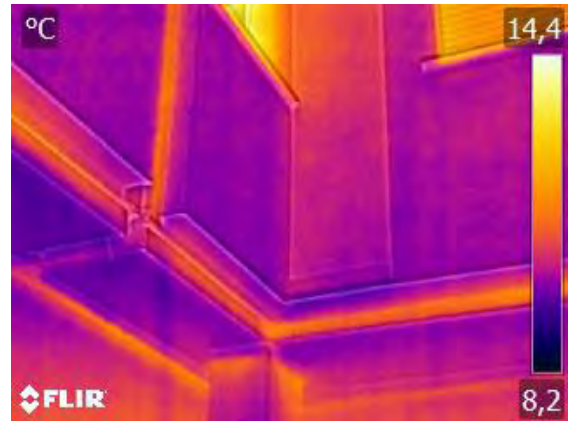


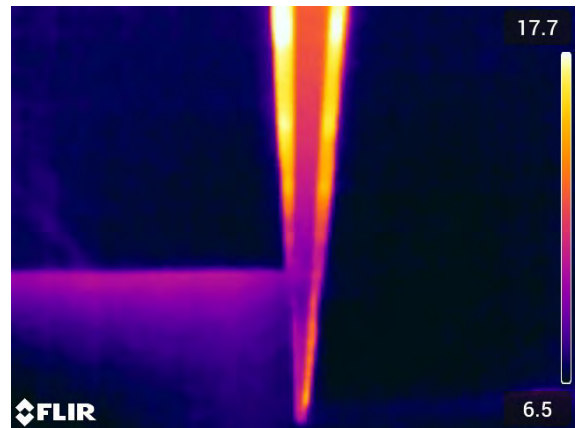
Fig.102 CA\_14: condizione di rilevazione passiva, fascia oraria 18-19. Prospetto ovest.

In un edificio in linea di quattro piani, il caso CA\_14 in Fig.102, anch'esso dotato di microisolante sulle spallette, il salto termico sugli imbotti risulta praticamente assente: il calore attraversa l'intero spessore del materiale, in particolare negli angoli del vano. Il diagramma riporta inoltre la distribuzione di temperatura (Li1) in corrispondenza del bancale, con incrementi fino a circa 1 °C. Nei casi con strutture in CA, i bancali delle finestre rappresentano frequentemente punti critici..

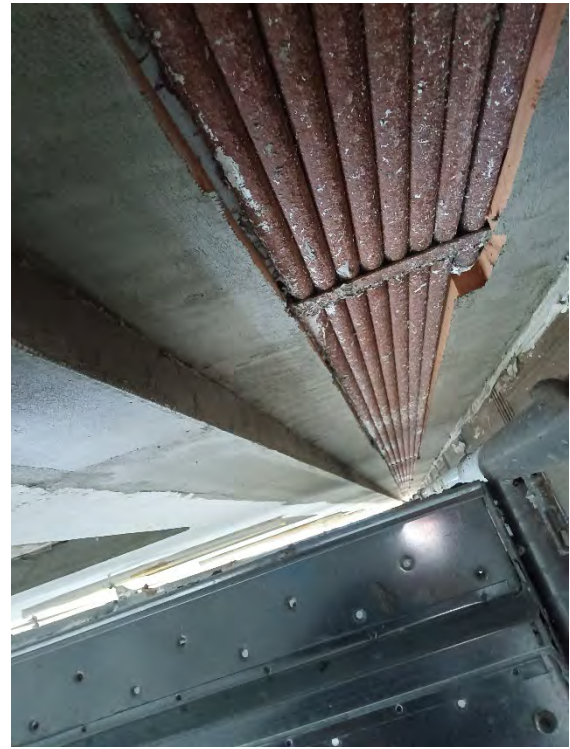


*Fig.103* CA\_15: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 10-11.

Un ulteriore aspetto progettuale rilevante riguarda lo spostamento delle condutture impiantistiche presenti in facciata, quali cavi elettrici, tubazioni del gas, pluviali, che, quando possibile, dovrebbero essere collocate all'esterno del cappotto o alloggiare in vani tecnici dedicati. Negli edifici esistenti, tuttavia, la realizzazione di tali vani è spesso complessa; di conseguenza, gli impianti rimangono in posizione originaria interrompendo la continuità dell'involucro isolante. Nel caso illustrato in *Fig.104* tale criticità risulta chiaramente visibile, analogamente a quanto osservato nel primo solaio dell'edificio CA\_10.



*Fig.104* CA\_10: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 9-10.



*Fig.105* Documentazione fotografica di cantiere. CA\_8: il pluviale rimane incassato contro la parete, tra i pannelli isolanti. CA\_11: tubazioni di distribuzione domestica del gas a interruzione dell'isolamento in facciata.

Gli esempi, riportati in *Fig.105*, mostrano come tali discontinuità del sistema ETICS costituiscano percorsi preferenziali di dispersione del calore. Oltre ai vincoli tecnici, nel campione di edifici in CA sono stati rilevati difetti di posa, principalmente giunti di malta tra i pannelli isolanti, talvolta percepibili anche visivamente sull'intonaco.

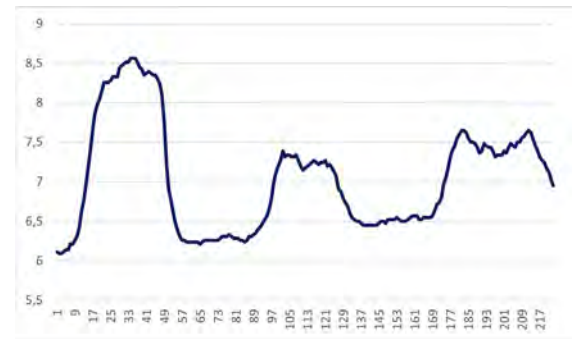
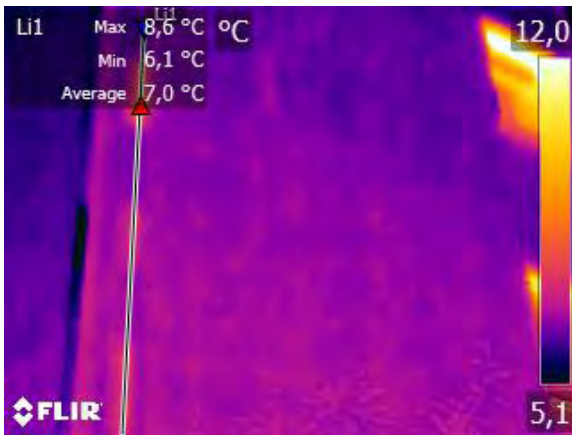
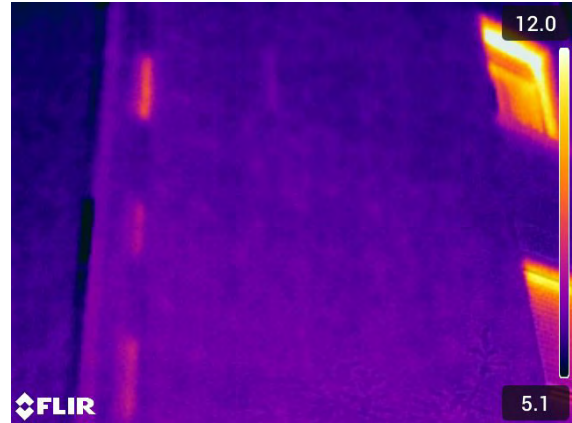
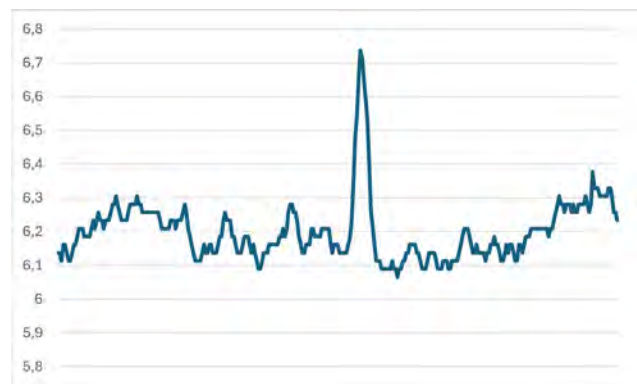
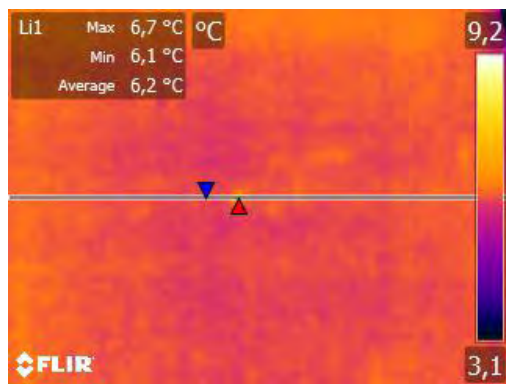


Fig.106 CA\_14: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 18-19. Prospetto sud.

In Fig.106, allo spigolo tra i prospetti sud e ovest, sono visibili giunti alternati dovuti all'ammorsamento dei pannelli in EPS con grafite; si registrano differenze di temperatura comprese tra 1 °C e 2 °C, con andamento periodico tipico dei giunti.



*Fig.107* CA\_10: condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 9-10.

In diversi casi sono state individuate anomalie superficiali riconducibili a infiltrazioni, urti o imperfezioni nella rasatura, come malta sulle teste dei tasselli troppo affiorante. Nel caso mostrato in *Fig.107* tali difetti determinano incrementi locali di temperatura fino a circa 0,6 °C lungo la linea di misura Li1 e, nel tempo, possono evolvere in veri e propri ponti termici.



*Fig.108 CA\_12: condizione di rilevazione passiva, fascia oraria 8-9. Prospetto sud.*

Una situazione analoga è diffusa nel prospetto sud dell'edificio CA\_12, particolarmente esposto agli agenti atmosferici. Qui sono presenti numerose imperfezioni, inclusi giunti di malta visibili anche senza indagini termografiche, a dimostrazione di come errori esecutivi possano aggravarsi nel tempo a causa delle intemperie e delle infiltrazioni. Nel diagramma di *Fig.108* si registrano diminuzioni di temperatura fino a circa 0,3 °C in corrispondenza delle anomalie: valori ancora contenuti, ma indicativi di un potenziale peggioramento delle prestazioni del sistema isolante.

### ***Edifici con strutture SC.***

Tutti gli edifici del campione con strutture a setti in conglomerato cementizio armato sono realizzati mediante pannelli prefabbricati, già dotati di un isolamento minimo in intercapedine costituito da lane minerali o pannelli in sughero, con spessori generalmente non superiori a 6 cm. Tale soluzione non rappresenta un sistema di coibentazione particolarmente efficace, poiché comporta un elevato rischio di condensa interstiziale: il salto termico si colloca infatti al centro della stratigrafia, favorendo fenomeni di accumulo di umidità.

Rispetto alle classi MCA e CA, gli edifici SC risultano più difficili da confrontare a causa delle profonde differenze sia strutturali sia funzionali degli elementi costruttivi. Inoltre, gli interventi realizzati su questa tipologia hanno previsto prevalentemente pareti ventilate con intercapedine aerata sopra strati isolanti in lana minerale, materiale particolarmente adatto ad adattarsi tra gli ancoraggi della sottostruttura.

Poiché tutti gli edifici SC analizzati si trovano nello stesso comparto urbano di Funo, è stato possibile confrontare le soluzioni a parete ventilata con l'unico intervento a cappotto tradizionale in EPS (caso SC\_12), più comparabile con gli edifici MCA e CA. A fini comparativi, sono stati inoltre effettuati rilievi termografici su edifici analoghi della stessa area non interessati da interventi di efficientamento, rappresentativi della condizione ante operam.



*Fig.109* SC\_via Puccini 17-19. Condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 10-11 (cielo coperto e alta umidità). Prospetto est.

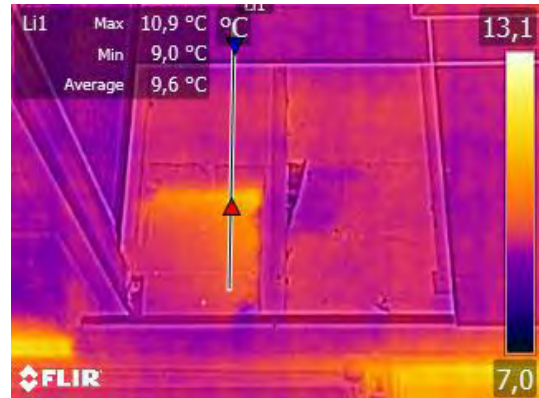


*Fig.110* SC\_via Puccini 17-19. Condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 10-11 (cielo coperto e alta umidità). Prospetto ovest.

Nei rilievi termografici eseguiti su un edificio di tipo SC in via Puccini n. 17 e n. 19 a Funo — non incluso nel campione — emergono criticità diffuse. In queste strutture non sono presenti pilastri, ma setti portanti paralleli tra loro, costituiti da pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato disposti trasversalmente ai prospetti principali; su di essi poggiano i solai di piano, anch'essi prefabbricati. I principali ponti termici sono rappresentati:

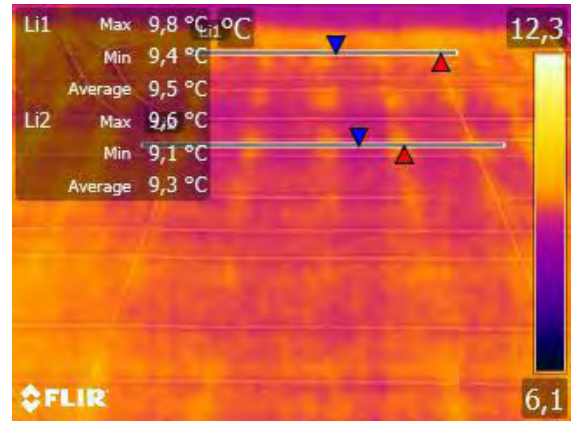
- dai setti nei raccordi con le pareti esterne;
- dai solai interpiano e di copertura, *Fig.110*;
- dalle aperture ricavate direttamente nei pannelli prefabbricati

Il piano terra, destinato a logge d'ingresso (*Fig.109*), cantine e autorimesse, risulta particolarmente critico: il primo solaio, soprattutto nelle intersezioni tra soffitto e pareti dell'ingresso, presenta significative dispersioni. Le aperture degli infissi costituiscono ulteriori punti deboli, in quanto spesso realizzate mediante una cornice in calcestruzzo solidale ai pannelli prefabbricati.



*Fig.111* SC\_4: Condizioni di rilevazione passive, fascia oraria 10-11 (cielo coperto). Prospetto nord.

In uno degli edifici a Funo, il caso SC\_4, è stato recentemente installato un ascensore esterno nel retro dell'immobile. Nell'ancoraggio alla parete, dove ancora non è stato rimontato l'isolante e il rivestimento esterno in pannelli in fibra di legno e resine termoindurenti, è stato possibile analizzare direttamente il sistema di facciata ventilata nel punto non ancora completato. La prima osservazione che si può fare, partendo dal rivestimento più esterno e freddo, riguarda la differenza di temperatura, di circa  $0,25^{\circ}\text{C}$  (*Fig.111*), tra i pannelli di finitura e la superficie dei pannelli isolanti in lana di vetro; tale  $\Delta T$  è dovuto, in caso di irraggiamento solare, al diverso colore e alla diversa capacità di assorbimento luminoso dei due materiali, ma in parte mostra anche l'effetto dell'intercapedine areata che ha la funzione di mantenere raffreddate le superfici dei pannelli isolanti, nonostante siano coperte da membrana impermeabile e traspirante, cosicché possano svolgere la loro funzione ancora più efficientemente. Il vero salto termico si verifica poi all'interfaccia tra i pannelli in lana di vetro e il supporto pitturato in calcestruzzo, con un incremento di temperatura di almeno  $1,5^{\circ}\text{C}$ .



*Fig.112* SC\_8: condizioni di rilevazione passiva, 11-12 (cielo coperto). Prospetto est. In basso a sinistra, particolare di cantiere degli ancoraggi, nascosti tra i pannelli in lana minerale, di supporto alla sottostruttura della parete ventilata.

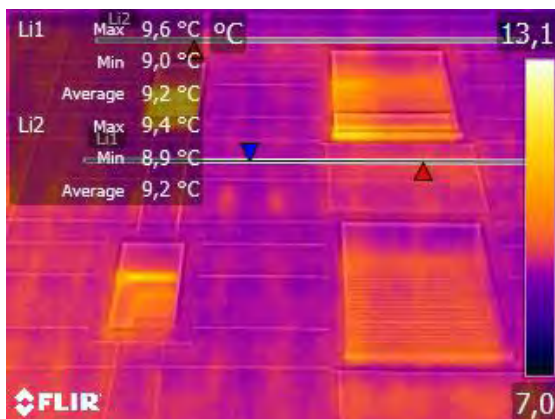
Nell'immagine termografica, come anche nel diagramma in *Fig.112*, è visibile la struttura di supporto ai pannelli di rivestimento, soprattutto in corrispondenza degli ancoraggi metallici per la creazione dell'intercapedine. Le dispersioni di calore sembrano concentrate nel bordo superiore della parete ventilata, contro lo sporto della copertura a falde. Nel diagramma delle temperature in *Fig.112*, nonostante la distorsione prospettica, è evidente la differenza di temperature, di circa 0,3°C, misurate in corrispondenza del solaio di copertura (Li1), isolato con uno strado di argilla espansa coperto da lana di vetro in rotoli, e la misurazione Li2, circa in corrispondenza del solaio del terzo piano; le pareti sono isolate invece con lana di vetro.



*Fig.113* Documentazione di cantiere. Particolare della griglia di areazione del bordo superiore della facciata ventilata.

Affinché l'intercapedine della parete sia ventilato è necessario che sia nel bordo di chiusura inferiore sia nel perimetro superiore della parete, a ridosso dello sporto di copertura, siano presenti delle griglie predisposte di adeguata foratura; questa è necessario affinché l'aria che entra dal basso, possa fluire attraverso l'intercapedine ed fuoriuscire poi nella parte superiore. Fori insufficienti potrebbero ostacolare la fuoriuscita del flusso d'aria che, scaldandosi per convezione con la parete, tenderebbe ad accumularsi nella fascia superiore scaldandola. Nel caso in *Fig.113*, la griglia

superiore prevedeva tre file di fori, ma una volta installati i pannelli di finitura, quasi metà dei fori sono stati coperti; il motivo potrebbe essere dovuto o a errori di calcolo progettuale oppure a margini di tolleranze costruttive non ben previsti inizialmente.



*Fig.114* SC\_14: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 10-11 (cielo coperto). Prospetto est.

Nel caso in *Fig.114*, non si verificano le stesse dispersioni in corrispondenza del solaio di copertura come nel caso in *Fig.112*. Qui le temperature misurate nel bordo superiore si allineano a quelle al centro della misurazione Li2. Sono in entrambi i casi evidenti i picchi in corrispondenza della sottostruttura della parete; questi incrementi locali raggiungono  $\Delta T$  fino a  $0,5^{\circ}\text{C}$  circa in corrispondenza delle aperture.



*Fig.115* Documentazione fotografica di fine lavori. Da sinistra, particolare dei fori di areazione predisposti nella cornice metallica delle aperture in corrispondenza della spalletta superiore e sotto al bancale.

Come nella fascia di chiusura superiore, anche il telaio metallico a cornice delle aperture finestrate deve essere munito di fori di areazione. Il bancale rappresenta una barriera al flusso verticale d'aria. Inoltre, come si verifica nel caso in *Fig.114*, e tra l'altro come per gli edifici in MCA e CA, i sottofinestra rappresentano un punto critico molto rilevante; non permettendo al calore accumulato nel vano sotto al bancale di fuoriuscire, i pannelli di rivestimento tenderebbero a scaldarsi.

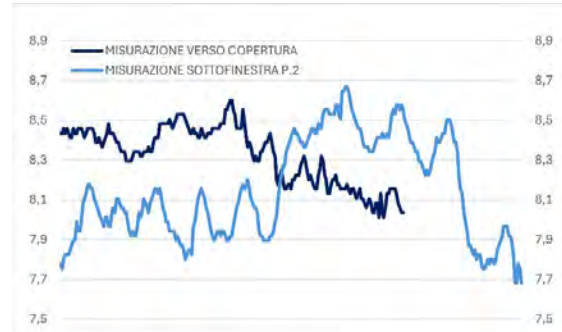
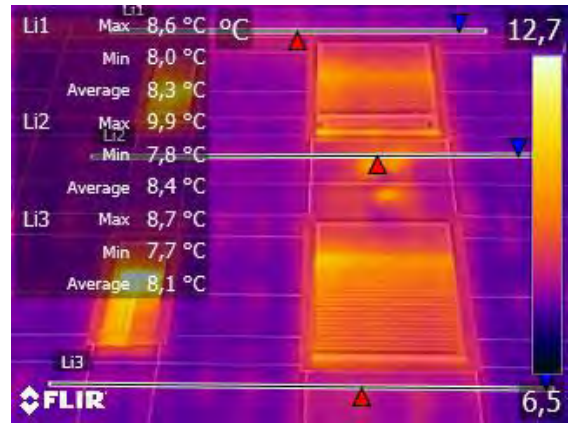
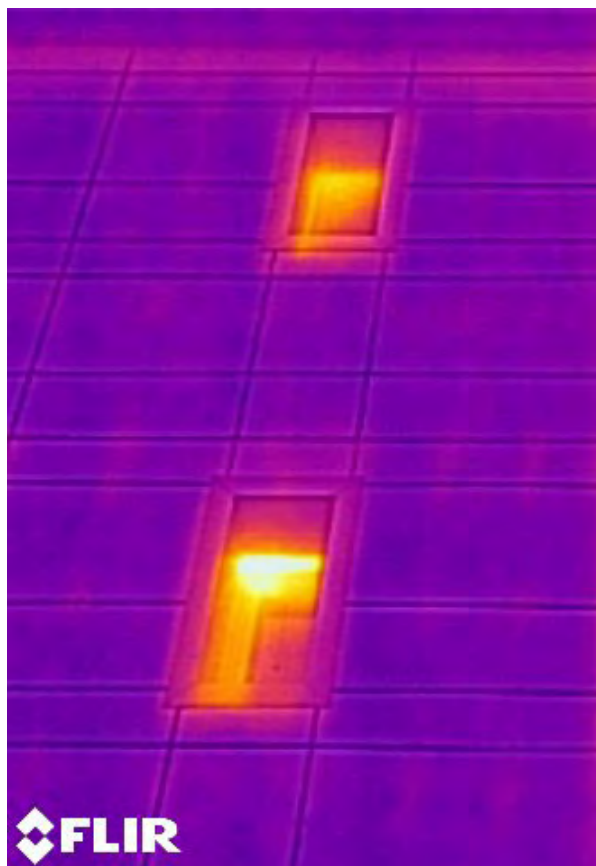


Fig.116 SC\_11: condizione di rilevazione passiva, fascia oraria 10-11 (cielo coperto). Prospetto ovest.

Nel caso in Fig.116, sono state effettuate tre misurazioni; la prima in corrispondenza del solaio di copertura (Li1), una nel sottofinestra del terzo piano (Li2) e l'ultima nel sottofinestra del secondo piano (Li3). Lungo Li3 si verificano  $\Delta T$  fino a  $0.8^{\circ}\text{C}$  sotto al bancale del serramento, raggiungendo la temperatura in corrispondenza del solaio di copertura (Li ) più alta di circa  $0.6^{\circ}\text{C}$ , sintomo di significative dispersioni di calore. Inoltre, è evidente una notevole dispersione termica lungo la misurazione Li2, sempre sotto al bancale della finestra; con un picco di quasi  $1^{\circ}\text{C}$  e una dispersione così localizzata il motivo potrebbe dipendere da difetti nello strato isolante sotto all'intercapedine.



*Fig.117* In alto a sinistra, SC\_via Puccini 17-19 (non incluso nel campione di studio). In basso a sinistra, documentazione fotografica di fine lavori, particolare delle aperture minori. A destra, particolare dell'immagine termografica in *Fig.116*.

Un ulteriore opportuno approfondimento può essere fatto in relazione alle aperture di dimensione inferiore alle altre, in *Fig.117*, ricavate direttamente dai pannelli prefabbricati. Tutti gli altri serramenti sono collocati in una fascia verticale appositamente dedicata; nel caso delle aperture minori, il pannello prefabbricato esterno è raccordato all'infisso da una cornice in calcestruzzo con spallette curve, seguendo il profilo dell'apertura esterna, e strombate verso l'interno. Questa tipologia di aperture, come evidente nella termografia, ma deducibile già dal particolare di fine lavori in *Fig.117*, non è stata opportunamente coibentata. Nelle spallette curve in calcestruzzo è stato applicato il microisolante, che come visto nella maggior parte dei casi, anche in MCA e CA, risulta poco efficace; anche la termografia evidenzia chiaramente la porzione più calda, in corrispondenza della cornice in calcestruzzo, in contrasto con il telaio metallico applicato con gli interventi in esame, che risulta più freddo.

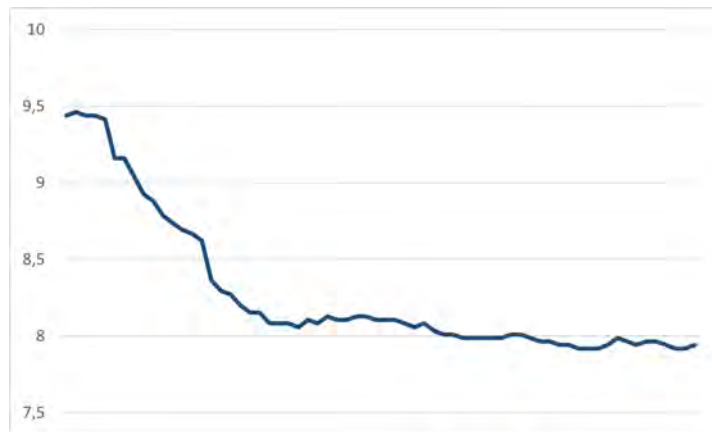
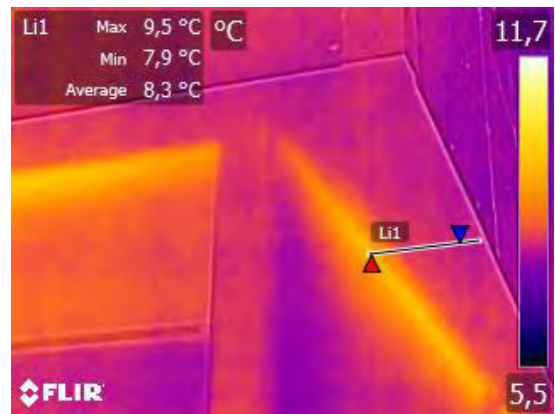
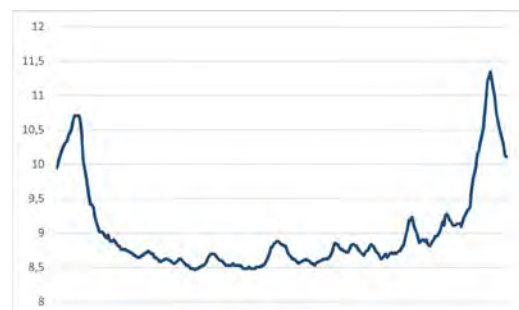
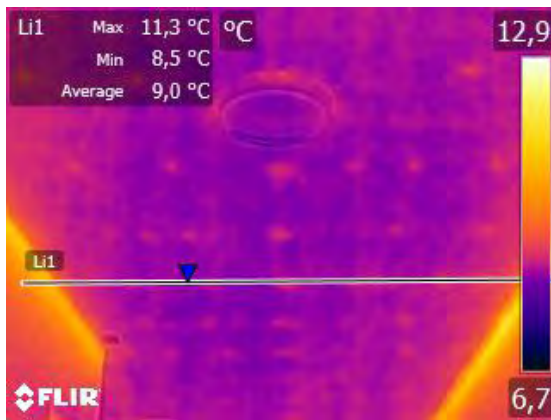


Fig.118 SC\_6: condizione di rilevazione passiva, fascia oraria 10-11. Chiusura del bordo inferiore.

Un altro punto critico presente in tutti i casi studio SC situati a Funo, è il raccordo nel bordo inferiore tra lo spessore dei pannelli prefabbricati con la chiusura metallica con fori di areazione. Come si vede nel diagramma in Fig.118, si verifica un salto termico di quasi 1°C a ridosso del supporto esistente in conglomerato cementizio armato.

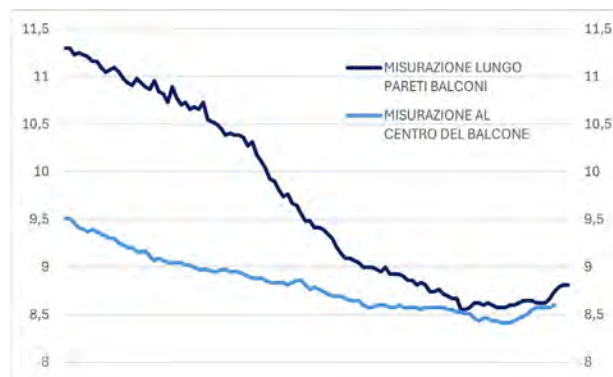
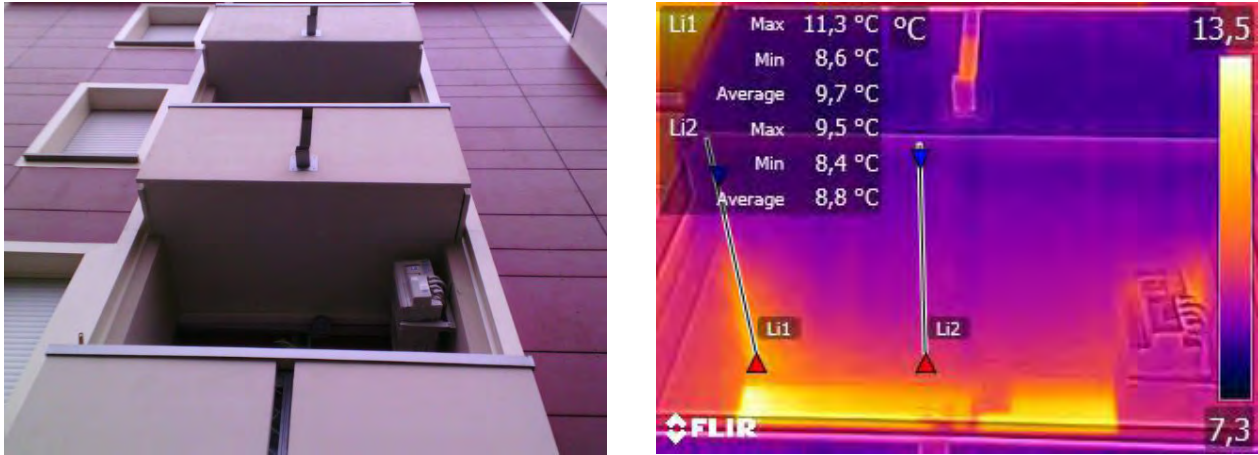


Fig.119 SC\_6: condizione di rilevazione passiva, fascia oraria 10-11. Dispersioni termiche verso le pareti non isolate del piano terra.



*Fig.120 SC\_6: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 10-11. Intradosso del primo solaio nella loggia d'ingresso. Isolamento con pannelli di stiferite accoppiati a cartongesso.*

I setti trasversali in calcestruzzo risultano sempre in un ponte termico non correggibile. Nel diagramma in *Fig.120*, sono visibili i tasselli di ancoraggio e forti aumenti di temperatura di quasi 3°C a ridosso delle pareti della loggia d'ingresso. Non è stato possibile rilevare i solai verso le autorimesse private.



*Fig.121 SC\_8: Condizione di rilevazione passiva, fascia oraria 10-11. Prospetto nord.*

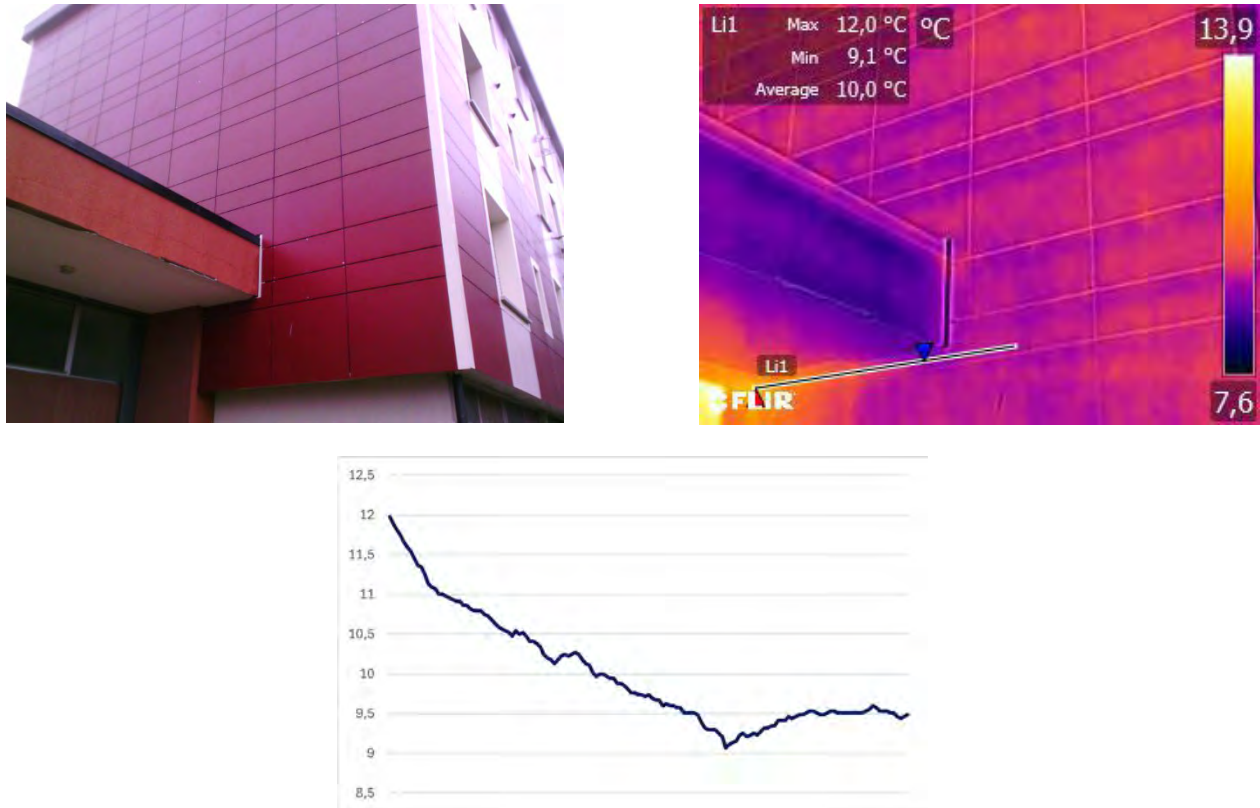
Le pareti interne dei balconi sono state isolate con pannelli aerogel da 6, a differenza degli impieghi negli imbotti delle finestre dove vengono adoperato pannelli con spessore da 1 cm; nei balconi lo spazio maggiore di intervento, ancora molto limitante, permette di prevedere spessori maggiori di isolante. Questo aspetto dimostra implicitamente che gli spessori impiegati negli imbotti non sono quelli per cui si opterebbe avendo più spazio per intervenire. Nel diagramma in *Fig.121*, si registra una differenza di temperatura di 1.5°C, tra la misurazione Li1 (lungo la parete perpendicolare) e Li2 (al centro del solaio), in corrispondenza della parete interna della loggia. Come per gli edifici con strutture MCA e CA, le dispersioni si concentrano negli angoli tra pareti e solai.



*Fig.122* Documentazione fotografica di cantiere. Particolare dei pluviali presenti negli edifici SC.

Nei casi studio in SC analizzati, i pluviali costituivano un punto di discontinuità del paramento in conglomerato cementizio armato; negli interventi realizzati, la configurazione originaria non è stata cambiata, installando lo strato coibentante sopra il pluviale incassato.

L'immagine a destra, in *Fig.122*, è un buon esempio visivo di come gli ancoraggi, come d'altronde i tasselli, rappresentano una connessione tra il supporto disperdente più interno e il rivestimento più esterno e conseguentemente un ponte termico inevitabile. Anche in questo caso è bene utilizzare prodotti adeguati con le opportune conducibilità termiche, più contenute possibile.



*Fig.123 SC\_8: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 10-11. Prospetto est.*

In molti degli edifici SC a Funo, sono presenti edifici ausiliari a ridosso dei lati ciechi degli immobili. Questi edifici ausiliari sono ad un piano con copertura piana, direttamente a ridosso degli edifici residenziali, non parte degli interventi di riqualificazione. In tutti i casi in cui il corpo aggiuntivo è presente, si verificano dispersioni termiche con andamento come nel diagramma in *Fig.123*.

A conclusione dell'analisi delle anomalie ricorrenti in edifici con struttura SC, viene riportato a seguire l'unico caso in cui non sono state realizzate pareti ventilate. Nell'edificio SC\_12 sono stati adoperati pannelli in EPS additivato con grafite, più in linea con le soluzioni dei casi in MCA e CA; non a caso sono state riscontrate criticità ricorrenti in corrispondenza dell'intradosso del primo solaio al raccordo con le pareti verticali, degli intradossi dei balconi, negli imbotti delle finestre e sotto ai bancali.

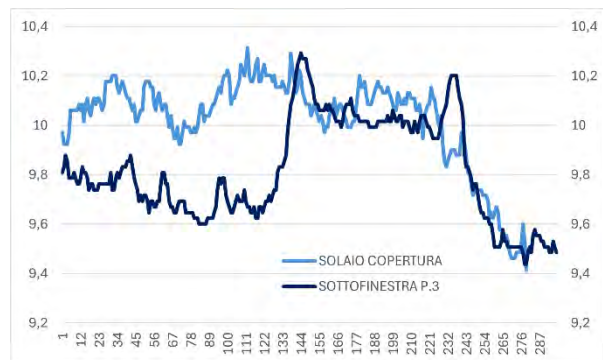
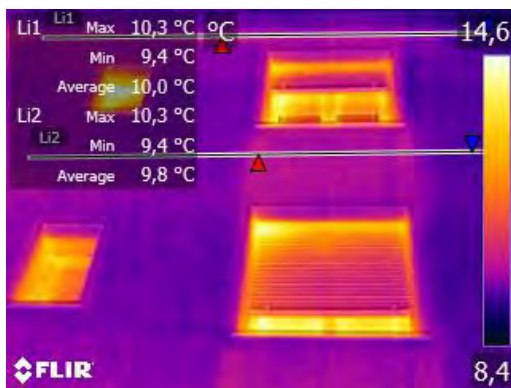


Fig.124 SC\_12: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 10-11. Prospetto est.

Oltre al rilevamento di significative dispersioni termiche, sono punti critici anche i sottofinestra. Nel diagramma in Fig.124, si registrano incrementi di temperatura di quasi  $0,6^{\circ}\text{C}$  lungo la porzione sotto al bancale della finestra. Anche in questo caso, le dispersioni in corrispondenza del solaio di copertura risultano tendenzialmente maggiori, con temperature al pari di quelle misurate sopra il

soffitto del terzo piano. Il ponte termico delle aperture minori, a sinistra nell'immagine termografica in Fig.124, non è stato corretto nemmeno con cappotto in EPS.

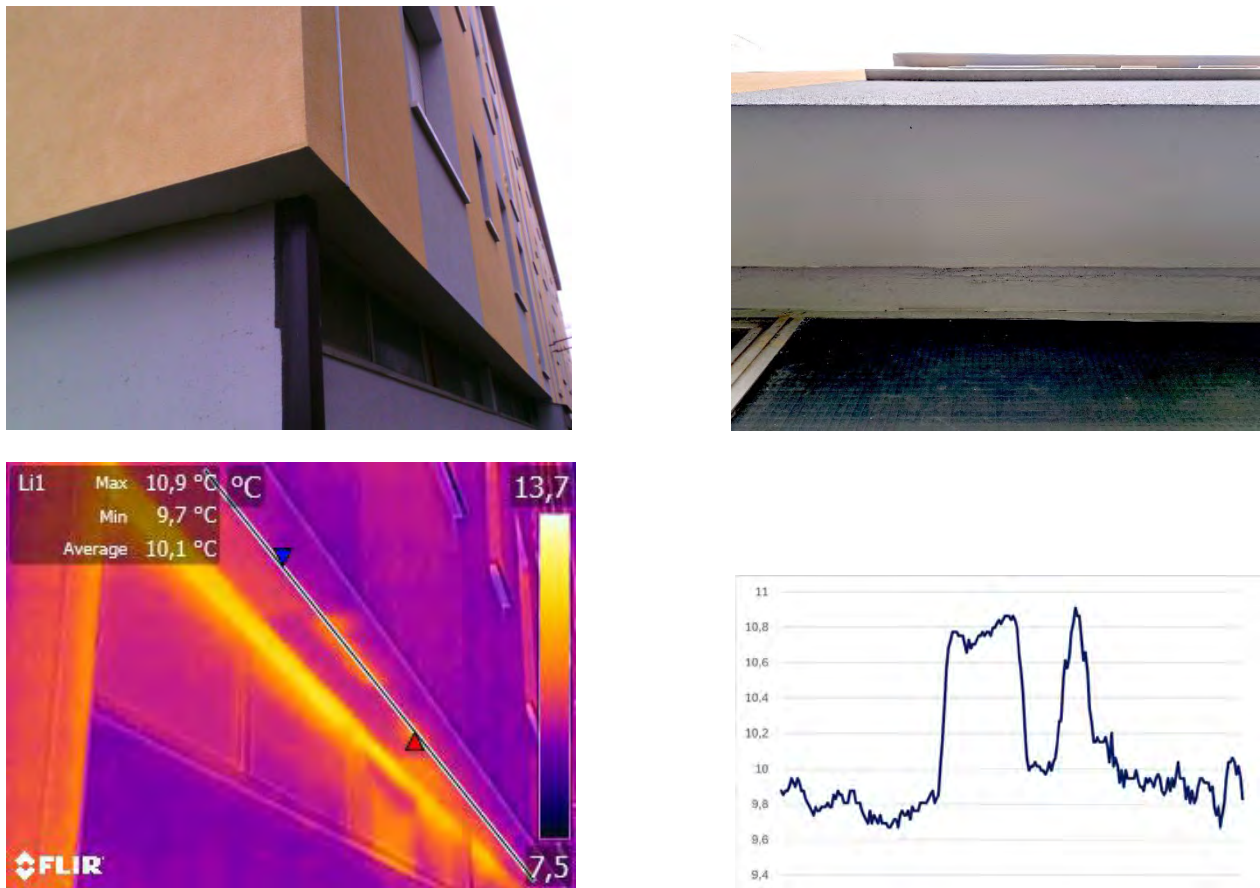


Fig.125 SC\_12: condizioni di rilevazione passiva, fascia oraria 10-11. Particolare in corrispondenza del bordo inferiore del cappotto termico in EPS.

I picchi di temperatura di circa 1°C, registrati nel diagramma in Fig.125, sono stati rilevati in corrispondenza dell'armatura visibile in alcuni punti del bordo inferiore di chiusura del cappotto isolante. L'armatura dovrebbe essere completamente ricoperta dallo strato di rasatura finale, altrimenti potrebbe favorire l'ingresso di infiltrazioni e risultare in ponte termico come in questo caso. Anche con il cappotto in EPS, restano visibili e fortemente disperdenti i pannelli prefabbricati in calcestruzzo sotto all'isolante.

## ESITI

La sezione degli esiti presenta la sintesi dei dati raccolti e l'analisi comparativa dei casi studio, con l'obiettivo di valutare l'efficacia degli interventi realizzati in relazione alle caratteristiche costruttive degli edifici analizzati. Il confronto consente di individuare correlazioni tra configurazione tipologica, sistemi costruttivi e risultati prestazionali conseguiti, evidenziando al contempo le principali criticità e i limiti tecnici emersi durante l'applicazione degli interventi. Particolare attenzione è dedicata al confronto tra interventi diffusi sull'involucro (massivi) e interventi localizzati (puntiformi), al fine di valutarne l'incidenza relativa sul miglioramento delle prestazioni energetiche e strutturali. La sezione sviluppa inoltre una serie di valutazioni critiche sull'efficacia complessiva del Superbonus rispetto agli obiettivi di riqualificazione prefissati, considerando sia i risultati ottenuti sui singoli edifici sia le implicazioni più generali per il patrimonio edilizio esistente. Viene analizzata l'adeguatezza delle soluzioni tecniche adottate in rapporto alle caratteristiche del costruito del secondo Novecento, evidenziando eventuali scostamenti tra prestazioni attese e prestazioni effettivamente conseguite.

Infine, sono esaminate le implicazioni in termini di sostenibilità e durabilità degli interventi, con riferimento alla qualità esecutiva, alla compatibilità dei materiali impiegati e alle condizioni di esercizio nel tempo. Nel complesso, la sezione fornisce una valutazione critica dei risultati dell'indagine, individuando punti di forza, limiti applicativi e possibili indirizzi per interventi futuri di riqualificazione del patrimonio edilizio residenziale.

## **8. Sintesi dei dati e confronto tra i casi studio**

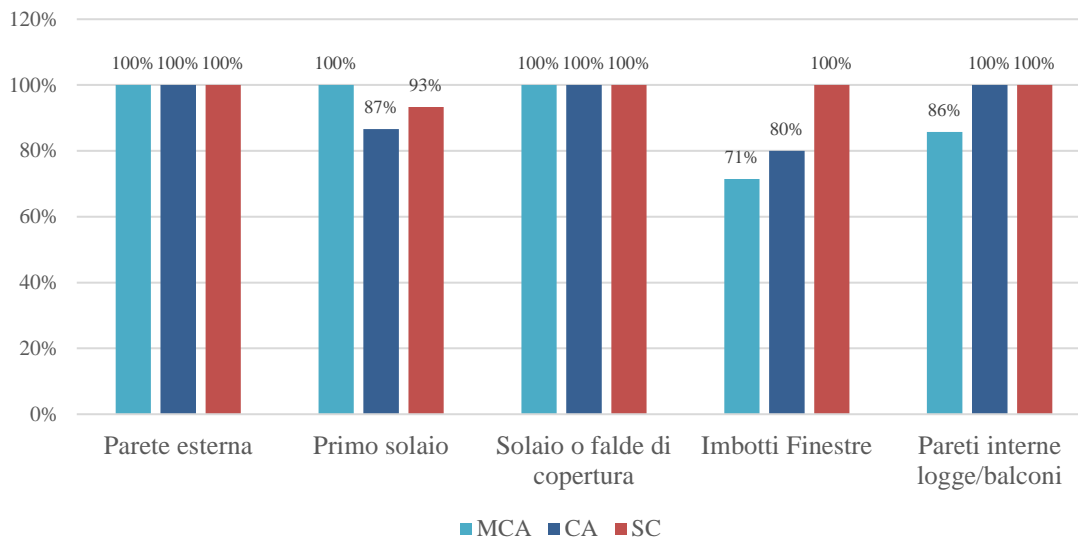
Dall'analisi complessiva dei dati raccolti nelle indagini condotte tra le strutture in cemento armato (CA), muratura portante (MCA) e solai in cemento (SC), è emerso come numerosi punti critici delle strutture influenzino in maniera significativa l'efficienza dei cappotti termici installati su edifici esistenti. Tali criticità, spesso vincolanti, riguardano aspetti sia progettuali sia esecutivi, e possono determinare un notevole impatto sulle prestazioni reali delle soluzioni di isolamento adottate. Alla luce di queste evidenze preliminari, risulta quindi necessario procedere a una valutazione più organica e sistematica dei risultati, ordinando le informazioni emerse e confrontando le differenti casistiche in modo da evidenziare pattern ricorrenti, correlazioni tra materiali e tecniche applicative, nonché eventuali differenze strutturali che possano influire sulla risposta termica complessiva dell'edificio.

Questo approccio consente non solo di mettere in luce i vincoli più rilevanti, ma anche di fornire un quadro interpretativo coerente, utile per guidare interventi futuri e ottimizzare le strategie di ammodernamento energetico negli edifici esistenti. Una volta terminate le indagini termografiche e l'elaborazione delle stesse, è stato possibile associare soluzioni ricorrenti a tipologie edilizie ben definite. Inoltre, a queste soluzioni sono correlate anomalie e criticità riscontrate e indagate nei casi studio. A seguire, viene dunque riportato l'abaco di sintesi delle soluzioni, in relazione alle classi edilizie del campione e alla frequenza di utilizzo.

## 8.1 Correlazione tra caratteristiche costruttive ed efficacia degli interventi

L'abaco delle soluzioni elaborato si basa sui materiali isolanti maggiormente adoperati negli interventi realizzati sul campione di studio; è tuttavia opportuno precisare che non tutte le lavorazioni riportate nelle *Tab.14-16* sono state eseguite in ciascun caso analizzato.

Di seguito si riporta pertanto la distribuzione dei casi studio in relazione agli interventi effettivamente realizzati o non realizzati.



*Fig.126* Interventi realizzati per classe edilizia, per elementi costruttivi. Elaborato dall'autore.

Il grafico in *Fig.26*, mostra la distribuzione degli interventi realizzati sul campione di studio, distinti per classe edilizia (MCA, CA e SC) e per elemento costruttivo interessato. Nel complesso emerge che le lavorazioni sull'involucro opaco principale, ossia pareti esterne e coperture, risultano pressoché sistematiche in tutte le tipologie edilizie, con valori pari al 100%.

Maggiore variabilità si osserva invece per il primo solaio, dove la percentuale scende all'87% per gli edifici in CA e al 93% per quelli in SC, mentre negli MCA l'intervento risulta sempre realizzato.

Ancora più marcate sono le differenze negli elementi secondari e nei nodi costruttivi. Gli imbotti delle finestre presentano infatti la percentuale più bassa negli edifici MCA (71%), seguiti dai CA (80%), mentre negli SC l'intervento è sistematico (100%) ma con l'impiego di cornice di raccordo alla parete ventilata e quindi non propriamente negli imbotti. Tale dato evidenzia come il trattamento delle aperture, spesso complesso per vincoli dimensionali e costruttivi, venga talvolta

trascurato o limitato negli interventi su edifici esistenti, nonostante rappresenti un punto critico ricorrente nel campione analizzato (*Tab.18*).

Le pareti interne di logge e balconi mostrano invece percentuali elevate in tutte le classi, con valori massimi per CA e SC (100%) e leggermente inferiori per MCA (86%). Questo suggerisce una maggiore attenzione recente verso questi volumi disperdenti, riconosciuti come punti critici per il contenimento delle dispersioni termiche; dalla *Tab.18*, emergerà però che balconi e logge ancora non raggiungono spessori adeguati di isolamento.

Nel complesso, il grafico evidenzia come gli interventi di efficientamento si concentrino principalmente sugli elementi più estesi dell'involucro, mentre quelli localizzati, pur fondamentali per la riduzione dei ponti termici, risultano meno uniformemente applicati, soprattutto nelle tipologie edilizie con maggiori vincoli tecnici.

L'abaco delle soluzioni adottate, la rispettiva frequenza di impiego e il costo unitario della lavorazione sono classificati a seguire in relazione alle tipologie edilizie MCA, CA e SC analizzate.

<b>CA - Edifici con telaio in conglomerato cementizio armato</b>					
<i>elemento costruttivo</i>	<i>isolante utilizzato</i>	<i>percentuale di utilizzo</i>	<i>conducibilità termica <math>\lambda</math> [W/mK]</i>	<i>spessore isolante [cm]</i>	<i>prezzo unitario [€/m<sup>2</sup>]</i>
Parete esterna	<b>pannelli EPS con grafite</b>	<b>93%</b>	0,030	12,00 - 14,00	63,59
	pannelli PF rivestiti in EPS	7%	0,022	14,00	89,39
Primo solaio	<b>pannelli EPS con grafite</b>	<b>69%</b>	0,031	12,00 - 14,00	63,59
	pannelli PF	15%	0,019	8,00	89,39
	pannelli XPS senza pelle	8%	0,041	12,00	35,00
	insufflaggio fiocchi MW-G	8%	0,036	20,00	25,00
Solaio o falde di copertura	<b>pannelli PU con PIR</b>	<b>47%</b>	0,024	10,00 - 14,00	27,50
	pannelli XPS	20%	0,034	14,00	55,76
	pannelli XPS senza pelle	7%	0,041	13,00	35,00
	pannelli EPS con grafite	7%	0,030	14,00	27,02
	pannelli PF	7%	0,019	9,00	89,39
	rotoli MW-G	7%	0,039	20,00	29,31
	rotoli MW-R	7%	0,040	20,00	30,00
Imbotti Finestre	<b>microisolante</b>	<b>50%</b>	0,002	0,50	63,59
	pannelli aeropan	42%	0,015	1,00	128,73
	pannelli polistirolo ad alta densità	8%	0,035	1,00	12,00
Pareti interne logge/balconi	<b>pannelli PF rivestiti in EPS</b>	<b>47%</b>	0,021	8,00 - 9,00	89,39
	pannelli EPS con grafite	40%	0,031	12,00 - 14,00	63,59
	microisolante	7%	0,002	0,50	141,39
	pannelli aeropan	7%	0,015	6,00	128,73
Serramenti	<b>Vetri basso emissivi</b> , opachi, $U = 1,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (telaio in pvc e in metallo con taglio termico)				

Tab.14 Elenco e frequenza delle soluzioni più impiegate in interventi di riqualificazione energetica sul campione di studio con telaio in calcestruzzo armato. Elaborata dall'autore.

**MCA - Edifici a struttura mista con telaio c.c.a. e muratura portante**

<i>elemento costruttivo</i>	<i>isolante utilizzato</i>	<i>percentuale di utilizzo</i>	<i>conducibilità termica <math>\lambda</math> [W/mK]</i>	<i>spessore isolante [cm]</i>	<i>prezzo unitario [€/m<sup>2</sup>]</i>
Parete esterna	<b>pannelli EPS con grafite</b>	<b>100%</b>	0,031	14,00 - 16,00	63,59
Primo solaio	<b>pannelli EPS con grafite</b>	<b>57%</b>	0,031	11,00 - 14,00	63,59
	pannelli multipor	29%	0,044	16,00	95,85
	pannelli PU con PIR	14%	0,220	8,00	27,50
Solaio o falde di copertura	<b>pannelli PU con PIR</b>	<b>86%</b>	0,024	12,00 - 16,00	27,50
	pannelli PF	14%	0,019	10,00	89,39
Imbotti Finestre	<b>pannelli aeropan</b>	<b>60%</b>	0,015	1,00	128,73
	microisolante	40%	0,002	0,50	165,93
Pareti interne logge/balconi	<b>pannelli PF rivestiti in EPS</b>	<b>67%</b>	0,019	8,00 - 10,00	89,39
	pannelli EPS con grafite	17%	0,031	14,00	63,59
	pannelli aeropan	17%	0,019	6,00	128,73
Serramenti	<b>Vetri basso emissivi</b> , opachi, $U = 1,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (telaio in pvc e in metallo con taglio termico)				

*Tab.15* Elenco e frequenza delle soluzioni più impiegate in interventi di riqualificazione energetica sul campione di studio con struttura mista. Elaborata dall'autore.

**SC - Edifici con struttura a setti in conglomerato cementizio armato**

<i>elemento costruttivo</i>	<i>isolante utilizzato</i>	<i>percentuale di utilizzo</i>	<i>conducibilità termica <math>\lambda</math> [W/mK]</i>	<i>spessore isolante [cm]</i>	<i>prezzo unitario [€/m<sup>2</sup>]</i>
Parete esterna	<b>pannelli MW-G (parete ventilata)</b>	<b>60%</b>	0,032	14,00	29,31
	pannelli MW-R (parete ventilata)	33%	0,034	14,00	30,00
	pannelli EPS con grafite	7%	0,030	14,00	63,59
Primo solaio	<b>pannelli PU con PIR + cartongesso</b>	<b>93%</b>	0,022	7,00 - 8,00	27,50
	pannelli MW-G + cartongesso	7%	0,033	12,00	29,31
Solaio o falde di copertura	<b>pannelli ESP + rotoli MW-G</b>	<b>33%</b>	0,040	18,00 - 28,00	29,31
	argilla espansa + rotoli MW-G	20%	0,070	22,00	29,31
	malta supertermica + rotoli MW-G	20%	0,088	23,00	29,31
	rotoli MW-G	13%	0,040	16,00	29,31
	insufflaggio fiocchi in MW-G	7%	0,041	18,00	25,00
	pannelli PU con PIR	7%	0,022	10,00	27,50
Imbotti Finestre	<b>cornice di raccordo con parete</b>	<b>87%</b>			
	microisolante	13%	0.002	0,50	165,93
Pareti interne logge/balconi	<b>pannelli aeropan</b>	<b>73%</b>	0,015	6,00	128,73
	microisolante	13%	0,002	1,50	165,93
	pannelli PF	7%	0,019	8,00	89,39
	pannelli EPS con grafite	7%	0,030	12,00	63,59
Serramenti	<b>Vetri basso emissivi</b> , opachi, $U = 1,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ (telaio in pvc e in metallo con taglio termico).				

*Tab.16* Elenco e frequenza delle soluzioni più impiegate in interventi di riqualificazione energetica sul campione di studio con struttura a setti in calcestruzzo armato. Elaborata dall'autore.

Come già anticipato nei capitoli precedenti, in particolare nei capitoli 6 e 7, le soluzioni progettuali adottate sono state fortemente influenzate dal tipo di edificio e dalla tipologia strutturale su cui si è intervenuti. Nel complesso, gli interventi hanno prodotto un effetto positivo in termini di prestazioni energetiche dichiarate; tuttavia, è importante considerare che la maggior parte di questi edifici ha ormai superato la vita utile prevista e, originariamente, era concepita senza alcuno strato

isolante o spessori aggiuntivi sulle pareti. Questa condizione ha imposto vincoli significativi, in quanto gli spazi disponibili per l’inserimento di materiali isolanti risultano spesso limitati e, soprattutto, la correzione dei ponti termici si è rivelata complessa a causa della articolazione strutturale dei telai in calcestruzzo o della presenza di setti in conglomerato cementizio, la cui particolare configurazione costruttiva ha richiesto l’adozione di soluzioni alternative rispetto al tradizionale cappotto a sistema ETICS. Nelle pareti ventilate, seppur gli intercapedini areati contribuiscano all’incremento dell’efficienza dei cappotti sottostanti garantendo superfici esterne più fresche, anche in tali configurazioni persistono limitazioni legate a nodi strutturali, raccordi e discontinuità imposte, ad esempio, dal passaggio di tubazioni e impianti.

Per quanto riguarda gli interventi di miglioramento sismico, questi hanno interessato in maniera molto limitata il campione con strutture in calcestruzzo armato; sono stati effettuati a soli cinque casi studio, di cui uno sul caso studio MCA\_7, edificio con struttura mista, e nessuno su edifici con setti in calcestruzzo. La tabella seguente riassume in maniera sintetica gli interventi di adeguamento sismico eseguiti.

<b>Soluzioni ricorrenti di miglioramento sismico</b>	
<i>tipologia di intervento</i>	<i>descrizione</i>
Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Confinamento dall'esterno di nodo trave-pilastro con piastra in acciaio.</li> <li>- Rinforzo a pressoflessione e a taglio di pilastri e travi in c.c.a. con malta fibrorinforzata (copriferro).</li> <li>- Cucitura a secco di elementi strutturali con barre elicoidali in acciaio.</li> </ul>
Interventi sui solai	- Inserimento di fasce di piano SRG/FRP con connessioni trasversali alle murature.
Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali	- Messa in sicurezza di strutture intelaiate dal ribaltamento fuori piano di pannelli in muratura o di tamponamento tramite sistema con rete FRP/SRG/fibra di basalto.

*Tab.17* Elenco e frequenza delle soluzioni più impiegate in interventi di adeguamento sismico sul campione di studio con struttura a setti in calcestruzzo armato. Elaborata dall’autore.

## 8.2 Criticità e limiti tecnici

I punti critici sono stati ampiamente illustrati nel Capitolo 7; in questa sede si intende individuare quali risultino più ricorrenti per ciascuna classe edilizia analizzata.

Ricorrenza delle criticità indagate per strutture:			
<i>criticità riscontrate</i>	MCA	CA	SC
Giunti dei pannelli allineati	29%	0%	13%
Giunti di malta visibili	43%	40%	13%
Persistenza dei ponti termici:			
pilastri	14%	60%	0%
involucro verticale	14%	0%	0%
travi di piano	0%	27%	0%
soffitto di copertura	29%	33%	93%
bancali finestre	14%	60%	87%
imbotti finestre	57%	87%	7%
architrave / cassonetto	43%	13%	13%
balconi	86%	93%	93%

Tab.18 Valutazione della ricorrenza dei difetti di posa o criticità indagate sul campione di studio. Elaborata dall'autore.

Come evidenziato in Tab. 18, negli edifici esistenti già sottoposti a interventi di efficientamento energetico, le principali cause residue di dispersione termica non sono tanto i difetti di posa, comunque presenti, quanto i nodi strutturali. Particolarmente critici risultano i pilastri non isolati in facciata o affacciati su piani pilotis, nonché le pareti perimetrali in corrispondenza dei solai di copertura. A questi si aggiungono altri elementi ricorrenti quali gli imbotti degli infissi, i bancali e i balconi (sia per quanto riguarda le pareti sia i solai), che continuano a rappresentare punti deboli dell'involucro.

Un ulteriore fattore frequentemente riscontrato, ma non riportato nella *Tab.18*, è la presenza di condutture impiantistiche in facciata, come cavi elettrici, tubazioni del gas o pluviali, che spesso non vengono spostate all'esterno del cappotto o alloggiate in appositi vani tecnici, principalmente a causa delle difficoltà operative legate alle condizioni dell'edificio esistente. Tale criticità contribuisce inoltre a spiegare la scarsa diffusione di sistemi di ventilazione meccanica controllata (VMC) negli interventi sul patrimonio edilizio esistente, nonostante questi risultino particolarmente indispensabili per il corretto funzionamento degli involucri altamente isolati.

Resta comunque complesso stabilire quale tipologia costruttiva sia meno compatibile con l'applicazione dei sistemi ETICS. In linea generale, gli edifici con telaio in calcestruzzo armato (CA) e quelli a setti prefabbricati (SC) sembrano presentare maggiori criticità rispetto agli edifici in muratura con elementi in calcestruzzo armato (MCA). I balconi, tuttavia, rappresentano un elemento problematico comune a tutte le categorie.

Nel complesso, considerando la persistenza di ponti termici anche dopo gli interventi, nessuna delle tre classi edilizie sembra aver raggiunto pienamente le condizioni di continuità termica teoricamente richieste per un involucro assimilabile a quello adiabatico. Le valutazioni risultano inoltre influenzate dall'eterogeneità degli interventi e dalla sostituzione non uniforme degli infissi, fattori che rendono difficile una stima precisa delle prestazioni complessive.

### **8.3 Confronto fra strutture massive e puntiformi**

Il confronto tra i risultati ottenuti dall'analisi del campione di edifici con struttura portante in muratura (strutture massive) e quelli relativi agli edifici con struttura intelaiata o a setti in calcestruzzo armato (strutture puntiformi) consente di evidenziare alcune differenze significative sia nelle soluzioni progettuali adottate sia nelle criticità riscontrate durante le indagini diagnostiche. Le strutture massive, rappresentate nel presente lavoro dagli edifici in muratura portante e da quelli con struttura mista senza elementi in calcestruzzo armato affioranti in facciata, presentano una configurazione dell'involucro più continua e meno articolata dal punto di vista strutturale. Tale caratteristica favorisce generalmente una maggiore uniformità nella posa dei sistemi di isolamento a cappotto e una più agevole continuità dello strato isolante lungo le superfici verticali. Nei casi analizzati, infatti, l'isolamento delle pareti esterne mediante sistema ETICS con pannelli in polistirene espanso sinterizzato additivato con grafite (EPS) risulta adottato nella totalità degli edifici, confermando la centralità di questo materiale nelle strategie di riqualificazione energetica dell'edilizia residenziale del secondo Novecento.

elemento costruttivo	isolante utilizzato	conducibilità termica		prezzo unitario [€/m <sup>2</sup> ]
		$\lambda$ [W/mK]	spessore isolante [cm]	
Parete esterna	pannelli EPS con grafite	0,031	12,00 - 16,00	63,59 €
Primo solaio	pannelli EPS con grafite	0,031	10,00 - 12,00	63,59 €
	pannelli Multipor	0,040	16,00	95,98 €
	pannelli XPS	0,034	14,00	55,76 €
Solaio o falde di copertura	pannelli EPS con grafite	0,031	10,00 - 16,00	63,59 €
	pannelli XPS	0,034	14,00	55,76 €
	pannelli PU con PIR	0,025	10,00 - 16,00	27,50 €
	feltro di lana di vetro	0,039	15,00 - 20,00	29,31 €
Imbotti Finestre	pannelli aerogel	0,015	1,00	128,73 €
	microisolanti	0,002	0,50	165,93 €
Pareti interne logge/balconi	pannelli PF	0,019	8,00 - 10,00	89,39 €
	pannelli EPS con grafite	0,031	3,00 - 12,00	63,59 €
	pannelli aerogel	0,015	6,00	128,73 €
Serramenti	Vetri basso emissivi, opachi, U = 1,30 W/m <sup>2</sup> K (telaio in pvc e in metallo con taglio termico)			

Tab.19 Elenco delle soluzioni più impiegate in interventi di isolamento termico sul campione di studio con struttura massiva a muratura portante. Elaborata dalla collega Chiara di Mauro.

Nel campione di edifici con strutture puntiformi, costituito principalmente da edifici con telaio in calcestruzzo armato (CA) e da edifici con struttura a setti (SC), le soluzioni progettuali risultano invece maggiormente condizionate dalla presenza degli elementi strutturali in facciata, quali pilastri, travi di piano e setti in calcestruzzo. Tali elementi generano discontinuità geometriche e termiche che rendono più complessa la realizzazione di un isolamento continuo dell'involucro edilizio e favoriscono la formazione di ponti termici in corrispondenza dei nodi strutturali.

Dal punto di vista dei materiali isolanti impiegati, si osserva una sostanziale convergenza nelle scelte progettuali per quanto riguarda l'isolamento delle pareti esterne, dove l'EPS con grafite rappresenta il materiale maggiormente utilizzato anche negli edifici a telaio. Tuttavia, negli edifici con struttura puntiforme si registra una maggiore varietà di soluzioni tecniche per gli altri elementi dell'involucro, come solai e coperture, dove compaiono con maggiore frequenza materiali quali

pannelli in poliuretano espanso (PIR), pannelli in polistirene estruso (XPS) o isolanti in lana minerale, spesso associati a sistemi di facciata ventilata o a stratigrafie più complesse.

Le differenze più rilevanti emergono soprattutto nell'analisi delle criticità riscontrate tramite indagini termografiche. Negli edifici con struttura puntiforme le dispersioni termiche risultano frequentemente associate alla presenza degli elementi strutturali in calcestruzzo armato, in particolare pilastri e travi di piano, che costituiscono nodi costruttivi difficilmente isolabili in modo continuo. In tali configurazioni si osserva spesso la persistenza di ponti termici in corrispondenza dei balconi, dei bancali delle finestre e delle connessioni tra struttura e tamponamento.

Negli edifici con struttura massiva in muratura, invece, le criticità risultano più frequentemente legate alla qualità della posa del sistema isolante e alla corretta risoluzione dei nodi di dettaglio, come imbotti delle finestre, architravi, cassonetti e raccordi con i balconi. In questi casi le discontinuità termiche sono spesso riconducibili a difetti esecutivi o a una parziale correzione dei ponti termici piuttosto che alla configurazione strutturale dell'edificio.

Nel complesso, l'analisi comparativa evidenzia come l'efficacia degli interventi di riqualificazione energetica non dipenda esclusivamente dal materiale isolante impiegato o dallo spessore dello strato coibente, ma sia fortemente influenzata dalla tipologia strutturale dell'edificio e dalla configurazione dei nodi costruttivi. Le strutture massive risultano generalmente più favorevoli all'applicazione dei sistemi di isolamento a cappotto tradizionali, in quanto presentano una maggiore continuità dell'involucro e un numero più limitato di discontinuità strutturali. Al contrario, negli edifici con strutture puntiformi in calcestruzzo armato, la presenza di pilastri, travi di piano e balconi aggettanti genera condizioni geometriche più complesse che rendono più difficile garantire la continuità dello strato isolante e la completa correzione dei ponti termici.

## **9. Valutazioni critiche**

Il presente capitolo propone una riflessione critica sugli esiti delle analisi condotte nei capitoli precedenti, con l'obiettivo di valutare l'efficacia delle strategie di riqualificazione realizzate mediante il Superbonus e di interpretare i risultati alla luce delle caratteristiche del patrimonio edilizio esistente esaminato. L'analisi prende in considerazione tre aspetti principali: l'efficacia dello strumento incentivante rispetto agli obiettivi prefissati, l'adeguatezza delle soluzioni tecniche adottate in relazione alle caratteristiche costruttive degli edifici esistenti e, infine, la sostenibilità e la durabilità degli interventi nel medio-lungo periodo.

### **9.1 Considerazioni sull'efficacia dello strumento Superbonus in relazione agli obiettivi prefissati**

Nel quadro delle politiche europee e nazionali orientate alla riduzione dei consumi energetici e delle emissioni climalteranti, il Superbonus ha rappresentato uno degli strumenti più incisivi introdotti negli ultimi anni per favorire la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente. Il settore delle costruzioni, infatti, è responsabile di circa il 40% dei consumi energetici complessivi, rendendo il miglioramento delle prestazioni energetiche degli edifici un elemento centrale nelle strategie di decarbonizzazione [7]. Nel contesto italiano, caratterizzato da un patrimonio edilizio mediamente vetusto e realizzato in gran parte prima dell'introduzione delle moderne normative energetiche e sismiche [2], lo strumento incentivante ha consentito di promuovere un numero significativo di interventi di riqualificazione energetica, favorendo in molti casi il raggiungimento del salto di almeno due classi energetiche richiesto dalla normativa [8].

L'analisi del campione di edifici considerato nel presente lavoro evidenzia tuttavia come il raggiungimento del miglioramento energetico sia stato frequentemente ottenuto attraverso una strategia combinata di interventi sull'involucro e sugli impianti. Sul totale di 75 edifici analizzati, solo 15 interventi hanno previsto l'applicazione del sistema di isolamento a cappotto come unico intervento principale, mentre nei restanti 60 casi l'intervento è stato accompagnato anche dalla sostituzione dell'impianto di climatizzazione. Nel dettaglio, nel caso degli edifici in muratura portante 10 edifici su 33 hanno effettuato esclusivamente l'applicazione del sistema di isolamento a cappotto, mentre nei restanti 23 casi l'intervento è stato accompagnato dalla sostituzione dell'impianto. Negli edifici con struttura mista in telaio di calcestruzzo armato e muratura portante solo 2 edifici su 12 hanno realizzato il solo isolamento, mentre 10 hanno integrato l'intervento con

il rinnovamento impiantistico. Negli edifici a telaio in calcestruzzo armato 3 casi su 15 hanno previsto il solo cappotto, mentre nei restanti 12 casi l'intervento ha interessato sia l'involucro sia gli impianti. Nel sistema costruttivo SC, infine, tutti gli edifici analizzati hanno previsto interventi congiunti su involucro e impianti. Questi dati evidenziano come circa l'80% degli interventi abbia richiesto il rinnovamento degli impianti per garantire il salto di classe energetica richiesto dalla normativa. Ciò suggerisce che il miglioramento della prestazione energetica degli edifici non sia stato determinato esclusivamente dalla riduzione delle dispersioni dell'involucro, ma anche dall'introduzione di sistemi impiantistici più efficienti.

Un ulteriore elemento di riflessione emerge dalle indagini diagnostiche condotte mediante termografia infrarossa, che hanno evidenziato la presenza di diverse discontinuità nel sistema di isolamento. In alcuni casi tali fenomeni risultano riconducibili a imperfezioni esecutive, quali la presenza di malta sui tasselli, discontinuità dell'isolamento in corrispondenza dei giunti di malta o mancato raccordo tra l'isolamento verticale e gli elementi orizzontali della struttura. In altri casi, invece, le anomalie riscontrate sono riconducibili alla configurazione costruttiva originaria degli edifici, che presenta elementi di discontinuità difficilmente eliminabili. Ponti termici significativi sono stati infatti riscontrati in corrispondenza di balconi aggettanti, parapetti, nodi trave-pilastro nelle strutture in calcestruzzo armato, raccordi tra pareti perpendicolari, collegamenti tra pareti perimetrali e solai di copertura, nonché in corrispondenza di architravi e bancali. Tali elementi evidenziano come la concezione originaria di molti edifici esistenti non sia compatibile con la realizzazione di un involucro completamente continuo e adiabatico.

Alla luce di queste considerazioni, l'efficacia dello strumento Superbonus appare indiscutibile nel promuovere interventi diffusi di riqualificazione energetica; tuttavia, i risultati ottenuti evidenziano anche la necessità di considerare la riqualificazione del patrimonio edilizio esistente secondo una prospettiva più ampia, che tenga conto non solo delle prestazioni energetiche, ma anche dello stato di conservazione, delle caratteristiche costruttive e della vita utile residua degli edifici. Un'ulteriore approfondimento sull'efficacia dello strumento Superbonus 110% in relazione agli obiettivi prefissati e soprattutto in merito alla valutazione del tempo di ritorno dell'investimento iniziale, è consultabile al paragrafo 9.4.

## **9.2 Adeguatezza delle soluzioni tecniche in relazione al patrimonio edilizio esistente**

Le soluzioni tecniche adottate negli interventi analizzati risultano in larga parte coerenti con le strategie di riqualificazione energetica promosse dalle politiche europee e nazionali, che individuano nell'isolamento dell'involucro edilizio uno degli strumenti principali per la riduzione delle dispersioni termiche. Tuttavia, l'efficacia di tale soluzione deve essere valutata in relazione alle caratteristiche morfologiche e costruttive degli edifici esistenti.

Gran parte degli edifici analizzati nel presente studio è stata realizzata tra il secondo dopoguerra e gli anni Ottanta del Novecento, in un contesto tecnologico e normativo profondamente diverso da quello attuale. Le strutture risultano spesso caratterizzate da balconi aggettanti, pilastri passanti, nodi strutturali esposti e giunzioni tra elementi costruttivi differenti, che determinano la presenza di numerosi ponti termici. Di conseguenza, anche in presenza di un sistema di isolamento correttamente progettato e applicato, l'eliminazione completa delle discontinuità termiche risulta difficilmente realizzabile. L'obiettivo della riqualificazione energetica diventa quindi quello di ridurre significativamente le dispersioni, pur nella consapevolezza che alcune criticità rimangono intrinseche alla configurazione costruttiva dell'edificio.

Un ulteriore elemento emerso dall'analisi riguarda la limitata diffusione di sistemi di ventilazione meccanica controllata. Nonostante l'incremento delle prestazioni dell'involucro edilizio derivante dall'applicazione dei sistemi di isolamento, in nessuno degli edifici analizzati non sono stati installati sistemi dedicati al ricambio controllato dell'aria. Questo aspetto potrebbe avere implicazioni sulla qualità del comfort abitativo e sulla gestione dell'umidità interna, soprattutto negli edifici caratterizzati da elevati livelli di isolamento e maggiore tenuta all'aria.



*Fig.127* Documentazione fotografica di cantiere. SC: fessurazione del supporto, costituito da pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato, dopo l'applicazione degli ancoraggi della parete ventilata.

Le soluzioni tecniche adottate risultano pertanto generalmente efficaci nel miglioramento delle prestazioni energetiche, ma la loro applicazione deve essere sempre interpretata alla luce delle specificità del patrimonio edilizio esistente, che ne condizionano inevitabilmente il grado di efficacia o della. Inoltre, anche nei casi in cui siano stati realizzati interventi di miglioramento sismico, spesso limitati alle strutture perimetrali, occorre considerare che i materiali originari continuano nel tempo a degradarsi e a perdere resistenza, influenzando progressivamente la durabilità e il comportamento prestazionale dell'edificio.

### **9.3 Sostenibilità e durabilità degli interventi**

La valutazione degli interventi di riqualificazione energetica non può limitarsi alla sola riduzione dei consumi energetici durante la fase di esercizio dell'edificio, ma deve considerare anche gli aspetti legati alla sostenibilità ambientale e alla durabilità delle soluzioni adottate.

Un elemento di particolare rilevanza riguarda l'impatto ambientale associato alla produzione dei materiali impiegati negli interventi di riqualificazione, tra cui rivestono un ruolo predominante i sistemi di isolamento termico a cappotto. Se da un lato tali sistemi consentono una significativa riduzione dei consumi energetici degli edifici durante la fase di utilizzo, dall'altro lato è opportuno considerare l'energia necessaria alla produzione dei materiali isolanti e le modalità di gestione del loro fine vita.

Per una valutazione completa di tali aspetti sarebbe necessario applicare metodologie di analisi del ciclo di vita (LCA); tale metodo considera tutte le fasi del ciclo produttivo, dall'estrazione delle materie prime alla produzione e al trasporto, fino alla fase di utilizzo e alle operazioni di smaltimento o riciclo. Va comunque ricordato che anche le valutazioni LCA presentano una componente di aleatorietà e incertezza (vedi paragrafo 6.2). Un ulteriore aspetto riguarda la durabilità dei sistemi di isolamento a cappotto. La vita utile di tali sistemi dipende principalmente dalla qualità dei materiali impiegati, dalla corretta progettazione dei dettagli costruttivi e dalla qualità della posa in opera. Quando questi tre fattori sono rispettati, i sistemi di isolamento possono garantire una durata nel tempo superiore ai 50 anni [20]. Durante il ciclo di vita dell'edificio sono inoltre possibili diverse strategie di manutenzione e intervento che consentono di prolungare la vita utile del sistema. Tra queste rientrano la manutenzione periodica delle superfici, il risanamento mediante l'applicazione di nuovi strati di finitura e, nei casi più significativi, il rinnovo del sistema attraverso l'applicazione di un ulteriore strato di isolamento (vedi paragrafo 4.3).

Alla luce di queste considerazioni, tuttavia, la valutazione complessiva degli interventi di riqualificazione energetica dovrebbe sempre essere inserita all'interno di una prospettiva più ampia, che consideri l'intero ciclo di vita degli edifici e dei materiali impiegati.

#### 9.4. Analisi costi-benefici e tempo di ritorno semplice

Al fine di integrare la valutazione energetica degli interventi con una lettura di carattere economico, è stata sviluppata un'analisi costi-benefici basata sul confronto tra i costi annuali ante e post intervento e sul calcolo del tempo di ritorno semplice degli interventi di riqualificazione realizzati nell'ambito del Super Ecobonus. L'analisi è stata condotta con riferimento alle differenti tipologie costruttive individuate nel campione analizzato: edifici in muratura portante (M), edifici in muratura con struttura in calcestruzzo armato (MCA), edifici con telaio in calcestruzzo armato (CA) ed edifici a setti di pannelli prefabbricati (SC). La procedura di calcolo è stata impostata utilizzando i consumi energetici in condizioni standard riportati negli Attestati di Prestazione Energetica (APE) ante e post intervento, in quanto i consumi reali derivanti dalle bollette energetiche non erano disponibili per i casi studio analizzati. In particolare, per ciascun caso studio sono stati considerati i consumi annuali di gas naturale e energia elettrica riportati nella documentazione energetica.

Il costo annuo è determinato dalla somma del costo del gas e del costo dell'energia elettrica. Ai fini del calcolo economico sono stati adottati i seguenti valori unitari convenzionali:

- 0,38 €/Smc per il gas naturale;
- 0,13754 €/kWh per l'energia elettrica;

Tali valori sono stati utilizzati come parametri di riferimento uniformi per l'intero campione, al fine di garantire la comparabilità tra i diversi casi studio. È opportuno sottolineare che i prezzi dell'energia possono variare nel tempo e in funzione delle condizioni contrattuali, della struttura tariffaria e delle componenti fiscali e di rete definite dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) [21].

Il costo annuo ante intervento è stato pertanto calcolato mediante la seguente espressione:

$$\text{Costo annuo ante} = (\text{Consumo gas ante} \times \text{prezzo unitario gas}) + (\text{Consumo elettrico ante} \times \text{prezzo unitario energia elettrica})$$

Analogamente, il costo annuo post intervento è stato determinato secondo la relazione:

$$\text{Costo annuo post} = (\text{Consumo gas post} \times \text{prezzo unitario gas}) + (\text{Consumo elettrico post} \times \text{prezzo unitario energia elettrica})$$

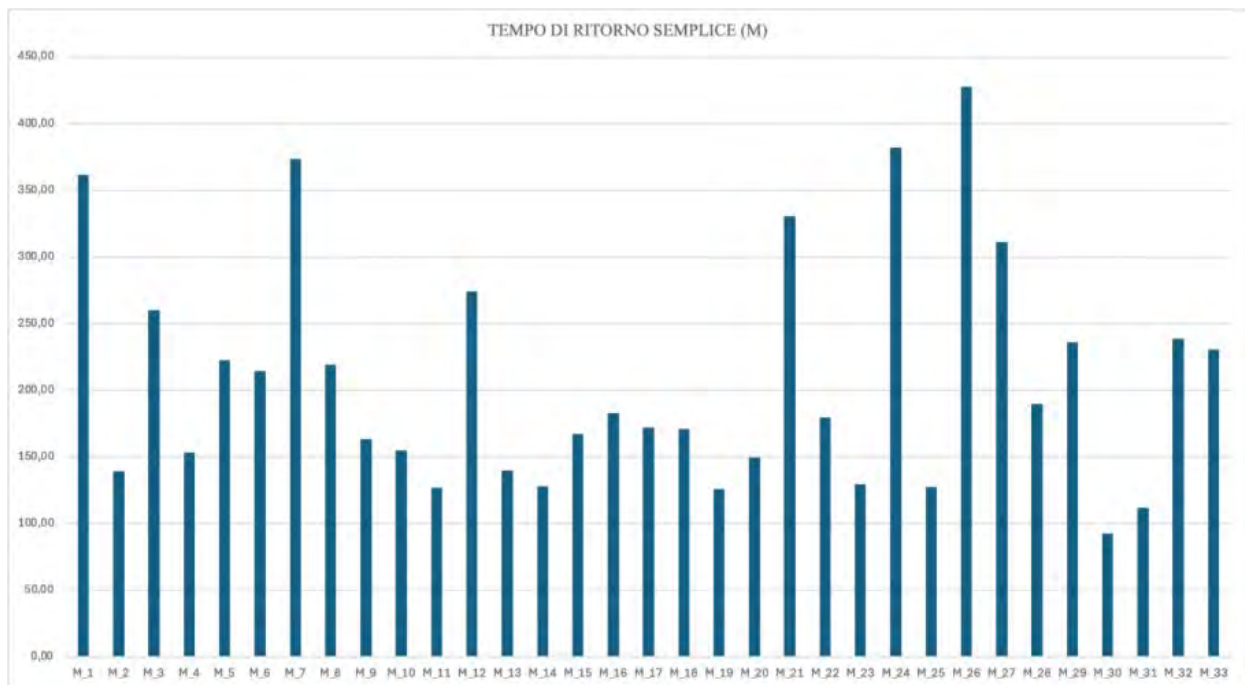
Il beneficio economico annuo derivante dagli interventi di riqualificazione è stato quindi calcolato come differenza tra il costo annuo ante intervento e il costo annuo post intervento:

$$\text{Beneficio annuo} = \text{Costo annuo ante} - \text{Costo annuo post}$$

Una volta determinato il risparmio economico annuale, è stato calcolato il tempo di ritorno semplice dell'investimento, assumendo al numeratore l'importo complessivo delle lavorazioni riconducibili agli interventi di efficientamento energetico realizzati nell'ambito del Super Ecobonus e al denominatore il beneficio economico annuo stimato:

$$\text{Tempo di ritorno semplice} = \text{Costo complessivo dell'intervento} / \text{Beneficio annuo}$$

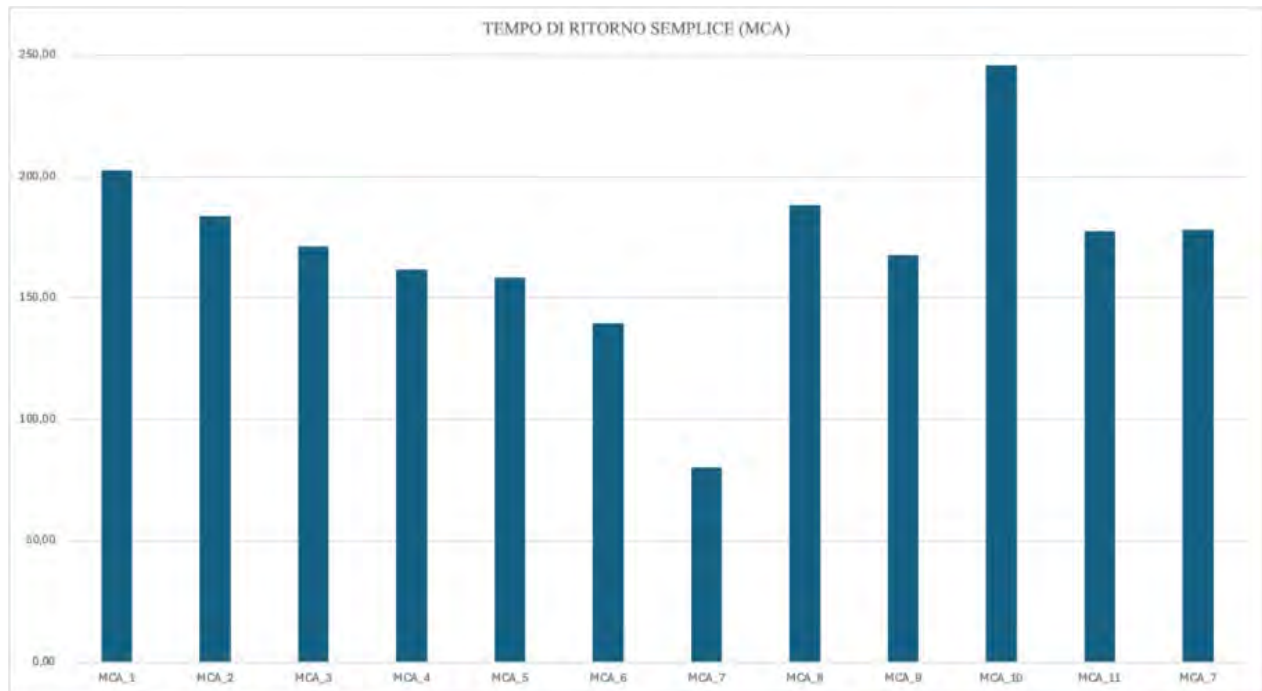
Il valore ottenuto, espresso in anni, rappresenta il numero di anni necessari affinché il risparmio economico annuale compensi integralmente il costo iniziale sostenuto per l'intervento. Si tratta di un indicatore sintetico di facile interpretazione, frequentemente utilizzato nelle analisi preliminari di convenienza economica, pur presentando alcuni limiti intrinseci. Il tempo di ritorno semplice, infatti, non considera l'attualizzazione dei flussi economici nel tempo, l'evoluzione dei prezzi energetici, eventuali costi di manutenzione o ulteriori benefici indiretti legati agli interventi di riqualificazione [23]. A partire dalla procedura descritta sono stati calcolati i tempi di ritorno semplice per ciascun edificio del campione; i risultati sono stati successivamente organizzati per tipologia costruttiva al fine di evidenziare eventuali differenze tra le diverse tecnologie edilizie considerate. Nel grafico riportato in *Fig.128* sono rappresentati i tempi di ritorno semplice calcolati per gli edifici appartenenti alla tipologia muratura portante (M).



*Fig.128* Distribuzione del tempo di ritorno semplice per gli interventi di efficientamento realizzati sugli edifici in M.

Il grafico evidenzia la variabilità dei valori all'interno del campione analizzato. Il tempo di ritorno semplice medio per questa tipologia risulta pari a circa 210 anni.

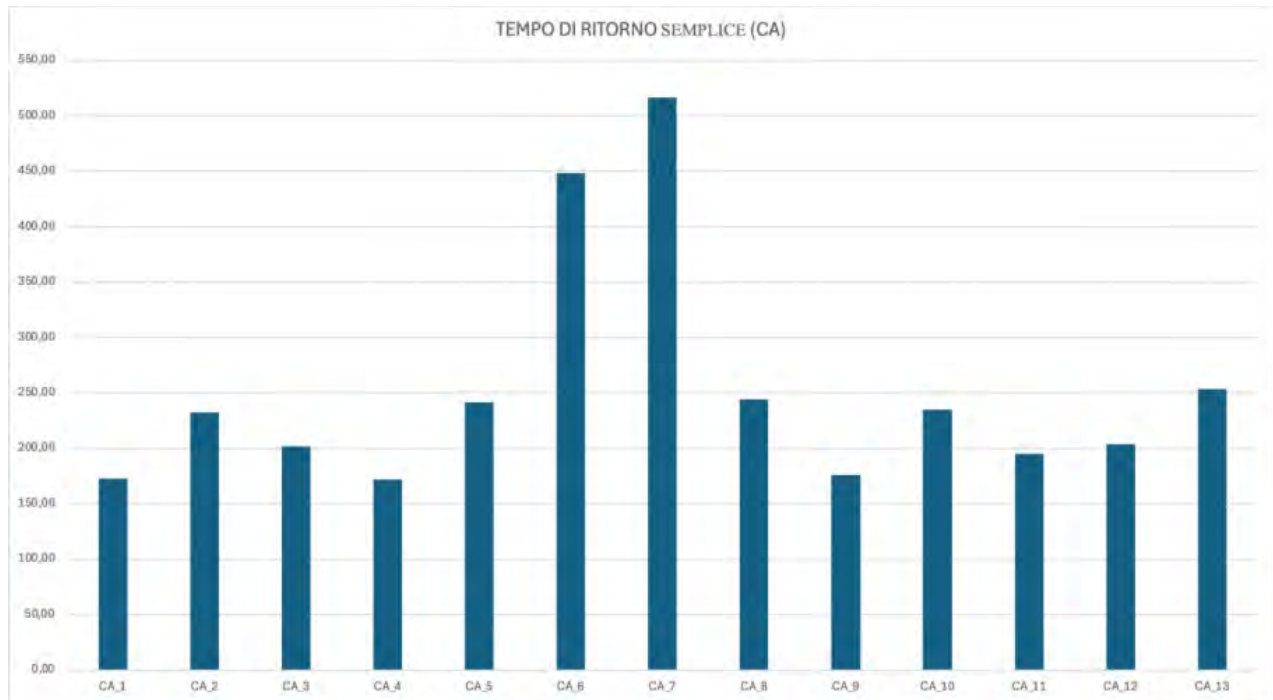
Nel grafico riportato in *Fig.129* sono invece rappresentati i tempi di ritorno semplice relativi agli edifici in muratura con struttura in calcestruzzo armato (MCA).



*Fig.129* Valutazione del tempo di ritorno semplice per gli interventi di efficientamento realizzati sugli edifici in MCA.

Anche in questo caso si osserva una significativa dispersione dei valori tra i diversi casi studio. Il tempo di ritorno medio risulta pari a circa 170 anni, rappresentando il valore più contenuto tra le tipologie analizzate.

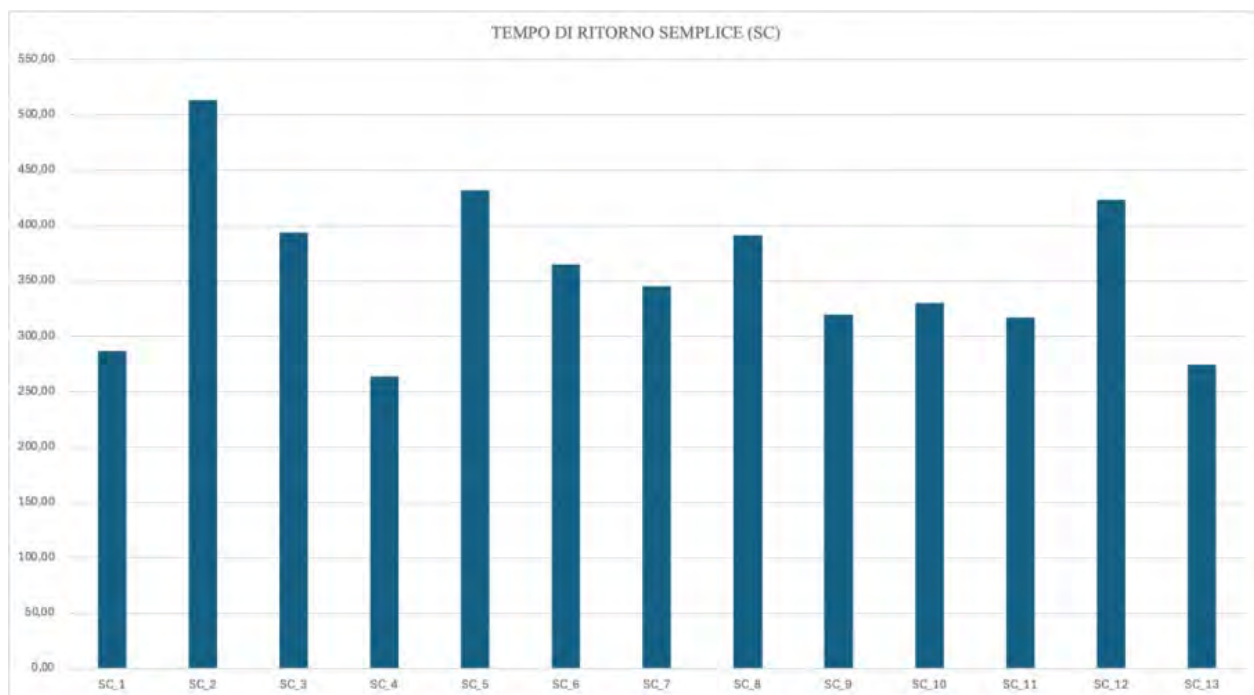
La Fig.130 mostra i risultati relativi agli edifici con telaio in calcestruzzo armato (CA).



*Fig.130* Valutazione del tempo di ritorno semplice per gli interventi di efficientamento realizzati sugli edifici in CA.

Il grafico evidenzia tempi di ritorno generalmente più elevati rispetto alle tipologie precedenti, con un valore medio pari a circa 255 anni.

Infine, la *Fig.131* riporta i tempi di ritorno semplice calcolati per gli edifici a setti di pannelli prefabbricati (SC).



*Fig.131* Valutazione del tempo di ritorno semplice per gli interventi di efficientamento realizzati sugli edifici in SC.

Questa tipologia presenta i valori medi più elevati dell'intero campione analizzato, con un tempo di ritorno medio pari a circa 360 anni.

L'elaborazione dei dati relativi al campione analizzato evidenzia tempi di ritorno mediamente elevati per tutte le tipologie costruttive considerate. In particolare, la tipologia MCA presenta il tempo di ritorno semplice medio più contenuto, pari a circa 170 anni, seguita dagli edifici in muratura portante (M) con un valore medio di circa 210 anni. Valori più elevati si riscontrano invece per gli edifici con struttura in calcestruzzo armato (CA), con un tempo di ritorno medio pari a circa 255 anni, mentre la tipologia SC registra i valori più elevati dell'intero campione, con una media pari a circa 360 anni.

L'analisi dei risultati evidenzia inoltre una significativa variabilità interna a ciascun gruppo tipologico, con differenze anche rilevanti tra edifici appartenenti alla medesima categoria costruttiva. Tale dispersione indica come il tempo di ritorno dell'investimento non dipenda esclusivamente dalla tipologia edilizia, ma anche da numerosi altri fattori, tra cui il livello di

prestazione energetica iniziale dell'edificio, l'entità del miglioramento prestazionale ottenuto, la superficie disperdente dell'involucro, la configurazione impiantistica e il costo complessivo degli interventi realizzati. I tempi di ritorno particolarmente elevati rilevati nel campione analizzato evidenziano come gli interventi di riqualificazione profonda difficilmente possano essere giustificati sulla sola base del risparmio economico annuale sui consumi energetici.

Alla luce di tali considerazioni, il tempo di ritorno semplice calcolato nel presente studio deve essere interpretato come uno strumento comparativo utile per confrontare tra loro i casi studio analizzati, piuttosto che come una valutazione finanziaria completa degli interventi. Il dato economico, letto congiuntamente ai risultati energetici e diagnostici discussi nei paragrafi precedenti, consente infatti di fornire una lettura più articolata dell'efficacia delle strategie di riqualificazione adottate nel campione esaminato.

## CONCLUSIONI

La parte finale del presente lavoro di tesi è dedicata alla sintesi e all'interpretazione critica dei risultati ottenuti nel corso della ricerca. Nei capitoli precedenti è stata condotta un'analisi sistematica di un campione di edifici oggetto di interventi di riqualificazione energetica, attraverso la raccolta e la catalogazione dei dati relativi alle caratteristiche costruttive degli edifici, agli interventi realizzati e alle prestazioni energetiche ante e post intervento.

I dati raccolti sono stati successivamente classificati e analizzati mediante l'utilizzo di una scheda di catalogazione appositamente strutturata, che ha consentito di organizzare in modo sistematico le informazioni relative ai casi studio. L'analisi è stata inoltre integrata con indagini diagnostiche mediante termografia infrarossa, finalizzate all'individuazione delle principali criticità dell'involucro edilizio e alla localizzazione dei ponti termici presenti nei diversi nodi costruttivi.

I risultati ottenuti sono stati quindi presentati, discussi e messi a confronto nei capitoli precedenti, al fine di individuare le principali soluzioni tecniche adottate negli interventi di riqualificazione e le problematiche ricorrenti riscontrate negli edifici analizzati.

Alla luce di tali analisi, i capitoli conclusivi del lavoro sono dedicati, da un lato, alla valutazione critica degli esiti della ricerca (Capitolo 9) e, dall'altro, alla sintesi dei risultati ottenuti e all'individuazione di possibili sviluppi futuri della ricerca (Capitolo 10).

## **10. Conclusioni e prospettive di ricerca**

Il presente lavoro di tesi ha analizzato gli interventi di riqualificazione energetica realizzati su un campione di edifici residenziali esistenti, con l'obiettivo di valutare l'efficacia delle soluzioni tecniche adottate nell'ambito delle politiche di incentivazione introdotte dal Superbonus. L'indagine ha riguardato edifici appartenenti a differenti tipologie costruttive, prevalentemente realizzati tra il secondo dopoguerra e gli anni Ottanta, caratterizzati da tecnologie costruttive e configurazioni strutturali tipiche del patrimonio edilizio residenziale italiano.

L'analisi si è sviluppata attraverso una fase di catalogazione sistematica dei casi studio, la valutazione delle caratteristiche costruttive e degli interventi realizzati, nonché l'utilizzo di indagini diagnostiche mediante termografia infrarossa finalizzate all'individuazione delle principali criticità dell'involucro edilizio. I risultati ottenuti consentono di formulare alcune considerazioni conclusive sia in relazione agli obiettivi della ricerca sia in merito ai possibili sviluppi futuri del lavoro.

### **10.1 Sintesi dei risultati e verifica degli obiettivi di tesi**

L'obiettivo principale della ricerca consisteva nell'analizzare l'efficacia degli interventi di riqualificazione energetica realizzati sul patrimonio edilizio esistente, individuando le principali soluzioni tecniche adottate e le criticità ricorrenti associate alla loro applicazione.

I risultati ottenuti possono essere considerati nel complesso positivi. Le indagini termografiche condotte sugli edifici oggetto di studio hanno infatti consentito di individuare con chiarezza le principali aree di dispersione termica dell'involucro edilizio e di associare tali fenomeni alle rispettive cause costruttive. In particolare, l'analisi delle immagini termografiche ha permesso di riconoscere diversi ponti termici localizzati in corrispondenza di specifici nodi costruttivi, quali balconi aggettanti, raccordi tra pareti e solai, architravi, bancali e nodi strutturali. Il confronto tra le evidenze diagnostiche e le caratteristiche costruttive degli edifici ha consentito di individuare alcune problematiche ricorrenti, riconducibili sia a limiti intrinseci delle tecnologie costruttive originarie sia a criticità legate alla fase di progettazione o esecuzione degli interventi di isolamento. Uno dei risultati più significativi della ricerca riguarda la costruzione di un abaco delle principali soluzioni tecniche adottate e delle criticità più frequenti, che consente di mettere in relazione le tipologie costruttive degli edifici con le problematiche riscontrate durante le indagini diagnostiche. Questo strumento rappresenta un utile riferimento per l'interpretazione dei fenomeni osservati e

può costituire una base conoscitiva per la progettazione di futuri interventi di riqualificazione energetica su edifici con caratteristiche analoghe.

Nel complesso, gli obiettivi prefissati nella fase iniziale della ricerca possono considerarsi raggiunti. Il lavoro ha infatti permesso di sviluppare una metodologia di analisi basata sull'integrazione tra catalogazione dei casi studio, analisi documentale e indagini diagnostiche, fornendo un quadro interpretativo delle principali problematiche legate alla riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente. Allo stesso tempo, l'ampiezza del campione analizzato e la quantità di dati raccolti hanno consentito di gettare le basi per ulteriori approfondimenti e sviluppi futuri della ricerca.

## **10.2 Prospettive di ricerca: possibili sviluppi**

La struttura metodologica adottata nel presente lavoro, basata sulla catalogazione sistematica dei casi studio mediante una scheda di analisi dedicata, si presta a possibili ampliamenti e integrazioni future. La scheda di catalogazione, infatti, può essere ulteriormente sviluppata e adattata per includere nuovi parametri di analisi o per estendere l'indagine ad altri contesti territoriali e tipologie edilizie. La quantità di dati raccolti in merito ai consumi energetici stimati, alle trasmittanze di progetto dei diversi componenti edilizi ante e post intervento e ai costi delle singole lavorazioni consente inoltre di ipotizzare diversi possibili ambiti di approfondimento della ricerca.

Un primo esempio riguarda l'analisi dei consumi energetici reali. L'acquisizione e l'analisi delle bollette energetiche relative ai periodi precedenti e successivi agli interventi permetterebbero infatti di confrontare i consumi stimati in fase di progetto con quelli effettivamente registrati durante l'esercizio dell'edificio. Tale confronto consentirebbe di valutare eventuali scostamenti tra le prestazioni energetiche teoriche e il comportamento reale dell'edificio, fenomeno noto in letteratura come *energy performance gap*.

Un secondo possibile sviluppo riguarda l'analisi delle trasmittanze termiche delle strutture opache. Attraverso l'impiego di tecniche di indagine non distruttive per il calcolo in situ della trasmittanza termica, sarebbe possibile confrontare i valori di progetto con quelli effettivamente rilevati sull'edificio, consentendo una valutazione più accurata delle prestazioni dell'involucro edilizio dopo l'intervento di riqualificazione.

Un ulteriore ambito di ricerca riguarda l'integrazione dell'analisi economica degli interventi, sviluppata mediante un'analisi costi-benefici basata sui dati relativi ai risparmi energetici annuali

stimati a seguito degli interventi; in questa prospettiva sarebbe possibile verificare i consumi certificati da quelli reali, tramite valutazione dei consumi in utenza.

Infine, ulteriori sviluppi della ricerca potrebbero riguardare l'analisi degli impatti ambientali associati ai materiali e alle soluzioni tecniche adottate, attraverso l'utilizzo di strumenti di valutazione del ciclo di vita dei materiali, quali i software dedicati all'analisi LCA. Tali strumenti consentirebbero di valutare l'impatto ambientale degli interventi lungo l'intero ciclo di vita dei materiali, fornendo un quadro più completo della sostenibilità delle strategie di riqualificazione energetica adottate.

Nel complesso, i risultati ottenuti evidenziano come il tema della riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente rappresenti un ambito di ricerca ancora ampio e in evoluzione, nel quale l'integrazione tra analisi energetiche, diagnostica edilizia, valutazioni economiche e considerazioni ambientali potrà contribuire a sviluppare strategie di intervento sempre più efficaci e sostenibili.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] European Commission, “Energy Performance of Buildings Directive.” [Online].  
Link: [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive_en)
- [2] ISTAT, “Capitolo 18 – Abitazioni e condizioni abitative,” *Annuario statistico italiano 2025*. [Online].  
Link: <https://www.istat.it/storage/ASI/2025/capitoli/C18.pdf>
- [3] Ministero dello Sviluppo Economico, *Strategia italiana per la riqualificazione energetica del parco immobiliare nazionale (STREPIN)*, 2020. [Online].  
Link: [https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/STREPIN\\_2020\\_rev\\_25-11-2020.pdf](https://www.mimit.gov.it/images/stories/documenti/STREPIN_2020_rev_25-11-2020.pdf)
- [4] R. Gulli, *Tempo e materia. Per un’etica del costruire*. Firenze: Firenze University Press, 2025.
- [5] ENEA, *Rapporto annuale sull’efficienza energetica (RAEE)*. [Online].  
Link: <https://www.efficienzaenergetica.enea.it>
- [6] Dipartimento della Protezione Civile, “Vulnerabilità sismica.” [Online].  
Link: <https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/sismico/attivita/vulnerabilita-sismica/>
- [7] H. Ritchie, “Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from?”. Our World in Data, 2020. [Online].  
Link: <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>.
- [8] Decreto-Legge 19 maggio 2020, n. 34, “Misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all’economia, nonché di politiche sociali connesse all’emergenza epidemiologica da COVID-19,” art. 119 (Superbonus 110%), convertito con modificazioni dalla Legge 17 luglio 2020, n. 77, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, n. 128, 19 maggio 2020.
- [9] ANIT – Associazione Nazionale per l’Isolamento Termico e Acustico, *Detrazioni: Il Superbonus. Regole, limiti e criteri di accesso al Superbonus per l’edilizia aggiornati con il DL 176/2022*. Milano: ANIT, 28 agosto 2023.
- [10] ENEA, *Inserito Superbonus 110% – Il futuro a casa tua*. Roma: ENEA, Feb. 2021.

[11] Cortexa – Consorzio per la cultura del Sistema a Cappotto, *Manuale per l'applicazione del Sistema a Cappotto*. Milano: Cortexa, 2025. [Online].

Link: [www.cortexa.it](http://www.cortexa.it).

[12] ANIT – Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e Acustico, *Ripristino e manutenzione dei cappotti termici. Soluzioni di risanamento per fenomeni di degrado presenti sui sistemi a cappotto*. Milano: ANIT, 23 maggio 2024. [Online]. Link: [www.anit.it](http://www.anit.it)

[13] ANIT – Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e Acustico, *Sistemi di tassellatura nell'isolamento a cappotto*. Milano: ANIT, in collaborazione con Fischer. [Online].

Link: <https://www.anit.it/wp-content/uploads/groups-file-access/Manuale-ANIT-Sistemi-tassellatura-cappotto.pdf>.

[14] European Parliament and Council of the European Union, “Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council of 24 April 2024 on the energy performance of buildings (recast),” Official Journal of the European Union, 8 May 2024. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32024L1275>

[15] Wikipedia contributors, *Spettro elettromagnetico*, Wikipedia, The Free Encyclopedia. [Online].

Link: [https://it.wikipedia.org/wiki/Spettro\\_elettromagnetico](https://it.wikipedia.org/wiki/Spettro_elettromagnetico)

[16] FLIR System, *Manuale di termografia ad infrarossi per il mercato delle costruzioni e delle energie rinnovabili*. 2011.

[17] Teledyne FLIR LLC, *FLIR E8-Pro Thermal Imaging Camera – Datasheet*, Teledyne FLIR. [Online].

Link: <https://www.flir.com/it-it/products/e8-pro/>

[18] ANIT – Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e Acustico, *Diagnostica termografica per ETICS. Le possibilità di uso delle indagini termografiche attive e passive per lo studio dei sistemi a cappotto*. Milano: ANIT, 2024. [Online].

Link: [www.anit.it](http://www.anit.it).

[19] Cortexa, *Sistema a cappotto e sostenibilità in edilizia. La misura più efficace in edilizia per risparmiare energia, ridurre le emissioni e la povertà energetica*. Milano: Cortexa, 9 aprile 2024.

[20] R. Molteni, *Il sistema d'isolamento termico a cappotto: durabilità e sostenibilità*. Presentazione tecnica ANIT-Röfix, 2024.

[21] ARERA – Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, *Dati e statistiche sui prezzi dell'energia*. [Online].

Link: <https://www.arera.it>

## APPENDICI

### A. Raccolta schede edifici

<b>Edifici con strutture MCA</b>		
<i>sigla</i>	<i>indirizzo</i>	<i>comune</i>
MCA_1	via Porrettana n. 516 - 518	Casalecchio di Reno (BO)
MCA_2	via Lavino n. 169	Calderino (BO)
MCA_3	via Caravaggio n. 7	Casalecchio di Reno (BO)
MCA_4	via Zampieri n. 16 - 18	Casalecchio di Reno (BO)
MCA_5	via Guicciardini n. 24	Zola Predosa (BO)
MCA_6	via Machiavelli n. 5	Zola Predosa (BO)
MCA_7	via Tosarelli n. 5	Zola Predosa (BO)
<b>Edifici con strutture CA</b>		
<i>sigla</i>	<i>indirizzo</i>	<i>comune</i>
CA_1	via Wiligelmo n. 1 - 11	Bologna (BO)
CA_2	via Guicciardini n. 9	Zola Predosa (BO)
CA_3	via Panfili n. 1 - 2	Bologna (BO)
CA_4	via Bazzanese n. 2/25	Casalecchio di Reno (BO)
CA_5	via Bazzanese n. 2/A	Casalecchio di Reno (BO)
CA_6	via S. Clelia Barbieri n. 1	Anzola dell'Emilia (BO)
CA_7	via S. Clelia Barbieri n. 3	Anzola dell'Emilia (BO)
CA_8	via Menganti n. 2	Bologna (BO)
CA_9	via del Francia n. 16	Casalecchio di Reno (BO)
CA_10	via Allende n. 2	Bologna (BO)
CA_11	via Allende n. 4 - 6	Bologna (BO)
CA_12	via Resistenza n. 2 - 4	Casalecchio di Reno (BO)
CA_13	via Bentivoglio n. 2 - 4	Bologna (BO)
CA_14	via Dallolio n. 7 - 23	Bologna (BO)
CA_15	via San Savino n. 13 - 29	Bologna (BO)

<b>Edifici con strutture SC</b>		
<i>sigla</i>	<i>indirizzo</i>	<i>comune</i>
SC_1	via Puccini n. 5 - 7	Funo di Argelato (BO)
SC_2	via Puccini n. 6 - 8	Funo di Argelato (BO)
SC_3	via Puccini n. 9 - 11	Funo di Argelato (BO)
SC_4	via Puccini n. 10 - 12	Funo di Argelato (BO)
SC_5	via Puccini n. 21 - 23	Funo di Argelato (BO)
SC_6	via Mascagni n. 1 - 3	Funo di Argelato (BO)
SC_7	via Mascagni n. 5 - 7	Funo di Argelato (BO)
SC_8	via Mascagni n. 9 - 11	Funo di Argelato (BO)
SC_9	via Mascagni n. 13 - 15	Funo di Argelato (BO)
SC_10	via Mascagni n. 17 - 19	Funo di Argelato (BO)
SC_11	via Mascagni n. 25 - 27	Funo di Argelato (BO)
SC_12	via Mascagni n. 29 - 31	Funo di Argelato (BO)
SC_13	via Mascagni n. 33 - 35	Funo di Argelato (BO)
SC_14	via Mascagni n. 37 - 39	Funo di Argelato (BO)
SC_15	via Agucchi n. 177 - 179	Bologna (BO)





DATI GENERALI		DATI GEOMETRICI	
Indirizzo:	via Caravaggio n. 7	Superficie utile riscaldata:	1.564,15 m <sup>2</sup>
Città:	Caialecchio di Reno (BO)	Superficie utile raffrescata:	785,58 m <sup>2</sup>
Zona climatica:	E	Volume Lordo riscaldata:	6.115,66 m <sup>3</sup>
Regio:	19	Volume Lordo raffrescato:	3.084,35 m <sup>3</sup>
Anno di costruzione:	1970	Superficie Dispersione:	2.511,22 m <sup>2</sup>
Tipo di edificio:	privata	Rapporto S/V:	0,4106

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO

USO EDIFICIO		USO PREVALENTE PR		USO SECONDARIO		USO TERZIARIO	
uso edificio:	residenziale	uso prevalente pr:	residenziale	n. piani fuori terra:	6	n. piani interrati:	0
tipologia:	residenziale	tipologia:	residenziale	n. piani residenziali:	6	n. piani interrati:	0
variante:	MCA	variante:	MCA	n. vani scala:	1	n. vani interrati:	0
perimetrale:	MP-28	perimetrale:	MP-28	n. unità immobiliari tot:	33	n. unità immobiliari per appartamento:	24
spazio:	TP-30x30	spazio:	TP-30x30	di cui:	4	di cui:	4
prima soletta:	verso cantine/garage	prima soletta:	verso cantine/garage	appartamenti:	24	appartamenti:	24
struttura:	LC	struttura:	LC	per piano terra:	4	per piano terra:	4
copertura:	MLs	copertura:	MLs	per piano fissa:	4	per piano fissa:	4
terramenti:		terramenti:		negoz:	9	negoz:	9
vetri singoli:	1%	vetri singoli:	1%	altro:		altro:	
vetri doppi:	7%	vetri doppi:	7%	presenza porticato:	<input type="checkbox"/>	presenza porticato:	<input type="checkbox"/>
vetri tripli:		vetri tripli:		presenza piano interrato:	<input type="checkbox"/>	presenza piano interrato:	<input type="checkbox"/>
basso emissivo:	92%	basso emissivo:	92%	presenza p. seminterrato:	<input type="checkbox"/>	presenza p. seminterrato:	<input type="checkbox"/>
coperture:	a falde / plana	coperture:	a falde / plana	presenza piani in oggetto:	<input type="checkbox"/>	presenza piani in oggetto:	<input type="checkbox"/>
imitazione d'acqua:	praticabile	imitazione d'acqua:	praticabile	presenza balconi:	<input type="checkbox"/>	presenza balconi:	<input type="checkbox"/>
tipologia strutturale:	LC	tipologia strutturale:	LC	presenza loggia:	<input type="checkbox"/>	presenza loggia:	<input type="checkbox"/>
rivestimento:	pavimentazione galleggiante in cls	rivestimento:	pavimentazione galleggiante in cls	presenza sottotetto:	<input type="checkbox"/>	presenza sottotetto:	<input type="checkbox"/>
				presenza abitato:	<input type="checkbox"/>	presenza abitato:	<input type="checkbox"/>
				note manutenzione:	<input type="checkbox"/>	note manutenzione:	<input type="checkbox"/>

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazione Energetica del T Abbicco		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete:	32.893,00 kWh
☺☺☺☺	☹☹☹☹	da metano:	24.949,00 m <sup>3</sup>
		da impianti fonti rinnovabili:	
		da teleriscaldamento:	

Indice di Prestazione Energetica		Dati Involucro	
non rinnovabile:	207,52 kWh/m <sup>2</sup> anno	parete esterna:	MLp/MLs, intonaco: 1,720 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile:	9,89 kWh/m <sup>2</sup> anno	prima soletta:	LC, intonaco: 1,498 W/m <sup>2</sup> K
globale:	217,41 kWh/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di espansione:	LC, piastrelle: 1,670 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (uso):	43,00 kg/m <sup>2</sup> anno	terramenti:	valore medio: 3,050 W/m <sup>2</sup> K
		vetri singoli:	4,800 W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi:	2,800 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli:	
		vetri bassoemissivi:	

Servizi energetici presenti		Prestazioni di erogazione	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento:	centralizzato:	caldaia standard: 222,56 kW
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS:	autonomo:	1,50 kW
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto raffrescamento:	autonomo:	5,00 kW
<input type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili:		
<input type="checkbox"/>	impianto VMC:		

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica del T Abbicco		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete:	45.344,00 kWh
☺☺☺☺	☹☹☹☹	da metano:	6.539,00 m <sup>3</sup>
		da impianti fonti rinnovabili:	
		da teleriscaldamento:	

Indice di Prestazione Energetica		Dati Involucro	
non rinnovabile:	100,16 kWh/m <sup>2</sup> anno	parete esterna:	MLs, EPS con grafite, intonaco: 0,185 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile:	13,63 kWh/m <sup>2</sup> anno	prima soletta:	LC, EPS con grafite, tinte silossanica: 0,217 W/m <sup>2</sup> K
globale:	113,79 kWh/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di espansione:	LC, PU con PIR espansa, piastrelle in cls: 0,185 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (uso):	22,00 kg/m <sup>2</sup> anno	terramenti:	valore medio: 1,440 W/m <sup>2</sup> K
		vetri singoli:	4,800 W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi:	2,800 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli:	
		vetri bassoemissivi:	1,300 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Prestazioni di erogazione	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento:	centralizzato:	caldaia a condensazione: 110,10 kW
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS:	autonomo:	1,50 kW
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto raffrescamento:	autonomo:	5,00 kW
<input type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili:		
<input type="checkbox"/>	impianto VMC:		

DATI INTERVENTO

Impresa esecutrice:	AEFFE S.r.l.	Anno intervento:	2021 (prima pratica)
---------------------	--------------	------------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	Tipologia di intervento	Descrizione	Quantità	Costo
parete esterna	coibentazione	pannelli EPS con grafite <input type="checkbox"/> previo scorfissione totale di intonaco	0,031 W/mK	16,00 cm
prima soletta	coibentazione	pannelli EPS con grafite	0,031 W/mK	12,00 cm
terramenti	coibentazione	pvc, vetri basso emissivi	0,060 W/mK	
imbotti infissi	coibentazione	pannelli aerogel	0,015 W/mK	1,00 cm
casineti per pannello	coibentazione	in pvc, multicamera, isolamento termoacustico	W/mK	2,40 cm
balconi / loggia	coibentazione	pannelli isolanti aerogel	0,019 W/mK	6,00 cm
solaio di copertura	coibentazione	PU con schiuma polyiso PIR espansa	0,025 W/mK	12,00 cm
copertura			W/mK	cm

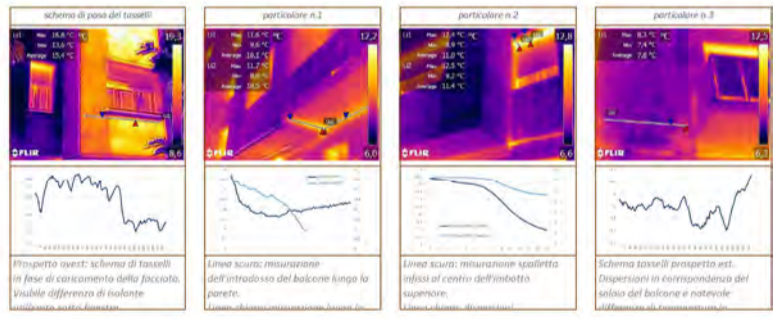


SuperEcoBonus		Importo detraibile [K]	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:		Importo detraibile (40.000,00 € fino a 800.000 €):	320.000,00 €
		Importo detraibile (30.000,00 € per restanti):	750.000,00 €
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	1.070.000,00 €
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento:	243,00 m <sup>2</sup>
		- isolamento termico in estradosso con pannelli di poliuretano espanso costituito da schiuma polyiso PIR espansa sp. 12 cm	
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento:	214,64 m <sup>2</sup>
		- isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 12 cm	
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento:	1.728,64 m <sup>2</sup>
		- isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 16 cm	
		- isolamento termico pareti interne balconi con pannelli in aerogel sp. 6 cm	
		- isolamento imbotti finestre con pannello aerogel - amagel sp. 1 cm	

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Importo detraibile [K]	
Impianto a collettori solari per la produzione di acqua calda:		Importo detraibile (20.000,00 € fino a 800.000 €):	160.000,00 €
		Importo detraibile (15.000,00 € per restanti):	375.000,00 €
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	535.000,00 €
<input type="checkbox"/>	Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua a condensazione e/o generatori di aria calda a	Potenza impianto:	110,10 kW
<input checked="" type="checkbox"/>	Sostituzione caldaia standard	Potenza impianto:	110,10 kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con micro-generatori	Potenza impianto:	110,10 kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con pompe di calore	Potenza impianto:	110,10 kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con sistemi ibridi	Potenza LIME impianto in riscaldamento:	110,10 kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto:	110,10 kW
<input type="checkbox"/>	Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore - N° scaldacqua:		
Spesa massima ammissibile trattata (aliquota 110%):		855.419,66	855.419,66
Spesa massima ammissibile trattata (aliquota 110%):		1.605.000,00	
Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi:		n. di aderenti:	22
		Importo detraibile specifico:	54.545,45 €/m <sup>2</sup>
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	1.199.999,90 €
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di schermatura solare e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di:	n. di aderenti:	22
		Importo detraibile specifico:	54.545,45 €/m <sup>2</sup>
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€
<input type="checkbox"/>	Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a	Potenza impianto:	110,10 kW
		n. di aderenti:	22
		Importo detraibile specifico:	27.272,73 €/m <sup>2</sup>
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€
<input type="checkbox"/>	Installazione di tecnologie di building automation	n. di aderenti:	22
		Importo detraibile specifico:	13.636,36 €/m <sup>2</sup>
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€
<input type="checkbox"/>	Installazione di colonnine elettriche	n. di aderenti:	22
		Importo detraibile specifico:	€
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€
<input type="checkbox"/>	Installazione di impianto fotovoltaico	Potenza impianto:	4,800 kWp
		Importo detraibile specifico:	2.400,00 €/kWp
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistema di accumulo	Capacità della batteria:	1,000 kWh
		Importo detraibile specifico:	1.000,00 €/kWh
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€
<input type="checkbox"/>	Rinvasamento termico per fotovoltaico	n. di aderenti:	22
		Importo detraibile specifico:	50.000,00 €/m <sup>2</sup>
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€
Spesa massima ammissibile trattata (aliquota 110%):		1.199.999,90	1.199.999,90
tot SuperEcoBonus [K]		994.939,58	994.939,58
Imposta detratata [K]		1.094.433,54	1.094.433,54

SuperSismobonus		Importo detraibile [K]	
<input type="checkbox"/>	Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:	Importo detraibile specifico:	96.000,00 €/m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	Interventi sulla copertura:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul solaio di copertura:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul primo solaio:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sui solai intermedi:		
<input type="checkbox"/>	Interventi volti a ridurre la possibilità di innescio di meccanismi locali:		
<input type="checkbox"/>	Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti:		
<input type="checkbox"/>	Interventi di consolidamento di un muro di contenimento perturbabile e sostegno del terreno di:		
tot Sismobonus			
tot SuperSismobonus			
Importo detraibile con aliquota 110%			

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento:	28/01/2026
temperatura ambiente:	19,20 °C
temperatura esterna:	7 °C
umidità relativa:	98 %
tipologia di procedura:	qualitativa
tipologia di rilevazione:	passiva
condizioni di rilevazione:	stazionarie
distanza della rilevazione:	5,00 m
Prospetto ovest: ben visibile e accessibile; progetto est rilevato a 95 m; condizioni di rilevazione attive e passive.	



Sicurezza di tenuta d'aria		criticità riscontrata	
schema di posa dei tasselli:	<input checked="" type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W <input type="checkbox"/> no		
stufamento pannelli:	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
giunti di risulta:	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
connessione dei punti termici:	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità intradossso balconi, parti in aggetto, spallate infissi.	
pannelli:	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
involucro verticale:	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
travi di piano:	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
solaio di copertura:	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
balconi finestre:	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
imbotti finestre:	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Vedi termografia: dispersioni maggiormente concentrate agli angoli.	
arbitrari / casematte:	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
invasi:	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni da intradossso solaio.	
eventuali anomalie e/o particolarità:		Difetti visibili su intonaco rilevabili con termocamera.	

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICI	
Indirizzo:	via Zampieri n. 16 - 18	Superficie utile riscaldata:	2 376,82 m <sup>2</sup>
Città:	Casalecchio di Reno (BO)	Superficie utile raffrescata:	2 376,82 m <sup>2</sup>
Zona climatica:	E	Volume Lordo riscaldata:	9 405,58 m <sup>3</sup>
Regione:	19	Volume Lordo raffrescata:	9 405,58 m <sup>3</sup>
Anno di costruzione:	1963	Superficie Dispersione:	3 783,71 m <sup>2</sup>
Tipo di edificio:	privata	Rapporto S/V:	0,4023

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO			
	<b>uso edificio</b> uso prevalente pt: <b>residenziale</b> commerciale	<b>spazi comuni</b> n. piani fuori terra: 6 n. piani residenziali: 5 n. vani scala: 2 n. unità immobiliari tot: 37 di cui: appartamenti: 26 piano terra per piano tipo: 4 arca: 4 negozi: 4 altro: 7	<b>materiali e finiture</b> bagno: <input type="checkbox"/> zoccolatura: <input type="checkbox"/> marciapiedi: <input type="checkbox"/> intonaco: <input type="checkbox"/> calcanti - rasante: <input type="checkbox"/> intonacino plastico: <input type="checkbox"/> mattoni facciavista: <input type="checkbox"/> pietra facciavista: <input type="checkbox"/> mattoni paramano: <input type="checkbox"/> piastrelle a mosaico: <input type="checkbox"/> lastre in gres porcellanato: <input type="checkbox"/> pannelli fibre di legno e resine: <input type="checkbox"/> telaini in clt: <input type="checkbox"/> lamine: <input type="checkbox"/>
<b>struttura</b> perimetrale: MCA spina: TP-30x30 prima soletta: verso cantine/garage struttura: LC tamponamento: MIs serramenti: vetri singoli: 9% vetri doppi: 49% vetri tripli: 42% basso emissivo: <input type="checkbox"/> a falde: <input type="checkbox"/> plana sola manutenzione: LC tegole in laterizio	<b>presenza porticato</b> presenza piano interrato: <input type="checkbox"/> presenza p. seminterrato: <input type="checkbox"/> presenza piani in oggetto: <input type="checkbox"/> presenza balconi: <input type="checkbox"/> presenza loggia: <input type="checkbox"/> presenza sottotetto: <input type="checkbox"/> abitabile: <input type="checkbox"/> sola manutenzione: <input type="checkbox"/>	<b>consumo energetico annuo</b> da energia elettrica da rete: 3 361,00 kWh da metano: 55 218,00 m <sup>3</sup> da impianto fonti rinnovabili: kWh da tele riscaldamento: kWh	<b>dati termici</b> parete esterna: MIs/MIs, telaini in cotto: 1,770 W/m <sup>2</sup> K primo solaio: LC, intonaco: 1,720 W/m <sup>2</sup> K copertura o solaio di esportazione: LC, tegole in laterizio: 2,390 W/m <sup>2</sup> K serramenti: valore medio: 4,209 W/m <sup>2</sup> K vetri singoli: 4,800 W/m <sup>2</sup> K vetri doppi: metallo no taglio termico: 4,100 W/m <sup>2</sup> K vetri tripli: W/m <sup>2</sup> K vetri bassoemissivo: W/m <sup>2</sup> K



Prestazione Energetica del Fabbricato		Consumo Energetico Annuo		Indice di Prestazione Energetica		Dati termici	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	3 361,00 kWh	non rinnovabile	245,22 kWh/m <sup>2</sup> anno	parete esterna	MIs/MIs, telaini in cotto
		da metano	55 218,00 m <sup>3</sup>	rinnovabile	0,66 kWh/m <sup>2</sup> anno	primo solaio	LC, intonaco
		da impianto fonti rinnovabili	kWh	globale	245,88 kWh/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	LC, tegole in laterizio
		da tele riscaldamento	kWh	emissioni CO2 (tot)	49,00 kg/m <sup>2</sup> anno	serramenti:	valore medio: 4,209 W/m <sup>2</sup> K
						vetri singoli	4,800 W/m <sup>2</sup> K
						vetri doppi	metallo no taglio termico: 4,100 W/m <sup>2</sup> K
						vetri tripli	W/m <sup>2</sup> K
						vetri bassoemissivo	W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti			
	impianto riscaldamento	centralizzato	caldaia standard: 281,58 kW
	impianto produzione ACS	centralizzato	caldaia standard: 281,58 kW
	impianto raffrescamento		kW
	impianto fonti rinnovabili		kW
	impianto VME		kW



Prestazione Energetica del Fabbricato		Consumo Energetico Annuo		Indice di Prestazione Energetica		Dati termici	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	8 567,00 kWh	non rinnovabile	134,03 kWh/m <sup>2</sup> anno	parete esterna	MIs, EPS con grafite, intonaco
		da metano	28 921,00 m <sup>3</sup>	rinnovabile	9,66 kWh/m <sup>2</sup> anno	primo solaio	LC, EPS con grafite, intonaco
		da impianto fonti rinnovabili	5 981,00 kWh	globale	143,63 kWh/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	LC, PU con PIR espansa, tegole
		da tele riscaldamento	kWh	emissioni CO2 (tot)	27,00 kg/m <sup>2</sup> anno	serramenti:	valore medio: 2,982 W/m <sup>2</sup> K
						vetri singoli	4,800 W/m <sup>2</sup> K
						vetri doppi	metallo no taglio termico: 4,100 W/m <sup>2</sup> K
						vetri tripli	W/m <sup>2</sup> K
						vetri bassoemissivo	telaini in PVC: 1,300 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti			
	impianto riscaldamento	centralizzato	caldaia a condensazione: 154,56 kW
	impianto produzione ACS	centralizzato	caldaia a condensazione: 154,56 kW
	impianto raffrescamento		kW
	impianto fonti rinnovabili	centralizzato	impianto fotovoltaico: 5,85 kW
	impianto VME		kW

DATI INTERVENTO			
impresa esecutrice:	F.I.I. IARIA S.r.l.	anno intervento:	2021 (prima pratica)

Lavorazioni effettuate su	Caratteristiche	Quantità	Costo
parete esterna	coibentazione pannelli EPS con grafite + XPS per travi di piano previo scalficciamento totale di intonaco	0,031 W/mK	16,00 cm
primo solaio	coibentazione pannelli EPS con grafite	0,031 W/mK	12,00 cm
serramenti	coibentazione pvc, vetri basso emissivi	0,060 W/mK	
ambretti infissi	in pvc, multicamera, isolamento termoacustico	W/mK	cm
cassonetti per avvolgibili	coibentazione pannelli EPS con grafite	0,031 W/mK	2,40 cm
balconi / loggia	coibentazione	W/mK	14,00 cm
solaio di copertura	coibentazione	W/mK	cm
copertura	coibentazione PU con schiuma polyiso PIR espansa	0,022 W/mK	14,00 cm



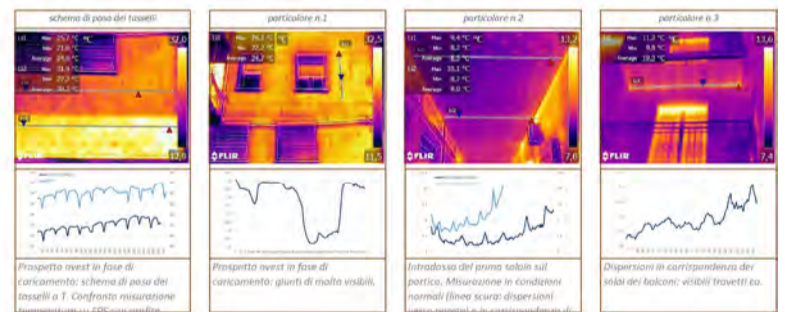
Superficio bonus		Superficie di intervento	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%: importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 s.u.): 320.000,00 € importo detraibile (30.000,00 € per restanti): 870.000,00 € Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 1.190.000,00 €	<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture Superficie di intervento: 479,69 m <sup>2</sup> - isolamento termico in estradosso con pannelli di poliuretano espanso costituito da schiuma polyiso PIR espansa sp. 14 cm	1 138 579,99	1 138 579,99
<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti Superficie di intervento: 93,74 m <sup>2</sup> - isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 12 cm	<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali Superficie di intervento: 1.369,41 m <sup>2</sup> - isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 16 cm - isolamento travi di piano e fasce verticali finestrate con XPS sp. 16 cm - isolamento termico pareti interne balconi con pannelli in EPS con grafite sp. 14 cm		

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Importo detraibile (20.000,00 € fino a 8 s.u.)		Importo detraibile (30.000,00 € per restanti)	
Impianto a collettori solari per la produzione di acqua calda Superficie di intervento: m <sup>2</sup>		160.000,00 €	85.000,00 €		
<input checked="" type="checkbox"/> Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda o Potenza impianto: 254,36 kW				112 263,58	112 263,58
<input type="checkbox"/> - sostituzione caldaia standard Impianti con micro-generatori Potenza impianto: kW					
<input type="checkbox"/> Impianti con pompe di calore Potenza impianto: kW					
<input type="checkbox"/> Impianti con sistemi ibridi Potenza Lorde impianto in riscaldamento: kW					
<input type="checkbox"/> Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili Potenza impianto: kW					
<input type="checkbox"/> Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore - N° scaldacqua:					
Spesa massima ammissibile (aliquota 110%) 1 785 000,00				1 250 843,57	1 250 843,57
<input checked="" type="checkbox"/> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi n. di aderenti: 21 importo detraibile specifico: 54.545,45 €/s.u. Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 599.999,95 €				267 346,13	267 346,13
<input checked="" type="checkbox"/> Installazione di sistemi di schermatura solare e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di: n. di aderenti: 14 importo detraibile specifico: 54.545,45 €/s.u. Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 763.636,30 €				26 370,02	26 370,02
<input type="checkbox"/> - tenda o veneziana esterna manuale, in tessuto, orientamento sud-est e sud-ovest					
<input type="checkbox"/> Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua o: Potenza impianto: kW n. di aderenti: importo detraibile specifico: 37.272,73 €/s.u. Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €					
<input type="checkbox"/> Installazione di tecnologie di building automation n. di aderenti: importo detraibile specifico: 13.636,36 €/s.u. Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €					
<input type="checkbox"/> Installazione di colonnine elettriche n. di aderenti: importo detraibile specifico: €/s.u. Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €					
<input checked="" type="checkbox"/> Installazione di impianto fotovoltaico Potenza impianto: 5,46 kWp importo detraibile specifico: 2.400,00 €/kW Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 12.104,00 €				5 460,00	5 460,00
<input checked="" type="checkbox"/> Installazione di sistema di accumulo: Capacità della batteria: 12,00 kWh importo detraibile specifico: 1.000,00 €/kWh Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 10.000,00 €				4 999,99	4 999,99
<input type="checkbox"/> Biomasse (cassone per pellet) e/o: n. di aderenti: importo detraibile specifico: 56.000,00 €/s.u. Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €					
Spesa massima ammissibile (aliquota 110%) 1 386 740,25				304 176,14	304 176,14

tot SuperEcobonus (€)	1 555 019,71	1 555 019,71
importo detraibile (€)	1 710 521,68	1 710 521,68


SuperSismobonus	
<input type="checkbox"/> Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali: <input type="checkbox"/> Interventi sulla copertura: <input type="checkbox"/> Interventi sul solaio di copertura: <input type="checkbox"/> Interventi sul primo solaio: <input type="checkbox"/> Interventi sui solai intermedi: <input type="checkbox"/> Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali: <input type="checkbox"/> Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti: <input type="checkbox"/> Interventi di consolidamento di un muro di contenimento perturbabile e sostegno del terreno di	importo detraibile specifico: 96.000,00 €/s.u. tot tralimenti: tot SuperSismobonus importo detraibile con aliquota 110%

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento: 28/01/2026 fascia oraria: 10-11 temperatura esterna: 7 °C umidità relativa: 98 %	stato sulla rilevazione: Prospetti ben visibili e accessibili; condizioni di rilevazione attive e passive; adeguato distanziamento di rilevazione dai prospetti.
tipologia di procedura: qualitativa tipologia di rilevazione: attiva condizioni di rilevazione: caricamento distanza della rilevazione: 5,00 m	



Esecuzione di lavori d'urto		criticità riscontrate	
<input checked="" type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W	<input type="checkbox"/> no		
sfoltimento pannelli: giunti di malta: <input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Visibili da prospetto ovest.	
connessione dei ponti termici: balconi: <input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no balconi verticali: <input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità raccordo intradosso balconi parete.	
rivoli di piano: <input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	N.B. Vedi giunti di malta e ponti termici.	
solai di copertura: balconi finestre: <input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no balconi finestre: <input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no balconi finestre: <input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni da intradosso solaio.	
eventuali anomalie e/o particolarità:	Non rilevate eccessive dispersioni di calore; ponti termici in corrispondenza raccordi balconi-parete; giunti di malta visibili sia con rilevazione attiva sia passiva.		

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICI	
Indirizzo:	via Guicciardini n. 24	Superficie utile riscaldata:	687,29 m <sup>2</sup>
Città:	Zola Predosa (BO)	Superficie utile rinfrescata:	m <sup>2</sup>
Zona climatica:	E	Volume Lordo riscaldata:	2.749,11 m <sup>3</sup>
Taglio:	29	Volume Lordo rinfrescata:	m <sup>3</sup>
anno di costruzione:	1970	Superficie Dispersione:	1.267,73 m <sup>2</sup>
tipo di edificio:	privata	Rapporto S/V:	0,4611

CARATTERISTICHE TIPologiche E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO			
	<b>uso edificio</b> uso prevalente pt: <b>residenziale</b> residenziale	<b>partecipazioni/condizionamenti</b> n. piani fuori terra: 3 n. piani residenziali: 3 n. vani scala: 1 n. unità immobiliari tot: 24 di cui: appartamenti: 9 piano terra per piano tipo: 3 arca: 3 negozi: 15 altro:	<b>tipologia di edificio</b> bagno scollatura marciapiedi infianco collante - rasante intonacino plastico mattoni facciovista pietra facciovista mattoni paramano piastrelle a mosaico lastre in gres porcellanato pannelli fibre di legno e resine telaio in clt lesene
<b>tipologia di edificio</b> verticale: MCA perimetrale: MP-28 apice: TP-30x30	<b>partecipazioni/condizionamenti</b> n. piani fuori terra: 3 n. piani residenziali: 3 n. vani scala: 1 n. unità immobiliari tot: 24 di cui: appartamenti: 9 piano terra per piano tipo: 3 arca: 3 negozi: 15 altro:	<b>tipologia di edificio</b> bagno scollatura marciapiedi infianco collante - rasante intonacino plastico mattoni facciovista pietra facciovista mattoni paramano piastrelle a mosaico lastre in gres porcellanato pannelli fibre di legno e resine telaio in clt lesene	<b>tipologia di edificio</b> bagno scollatura marciapiedi infianco collante - rasante intonacino plastico mattoni facciovista pietra facciovista mattoni paramano piastrelle a mosaico lastre in gres porcellanato pannelli fibre di legno e resine telaio in clt lesene



Prestazione Energetica del Fabbricato			
ESTATE	INVERNO		
da energia elettrica da rete	18.059,00 kWh		kWh
da metano	7.712,00 m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>
da impianti fonti rinnovabili			kWh
da tele riscaldamento			kWh

Indice di Prestazione Energetica			
non rinnovabile	168,35 kWh/m <sup>2</sup> anno		
rinnovabile	12,35 kWh/m <sup>2</sup> anno		
globale	180,70 kWh/m <sup>2</sup> anno		
emissioni CO2 (solo)	36,00 kg/m <sup>2</sup> anno		

Servizi energetici presenti			
impianto riscaldamento	centralizzato	caldaia a condensazione	74,00 kW
impianto produzione ACS	autonomo	bolle elettrici	1,20 kW
impianto raffrescamento			kW
impianto fonti rinnovabili			kW
impianto VMC			kW



Prestazione Energetica del Fabbricato			
ESTATE	INVERNO		
da energia elettrica da rete	17.454,00 kWh		kWh
da metano	1.874,00 m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>
da impianti fonti rinnovabili			kWh
da tele riscaldamento			kWh

Indice di Prestazione Energetica			
non rinnovabile	77,99 kWh/m <sup>2</sup> anno		
rinnovabile	11,94 kWh/m <sup>2</sup> anno		
globale	89,93 kWh/m <sup>2</sup> anno		
emissioni CO2 (solo)	17,00 kg/m <sup>2</sup> anno		

Servizi energetici presenti			
impianto riscaldamento	centralizzato	caldaia a condensazione	74,00 kW
impianto produzione ACS	autonomo	bolle elettrici	1,20 kW
impianto raffrescamento			kW
impianto fonti rinnovabili			kW
impianto VMC			kW

DATI INTERVENTO			
impresa esecutrice:	RICAP S.r.l.	anno intervento:	2022 (prima pratica)

Lavorazioni effettuate su	Caratteristiche	Spessore (cm)	Conduttività (W/mK)	Area (m <sup>2</sup> )
parete esterna	coibentazione pannelli EPS con grafite	0,030	0,030	14,00
primo solaio	coibentazione pannelli di stiferite	0,220	0,220	8,00
terrazzamenti	coibentazione microsolante composto da calce e aerogel	0,002	0,002	0,50
imbottiti infissi	coibentazione pannelli in resina fenolica rivestiti in EPS	0,019	0,019	8,00
balconi / logge	coibentazione PU con schiuma polyiso PIR espansa	0,025	0,025	14,00
solaio di copertura				
copertura				



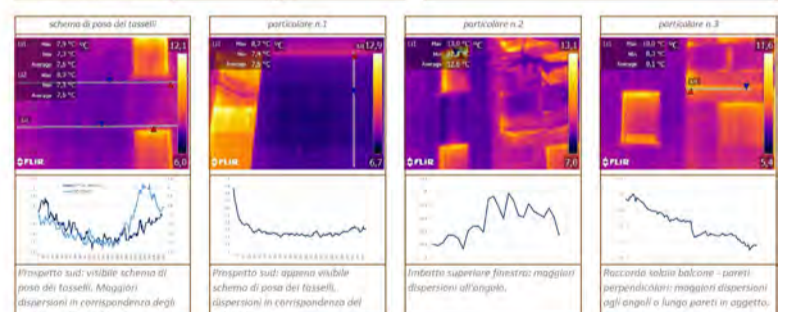
SuperEcoBonus			
<b>isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:</b> Impianto detraibile (40.000,00 € fino a 8 ul): 320.000,00 € Impianto detraibile (30.000,00 € per restanti): 380.000,00 € Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 800.000,00 €	Superficie di intervento: 229,09 m <sup>2</sup> - isolamento termico in estradosso con pannelli di poliuretano espanso costituito da schiuma polyiso PIR espansa sp. 14 cm	415.094,88	150.801,55
Superficie di intervento: 229,09 m <sup>2</sup> - isolamento termico in intradosso del primo solaio con pannelli di stiferite RP sp. 8 cm			
Superficie di intervento: 603,15 m <sup>2</sup> - isolamento a cappotto di pareti esterne con pannelli di polistirene EPS con grafite sp. 14 cm - intonaco termico pareti interne balconi con pannello in resina fenolica sp. 8 cm - microcappotto termico per imbottiti finestre composto da microfere ceramiche a base di silicati di calcio e K <sub>2</sub> O			

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:			
Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda a Impianti con micro-generatori Impianti con pompe di calore Impianti con sistemi ibridi Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	Impianto detraibile (20.000,00 € fino a 8 ul): 160.000,00 € Impianto detraibile (15.000,00 € per restanti): € Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €		
Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi Installazione di sistemi di schermatura solare e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a Installazione di tecnologie di building automation Installazione di colonnine elettriche Installazione di impianto fotovoltaico Installazione di sistema di aspirumidi Rimozione Esterno architettoniche	Impianto detraibile specifico: 14.545,45 €/ul Spesa massima detraibile (aliquota 110%): € Impianto detraibile specifico: €/ul Spesa massima detraibile (aliquota 110%): € Impianto detraibile specifico: 22.272,73 €/ul Spesa massima detraibile (aliquota 110%): € Impianto detraibile specifico: 13.636,36 €/ul Spesa massima detraibile (aliquota 110%): € Impianto detraibile specifico: €/ul Spesa massima detraibile (aliquota 110%): € Impianto detraibile specifico: 2.400,00 €/kW Spesa massima detraibile (aliquota 110%): € Capacità della batteria: kWh Impianto detraibile specifico: 1.000,00 €/kWh Spesa massima detraibile (aliquota 110%): € Impianto detraibile specifico: 50.000,00 €/ul Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €		
Spesa massima ammissibile trattata		415.094,88	150.801,55
Impianto detraibile (100%)		800.000,00	565.896,43

tot SuperEcoBonus [€]			
415.094,88	150.801,55	565.896,43	
Impianto detraibile [€]			
456.004,17	105.561,09	562.185,43	

SuperStimobonus			
Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali Interventi sulla copertura Interventi sul solaio di copertura Interventi sul primo solaio Interventi sui solai intermedi Interventi volti a ridurre la possibilità di ingresso di meccanismi fisici Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti Interventi di consolidamento di un muro di contenimento perturbabile e sostegno del terreno	Impianto detraibile specifico: 96.000,00 €/ul		
tot Stimobonus			
Impianto detraibile con aliquota 110%			

ANALISI TERMOGRAFICA			
data rilevamento:	09/02/2026	data sulla rilevazione:	
locali rilevati:	18/19	Prospetti non accessibili:	prospetto est coperto da vegetazione; prospetto sud visibile da 10 m; prospetto ovest visibile di scorcio da >10 m.
temperatura esterna:	9 °C		
umidità relativa:	96 %		
tipologia di procedura:	qualitativa		
tipologia di ricezione:	passiva		
condizioni di rilevazione:	stazionarie		
distanza della rilevazione:	5,00 m		



Esecuzioni di tasselli d'arredo		criticità riscontrate	
schema di posa dei tasselli	<input type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W <input type="checkbox"/> no		Non rilevabile.
spallamento pannelli	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		Non rilevabile.
guasti di risulta	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		Non visibili a 10 m.
connessione dei punti termici:	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		Criticità nelle spallate finestre, architravi, bancali, intradosso balconi, copertura.
involucro ventilato	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
travi di piano	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
solaio di copertura	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
bancali finestre	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
imbottiti finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
architravi / cassonetti	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
bancali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		Dispersioni da intradosso solaio, raccordo con pareti in aggetto.

eventuali anomalie e/o particolarità: Difficoltà di rilevazione per accessi limitati e lontananza da prospetti; dispersioni da bancali e architravi finestre, intradosso balconi.





DATI GENERALI		DATI GEOMETRICI	
Indirizzo:	via Wilgelmo n. 1 - 11, via Vitale da Bo. n. 2 - 4	Superficie utile riscaldata:	19 263,29 m <sup>2</sup>
Città:	Bologna (BO)	Superficie utile raffrescata:	m <sup>2</sup>
Zona climatica:	E	Volume Lordo riscaldata:	71 185,88 m <sup>3</sup>
Altezza:	17,7 m	Volume Lordo raffrescata:	m <sup>3</sup>
anno di costruzione:	1968	Superficie Dispersione:	25 858,15 m <sup>2</sup>
tipo di edificio:	pubblica	Rapporto S/V:	0,3632

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO			
P.I.D.	uso edificio:	residenziale	
	uso prevalente pt:	piano pilots	
Tipologia/struttura portante:	variante:	CA	
	perimetrale:	TP-100x175	
	aperta:	TP-100x175	
Struttura:	prima soletta:	verso piano pilots	
	tamponeamento:	BLF	
Pavimenti:	vetri singoli:		
	vetri doppi:	47%	
Coperture:	coperture:	a falde / plana	
	isolamento d'uso:	per impianti	
Rivestimenti:	tipologia strutturale:	LC	
	rivestimento:	manto impermeabile bituminoso	



Prestazione Energetica dell'Edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete:	77 711,30 kWh
☺	☹	da metano:	233 318,08 m <sup>3</sup>
☺	☹	da impianto fonti rinnovabili:	kWh
☺	☹	da terzi/da altri:	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Involucro	
non rinnovabile:	128,03 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLF, EPS, intonaco:	1,180 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile:	1,90 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, EPS, intonaco:	0,399 W/m <sup>2</sup> K
globale:	129,93 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, XPS, guaina bituminosa:	0,183 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (tot):	4 591,36 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o analisi di esportazione:	2,800 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici previsti			
impianto riscaldamento:	centralizzato	caldaia standard:	1980,00 kW
impianto produzione ACS:	centralizzato	caldaia standard:	1980,00 kW
impianto raffrescamento:			kW
impianto fonti rinnovabili:			kW
impianto VMC:			kW



Prestazione Energetica dell'Edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete:	159 679,68 kWh
☺	☹	da metano:	7 865,49 m <sup>3</sup>
☺	☹	da impianto fonti rinnovabili:	19 175,27 kWh
☺	☹	da terzi/da altri:	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Involucro	
non rinnovabile:	20,72 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLF, EPS con grafite, rivestimento acrilico/lattico:	0,206 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile:	34,21 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, EPS, intonaco:	0,399 W/m <sup>2</sup> K
globale:	54,93 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, XPS, guaina bituminosa:	0,183 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (tot):	821,84 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o analisi di esportazione:	1,838 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici previsti			
impianto riscaldamento:	centralizzato	caldaie a condensazione e pompe di calore:	1 062,80 kW
impianto produzione ACS:	centralizzato	caldaie a condensazione e pompe di calore:	1 062,80 kW
impianto raffrescamento:			kW
impianto fonti rinnovabili:	centralizzato	impianto fotovoltaico e PDC elettriche aria-acqua:	20,00 kW
impianto VMC:			kW

DATI INTERVENTO			
Impresa esecutrice:	Global Costruzioni S.r.l.	anno intervento:	2021 (prima pratica)

Lavorazioni effettuate su			
parete esterna:	coibentazione:	pannelli EPS con grafite	12,00 cm
prima soletta:	isol. pre-esistente:	pannelli EPS	6,00 cm
serenamenti:	coibentazione:	pvc, vetri basso emissivi	0,060 W/mK
	coibentazione:	microisolante composto da calce e aerogel	0,002 W/mK
bancali / logge:	coibentazione:	in pvc, multicamera, isolamento termocustico	0,212 W/mK
	coibentazione:	microisolante composto da calce e aerogel	0,002 W/mK
solino di copertura:	isol. pre-esistente:	pannelli XPS	0,033 W/mK
copertura:			cm



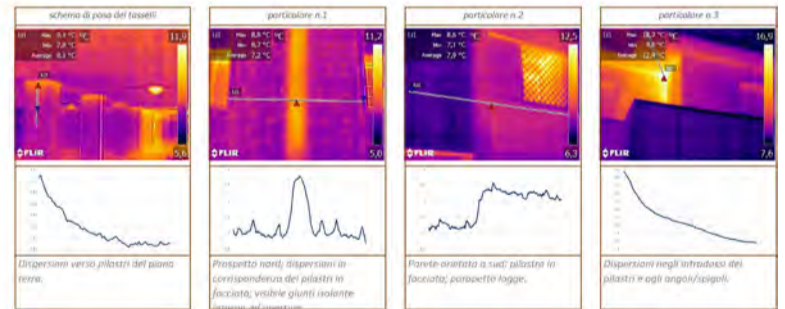
Superficies		Superficie di intervento	
Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento:	m <sup>2</sup>	
Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento:	m <sup>2</sup>	
Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento:	15 538,02 m <sup>2</sup>	

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:			
Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda:	Superficie di intervento:	m <sup>2</sup>	
Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua a condensazione e/o generatori di aria calda a:	Potenza impianto:	kW	
Impianti con micro-generatori:	Potenza impianto:	kW	
Impianti con pompe di calore:	Potenza impianto:	kW	
Impianti con sistemi ibridi:	Potenza utile impianto in riscaldamento:	834,80 kW	
- sistema costituito da pompe di calore aria-acqua (248,00 kW) e caldaie a condensazione	Potenza impianto:	kW	
Impianti con generatori di calore alimentati a biomassa combustibili:	Potenza impianto:	kW	
Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore:	Potenza impianto:	kW	

Spesa massima ammissibile massima			
Spesa massima ammissibile massima:	10 687 062,97	10 687 062,97	
Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi:			
- n. di aderenti:	201		
Importo detraibile specifico:	54 545,45 €/m <sup>2</sup>		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	5 509 090,45 €	1 943 152,94	1 943 152,94
- finestre e portefinestre in pvc ad una/due ante, vetro triplo			
- n. di aderenti:	53		
Importo detraibile specifico:	54 545,45 €/m <sup>2</sup>		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	2 890 908,65 €	704 822,83	704 822,83
- tenda o veneziana esterna manuale, in tessuto, orientamento sud e ovest			
Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a:			
- n. di aderenti:			
Importo detraibile specifico:	37 272,73 €/m <sup>2</sup>		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€		
Installazione di tecnologia di building automation:			
- n. di aderenti:			
Importo detraibile specifico:	13 636,36 €/m <sup>2</sup>		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€		
Installazione di colonnine elettriche:			
- n. di aderenti:			
Importo detraibile specifico:	€/m <sup>2</sup>		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€		
Installazione di impianto fotovoltaico:			
Potenza impianto:	20,00 kWp		
Importo detraibile specifico:	2 400,00 €/kW		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	48 000,00 €	47 159,04	47 159,04
Installazione di sistema di accumulo:			
Capacità della batteria:	48,00 kWh		
Importo detraibile specifico:	1 000,00 €/kWh		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	48 000,00 €	47 812,01	47 812,01
Rinnovalo/conservazione architettonica:			
- n. di aderenti:			
Importo detraibile specifico:	50 000,00 €/m <sup>2</sup>		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€		
Spesa massima ammissibile trattata:	8 495 999,30	2 142 946,82	2 142 946,82
tot SuperEcobonus (€)			
Importo detraibile (€)	12 830 009,79	12 830 009,79	
Importo detratto (€)	14 113 010,77	14 113 010,77	

SuperSismobonus			
Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:			
- confinamento dall'esterno di nodo pilastro-trave con piastra in acciaio con agguntivo			
Interventi sulla copertura:			
- ripristino e risanamento di travi perimetrali in cemento armato con malta fibrarforzata			
- ripristino e risanamento di travi perimetrali in cemento armato con malta fibrarforzata			
Interventi sui solai intermedi:			
- ripristino e risanamento di travi perimetrali in cemento armato con malta fibrarforzata			
Interventi sul primo solaio:			
- prevenzione antiribaltamento delle tamponature mediante rete biassiale in fibra naturale di			
- rafforzamento di elementi con strutturali passivi:			
- interventi di consolidamento di un muro di contenimento perturbato e sostegno del terreno di			
tot trattamenti:	36 192 000,00	7 368 874,36	7 368 874,36
tot SuperSismobonus			
Importo detratto con aliquota 110%	36 192 000,00	7 368 874,36	8 105 761,80

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento:	28/01/2026
temperatura ambiente:	18,19 °C
temperatura esterna:	7 °C
umidità relativa:	96 %
tipologia di procedura:	qualitativa
tipologia di ricezione:	passiva
condizioni di rilevazione:	stazionarie
distanza della rilevazione:	5,00 m



Esecuzione di lavori d'urto		criticità riscontrate	
licenza di posa dei tasselli:	si / no	Tasselli poi coperti con malta.	
isolamento pannelli:	si / no		
giunti di risulta:	si / no		
connessione dei ponti termici:	si / no	Ponti termici nei pilastri, balconi e angoli/spigoli.	
involucro verticale:	si / no	Pilastri in facciata non isolati.	
travi di piano:	si / no		
solino di copertura:	si / no		
bancali finestre:	si / no		
imbotti finestre:	si / no	Imbotti finestre mostrano notevoli dispersioni di calore.	
orbitali / assestato:	si / no		
entrate:	si / no	Ponti termici negli angoli/spigoli con parete e nodo intradosso-parete.	
eventuali anomalie e/o particolarità:			

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICI	
Indirizzo:	via Guicciardini n. 9	Superficie utile riscaldata:	850,15 m <sup>2</sup>
Città:	Zola Predosa (BO)	Superficie utile raffrescata:	413,16 m <sup>2</sup>
Zona climatica:	E	Volume lordo riscaldata:	3.269,85 m <sup>3</sup>
Regio:	29	Volume lordo raffrescato:	1.578,59 m <sup>3</sup>
Anno di costruzione:	1983	Superficie disperdente:	1.818,06 m <sup>2</sup>
tipo di edificio:	privata	Rapporto S/V:	0,5560

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO			
	<b>uso edificio</b> uso prevalente pt: <b>residenziale</b> residenziale	<b>partecipazione</b> n. piani fuori terra: <b>4</b> n. piani residenziali: <b>4</b> n. vani scala: <b>1</b> n. unità immobiliari tot: <b>46</b> di cui: appartamenti: <b>14</b> piano terra per piano tipo: <b>4</b> negozi: <b>32</b> altro:	<b>partecipazione</b> bagno: <b>1</b> toilette: <b>1</b> marciapiedi: <b>1</b> infianco: <b>1</b> colante - rasante: <b>1</b> intonacino plastico: <b>1</b> mattoni facciatista: <b>1</b> pietra facciatista: <b>1</b> mattoni paramano: <b>1</b> piastrelle a mosaico: <b>1</b> lastre in gres porcellanato: <b>1</b> pannelli fibre di legno e resine: <b>1</b> telaio in clt: <b>1</b> ferriere: <b>1</b>
<b>tipologia struttura</b> verticale: <b>CA</b> perimetrale: <b>TP-30x30</b> apoda: <b>TP-30x30</b>	<b>prima soletta</b> struttura: <b>LC</b> tamponamento: <b>BLF</b>	<b>coperture</b> a falde: <input checked="" type="checkbox"/> <b>piana</b> per impianti: <b>LC</b> manto impermeabile bituminoso	<b>terramenti</b> vetro singolo: <b>7%</b> vetro doppio: <b>93%</b> vetro triplo: <b>0%</b> vetro basso emissivo: <b>0%</b>

**EDIFICIO ANTE INTERVENTO**



Prestazione Energetica del T Abbicco		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	8.565,00 kWh
☺	☹	da metano	18.570,00 kWh
☺	☹	da impianti fonti rinnovabili	0 kWh
☺	☹	da teleriscaldamento	0 kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Involucro	
non rinnovabile	236,20 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLF, fibre di vetro in intercapedine 5 cm	1,060 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	4,73 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, XPS intercapedine 4 cm, intonaco	1,330 W/m <sup>2</sup> K
globale	240,93 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, XPS inter. 5 cm, massetto, guaina	1,650 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (tot)	46,99 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	1,150 W/m <sup>2</sup> K
		terramenti:	valore medio: 2,130 W/m <sup>2</sup> K
		vetro singolo	1,040 W/m <sup>2</sup> K
		vetro doppio	2,340 W/m <sup>2</sup> K
		vetro triplo	1,040 W/m <sup>2</sup> K
		vetro basso emissivo	1,800 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti			
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	autonomo	11 caldaie standard e 3 a condensazione
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	autonomo	11 caldaie standard e 3 a condensazione
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto raffrescamento	autonomo	10 PDC elettriche aria-aria
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili		
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto VMC		

**EDIFICIO POST INTERVENTO**



Prestazione Energetica del T Abbicco		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	10.546,00 kWh
☺	☹	da metano	8.054,00 kWh
☺	☹	da impianti fonti rinnovabili	0 kWh
☺	☹	da teleriscaldamento	0 kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Involucro	
non rinnovabile	118,19 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLF, fibre di vetro + EPS, rv, acrilbiosso	0,180 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	5,83 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, XPS + EPS, rv, acrilbiosso	0,170 W/m <sup>2</sup> K
globale	124,02 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, XPS + resina fenolica, guaina bitume	0,150 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (tot)	23,88 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	1,312 W/m <sup>2</sup> K
		terramenti:	valore medio: 1,312 W/m <sup>2</sup> K
		vetro singolo	1,040 W/m <sup>2</sup> K
		vetro doppio	2,340 W/m <sup>2</sup> K
		vetro triplo	1,040 W/m <sup>2</sup> K
		vetro basso emissivo	1,233 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti			
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	autonomo	11 caldaie standard e 3 a condensazione
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	autonomo	11 caldaie standard e 3 a condensazione
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto raffrescamento	autonomo	10 PSD elettriche aria-aria
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili		
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto VMC		

**DATI INTERVENTO**

Impresa esecutrice:	S.I.L.CO. S.r.l.	Anno intervento:	2021 (prima pratica)
---------------------	------------------	------------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	Tipologia di intervento	Descrizione di intervento	Quantità	Costo
parete esterna	coibentazione	pannelli EPS con grafite <input checked="" type="checkbox"/> pannello scarioficazione totale di intonaco	0,030 W/mK	12,00 cm
prima soletta	coibentazione	pannelli EPS con grafite	0,030 W/mK	12,00 cm
terramenti	sostituzione	pvc, vetri basso emissivi	0,080 W/mK	0,50 cm
ambretti infissi	coibentazione	microisolante composto da calce e aerogel	0,002 W/mK	cm
casconetti per avvolgibili	sostituzione	in legno	W/mK	cm
balconi / logge			W/mK	cm
solaio di copertura	coibentazione	pannelli in resina fenolica	0,019 W/mK	9,00 cm
copertura			W/mK	cm



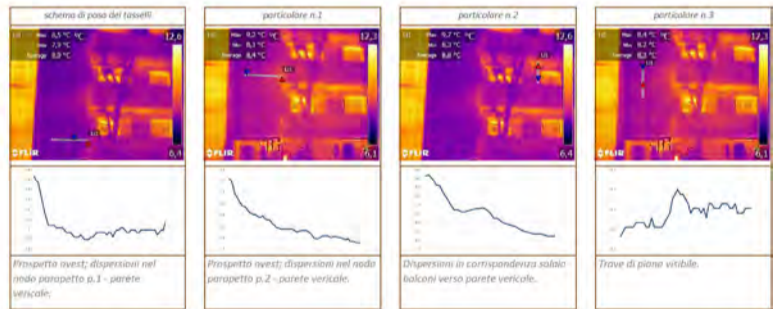
SuperEcoBonus		Importo ammissibile [€]	
<b>Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:</b> Importo ammissibile (40.000,00 € fino a 8 u): 3.200.000,00 € Importo ammissibile (30.000,00 € per restanti): 1.440.000,00 € <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 1.440.000,00 €</b>			
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento:	305,00 m <sup>2</sup>
	- isolamento termico in estradosso con pannello in resina fenolica sp. 9 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento:	188,00 m <sup>2</sup>
	- isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 12 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento:	741,00 m <sup>2</sup>
	- isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 12 cm - intonaco termoisolante e riflettente per imbotti finestre composto da grassello di calce e silicio amorfo (aerogel) sp. 0,5 cm		

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Importo ammissibile [€]	
Importo ammissibile (20.000,00 € fino a 8 u): 160.000,00 € Importo ammissibile (15.000,00 € per restanti): 0 € <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 0 €</b>			
<input type="checkbox"/>	Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	Superficie di intervento:	m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda a	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con micro-generatori	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con pompe di calore	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con sistemi ibridi	Potenza utile impianto in riscaldamento:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua:	

Spesa massima ammissibile massima		Importo ammissibile	
Importo ammissibile (1.000,00 €): 1.460.000,00 € <b>Spesa massima ammissibile massima: 566.095,88 €</b>			
<input checked="" type="checkbox"/>	Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi	n. di aderenti: 23 Importo ammissibile specifico: 34.545,45 €/u <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 709.090,85 €</b>	180.039,00
	- finestre e portefinestre in pvc e in metallo con taglio termico ad una/due ante, vetri basso		
<input checked="" type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di schermatura solari e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di:	n. di aderenti: 5 Importo ammissibile specifico: 34.545,45 €/u <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 272.727,25 €</b>	40.561,00
	- persiane avvolgibili e tende o veneziane esterne manuali, in tessuto, orientamento nord e ovest		
<input checked="" type="checkbox"/>	Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a:	Potenza impianto: 24,10 kW n. di aderenti: 7 Importo ammissibile specifico: 37.272,73 €/u <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 190.909,09 €</b>	78.770,04
	- sostituzione caldaia standard, caldaia destinata al riscaldamento e produzione acqua calda		
<input type="checkbox"/>	Installazione di tecnologie di building automation	n. di aderenti: 1 Importo ammissibile specifico: 13.636,36 €/u <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 0 €</b>	
<input type="checkbox"/>	Installazione di colonnine elettriche	n. di aderenti: 1 Importo ammissibile specifico: 0 €/u <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 0 €</b>	
<input type="checkbox"/>	Installazione di impianto fotovoltaico	Potenza impianto: 2,400 kW Importo ammissibile specifico: 2.400,00 €/kW <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 0 €</b>	
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistema di accumulo	Capacità della batteria: 1,000 kWh Importo ammissibile specifico: 1.000,00 €/kWh <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 0 €</b>	
<input type="checkbox"/>	Rimozione barriere architettoniche	n. di aderenti: 1 Importo ammissibile specifico: 50.000,00 €/u <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 0 €</b>	
<b>Spesa massima ammissibile trattata: 1.172.727,19 €</b>		<b>299.370,04 €</b>	<b>299.370,04 €</b>
<b>tot SuperEcoBonus [€]: 865.465,92</b>		<b>865.465,92</b>	<b>865.465,92</b>
Importo detratto [€]: 952.012,51		952.012,51	952.012,51

SuperEcoBonus		Importo ammissibile	
Importo ammissibile (96.000,00 € fino a 8 u): 96.000,00 € Importo ammissibile (0 € per restanti): 0 € <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 0 €</b>			
<input type="checkbox"/>	Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sulla copertura:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul solaio di copertura:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul primo solaio:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sui solai intermedi:		
<input type="checkbox"/>	Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi fisici:		
<input type="checkbox"/>	Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti:		
<input type="checkbox"/>	Interventi di consolidamento di un muro di contenimento perturbabile e sistema del terreno di		
<b>tot interventi: 0 €</b>			
<b>tot SuperEcoBonus: 0 €</b>			
Importo detratto con aliquota 110%: 0 €			

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento:	09/02/2026
temperatura ambiente:	16,19 °C
temperatura esterna:	9 °C
umidità relativa:	96 %
tipologia di procedura:	qualitativa
tipologia di rilevazione:	passiva
condizioni di rilevazione:	stazionarie
distanza della rilevazione:	10,00 m



Esecuzione di tasselli d'arredo		criticità riscontrate	
schema di posa dei tasselli	<input type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W	<input type="checkbox"/> no	Non rilevabile (schema a T visibile da foto cantiere).
sfalsamento pannelli	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	Non rilevabile (sfalsamento confermato da foto cantiere).
giunti di malta	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	Non rilevabile.
connessioni dei punti termici:	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	Non rilevabile.
pannelli	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	Non rilevabile.
involucro verticale	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	NB. Criticità nei nodi.
travi di piano	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	Trave visibile nel prospetto ovest.
solaio di copertura	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	Non rilevabile.
balconi finestre	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	Non rilevabile.
ambretti finestre	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	Non rilevabile.
architravi / casematte	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	Non rilevabile.
entrate	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> no	Punti termici negli angoli/pigoli con parete e nodo intradosso-parete.

eventuali anomalie e/o particolarità:	
---------------------------------------	--

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICI	
Indirizzo:	via Panfilii n. 1 - 2	Superficie utile riscaldata:	1.794,03 m <sup>2</sup>
Città:	Bologna (BO)	Superficie utile raffrescata:	1.794,03 m <sup>2</sup>
Zona climatica:	E	Volume lordo riscaldata:	6.661,62 m <sup>3</sup>
Foglio:	177	Volume lordo raffrescato:	6.661,62 m <sup>3</sup>
anno di costruzione:	1976	Superficie disperdente:	2.757,84 m <sup>2</sup>
tipo di edificio:	pubblica	Rapporto S/V:	0,4140

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO

Caratteristica	Descrizione	Quantità	Unità
uso edificio	residenziale		
uso prevalente pt	piano pilots		
n. piani fuori terra		11	
n. piani residenziali		9	
n. vani scala		1	
n. unità immobiliari tot		38	
di cui:			
appartamenti		18	
per piano terra			
per piano tipo		2	
altre			
negoz.		20	
altre			

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazioni Energetiche del T ed edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	2.811,00 kWh
☺	☹	da metano	25.795,00 m <sup>3</sup>
☺	☹	da impianto fonti rinnovabili	
☺	☹	da tele riscaldamento	

Indice di Prestazioni Energetiche		Dati Involucro	
non rinnovabile	151,88 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLF, intonaco	0,810 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	0,73 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, intonaco	1,820 W/m <sup>2</sup> K
globale	152,61 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, piastrelle in cls	2,180 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (tot)	30,00 kg/m <sup>2</sup> anno	valore medio	3,500 W/m <sup>2</sup> K
		vetri singoli	
		vetri doppi	3,500 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	
		vetri bassa emissiva	

Servizi energetici presenti		Prestazioni di impianto	
☑	impianto riscaldamento	autonomo	caldaie standard e a condensazione
☑	impianto produzione ACS	autonomo	caldaie standard e a condensazione
☐	impianto raffrescamento		
☐	impianto fonti rinnovabili		
☐	impianto VMC		

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazioni Energetiche del T ed edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	532,00 kWh
☺	☺	da metano	7.345,00 m <sup>3</sup>
☺	☺	da impianto fonti rinnovabili	
☺	☺	da tele riscaldamento	

Indice di Prestazioni Energetiche		Dati Involucro	
non rinnovabile	43,31 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLF, EPS con grafite, rivestimento acrillossanico	0,180 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	0,14 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, EPS con grafite, rivestimento acrillossanico	0,191 W/m <sup>2</sup> K
globale	43,45 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, PU con PIR espansa, piastrelle in cls	0,163 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (tot)	9,00 kg/m <sup>2</sup> anno	valore medio	1,517 W/m <sup>2</sup> K
		vetri singoli	
		vetri doppi	3,500 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	
		vetri bassa emissiva	

Servizi energetici presenti		Prestazioni di impianto	
☑	impianto riscaldamento	autonomo	caldaie a condensazione (rimane una standard)
☑	impianto produzione ACS	autonomo	caldaie a condensazione (rimane una standard)
☐	impianto raffrescamento		
☐	impianto fonti rinnovabili		
☐	impianto VMC		

DATI INTERVENTO

Impresa esecutrice:	OMNIA GROUP S.r.l.	anno intervento:	2021 (prima pratica)
---------------------	--------------------	------------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	Caratteristica	Quantità	Unità
parete esterna	coibentazione pannelli EPS con grafite e marcapiani con multipor	0,033	W/m <sup>2</sup> K
parete esterna	coibentazione pannelli EPS con grafite	0,030	W/m <sup>2</sup> K
parete esterna	coibentazione pvc, vetri tripli	0,083	W/m <sup>2</sup> K
parete esterna	coibentazione pannello in polistirolo ad alta densità	0,035	W/m <sup>2</sup> K
parete esterna	coibentazione in pvc, multicamera, isolamento termoacustico	0,030	W/m <sup>2</sup> K
parete esterna	coibentazione pannelli EPS con grafite	0,030	W/m <sup>2</sup> K
parete esterna	coibentazione PU con schiuma polyiso PIR espansa	0,025	W/m <sup>2</sup> K



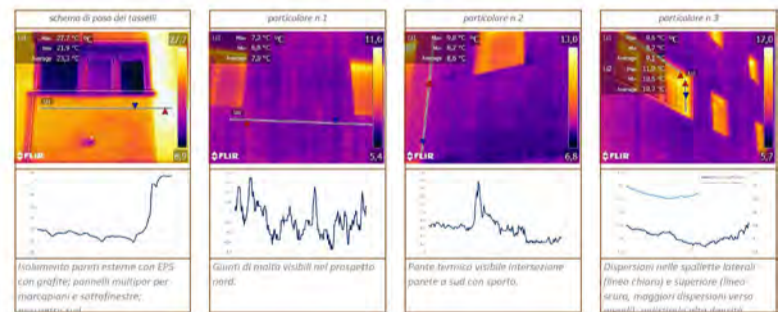
SuperEcoBonus		SuperStimobonus	
Importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)	3.200,00 €	Importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)	3.200,00 €
Importo detraibile (10.000,00 € per restanti)	500,00 €	Importo detraibile (10.000,00 € per restanti)	500,00 €
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>1.200,00 €</b>	<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>1.200,00 €</b>
☑	Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	☑	Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti
☑	Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	☑	Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali
☑	Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	☑	Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali
☑	Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	☑	Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Spesa massima ammissibile trattata	
☐	Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	1.036.508,55	1.036.508,55
☐	Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua a condensazione e/o generatori di aria calda a		
☐	Impianti con micro-generatori		
☐	Impianti con pompe di calore		
☐	Impianti con sistemi ibridi		
☐	Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili		
☐	Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore		
Spesa massima ammissibile trattata		1.036.508,55	1.036.508,55
Spesa massima ammissibile trattata		1.200.000,00	1.200.000,00
Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi		298.360,63	298.360,63
Installazione di sistemi di schermatura solare e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di		18.920,01	18.920,01
Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a		122.468,41	122.468,41
Installazione di tecnologie di building automation			
Installazione di colonnine elettriche			
Installazione di impianto fotovoltaico			
Installazione di sistema di allarme			
Rimozione strutture architettoniche			
Spesa massima ammissibile trattata		439.749,05	439.749,05
Spesa massima ammissibile trattata		1.390.909,00	1.390.909,00
tot SuperEcoBonus [€]		1.476.257,60	1.476.257,60
Spesa massima ammissibile trattata		1.623.883,36	1.623.883,36

tot SuperEcoBonus [€]	1.476.257,60	1.476.257,60
Spesa massima ammissibile trattata	1.623.883,36	1.623.883,36

SuperStimobonus		SuperEcoBonus	
Importo detraibile specifico:	96.000,00 €/u.l.	Importo detraibile specifico:	96.000,00 €/u.l.
☐	Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali	☐	Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali
☐	Interventi sulla copertura	☐	Interventi sulla copertura
☐	Interventi sul solaio di copertura	☐	Interventi sul solaio di copertura
☐	Interventi sul primo solaio	☐	Interventi sul primo solaio
☐	Interventi sui solai intermedi	☐	Interventi sui solai intermedi
☐	Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi fisici	☐	Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi fisici
☐	Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti	☐	Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti
☐	Interventi di consolidamento di un muro di contenimento perturbabile e sistema del terreno di	☐	Interventi di consolidamento di un muro di contenimento perturbabile e sistema del terreno di
tot trionfi		tot trionfi	
tot SuperStimobonus		tot SuperEcoBonus	
importo detraibile con aliquota 110%		importo detraibile con aliquota 110%	

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	28/01/2026
temperatura ambiente	10 °C
temperatura esterna	7 °C
umidità relativa	97 %
tipologia di procedura	qualitativa
tipologia di rilevazione	attiva
condizioni di rilevazione	caricamento
distanza della rilevazione	5,00 m
Rilevazione eseguita con le giuste condizioni: opportuna distanza di rilevazione; cielo coperto; prospetti ben visibili.	



Esecuzione di lavori d'urto		criticità riscontrate	
☐	schema di posa dei tasselli	☐	Tasselli ben visibili nel prospetto nord o in fase di caricamento nel prospetto sud.
☐	sfoltimento pannelli	☐	Visibili giunti di malta.
☐	giunti di malta	☐	Un'operazione di compensazione dell'isolamento e nuovo parete esterna sporca; si generano angoli e anelli.
☐	connessione dei ponti termici	☐	NB. Criticità nei nodi; visibili giunti di malta.
☐	involucro verticale	☐	Non rilevabile.
☐	rovi di piano	☐	Maggiori dispersioni sotto bancali.
☐	solaio di copertura	☐	Notevoli dispersioni da spallate infissi isolate con polistirolo ad alta densità; criticità agli angoli.
☐	bancali finestre	☐	Ponti termici negli angoli/pigoli con parete e nodo intradosso-parete.
☐	andare finestre	☐	
☐	soffitti / sovrapposti	☐	
☐	invasi	☐	
eventuali anomalie e/o particolarità			

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via Bazzanese n. 2/25	Superficie utile riscaldata	1.824,75 m <sup>2</sup>
città	Casalechio di Reno (BO)	Superficie utile raffrescata	1.824,75 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldato	7.408,67 m <sup>3</sup>
capofila	4	Volume Lordo raffrescato	7.408,67 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1970	Superficie Dispersione	2.655,58 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	privata	Rapporto S/V	0,3584

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO

uso edificio		partecipazioni/condominio	
uso prevalente pt	residenziale	n. piani fuori terra	5
	commerciale	n. piani residenziali	4
		n. vani scala	1
		n. unità immobiliari tot	49
		di cui:	
		appartamenti	21
		piano terra per piano tipo	4
		arredi	2
		altre	26
		presenza porticato	<input type="checkbox"/>
		presenza piano interrato	<input type="checkbox"/>
		presenza pl. sovrinterrata	<input type="checkbox"/>
		presenza piani in oggetto	<input type="checkbox"/>
		presenza balconi	<input type="checkbox"/>
		presenza logge	<input type="checkbox"/>
		presenza sottotetto	<input type="checkbox"/>
		abitabile	<input type="checkbox"/>
		note ristrutturazione	<input type="checkbox"/>

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	2.023,00 kWh
☺☺☺☺☺	☹☹☹☹☹	da metano	34.196,00 m <sup>3</sup>
		da impianti fonti rinnovabili	kWh
		da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati termici	
non rinnovabile	197,75 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLS, intonaco	1,750 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	0,52 kWh/m <sup>2</sup> anno	parete esterna	1,510 W/m <sup>2</sup> K
globale	198,27 kWh/m <sup>2</sup> anno	prima soletta	1,830 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (uso)	40,00 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		terrazzamenti:	valore medio
		vetri singoli	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		vetri bassoemissivi	3,080 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		tipologia di impianto		potenza nominale	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	centralizzato	caldaia standard	288,91 kW	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	centralizzato	caldaia standard	288,91 kW	
<input type="checkbox"/>	impianto raffrescamento			kW	
<input type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili			kW	
<input type="checkbox"/>	impianto VMC			kW	

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	1.130,00 kWh
☺☺☺☺☺	☹☹☹☹☹	da metano	9.688,00 m <sup>3</sup>
		da impianti fonti rinnovabili	kWh
		da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati termici	
non rinnovabile	56,62 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLS, EPS con grafite, intonaco	0,191 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	0,29 kWh/m <sup>2</sup> anno	parete esterna	0,283 W/m <sup>2</sup> K
globale	56,91 kWh/m <sup>2</sup> anno	prima soletta coibentata	0,200 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (uso)	11,00 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	2,221 W/m <sup>2</sup> K
		terrazzamenti:	valore medio
		vetri singoli	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		vetri bassoemissivi	1,276 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		tipologia di impianto		potenza nominale	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	centralizzato	caldaia a condensazione	114,00 kW	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	centralizzato	caldaia a condensazione	114,00 kW	
<input type="checkbox"/>	impianto raffrescamento			kW	
<input type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili			kW	
<input type="checkbox"/>	impianto VMC			kW	

DATI INTERVENTO

impresa esecutrice	AM Full-service S.r.l.	anno intervento	2021 (prima pratica)
--------------------	------------------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	tipologia di intervento	materiali e spessore	conduttività	spessore
parete esterna	coibentazione	pannelli EPS con grafite	0,030 W/mK	14,00 cm
prima soletta	coibentazione	pannelli EPS con grafite	0,030 W/mK	12,00 cm
terrazzamenti	coibentazione	pvc, vetri basso emissivi	0,060 W/mK	
imbotti infissi	coibentazione	pannelli aerogel	0,015 W/mK	1,00 cm
caselloni per pannello	coibentazione	in pvc, multicamera, isolamento termoacustico	W/mK	2,40 cm
balconi / logge	coibentazione	pannelli in resina fenolica rivestiti in EPS	0,019 W/mK	8,00 cm
solaio di copertura	coibentazione	XPS con guaina bituminosa	0,035 W/mK	14,00 cm
copertura	coibentazione	XPS con guaina bituminosa	0,035 W/mK	14,00 cm



Particolare di cantiere n. 1: Isolamento pannelli rigidi in EPS con grafite e fissaggio meccanico con schema a T dei tasselli.  
 Particolare di cantiere n. 2: Ripascimento delle teste dei tasselli con malta.  
 Particolare di cantiere n. 3: Tasselli piano e marcapiani isolati con pannelli rigidi in XPS.  
 Particolare di cantiere n. 4: Isolamento in estradosso di aperture inclinate con pannelli rigidi in XPS e rivestimento in guaina impermeabile riflettente.

SuperEcoBonus		SuperStimobonus	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%: Importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u): 3.200,000 € Importo detraibile (30.000,00 € per restanti): 1.200,000 € Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 1.150,000 €		Importo detraibile (aliquota 36%): 1.103,505,58 € Importo detraibile (aliquota 36%): 1.103,505,58 €	
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento:	405,16 m <sup>2</sup>
	- isolamento termico in estradosso con pannelli in polistirene XPS a celle chiuse sp. 14 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento:	2.194,00 m <sup>2</sup>
	- isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 12 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento:	1.405,29 m <sup>2</sup>
	- isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 14 cm		
	- isolamento termico pareti interne balconi con pannello in resina fenolica sp. 8 cm		
	- isolamento termico imbotti finestre con pannelli in aerogel sp. 1 cm		

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Importo detraibile (aliquota 36%)	
Impianto a collettori solari per la produzione di acqua calda		160.000,00 €	
Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua a condensazione e/o generatori di aria calda a		615.000,00 €	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%):		775.000,00 €	
<input type="checkbox"/>	Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua a condensazione e/o generatori di aria calda a	Potenza impianto:	214,00 kW
<input checked="" type="checkbox"/>	Sostituzione caldaia standard	Potenza impianto:	4 kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con micro-generatori	Potenza impianto:	4 kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con pompe di calore	Potenza impianto:	4 kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con sistemi ibridi	Potenza totale impianto in riscaldamento:	4 kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto:	4 kW
<input type="checkbox"/>	Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua:	
Spesa massima ammissibile (aliquota 36%)		1.241.380,54	1.241.380,54

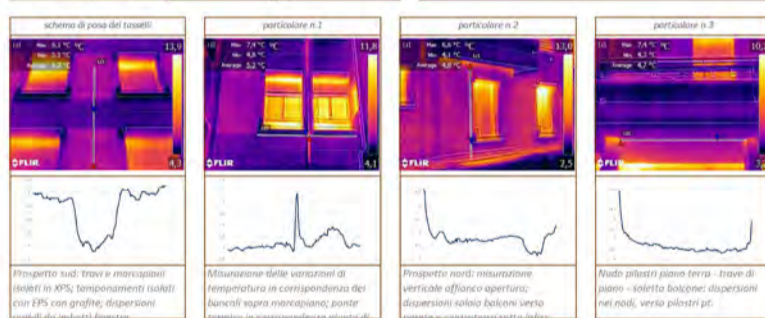
Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi		Importo detraibile (aliquota 36%)	
n. di aderenze		20	
Importo detraibile specifico		54.545,45 €/u	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%):		54.545,45 €	
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di schermatura solari e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di	n. di aderenze	
	Importo detraibile specifico	54.545,45 €/u	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€	
<input type="checkbox"/>	Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a	Potenza impianto:	4 kW
	n. di aderenze		
	Importo detraibile specifico	27.272,73 €/u	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€	
<input type="checkbox"/>	Installazione di tecnologie di building automation	n. di aderenze	
	Importo detraibile specifico	13.636,36 €/u	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€	
<input type="checkbox"/>	Installazione di colonnine elettriche	n. di aderenze	
	Importo detraibile specifico	€/u	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€	
<input type="checkbox"/>	Installazione di impianti fotovoltaici	Potenza impianto	4 kWp
	Importo detraibile specifico	2.400,00 €/kW	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€	
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di risparmio	Capacità della batteria	kWh
	Importo detraibile specifico	1.000,00 €/kWh	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	€	
<input checked="" type="checkbox"/>	Rimozione barriere architettoniche	n. di aderenze	21
	Importo detraibile specifico	56.000,00 €/u	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	2.016.000,00 €	
Sostituzione dell'impianto ascensori		Spesa massima ammissibile (aliquota 36%)	379.148,16
Spesa massima ammissibile (aliquota 36%)		2.561.454,50	379.148,16

<b>tot SuperEcoBonus [€]</b>	<b>1.620.528,70</b>	<b>1.620.528,70</b>
Importo detraibile [€]	1.782.581,57	1.782.581,57

SuperStimobonus		Importo detraibile (aliquota 36%)	
Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:		Importo detraibile specifico:	96.000,00 €/u
<input type="checkbox"/>	Interventi sulla copertura:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul solaio di copertura:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul primo solaio:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sui solai intermedi:		
<input type="checkbox"/>	Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali:		
<input type="checkbox"/>	Rafforzamento di elementi strutturali pesanti:		
<input type="checkbox"/>	Interventi di consolidamento di un muro di contenimento pertinenziale e sostegno del terreno di		
tot SuperStimobonus			
Importo detraibile con aliquota 110%			

ANALISI TERMOGRAFICA

data rilevamento	20/01/2026	note sulla rilevazione:
temperatura ambiente	9,10 °C	Rilevazione eseguita con le giuste condizioni:
temperatura esterna	2 °C	- opportuna distanza di rilevazione;
umidità relativa	85 %	- cielo coperto;
		- prospetti ben visibili e accessibili.



Esecuzione di tasselli d'arredo		criticità riscontrate	
isfornimento di passo dei tasselli	<input checked="" type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> no	Dispersioni in corrispondenza dei sovrapposti balconi e nuovo parete esterna balconi, in generale anelli a cassali. Dispersione nei nodi trave-pilastro. Isolamento marcapiani e travi di piano con XPS: visibile differenza dei materiali. Criticità in corrispondenza di giunti cambio materiale - bancali finestre. Isolamento marcapiani e travi di piano con XPS: visibile differenza dei materiali. Criticità in corrispondenza dei marcapiani. Dispersioni da spallette infissi; presenza di cornice superiore e inferiore isolante. Puntelli termici negli angoli/pigoli con parete e nodo intradosso-parete.	
sfoltimento pannelli	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
giunti di risulta	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
connessioni dei punti termici:	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
alcali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
involucro ventilato	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
travi di piano	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
solaio di copertura	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
bancali finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
imbotti finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
verifiche / caselloni	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
intonaci	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
eventuali anomalie e/o particolarità:	Dispersioni da giunti strutturali e di dilatazione.		

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
Indirizzo	via Bazzanese n. 2/A	Superficie utile riscaldata	1.592,88 m <sup>2</sup>
Città	Casalecchio di Reno (BO)	Superficie utile raffrescata	m <sup>2</sup>
Zona climatica	E	Volume Lordo riscaldato	6.498,55 m <sup>3</sup>
Capofila	4	Volume Lordo raffrescato	m <sup>3</sup>
Anno di costruzione	1970	Superficie Dispersione	3.050,96 m <sup>2</sup>
Tipo di edificio	privata	Rapporto S/V	0,4695

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO

Descrizione	Valore	Descrizione	Valore
uso edificio	residenziale	n. piani fuori terra	5
uso prevalente pt	commerciale	n. piani residenziali	4
Tipologia struttura portante	CA	n. vani scala	1
perimetrale	TP-30x30	n. unità immobiliari tot	47
spina	TP-50x50	di cui:	
		appartamenti	19
		piano terra per piano tipo	4
		arredi	2
		altre	26
		presenza porticato	<input type="checkbox"/>
		presenza piano interrato	<input type="checkbox"/>
		presenza pl. sovrinterrato	<input type="checkbox"/>
		presenza piani in oggetto	<input type="checkbox"/>
		presenza balconi	<input type="checkbox"/>
		presenza logge	<input type="checkbox"/>
		presenza sottotetto	<input type="checkbox"/>
		abitabile	<input type="checkbox"/>
		rete riscaldamento	<input type="checkbox"/>

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	1.917,00 kWh
☺☺☺☺☺	☹☹☹☹☹	da metano	25.842,00 m <sup>3</sup>
		da impianti fonti rinnovabili	kWh
		da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati termici	
non rinnovabile	171,67 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLS, intonaco	1,240 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	0,57 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, intonaco	1,510 W/m <sup>2</sup> K
globale	172,24 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, guaina impermeabile	1,360 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (uso)	34,00 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o anello di esportazione	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		terrazzamenti:	
		vetri singoli	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		vetri bassoemissivi	3,080 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Tipologia di impianto		Prestazioni nominali	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	centralizzato	caldaia standard	111,92	kW
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	centralizzato	caldaia standard	111,92	kW
<input type="checkbox"/>	impianto raffrescamento				kW
<input type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili				kW
<input type="checkbox"/>	impianto VMC				kW

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	1.932,00 kWh
☺☺☺☺☺	☹☹☹☹☹	da metano	8.166,00 m <sup>3</sup>
		da impianti fonti rinnovabili	kWh
		da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati termici	
non rinnovabile	55,87 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLS, EPS con grafite, intonaco	0,179 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	0,57 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, EPS con grafite, tinte silossanica	0,210 W/m <sup>2</sup> K
globale	56,44 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, XPS, manto impermeabile	0,190 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (uso)	11,00 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o anello di esportazione	1,843 W/m <sup>2</sup> K
		terrazzamenti:	
		vetri singoli	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	3,080 W/m <sup>2</sup> K
		vetri bassoemissivi	1,273 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Tipologia di impianto		Prestazioni nominali	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	centralizzato	caldaia a condensazione	114,00	kW
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	centralizzato	caldaia a condensazione	114,00	kW
<input type="checkbox"/>	impianto raffrescamento				kW
<input type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili				kW
<input type="checkbox"/>	impianto VMC				kW

DATI INTERVENTO

Impresa esecutrice	AM Full-service S.r.l.	anno intervento	2021 (prima pratica)
--------------------	------------------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	Descrizione	Spessore (cm)	Conduttività (W/mK)	Resistenza (m <sup>2</sup> K/W)
parete esterna	coibentazione pannelli EPS con grafite	14,00	0,030	4,67
parete esterna	privo scalfittura totale di intonaco			
parete esterna	coibentazione pannelli EPS con grafite	12,00	0,030	4,00
parete esterna	coibentazione pvc, vetri basso emissivi		0,060	
parete esterna	coibentazione pannelli aerogel	1,00	0,015	0,07
parete esterna	coibentazione in legno			
parete esterna	coibentazione pannelli isolanti aerogel - amagel	6,00	0,015	0,40
parete esterna	coibentazione			
parete esterna	coibentazione XPS con manto impermeabile	14,00	0,033	4,24



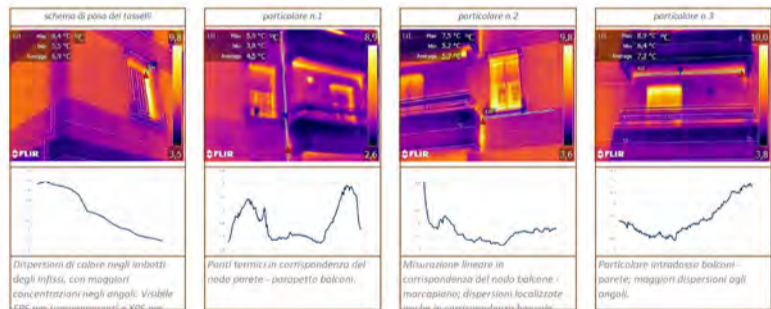
SuperEcoBonus	
Importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u)	3.200.000,00 €
Importo detraibile (15.000,00 € per residenza)	1.170.000,00 €
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	1.490.000,00 €

SuperEcoBonus	
Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento: 301,76 m <sup>2</sup>
- isolamento termico in estradosso con pannelli in polistirene XPS a celle chiuse sp. 14 cm	
Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento: 232,02 m <sup>2</sup>
- isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 12 cm	
Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento: 1.471,77 m <sup>2</sup>
- isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 14 cm	
- isolamento termico pareti interne balconi con pannelli in aerogel - amagel sp. 6 cm	
- isolamento imbotti finestre con pannello aerogel sp. 1 cm	

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Importo detraibile (aliquota 110%)	
Importo detraibile (20.000,00 € fino a 8 u)	160.000,00 €		
Importo detraibile (15.000,00 € per residenza)	545.000,00 €		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	705.000,00 €		
<input type="checkbox"/> Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	Superficie di intervento: m <sup>2</sup>		
<input checked="" type="checkbox"/> Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua a condensazione e/o generatori di aria calda a	Potenza impianto: 214,00 kW	137.874,96	137.874,96
- sostituzione caldaia standard	Potenza impianto: kW		
Impianti con micro-generatori	Potenza impianto: kW		
Impianti con pompe di calore	Potenza impianto: kW		
Impianti con sistemi ibridi	Potenza LHM impianto in riscaldamento: kW		
Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto: kW		
Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua:		
Spesa massima ammissibile (aliquota 110%)		1.146.868,95	1.146.868,95
Spesa massima ammissibile (aliquota 36%)		2.235.000,00	
<input checked="" type="checkbox"/> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi	n. di aderenze: 23	351.844,70	351.844,70
Importo detraibile specifico: 54.545,45 €/u			
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	709.990,85 €		
- finestre e portefinestre in pvc ad una/due ante, vetro basso emissivo			
Installazione di sistemi di schermatura solari e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di:	n. di aderenze: 1		
Importo detraibile specifico: 54.545,45 €/u			
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€		
Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a	Potenza impianto: kW		
n. di aderenze: 1			
Importo detraibile specifico: 27.272,73 €/u			
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€		
Installazione di tecnologie di building automation	n. di aderenze: 1		
Importo detraibile specifico: 13.636,36 €/u			
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€		
Installazione di colonnine elettriche	n. di aderenze: 1		
Importo detraibile specifico: €/u			
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€		
Installazione di impianti fotovoltaici	Potenza impianto: kWp		
Importo detraibile specifico: 2.400,00 €/kW			
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€		
Installazione di sistemi di ventilazione	Capacità della batteria: kWh		
Importo detraibile specifico: 1.000,00 €/kWh			
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€		
Rimozione barriere architettoniche	n. di aderenze: 27	125.455,86	125.455,86
Importo detraibile specifico: 96.000,00 €/u			
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	4.512.000,00 €		
Sostituzione dell'impianto ascensore	Spesa massima ammissibile (aliquota 110%)	477.300,56	477.300,56
tot SuperEcoBonus [€]		1.624.169,51	1.624.169,51
Importo detraibile [€]		1.786.586,46	1.786.586,46

SuperEcoBonus	
Importo detraibile (aliquota 110%)	96.000,00 €/u
<input type="checkbox"/> Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:	
<input type="checkbox"/> Interventi sulla copertura:	
<input type="checkbox"/> Interventi sul solaio di copertura:	
<input type="checkbox"/> Interventi sul primo solaio:	
<input type="checkbox"/> Interventi sui solai intermedi:	
<input type="checkbox"/> Interventi volti a ridurre la possibilità di ingresso di meccanismi fischi:	
<input type="checkbox"/> Rafforzamento di elementi strutturali pesanti:	
<input type="checkbox"/> Interventi di consolidamento di un muro di contenimento pertinenziale e sostegno del terreno di	
tot trionfi	
tot SuperEcoBonus	
Importo detraibile con aliquota 110%	

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	20/01/2026
temperatura ambiente	9,10 °C
temperatura esterna	2 °C
umidità relativa	85 %
tipologia di procedura	qualitativa
tipologia di rilevazione	passiva
condizioni di rilevazione	stazionarie
distanza della rilevazione	5,00 m
Rilevazione eseguita con le giuste condizioni: opportuna distanza di rilevazione; cielo coperto; - prospetti ben visibili e accessibili.	



Esecuzione di dettaglio d'arte		criticità riscontrate	
scalfittura di posa dei tasselli	<input checked="" type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W <input type="checkbox"/> no		
sfalsamento pannelli	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
giunti di risulta	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
connessioni dei punti termici:	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni in corrispondenza dei solai/balconi e nodo parete esterna/balconi, in generale anelli a esca.	
alcali	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersione nei nodi trave-pilastro.	
involucro, generale	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Isolamento marcapiani e travi di piano con XPS: visibile differenza dei materiali. Criticità in corrispondenza di giunti cambio materiale - bancali finestre.	
travi di piano	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Isolamento marcapiani e travi di piano con XPS: visibile differenza dei materiali.	
solaio di copertura	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
bancali finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità in corrispondenza dei marcapiani.	
imbotti finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni da spallette infissi; presenza di cornice superiore e inferiore isolante.	
verifiche / sanamento	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
intonaci	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Posti termici negli angoli/pigoli con parete e nodo intradosso-parete.	
eventuali anomalie e/o particolari	Dispersioni da giunti strutturali e di dilatazione.		

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via S. Clelia Barbieri n. 1	Superficie utile riscaldata	552,14 m <sup>2</sup>
comune	Anzola dell'Emilia (BO)	Superficie utile raffrescata	239,14 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldata	2 036,27 m <sup>3</sup>
capofila	36	Volume Lordo raffrescata	857,34 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1990	Superficie Dispersione	1 165,20 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	pubblica	Rapporto S/V	0,5722

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRUTTIVE DELL'EDIFICIO

uso edificio	residenziale autoriservato	partecipazioni/condominio	numero piani
uso prevalente pr.	residenziale	n. piani fuori terra	4
tipologia struttura portante	CA	n. piani residenziali	3
perimetrale	TP-30x30	n. vani scala	1
spina	TP-30x30	n. unità immobiliari tot	17
prima soletta	verso cantine/garage	di cui: appartamenti	8
copertura	LC	di cui: piano terra per piano tipo	3
terrazzamenti	BLF	di cui: altri	9
vetri singoli		presenza porticato	<input type="checkbox"/>
vetri doppi		presenza piano interrato	<input type="checkbox"/>
vetri tripli		presenza pl. seminterrato	<input type="checkbox"/>
vetri a isolamento		presenza piani in oggetto	<input type="checkbox"/>
copertura	100%	presenza balconi	<input type="checkbox"/>
isolamento d'acustico	a falda	presenza loggia	<input type="checkbox"/>
isolamento acustico	LC	presenza sottotetto	<input type="checkbox"/>
materiali	tegole in terracotta	abitabile	<input type="checkbox"/>
		non abitabile	<input type="checkbox"/>

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	3 176,00 kWh
ESTATE	INVERNO	da metano	7 610,00 kWh
ESTATE	INVERNO	da impianti fonti rinnovabili	kWh
ESTATE	INVERNO	da teleriscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati termici	
non rinnovabile	147,98 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLF, intonaco	1,180 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	2,70 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, intonaco	1,160 W/m <sup>2</sup> K
globale	150,68 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, piastrelle in terracotta	1,460 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (uso)	29,42 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	2,816 W/m <sup>2</sup> K
		terrazzamenti:	valore medio
		vetri singoli	W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	2,920 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	W/m <sup>2</sup> K
		vetri a isolamento	metallo no taglio termico
			1,850 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Capacità di impianto	
impianto riscaldamento	autonomo	caldaie standard, una a condensazione	24,28 kW
impianto produzione ACS	autonomo	caldaie standard, una a condensazione	24,28 kW
impianto raffrescamento	autonomo	4 unità con PDC elettriche aria-aria	3,50 kW
impianto fonti rinnovabili			0 kW
impianto VMC			0 kW

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	3 491,00 kWh
ESTATE	INVERNO	da metano	3 763,00 kWh
ESTATE	INVERNO	da impianti fonti rinnovabili	kWh
ESTATE	INVERNO	da teleriscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati termici	
non rinnovabile	79,96 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLF, EPS con grafite, rivestimento metallico	0,210 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	2,97 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, intonaco	1,160 W/m <sup>2</sup> K
globale	82,93 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, EPS con grafite, tegole in terracotta	0,190 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (uso)	16,05 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	1,300 W/m <sup>2</sup> K
		terrazzamenti:	valore medio
		vetri singoli	W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	W/m <sup>2</sup> K
		vetri a isolamento	telaio in PVC / metallo taglio termico
			1,300 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Capacità di impianto	
impianto riscaldamento	autonomo	caldaie a condensazione	24,10 kW
impianto produzione ACS	autonomo	caldaie a condensazione	24,10 kW
impianto raffrescamento	autonomo	4 unità con PDC elettriche aria-aria	3,50 kW
impianto fonti rinnovabili			0 kW
impianto VMC			0 kW

DATI INTERVENTO

impresa esecutrice	S.I.L.CO. S.r.l.	anno intervento	2021 (prima pratica)
--------------------	------------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	tipologia e descrizione	caratteristiche tecniche	spessore
parete esterna	coibentazione	pannelli EPS con grafite	12,00 cm
prima soletta	coibentazione	priva sovrascrizione totale di intonaco	0,030 W/m <sup>2</sup> K
terrazzamenti	coibentazione	pvc/metallo, vetri basso emissivi/opachi	0,060 W/m <sup>2</sup> K
infissi	coibentazione	microisolante composto da calce e aerogel	0,002 W/m <sup>2</sup> K
cassonetti per pannello	coibentazione	in pvc, multicamera, isolamento termocustico	0,50 cm
balconi / loggia	coibentazione	pannelli EPS con grafite	2,40 cm
solaio di copertura	coibentazione	pannelli EPS con grafite	12,00 cm
copertura	coibentazione	pannelli EPS con grafite	14,00 cm

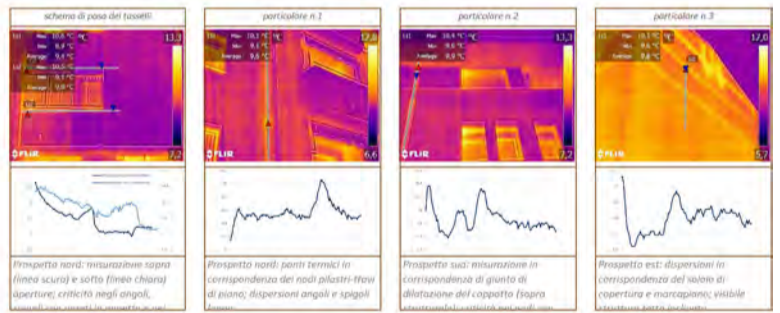


SuperEcoBonus		SuperSismobonus	
isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:		Superficie di intervento:	352 033,48
Imposta detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.s.)	320 000,00 €	Superficie di intervento:	352 033,48
Imposta detraibile (30.000,00 € per restanti)	270 000,00 €		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	590 000,00 €		
Strutture opache orizzontali: isolamento coperture			
- isolamento termico in estradosso di coperture inclinate con pannelli in polistirene EPS con grafite sp. 14 cm			
Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti			
Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali			
- isolamento a cappotto di pareti esterne e pareti interne balconi con pannelli di polistirene EPS con grafite sp. 12 cm			
- intonaco termoisolante e riflettente per imbotti finestre composto da grassello di calce e silicio			

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		SuperEcoBonus	
Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	Imposta detraibile (20.000,00 € fino a 8 u.s.)	Imposta detraibile (15.000,00 € per restanti)	
Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda a	Imposta detraibile specifica:	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	
Impianti con micro-generatori	Imposta detraibile specifica:	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	
Impianti con pompe di calore	Imposta detraibile specifica:	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	
Impianti con sistemi ibridi	Imposta detraibile specifica:	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	
Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Imposta detraibile specifica:	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	
Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	Imposta detraibile specifica:	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	
Spesa massima ammissibile massima	352 033,48	Spesa massima ammissibile massima	352 033,48
Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi	Imposta detraibile (10.000,00 € fino a 8 u.s.)	Imposta detraibile (5.000,00 € per restanti)	
Imposta detraibile specifica:	150 386,25	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	150 386,25
Imposta detraibile (10.000,00 € fino a 8 u.s.)	11 972,76	Imposta detraibile (5.000,00 € per restanti)	11 972,76
Imposta detraibile specifica:	97 658,82	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	97 658,82
Imposta detraibile (10.000,00 € fino a 8 u.s.)	14 388,13	Imposta detraibile (5.000,00 € per restanti)	14 388,13
Imposta detraibile specifica:	9 877,70	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	9 877,70
Imposta detraibile (10.000,00 € fino a 8 u.s.)	636 317,14	Imposta detraibile (5.000,00 € per restanti)	636 317,14
Imposta detraibile specifica:	609 948,85	Spesa massima detraibile (aliquota 110%):	609 948,85

SuperSismobonus		SuperEcoBonus	
Imposta detraibile (10.000,00 € fino a 8 u.s.)	Imposta detraibile (5.000,00 € per restanti)	Imposta detraibile (10.000,00 € fino a 8 u.s.)	Imposta detraibile (5.000,00 € per restanti)
Imposta detraibile specifica:	96 000,00 €	Imposta detraibile (10.000,00 € fino a 8 u.s.)	Imposta detraibile (5.000,00 € per restanti)
Imposta detraibile (10.000,00 € fino a 8 u.s.)	14 388,13	Imposta detraibile (5.000,00 € per restanti)	14 388,13
Imposta detraibile (10.000,00 € fino a 8 u.s.)	9 877,70	Imposta detraibile (5.000,00 € per restanti)	9 877,70
Imposta detraibile (10.000,00 € fino a 8 u.s.)	636 317,14	Imposta detraibile (5.000,00 € per restanti)	636 317,14
Imposta detraibile (10.000,00 € fino a 8 u.s.)	609 948,85	Imposta detraibile (5.000,00 € per restanti)	609 948,85

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	11/02/2026
temperatura ambiente	9,10 °C
temperatura esterna	8 °C
temperatura relativa	100 %
tipologia di procedura	qualitativa
tipologia di rilevazione	passiva
condizione di rilevazione	stazionaria
distanza dalla rilevazione	5,00 m



Incongruenze di dettaglio d'arte		criticità riscontrate	
scalfatura di posa dei tasselli	<input checked="" type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> no	dispersioni in corrispondenza dei nodi trave-pilastro, in generale	
sfaldamento pannelli	<input checked="" type="checkbox"/> a W <input type="checkbox"/> no	in corrispondenza dei nodi trave-pilastro, in generale	
giunti di malta	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Dispersione nei nodi trave-pilastro.	
concrezione dei punti termici:	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	NB. Criticità nei nodi, giunti e intersezione con pareti in aggetto.	
involucro, verticale	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Nodi travi-pilastri rappresentano ponti termici.	
travi di piano	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni in corrispondenza del solaio di copertura; struttura tetto, solaio in estradosso, costituisce ponte termico.	
solaio di copertura	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Ponti termici in corrispondenza dei balconi	
balconi finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni da spallette infissi.	
infissi finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni in corrispondenza dei cassonetti/architrave.	
architrave / cassonetti	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Ponti termici negli angoli/pigoli con parete e nodo intradosso-pannello.	
pannelli	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		

eventuali anomalie e/o particolari	
Dispersioni marcate in corrispondenza di giunti di dilatazione, intersezioni con pareti in aggetto, solai balconi, bancali e cassonetti non sono visibili giunti di malta o difetti di posa nel cappotto.	

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via S. Clelia Barbieri n. 3	Superficie utile riscaldata	553,12 m <sup>2</sup>
comune	Anzola dell'Emilia (BO)	Superficie utile rinfrescata	388,11 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldata	2.047,89 m <sup>3</sup>
capofila	36	Volume Lordo rinfrescata	1.416,93 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1990	Superficie Dispersione	1.159,60 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	pubblica	Rapporto S/V	0,5662

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRUTTIVE DELL'EDIFICIO

uso edificio		particolari costruttivi	
residenziale autoriservato	4	n. piani fuori terra	3
verificata	CA	n. piani residenziali	1
perimetrale	TP-30x30	n. vani scala	17
spina	TP-30x30	n. unità immobiliari tot	8
prima soletta	verso cantine/garage	di cui: appartamenti	3
struttura	LC	per piano terra per piano tipo	3
tamponamenti	BLF	altri	5
terramenti		presenza porticato	<input type="checkbox"/>
vetri singoli		presenza piano interrato	<input type="checkbox"/>
vetri doppi	13%	presenza pl. sovrinterrato	<input type="checkbox"/>
vetri tripli		presenza piani in oggetto	<input type="checkbox"/>
bassa emissiva	88%	presenza balconi	<input type="checkbox"/>
copertura	a falda / plana	presenza loggia	<input type="checkbox"/>
isolamento d'intradosso	soia manutenzione	presenza sottotetto	<input type="checkbox"/>
isolamento d'estradosso	LC	abitabile	<input type="checkbox"/>
terramenti	tegole in terracotta	note ristrutturazione	<input type="checkbox"/>

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	5.299,00 kWh
☺☺☺☺☺	☹☹☹☹☹	da metano	7.127,00 m <sup>3</sup>
		da impianti fonti rinnovabili	kWh
		da teleriscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati termici	
non rinnovabile	146,54 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLF, intonaco	0,500 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	4,50 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, intonaco	1,160 W/m <sup>2</sup> K
globale	151,04 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, piastrelle in terracotta	1,740 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (tot)	29,32 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	2,745 W/m <sup>2</sup> K
		terramenti	valore medio
		vetri singoli	2,800 W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	2,800 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	2,800 W/m <sup>2</sup> K
		vetri bassa emissiva	metallo no taglio termico
			1,850 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Capacità di impianto	
impianto riscaldamento	autonomo	caldaie standard	24,00 kW
impianto produzione ACS	autonomo	caldaie standard	24,00 kW
impianto raffrescamento	autonomo	PDC elettriche aria-aria	3,50 kW
impianto fonti rinnovabili			0 kW
impianto VMC			0 kW

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	7.478,00 kWh
☺☺☺☺☺	☹☹☹☹☹	da metano	3.212,00 m <sup>3</sup>
		da impianti fonti rinnovabili	kWh
		da teleriscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati termici	
non rinnovabile	83,99 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLF, EPS con grafite, rivestimento metallico	0,170 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	6,35 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, intonaco	1,160 W/m <sup>2</sup> K
globale	90,34 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, schiuma polyiso espansa, tegole in terracotta	0,190 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (tot)	17,20 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	1,488 W/m <sup>2</sup> K
		terramenti	valore medio
		vetri singoli	2,800 W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	2,800 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	2,800 W/m <sup>2</sup> K
		vetri bassa emissiva	telaino in PVC / metallo taglio termico
			1,300 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Capacità di impianto	
impianto riscaldamento	autonomo	3 caldaie standard e 5 a condensazione	24,06 kW
impianto produzione ACS	autonomo	3 caldaie standard e 5 a condensazione	24,06 kW
impianto raffrescamento	autonomo	PDC elettriche aria-aria	3,50 kW
impianto fonti rinnovabili			0 kW
impianto VMC			0 kW

DATI INTERVENTO

impresa esecutrice	S.I.L.CO. S.r.l.	anno intervento	2021 (prima pratica)
--------------------	------------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	Caratteristiche costruttive	Caratteristiche tecniche	Spessore	Costo
parete esterna	coibentazione	pannelli EPS con grafite	0,030 W/mK	12,00 cm
prima soletta		priva sovrascaricatura totale di intonaco		
terramenti		pvc/metallo, vetri basso emissivi/opachi	0,000 W/mK	
imbottiti infissi		microisolante composto da calce e aerogel	0,002 W/mK	0,50 cm
cassonetti per pannello		in pvc, multicamera, isolamento termoacustico	W/mK	2,40 cm
balconi / loggia		pannelli EPS con grafite	0,030 W/mK	12,00 cm
solaio di copertura				
copertura		pannelli in schiuma polyiso espansa	0,023 W/mK	10,00 cm

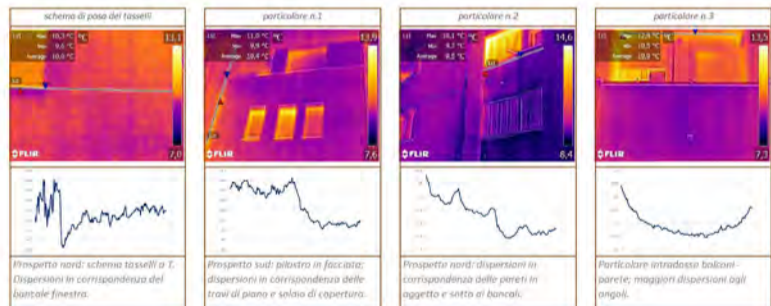


SuperEcoBonus		SuperSismobonus	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:			
importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 us)	320.000,00 €		
importo detraibile (30.000,00 € per restanti)	270.000,00 €		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	590.000,00 €		
Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento: 320,00 m <sup>2</sup>		
- isolamento termico in estradosso di coperture inclinate con pannelli in schiuma polyiso espansa sp. 10 cm		363.295,39	363.295,39
Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento: m <sup>2</sup>		
Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento: 420,00 m <sup>2</sup>		
- isolamento a cappotto di pareti esterne e pareti interne balconi con pannelli di polistirene EPS con grafite sp. 12 cm			
- intonaco termoisolante e riflettente per imbottiti finestre composto da grassello di calce e silicio			

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		SuperEcoBonus	
importo detraibile (20.000,00 € fino a 8 us)		160.000,00 €	
importo detraibile (15.000,00 € per restanti)		€	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		€	
Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	Superficie di intervento: m <sup>2</sup>		
Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda a	Potenza impianto: kW		
Impianti con micro-generatori	Potenza impianto: kW		
Impianti con pompe di calore	Potenza impianto: kW		
Impianti con sistemi ibridi	Potenza LHM impianto in riscaldamento: kW		
Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto: kW		
Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua:		
Spesa massima ammissibile (trattati)		363.295,39	363.295,39
Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi			
n. usi aderenti	7		
importo detraibile specifico	14.545,45 €/m <sup>2</sup>	140.592,01	140.592,01
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	382.828,15 €		
- finestre e portefinestre in pvc o metallo con taglio termico, ad una/due ante, vetro basso			
Installazione di sistemi di schermatura solari e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di:			
n. usi aderenti	6		
importo detraibile specifico	14.545,45 €/m <sup>2</sup>	21.551,63	21.551,63
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	327.272,70 €		
- tenda o veneziana esterna manuale, in tessuto, orientamento sud-ovest			
Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a	Potenza impianto: 24,10 kW		
n. usi aderenti	5		
importo detraibile specifico	37.272,73 €/m <sup>2</sup>	63.535,86	63.535,86
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	136.363,64 €		
- sostituzione caldaie standard, caldaie destinate a riscaldamento e produzione acqua calda			
Installazione di tecnologie di building automation	n. usi aderenti		
importo detraibile specifico	13.636,36 €/m <sup>2</sup>		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€		
Installazione di colonnine elettriche	n. usi aderenti		
importo detraibile specifico	€/h.us		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€		
Installazione di impianto fotovoltaico	Potenza impianto: 6,00 kWp	14.388,13	14.388,13
importo detraibile specifico	2.400,00 €/kW		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	14.400,00 €		
Interventi di sistemazione di impianti	Capacità della batteria: 10,00 kWh	10.299,93	10.299,93
importo detraibile specifico	1.000,00 €/kWh		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	10.300,00 €		
Rimozione Elementi architettonici	n. usi aderenti		
importo detraibile specifico	58.000,00 €/h.us		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€		
Spesa massima ammissibile (trattati)		250.367,56	250.367,56
		870.154,49	
tot SuperEcoBonus [€]		613.662,95	613.662,95
importo detraito [€]		675.029,25	675.029,25

SuperSismobonus		SuperEcoBonus	
importo detraibile specifico: 96.000,00 €/h.us			
Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:			
Interventi sulla copertura:			
Interventi sul solaio di copertura:			
Interventi sul primo solaio:			
Interventi sui solai intermedi:			
Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali:			
Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti:			
Interventi di consolidamento di un muro di contenimento pertinenziale e sistema del terreno di			
tot Sismobonus			
importo detraito con aliquota 110%			

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	11/02/2026
temperatura ambiente	9,10 °C
temperatura esterna	8 °C
umidità relativa	100 %
Opportuna distanza di rilevamento; nubi ed elevata umidità; prospetti ben visibili e accessibili.	
tipologia di procedura	qualitativa
tipologia di eccitazione	passiva
condizioni di rilevazione	stazionarie
distanza della rilevazione	5,00 m



Esecuzione di dettaglio d'arte		Criterio riscontrato	
scema di posa dei tasselli	<input checked="" type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W <input type="checkbox"/> no		
sfoltimento pannelli	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
giunti di risulta	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
connessioni dei punti termici:	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Dispersioni in corrispondenza dei solai tra balconi e nuovo parete esterna balconi; in generale, pareti a cassonetti con manici in scasso.	
alcali	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Dispersione nei nodi trave-pilastro.	
involucro ventilato	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	NB. Criticità nei nodi, giunti e intersezione con pareti in oggetto.	
travi di legno	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Nodi travi pilastri rappresentano ponti termici.	
solaio di copertura	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni in corrispondenza del solaio di copertura; struttura tetto, solaio in estradosso, costituisce ponte termico.	
balconi finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Ponti termici in corrispondenza dei balconi.	
infissi finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni da spallette infissi.	
architetture / cassonetti	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni in corrispondenza dei cassonetti/architrave.	
intonaci	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Ponti termici negli angoli/pigoli con parete e nodo intradosso-parete.	
questi dati sono stati rilevati e/o parzialmente		Dispersioni marcate in corrispondenza di giunti di dilatazione, intersezioni con pareti in oggetto, solai balconi, bancali e cassonetti; non sono visibili giunti di malta o difetti di posa nel cappotto.	

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICI	
Indirizzo	via Menganti n. 2	Superficie utile riscaldata	1.423,17 m <sup>2</sup>
Città	Bologna (BO)	Superficie utile raffrescata	1.423,17 m <sup>2</sup>
Zona climatica	E	Volume Lordo riscaldato	5.700,76 m <sup>3</sup>
Capito	100	Volume Lordo raffrescato	5.700,76 m <sup>3</sup>
Anno di costruzione	1970	Superficie Dispersione	2.092,85 m <sup>2</sup>
Tipo di edificio	privata	Rapporto S/V	0,3671

CARATTERISTICHE TIPologiche E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO

Descrizione	Valore	Descrizione	Valore
uso edificio	residenziale	n. piani fuori terra	6
uso prevalente pt	commerciale	n. piani residenziali	6
Tipologia struttura portante	CA	n. vani scala	1
perimetrale	TP-40x40	n. unità immobiliari tot	82
spina	TP-40x50	di cui:	
		appartamenti	26
		- piano terra	4
		- per piano tipo	4
		- attico	2
		- loggia	1
		- altro	5
prima soletta	verso cantine/garage	presenza porticato	<input type="checkbox"/>
struttura	LC	presenza piano interrato	<input type="checkbox"/>
tamponeamenti	BLF	presenza p. sovrinterrato	<input type="checkbox"/>
terrazzamenti		presenza piani in oggetto	<input type="checkbox"/>
- vetro singolo		presenza balconi	<input type="checkbox"/>
- vetro doppio	100%	presenza loggia	<input type="checkbox"/>
- vetro triplo		presenza sottotetto	<input type="checkbox"/>
- basso emissivo		abitabile	<input type="checkbox"/>
copertura	a falde / plana	rete impermeabile	<input type="checkbox"/>
- tipologia d'isolamento	praticabile		
- rivestimento	LC		
	pavimentazione galleggiante in cls		

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazioni Energetiche dell'Edificio	
ESTATE	INVERNO

Consumo Energetico Annuo	
da energia elettrica da rete	40.458,00 kWh
da metano	17.167,00 m <sup>3</sup>
da impianti fonti rinnovabili	kWh
da intercalamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	181,33 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	13,36 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	194,69 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (uso)	38,00 kg/m <sup>2</sup> anno

Dati Involucro		
parete esterna	BLF, intelli in cotto	1,690 W/m <sup>2</sup> K
prima soletta	LC, intonaco	1,284 W/m <sup>2</sup> K
copertura o solaio di esportazione	LC, piastrelle in ceramica	1,674 W/m <sup>2</sup> K
terrazzamenti:	valore medio	3,085 W/m <sup>2</sup> K
- vetro singolo		
- vetro doppio	telai in PVC	3,085 W/m <sup>2</sup> K
- vetro triplo		
- vetro basso emissivo		

Servizi energetici presenti			
impianto riscaldamento	centralizzato	caldaia a condensazione	231,88 kW
impianto produzione ACS	autonomo	boiler elettrici	1,20 kW
impianto raffrescamento			kW
impianto fonti rinnovabili			kW
impianto VMC			kW

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazioni Energetiche dell'Edificio	
ESTATE	INVERNO

Consumo Energetico Annuo	
da energia elettrica da rete	39.477,00 kWh
da metano	6.392,00 m <sup>3</sup>
da impianti fonti rinnovabili	kWh
da intercalamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	100,96 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	13,04 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	114,00 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (uso)	22,00 kg/m <sup>2</sup> anno

Dati Involucro		
parete esterna	BLF, EPS con grafite, intonaco	0,190 W/m <sup>2</sup> K
prima soletta	LC, intonaco	1,674 W/m <sup>2</sup> K
copertura o solaio di esportazione	LC, PU con PIR espansa, piastrelle in cls	0,162 W/m <sup>2</sup> K
terrazzamenti:	valore medio	3,085 W/m <sup>2</sup> K
- vetro singolo		
- vetro doppio	telai in pvc	3,085 W/m <sup>2</sup> K
- vetro triplo		
- vetro basso emissivo		

Servizi energetici presenti			
impianto riscaldamento	centralizzato	caldaia a condensazione	136,00 kW
impianto produzione ACS	autonomo	boiler elettrici	1,20 kW
impianto raffrescamento			kW
impianto fonti rinnovabili			kW
impianto VMC			kW

DATI INTERVENTO

Impresa esecutrice	Home Servis S.r.l.	anno intervento	2022 (prima pratica)
--------------------	--------------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	Tipologia di intervento	Descrizione	Uffici	Costo
parete esterna	coibentazione	pannelli EPS con grafite	0,030 W/mK	14,00 cm
prima soletta	coibentazione	pannelli EPS con grafite (30 mq in oggetto al PT)	0,031 W/mK	14,00 cm
terrazzamenti			W/mK	cm
- imbotti infissi			W/mK	cm
- cassonetti per avvolgibili			W/mK	cm
- balconi / loggia	coibentazione	pannelli in resina fenolica rivestiti in EPS	0,024 W/mK	8,00 cm
- solaio di copertura	coibentazione	PU con schiuma polyiso PIR espansa	0,025 W/mK	14,00 cm
- copertura			W/mK	cm



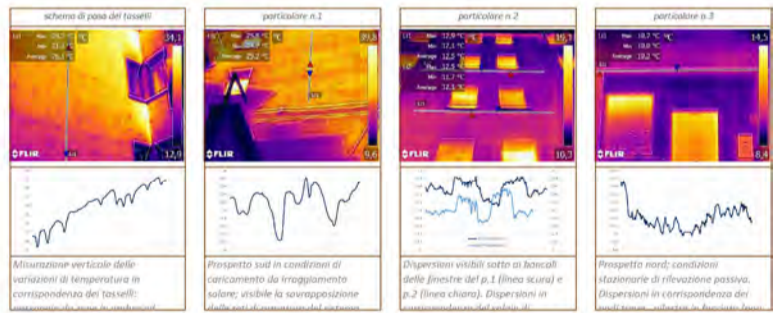
SuperEcoBonus	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:	
- importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 s.u.)	3.200.000,00 €
- importo detraibile (30.000,00 € per restanti)	2.500.000,00 €
- Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	1.040.000,00 €
Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	
- isolamento termico in estradosso con pannelli di poliuretano espanso costituito da schiuma polyiso PIR espansa sp. 14 cm	553.845,53
Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	
- isolamento termico solaio in oggetto con pannelli di polistirene EPS con grafite sp. 14 cm	344.408,85
Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	
- isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 14 cm	898.254,38
- intonaco termico pareti interne balconi con pannelli in resina fenolica sp. 8 cm	

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Importo detraibile (aliquota 110%)	Importo detraibile (aliquota 36%)	Importo detraibile (aliquota 36%)
Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	Superficie di intervento	m <sup>2</sup>		
Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda o	Potenza impianto	kW	94.735,78	40.520,98
Impianti con micro-generatori	Potenza impianto	kW		135.256,76
Sostituzione caldaia a condensazione a gas e impianti di climatizzazione invernale esistenti	Potenza impianto	kW		
Impianti con pompe di calore	Potenza impianto	kW		
Impianti con sistemi ibridi	Potenza LHM impianto in riscaldamento	kW		
Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto	kW		
Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua			
Spesa massima ammissibile massima (aliquota 110%)			648.581,31	384.929,83
Spesa massima ammissibile (aliquota 36%)				1.033.511,14

tot SuperEcoBonus [€]	648.581,31	384.929,83	1.033.511,14
Importo detratto [€]	713.439,44	209.450,88	962.890,32

SuperSismobonus	
Importo detraibile specifico	96.000,00 €/s.u.
Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali	
Interventi sulla copertura	
Interventi sul solaio di copertura	
Interventi sul primo solaio	
Interventi sui solai intermedi	
Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali	
Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti	
Interventi di consolidamento di un muro di contenimento pertinenziale e sistema del terreno di	
tot tralimenti	
tot SuperSismobonus	
Importo detratto con aliquota 110%	

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	10/02/2026
facce rilevate	10/11
temperatura esterna	9 °C
temperatura interna	19 °C
umidità relativa	86 %
tipologia di procedura	qualitativa
tipologia di rilevazione	attiva
condizioni di rilevazione	caricamento
distanza della rilevazione	5,00 m
note sulla rilevazione:	
- Condizioni di rilevazione mista: attiva in fase di caricamento prospetti esposti a sgraggiamento (prospetti sud-est) e passiva in condizioni stazionarie per prospetti in ombra (nord-ovest);	
- adeguata distanza di rilevazione;	
- prospetti ben visibili e accessibili;	
- cielo limpido.	



Incarichi di tempo d'arte		criticità riscontrate	
scembi di peso dei tasselli	<input checked="" type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> no		
sfoltimento pannelli	<input checked="" type="checkbox"/> a W <input type="checkbox"/> no		
giunti di malta	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Visibili pochi giunti di malta.	
connessioni dei punti termici:	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità nei nodi trave - pilastro, intradosso balconi, sotto ai bancali delle finestre.	
- balconi	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Un'importante presenza in corrispondenza dei balconi in facciata in piano terra, in particolare nei nodi trave - pilastro.	
- involucri verticali	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	NB. Criticità nei nodi, angoli/spigoli.	
- nodi di piano	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
- soletta di copertura	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni in corrispondenza del solaio di copertura.	
- bancali finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Leggere dispersioni sotto bancali.	
- bordi finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
- architravi / cornicioni	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
- balconi	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		

Eventuali anomalie e/o particolari: Criticità nell'isolamento degli appartamenti al piano terra (pilastro non isolato); pochi giunti di malta visibili; visibile sovrapposizione rete armatura.

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via del Francia n. 16	Superficie utile riscaldata	1 285,22 m <sup>2</sup>
comune	Casalecchio di Reno (BO)	Superficie utile raffrescata	703,05 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldato	5 079,17 m <sup>3</sup>
capito	19	Volume Lordo raffrescato	2 778,44 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1968	Superficie Dispersione	2 056,14 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	privata	Rapporto S/V	0,4048

CARATTERISTICHE TIPologiche E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO

uso edificio		tipologia costruttiva		tipologia costruttiva	
uso prevalente pt	residenziale	n. piani fuori terra	6	n. piani interrati	0
uso prevalente pr	residenziale	n. piani residenziali	6	n. piani interrati	0
tipologia costruttiva	CA	n. vani scala	1	n. piani interrati	0
perimetrale	TP-30x30	n. unità immobiliari tot	27	n. unità immobiliari tot	27
spina	TP-24x33	di cui:		n. unità immobiliari tot	27
primi solai	verso cantine/garage	appartamenti	16	n. unità immobiliari tot	27
struttura	LC	per piano terra	3	n. unità immobiliari tot	27
tamponamento	BLF	per piano terra	3	n. unità immobiliari tot	27
terramenti		altre	11	n. unità immobiliari tot	27
vetri singoli	56%	presenza porticato	<input type="checkbox"/>	n. unità immobiliari tot	27
vetri doppi		presenza piano interrato	<input type="checkbox"/>	n. unità immobiliari tot	27
vetri tripli		presenza p. interrato	<input type="checkbox"/>	n. unità immobiliari tot	27
balco rivislati	44%	presenza piani in oggetto	<input type="checkbox"/>	n. unità immobiliari tot	27
copertura	a falda / plana	presenza balconi	<input type="checkbox"/>	n. unità immobiliari tot	27
identificazione d'origine strutturale	LC	presenza loggia	<input type="checkbox"/>	n. unità immobiliari tot	27
rivestimento	tegole	presenza sottotetto	<input type="checkbox"/>	n. unità immobiliari tot	27
		abitabile	<input type="checkbox"/>	n. unità immobiliari tot	27
		non abitabile	<input type="checkbox"/>	n. unità immobiliari tot	27

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'Edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	8 458,00 kWh
☺☺☺☺	☹☹☹☹	da metano	21 040,00 kWh
		da impianto fonti rinnovabili	kWh
		da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Involucro	
non rinnovabile	183,69 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLF, infissi in cotto	1,490 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	3,09 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, intonaco	W/m <sup>2</sup> K
globale	186,78 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, lastre cemento prefabbricate	1,980 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (tot)	37,00 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	5,000 W/m <sup>2</sup> K
		terramenti	5,000 W/m <sup>2</sup> K
		vetri singoli	W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	W/m <sup>2</sup> K
		vetri basso emissivi	W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		tipologia di impianto		potenza nominale	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	centralizzato	caldaia a combustione	170,00	kW
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	centralizzato	caldaia a condensazione	170,00	kW
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto raffrescamento	autonomo	generatori elettrici singoli per ciascuna zona termica	6,00	kW
<input type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili				kW
<input type="checkbox"/>	impianto VMC				kW

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'Edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	12 004,00 kWh
☺☺☺☺	☹☹☹☹	da metano	8 078,00 kWh
		da impianto fonti rinnovabili	2 789,00 kWh
		da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Involucro	
non rinnovabile	83,81 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLF, EPS con grafite, intonaco	0,211 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	6,56 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, EPS con grafite, tetta silossanica	0,193 W/m <sup>2</sup> K
globale	90,37 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, lana minerale di vetro	0,182 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (tot)	15,00 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	3,359 W/m <sup>2</sup> K
		terramenti	5,000 W/m <sup>2</sup> K
		vetri singoli	W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	W/m <sup>2</sup> K
		vetri basso emissivi	W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		tipologia di impianto		potenza nominale	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	centralizzato	caldaia a condensazione	55,20	kW
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	centralizzato	caldaia a condensazione	55,20	kW
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto raffrescamento	autonomo	generatori elettrici singoli per ciascuna zona termica	6,00	kW
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili	centralizzato	impianto solare termico		kW
<input type="checkbox"/>	impianto VMC				kW

DATI INTERVENTO

impresa esecutrice	RICAP S.r.l.	anno intervento	2022 (prima pratica)
--------------------	--------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su		tipologia di intervento		potenza nominale	
<input checked="" type="checkbox"/>	parete esterna	coibentazione	pannelli EPS con grafite	0,031	W/m <sup>2</sup> K
<input checked="" type="checkbox"/>	primi solai	coibentazione	pannelli EPS con grafite	0,031	W/m <sup>2</sup> K
<input checked="" type="checkbox"/>	terramenti	coibentazione	pvc/metallo, vetri basso emissivi	0,060	W/m <sup>2</sup> K
<input checked="" type="checkbox"/>	infissi infissi	coibentazione	pannelli aerogel	0,015	W/m <sup>2</sup> K
<input checked="" type="checkbox"/>	caselloni per pannello	coibentazione	in legno		W/m <sup>2</sup> K
<input checked="" type="checkbox"/>	balconi / loggia	coibentazione	pannelli in schiuma rigida polifenolica	0,022	W/m <sup>2</sup> K
<input checked="" type="checkbox"/>	solaio di copertura	coibentazione	lana di roccia con carta polifenolica	0,040	W/m <sup>2</sup> K
<input checked="" type="checkbox"/>	copertura	coibentazione			W/m <sup>2</sup> K



SuperEcoBonus		SuperSismaBonus	
<p>Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:</p> <p>importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.) 320.000,00 €</p> <p>importo detraibile (30.000,00 € per restanti) 570.000,00 €</p> <p>Spesa massima detraibile (aliquota 110%) 890.000,00 €</p>		<p>Strutture opache orizzontali: isolamento coperture</p> <p>Superficie di intervento: 169,00 m<sup>2</sup></p> <p>- isolamento termico in estradosso del solaio di copertura con doppio strato di lana di roccia con rivestimento in carta polifenolica sp. 20 cm</p> <p>Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti</p> <p>Superficie di intervento: 180,00 m<sup>2</sup></p> <p>isolamento termico spalti e intradosso cantine/garage con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 12 cm</p> <p>Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali</p> <p>Superficie di intervento: 1.101,76 m<sup>2</sup></p> <p>- isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 14 cm</p> <p>- isolamento termico pareti interne balconi con pannelli in resina fenolica sp. 8 cm</p> <p>- isolamento termico imbotti finestre con pannelli in aerogel sp. 1 cm</p>	

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		SuperEcoBonus		SuperSismaBonus	
<p>Impianto a collettori solari per la produzione di acqua calda</p> <p>Superficie di intervento: 10,02 m<sup>2</sup></p>		<p>importo detraibile (20.000,00 € fino a 8 u.l.) 160.000,00 €</p> <p>importo detraibile (15.000,00 € per restanti) 285.000,00 €</p> <p>Spesa massima detraibile (aliquota 110%) 445.000,00 €</p>			
<input checked="" type="checkbox"/>	Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda a	55,00 kW			
<input type="checkbox"/>	Sostituzione caldaia a condensazione a gas	Potenza impianto: 4 kW		65 187,88	
<input type="checkbox"/>	Impianti con pompe di calore	Potenza impianto: 4 kW		36 790,20	
<input type="checkbox"/>	Impianti con sistemi ibridi	Potenza LHM impianto in riscaldamento: 4 kW		101 978,08	
<input type="checkbox"/>	Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto: 4 kW			
<input type="checkbox"/>	Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua: 1			
Spesa massima ammissibile massima (aliquota 110%)		513 792,96	188 519,91	702 312,87	

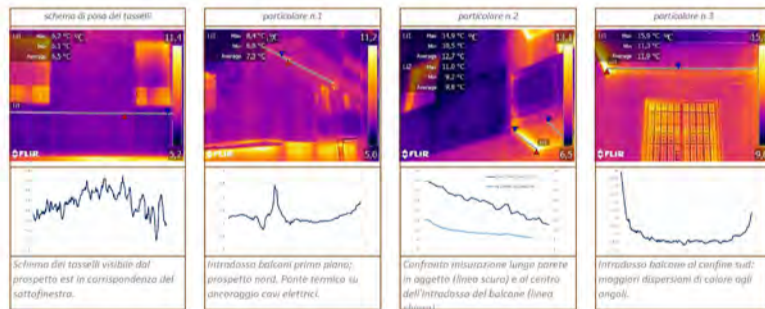
Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi		SuperEcoBonus		SuperSismaBonus	
<p>n. di aderenze: 7</p> <p>importo detraibile specifico: 14 545,45 €/u.l.</p> <p>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 381 818,15 €</p>		79 002,19		79 002,19	
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di schermatura solare e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di	Potenza impianto: 4 kW			
<input type="checkbox"/>	Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a	Potenza impianto: 4 kW			
<input type="checkbox"/>	Installazione di tecnologie di building automation	Potenza impianto: 4 kW			
<input type="checkbox"/>	Installazione di colonnine elettriche	Potenza impianto: 4 kW			
<input type="checkbox"/>	Installazione di impianto fotovoltaico	Potenza impianto: 4 kW			
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistema di accumulo	Capacità della batteria: 1 kWh			
<input type="checkbox"/>	Rimozione strutture architettoniche	Potenza impianto: 4 kW			
Spesa massima ammissibile trattata		381 818,15	79 002,19	79 002,19	

<b>tot SuperEcoBonus [€]</b>	592 795,15	188 519,91	<b>781 315,06</b>
<b>Spesa massima ammissibile trattata [€]</b>	652 074,67	181 963,04	<b>784 038,60</b>

SuperSismaBonus		SuperEcoBonus	
<p>Importo detraibile specifico: 96.000,00 €/u.l.</p>			
<input type="checkbox"/>	Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali		
<input type="checkbox"/>	Interventi sulla copertura		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul solaio di copertura		
<input type="checkbox"/>	Interventi sui primi solai		
<input type="checkbox"/>	Interventi sui solai intermedi		
<input type="checkbox"/>	Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali		
<input type="checkbox"/>	Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti		
<input type="checkbox"/>	Interventi di consolidamento di un muro di contenimento pertinenziale e sistema del terreno di		
tot SuperSismaBonus		79 002,19	

ANALISI TERMOGRAFICA

data rilevamento	28/01/2026	note sulla rilevazione:
località rilevamento	19-20	- Possibilità limitata di avvicinamento;
temperatura esterna	7 °C	- progetto sull'asset accessibile e ben visibile;
umidità relativa	98 %	- progetto nord-est rilevato a 10 m.
tipologia di procedura	qualitativa	
tipologia di rilevazione	passiva	
condizioni di rilevazione	stazionaria	
altezza della rilevazione	5,00 m	



Sicurezza di dettaglio		criticità riscontrate	
scandalo di posa dei tasselli	<input checked="" type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W <input type="checkbox"/> no		
staccamento pannelli	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Visti pochi giunti di malta.	
giunti di malta	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità lungo intradosso balconi e lungo pareti in aggetto.	
connessione dei punti termici:	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
involucro verticale	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
rovi di piano	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
solaio di copertura	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni in corrispondenza del solaio di copertura.	
balconi finestre	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Dispersioni da spallette infissi.	
infissi finestre	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
architravi / caselloni	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
infissi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Punti termici negli angoli/pigoli con pareti in aggetto e nodo intradosso balconi-parete.	
eventuali anomalie e/o particolari	Criticità riscontrate soprattutto nei confini con edificio adiacente non coibentato.		

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via Allende n. 2, via Lincoln n. 2	Superficie utile riscaldata	4 793,61 m <sup>2</sup>
comune	Bologna (BO)	Superficie utile raffrescata	118,32 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldato	18 362,71 m <sup>3</sup>
capofila	245	Volume Lordo raffrescato	431,70 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1972	Superficie Dispersione	7 656,74 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	pubblica	Rapporto S/V	0,4170

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO

uso edificio		particolari costruttivi	
residenziale	residenziale	n. piani fuori terra	10
con prevalente pt	piano pilotis	n. piani residenziali	9
		n. vani scala	2
		n. unità immobiliari tot	98
		di cui:	
		appartamenti	47
		piano terra per piano tipo	6
		arredi	3
		altri	51

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'Edificio	
ESTATE	INVERNO
Consumo Energetico Annuo	
da energia elettrica da rete	14 114,30 kWh
da metano	m <sup>3</sup>
da impianto fonti rinnovabili	kWh
da tele riscaldamento	947 267,29 kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Tecnici	
non rinnovabile	242,88 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLS, intonaco	1,527 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	1,39 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, areato, intonaco	0,932 W/m <sup>2</sup> K
globale	244,27 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, areato, piastrelle	1,143 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (usa)	40,88 kg/m <sup>2</sup> anno	valore medio	2,800 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Prestazioni di progetto	
impianto riscaldamento	centralizzato	tele riscaldamento da centrale termica	872,00 kW
impianto produzione ACS	centralizzato	tele riscaldamento da centrale termica	378,00 kW
impianto raffrescamento	autonomo	generatori singoli per ciascuna zona termica	12,50 kW
impianto fonti rinnovabili			kW
impianto VMC			kW

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'Edificio	
ESTATE	INVERNO
Consumo Energetico Annuo	
da energia elettrica da rete	13 932,99 kWh
da metano	m <sup>3</sup>
da impianto fonti rinnovabili	kWh
da tele riscaldamento	366 891,81 kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Tecnici	
non rinnovabile	97,52 kWh/m <sup>2</sup> anno	BLS, EPS con grafite, intonaco	0,214 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	1,37 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, areato, resina fenolica, intonaco	0,192 W/m <sup>2</sup> K
globale	98,89 kWh/m <sup>2</sup> anno	LC, areato, PU con PIR, piastrelle	0,159 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (usa)	16,64 kg/m <sup>2</sup> anno	valore medio	1,844 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Prestazioni di progetto	
impianto riscaldamento	centralizzato	tele riscaldamento da centrale termica	872,00 kW
impianto produzione ACS	centralizzato	tele riscaldamento da centrale termica	378,00 kW
impianto raffrescamento	autonomo	generatori singoli per ciascuna zona termica	12,50 kW
impianto fonti rinnovabili			kW
impianto VMC			kW

DATI INTERVENTO

Impresa esecutrice	Global Costruzioni S.r.l.	anno intervento	2022 (prima pratica)
--------------------	---------------------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	Caratteristiche costruttive	Caratteristiche tecniche	Spessore	Conduttività
parete esterna	coibentazione	pannelli EPS con grafite	0,030 W/mK	12,00 cm
primo solaio	coibentazione	pannelli in resina fenolica	0,019 W/mK	8,00 cm
servizi	coibentazione	pvc, vetri basso emissivi	0,060 W/mK	cm
ambotti infissi	sostituzione	in pvc, multicamera, isolamento termoacustico	W/mK	2,40 cm
cassonetti per pvc/pilastri	coibentazione	pannelli in resina fenolica rivestiti in EPS	0,019 W/mK	9,00 cm
balconi / logge	coibentazione	PU con schiuma polyiso PIR espansa	0,022 W/mK	12,00 cm
solaio di copertura	coibentazione		W/mK	cm
vegetazione				



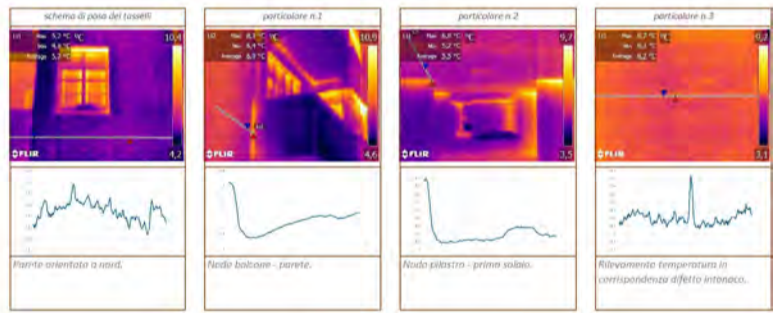
SuperEcoBonus	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:	
Importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)	3 020 000,00 €
Importo detraibile (30.000,00 € per restanti)	2 300 000,00 €
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	3 020 000,00 €

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Importo detraibile (aliquota 110%)	
Importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)	3 020 000,00 €		
Importo detraibile (30.000,00 € per restanti)	2 300 000,00 €		
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	3 020 000,00 €		

tot SuperEcoBonus [€]	3 811 909,25	3 811 909,25
Importo detraibile [€]	4 193 100,18	4 193 100,18

SuperSismobonus	
Importo detraibile specifico	96 000,00 €/u.l.
Importo detraibile (aliquota 110%)	105 600,00 €

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	22/01/2026
temperatura ambiente	9,10 °C
temperatura esterna	4 °C
umidità relativa	81 %



Criterio di verifica		Criterio riscontrato	
Schema di posa dei tasselli	si / no	si	Schema di posa ben visibile, tasselli ricoperti da sola malta.
Giunti non visibili	si / no	si	Giunti non visibili, sfalsamento suggerito da tasselli e foto cantiere.
Malta non presente tra i pannelli	si / no	si	Malta non presente tra i pannelli.
Dispersioni in corrispondenza dei solai dei balconi e nodo pilastro-primo solaio	si / no	si	Dispersioni in corrispondenza dei solai dei balconi e nodo pilastro-primo solaio.
Pilastri al piano terra costituiscono un ponte termico	si / no	si	Pilastri al piano terra costituiscono un ponte termico.
NB. Criticità nei nodi	si / no	si	NB. Criticità nei nodi.
Travi di piano non visibili	si / no	si	Travi di piano non visibili.
Non isolati	si / no	si	Non isolati.
Cassonetti non visibili	si / no	si	Cassonetti non visibili.
Posti termici nel nodo della parete col parapetto e con il solaio	si / no	si	Posti termici nel nodo della parete col parapetto e con il solaio.

SuperEcoBonus	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:	
Importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)	3 020 000,00 €
Importo detraibile (30.000,00 € per restanti)	2 300 000,00 €
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	3 020 000,00 €



DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via Resistenza n.2 - 4	Superficie utile riscaldata	3 348,92 m <sup>2</sup>
città	Casalecchio di Reno (BO)	Superficie utile raffrescata	3 348,92 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldato	13 583,17 m <sup>3</sup>
capofila	17	Volume Lordo raffrescato	13 583,17 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1968	Superficie Dispersione	5 973,06 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	privata	Rapporto S/V	0,4397

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO

uso edificio	residenziale	commerciale
uso prevalente pt		
Tipologia struttura portante		
verticale	CA	
perimetrale	TP-42x62	
spina	TP-62x75	
Tipologia struttura coperta		
prima soletta	verso negozi	
struttura	LC	
tamponamento	BLs	
terramenti		
vetri singoli	47%	
vetri doppi		
vetri tripli		
vetri a vista	5,9%	
copertura	a falda	piana
gestione dell'energia	residenziale	
struttura	LC	
rivestimento	tegole in terracotta	

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio	
ESTATE	INVERNO

Consumo Energetico Annuo	
da energia elettrica da rete	51 998,00 kWh
da metano	61 495,00 kWh
da impianto fonti rinnovabili	kWh
da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	221,93 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	7,30 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	229,23 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (uso)	45,00 kg/m <sup>2</sup> anno

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio	
ESTATE	INVERNO

Consumo Energetico Annuo	
da energia elettrica da rete	83 298,00 kWh
da metano	12 534,00 kWh
da impianto fonti rinnovabili	37 249,00 kWh
da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	87,57 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	47,28 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	134,85 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (uso)	19,00 kg/m <sup>2</sup> anno

DATI INTERVENTO

Lavorazioni effettuate su		Categorie e descrizione		Quantità		Costo	
parete esterna	coibentazione	pannelli in resina fenolica rivestiti in EPS	0,022 W/mK	14,00 cm			
prima soletta	coibentazione	pannelli EPS con grafite	0,031 W/mK	14,00 cm			
terramenti	coibentazione	pvc, vetri basso emissivi	0,060 W/mK				
infissi	coibentazione	pannelli aerogel	0,015 W/mK	1,00 cm			
balconi / logge	coibentazione	in pvc, multicamera, isolamento termoacustico		2,40 cm			
solai di copertura	coibentazione	pavimenti: XPS (estradosso) e EPS (intradosso)	0,033 W/mK	6,00 cm			
copertura	coibentazione	copertura piana pt: PU con PIR espansa	0,025 W/mK	14,00 cm			
spartitra	coibentazione	PU con schiuma polyiso PIR espansa	0,025 W/mK	14,00 cm			

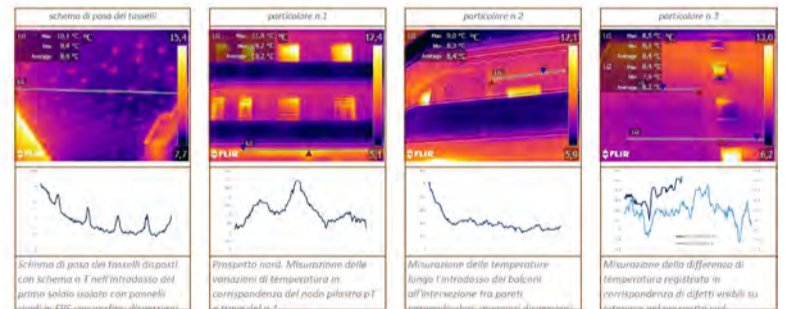


SuperEcoBonus		SuperSismobonus	
<p>Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:</p> <p>Importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.) 3.200,00 €</p> <p>Importo detraibile (30.000,00 € per restanti) 1.800,00 €</p> <p>Spesa massima detraibile (aliquota 110%) 2.200,00 €</p>			
Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento: 1 159,60 m <sup>2</sup>		
- isolamento termico in estradosso con pannelli di poliuretano espanso costituito da schiuma polyiso PIR espansa sp. 12 cm		1 982 265,37	1 982 265,37
Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento: 198,00 m <sup>2</sup>		
- isolamento termico soffitto portico con pannelli di polistirene EPS con grafite sp. 14 cm			
- intonaco termico pavimenti balconi con pannelli in polistirene EPS con estradosso sp. 3 cm e EPS			
Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento: 798,50 m <sup>2</sup>		
- isolamento a cappotto con pannello in resina fenolica rivestita in EPS sp. 14 cm			
- isolamento termico infissi finestre con pannelli in aerogel sp. 1 cm			
- isolamento delle pareti del sottotetto con intonaco termico sp. 1 cm			

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Importo detraibile (20.000,00 € fino a 8 u.l.)		Importo detraibile (15.000,00 € per restanti)		Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	
<input checked="" type="checkbox"/>	Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	Superficie di intervento:	36,45 m <sup>2</sup>				
<input type="checkbox"/>	- installazione di collettori solari a piani vetrati	Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda o	Potenza impianto:	kW			
<input type="checkbox"/>	Impianti con micro-generatori	Potenza impianto:	kW	859 081,03	61 197,00	920 280,03	
<input type="checkbox"/>	Impianti con pompe di calore	Potenza impianto:	kW				
<input checked="" type="checkbox"/>	Impianti con sistemi ibridi	Potenza utile impianto in riscaldamento:	186,39 kW				
<input type="checkbox"/>	- sistema costituito da n.2 pompe di calore (87,40 kW) e n.2 caldaie a condensazione	Impianti con generatori di calore alimentati a biomassa combustibili	Potenza impianto:	kW			
<input type="checkbox"/>	Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua:					
Spesa massima ammissibile massima				2 841 348,40	61 197,00	2 902 545,40	
aliquota 110% del 2022				3 180 000,00			
<input checked="" type="checkbox"/>	Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi	n. di aderenti:	29				
<input type="checkbox"/>	- finestre e port finestre in pvc ad una/due ante, vetro basso emissivo	Importo detraibile specifico:	14 545,45 €/u				
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di schermatura solare e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di:	Importo detraibile specifico:	€/u				
<input type="checkbox"/>	Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua o	Importo detraibile specifico:	27 272,73 €/u				
<input type="checkbox"/>	Installazione di tecnologie di building automation	Importo detraibile specifico:	13 636,36 €/u				
<input checked="" type="checkbox"/>	Installazione di impianto fotovoltaico	Potenza impianto:	19,82 kWp				
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di alluvioni	Capacità della batteria:	kWh				
<input type="checkbox"/>	Rimozione Elementi architettoniche	Importo detraibile specifico:	58 000,00 €/u u				
Spesa massima ammissibile trattata				455 553,50		455 553,50	
aliquota 110% del 2022				505 108,85			
tot SuperEcoBonus [€]				3 296 901,90	61 197,00	3 358 098,90	
Importo detraito [€]				3 626 592,09	42 837,90	3 669 429,99	

SuperSismobonus		Importo detraibile (aliquota 110%)	
<input type="checkbox"/>	Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sulla copertura:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul solaio di copertura:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul primo solaio:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sui solai intermedi:		
<input type="checkbox"/>	Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali:		
<input type="checkbox"/>	Rafforzamento di elementi con strutturali pesanti:		
<input type="checkbox"/>	Intervento di consolidamento di un muro di contenimento perimetrale e sistema del terreno di		
tot SuperSismobonus			
Importo detraito con aliquota 110%			

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	10/02/2022
temperatura ambiente	7 °C
temperatura esterna	7 °C
temperatura relativa	92 %
tipologia di procedura	qualitativa
tipologia di esecuzione	passiva
condizione di rilevazione	stazionaria
altezza della rilevazione	5,00 m



Isolamento D'Inverno		Criterio Riscaldamento	
Isolamento di pareti esterne	<input checked="" type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti interne	<input type="checkbox"/> a W <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pavimenti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di balconi	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di cantine	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di sottotetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di facciate	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di soffitti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di pareti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
Isolamento di tetti	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		



DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via Dall'olio n. 7 - 23	Superficie utile riscaldata	4 132,44 m <sup>2</sup>
comune	Bologna (BO)	Superficie utile raffrescata	2 063,26 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldata	17 236,02 m <sup>3</sup>
capofila	249	Volume Lordo raffrescata	8 302,17 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1954	Superficie Dispersione	9 167,57 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	pubblica	Rapporto S/V	0,5319

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO

uso edificio	residenziale	commerciale
uso prevalente pr.		
n. piani fuori terra	4	
n. piani residenziali	3	
n. vani scala	9	
n. unità immobiliari tot.	76	
di cui:		
appartamenti	54	
piano terra per piano tipo	18	
arredi	18	
altri	3	
presenza porticato	<input checked="" type="checkbox"/>	
presenza piano interrato	<input type="checkbox"/>	
presenza p. seminterrato	<input type="checkbox"/>	
presenza piani in oggetto	<input type="checkbox"/>	
presenza balconi	<input checked="" type="checkbox"/>	
presenza logge	<input checked="" type="checkbox"/>	
presenza sottotetto	<input type="checkbox"/>	
abitabile	<input checked="" type="checkbox"/>	
note ristrutturazione		

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazioni Energetiche dell'Edificio	
ESTATE	INVERNO

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	222,05 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	30,63 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	252,68 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (uso)	44,44 kg/m <sup>2</sup> anno

Servizi energetici presenti			
<input checked="" type="checkbox"/> impianto riscaldamento	autonomo	PDC elettrica aria-aria, caldaie standard e a condensazione	21,90 kW
<input checked="" type="checkbox"/> impianto produzione ACS	autonomo	riscaldamento elettrico, caldaie standard e a condensazione	20,15 kW
<input checked="" type="checkbox"/> impianto raffrescamento	autonomo	PDC elettriche aria-aria	3,84 kW
<input checked="" type="checkbox"/> impianto fonti rinnovabili	autonomo	PDC elettrica aria-aria	6,31 kW
<input type="checkbox"/> impianto VMC			4W

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazioni Energetiche dell'Edificio	
ESTATE	INVERNO

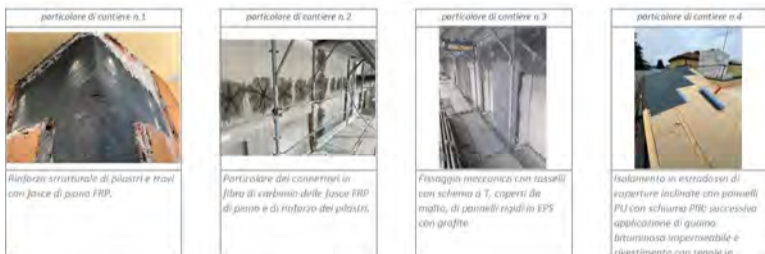
Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	121,95 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	30,21 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	152,16 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (uso)	24,93 kg/m <sup>2</sup> anno

Servizi energetici presenti			
<input checked="" type="checkbox"/> impianto riscaldamento	autonomo	PDC elettrica aria-aria, caldaie standard e a condensazione	21,78 kW
<input checked="" type="checkbox"/> impianto produzione ACS	autonomo	riscaldamento elettrico, caldaie standard e a condensazione	19,71 kW
<input checked="" type="checkbox"/> impianto raffrescamento	autonomo	PDC elettriche aria-aria	3,84 kW
<input checked="" type="checkbox"/> impianto fonti rinnovabili	autonomo	PDC elettriche aria-aria	6,31 kW
<input type="checkbox"/> impianto VMC			4W

DATI INTERVENTO

impresa esecutrice	S.I.L.CO. S.r.l.	anno intervento	2022 (prima pratica)
--------------------	------------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	Caratteristiche	Spessore (cm)	Conduttività (W/mK)	Spessore (cm)
parete esterna	coibentazione pannelli EPS con grafite	12,00	0,031	12,00
primo solaio	coibentazione insofflaggio a secco di intercapedine con lana di vetro	20,00	0,036	20,00
servizi	coibentazione pvc, vetri basso emissivi	0,060	0,060	0,060
imbotti infissi	coibentazione microisolante a base di silicati alcalini	0,002	0,002	0,50
casovetri per pvc/algibi	coibentazione in pvc, multicamera, isolamento termoacustico	2,40	0,019	2,40
balconi / logge	coibentazione pannelli in resina fenolica rivestiti in EPS	8,00	0,019	8,00
solaio di copertura	coibentazione PU con schiuma polyiso PIR espansa	12,00	0,025	12,00
spertatura	coibentazione PU con schiuma polyiso PIR espansa	10,00	0,022	10,00

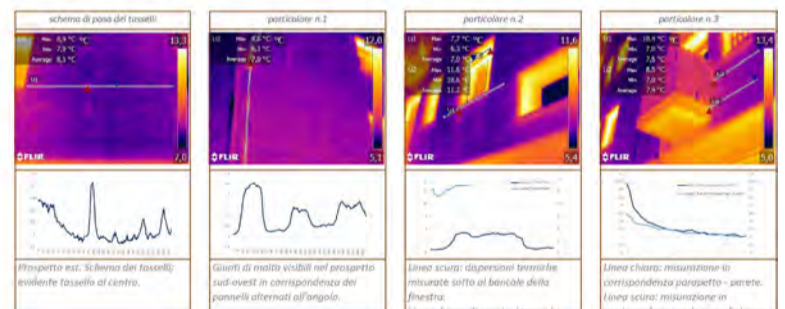


SuperEcoBonus	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:	
Importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)	3.200,00 €
Importo detraibile (30.000,00 € per restanti)	2.010,00 €
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>2.330,00 €</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento: 1.223,00 m <sup>2</sup>
- isolamento termico in estradosso di coperture inclinate non dispendenti con pannelli di poliuretano espanso costituito da schiuma polyiso PIR espansa sp. 10 cm	
<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento: 625,00 m <sup>2</sup>
- isolamento termoacustico mediante insofflaggio a secco in intercapedine con lana di vetro in focchi sp. 20 cm	
<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento: 3.535,55 m <sup>2</sup>
- isolamento a cappotto con pannello di polistirene EPS con grafite sp. 12 cm	
- intonaco termico pareti interne balconi con pannello in resina fenolica sp. 8 cm	
- microcappotto termico per imbotti finestre composto da microfere ceramiche a base di silicati alcalini (S.I.C.O.)	

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Importo detraibile (€)	Importo detraibile (€)
Importo detraibile (20.000,00 € fino a 8 u.l.)		3.600,00 €	
Importo detraibile (15.000,00 € per restanti)		€	
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>		<b>€</b>	
<input type="checkbox"/> Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	Superficie di intervento: m <sup>2</sup>		
<input type="checkbox"/> Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda a	Potenza impianto: kW		
<input type="checkbox"/> Impianti con micro-generatori	Potenza impianto: kW		
<input type="checkbox"/> Impianti con pompe di calore	Potenza impianto: kW		
<input type="checkbox"/> Impianti con sistemi ibridi	Potenza utile impianto in riscaldamento: kW		
<input type="checkbox"/> Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto: kW		
<input type="checkbox"/> Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua:		
<b>Spesa massima ammissibile trattata</b>		<b>1 970 006,83</b>	<b>1 970 006,83</b>
<b>Spesa massima ammissibile trattata</b>		<b>2 330 000,00</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi	n. di aderenti: 33 Importo detraibile specifico: 54.545,45 €/u.l. <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 1 799 999,85 €</b>	611 117,42	611 117,42
- finestre e port finestre in pvc o metallo con taglio termico, ad una/due ante, vetro basso			
<input checked="" type="checkbox"/> Installazione di sistemi di schermatura solari e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di:	n. di aderenti: 48 Importo detraibile specifico: 54.545,45 €/u.l. <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 2 618 181,60 €</b>	174 630,60	174 630,60
- tenda o veneziana esterna manuale in tessuto e persiane avvolgibili in pvc, orientamento sud-			
<input checked="" type="checkbox"/> Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a	Potenza impianto: 24,00 kW n. di aderenti: 30 Importo detraibile specifico: 37.272,73 €/u.l. <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 818 181,82 €</b>	273 039,19	273 039,19
- sostituzione caldaie standard, caldaie destinate al riscaldamento e produzione acqua calda			
<input type="checkbox"/> Installazione di tecnologie di building automation	n. di aderenti: 1 Importo detraibile specifico: 13.636,36 €/u.l. <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €</b>		
<input type="checkbox"/> Installazione di colonnine elettriche	n. di aderenti: 1 Importo detraibile specifico: €/u.l. <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €</b>		
<input type="checkbox"/> Installazione di impianto fotovoltaico	Potenza impianto: kWp Importo detraibile specifico: 2.400,00 €/kW <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €</b>		
<input type="checkbox"/> Installazione di sistemi di accumulo	Capacità della batteria: kWh Importo detraibile specifico: 1.000,00 €/kWh <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €</b>		
<input type="checkbox"/> Rimozione opere architettoniche	n. di aderenti: 1 Importo detraibile specifico: 58.000,00 €/u.l. <b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €</b>		
<b>Spesa massima ammissibile trattata</b>		<b>5 236 363,27</b>	<b>5 058 787,21</b>
<b>tot SuperEcoBonus [€]</b>		<b>3 028 794,04</b>	<b>3 028 794,04</b>
<b>Importo detraito [€]</b>		<b>3 331 673,44</b>	<b>3 331 673,44</b>

SuperEcoBonus			
Importo detraibile specifico: 96.000,00 €/u.l.			
<input checked="" type="checkbox"/> Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:			
- inserimento di fasce di piano tipo FRP con rete monodirezionale e resina epossidica;			
<input type="checkbox"/> Interventi sulla copertura:			
<input checked="" type="checkbox"/> Interventi sul solaio di copertura:			
- inserimento di fasce di piano tipo FRP con rete monodirezionale e resina epossidica			
<input checked="" type="checkbox"/> Interventi sul primo solaio:			
- inserimento di fasce di piano tipo FRP con rete monodirezionale e resina epossidica			
<input checked="" type="checkbox"/> Interventi sui tetti intermedi:			
- inserimento di fasce di piano tipo FRP con rete monodirezionale e resina epossidica			
<input checked="" type="checkbox"/> Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali:			
- messa in sicurezza di strutture intelaiate dal ribaltamento fuori piano tramite sistema FRP			
<input type="checkbox"/> Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti:			
<input type="checkbox"/> Interventi di consolidamento di un muro di contenimento perturbabile e sostegno del terreno di			
<b>tot trattati</b>		<b>7 200 000,00</b>	<b>5 788 749,95</b>
<b>tot SuperEcoBonus</b>		<b>7 200 000,00</b>	<b>5 788 749,95</b>
<b>Importo detraito con aliquota 110%</b>			<b>6 367 624,55</b>

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	05/02/2026
località rilevata	18° 15'
temperatura esterna	9 °C
umidità relativa	82 %
tipologia di procedura	qualitativa
tipologia di rilevazione	passiva
condizioni di rilevazione	stazionarie
altezza della rilevazione	5,00 m
Buone condizioni di rilevazione; progetti ben visibili e accessibili; opportuna distanza di rilevazione.	



Esecuzione di dettaglio d'arte		criticità riscontrate	
scema di posa dei tasselli	<input checked="" type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W <input type="checkbox"/> no		
isolamento pannelli	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
giunti di risulta	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Vedi angolo sud-ovest in corrispondenza dei pannelli alternati.	
connessioni dei punti termici:	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni solai balconi, bancali e spallette finestre.	
involucro verticale	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	NB. Difetti nei pannelli angolari alternati.	
rovi di piano	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
solaio di copertura	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Non rilevabile.	
bancali finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Isolamento non efficace.	
imbotti finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
arbitrari / casomatto	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
notizi	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersione da solaio non isolato.	
Eventuali anomalie e/o particolari		Visibili giunti di malta dei pannelli alternati all'angolo tra parete sud e ovest.	









DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via Puccini n. 10 - 12	Superficie utile riscaldata	942,65 m <sup>2</sup>
comune	Fano di Argelato (BO)	Superficie utile raffrescata	m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldata	3.388,08 m <sup>3</sup>
capofila	41	Volume Lordo raffrescato	m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1978	Superficie Dispersione	1.917,54 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	privata	Rapporto S/V	0,5660

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO

uso edificio		particolari costruttivi	
residenziale	autoriscaldamento	n. piani fuori terra	4
non prevalente pt		n. piani residenziali	3
		n. vani scala	2
		n. unità immobiliari tot	24
		di cui:	
		appartamenti	12
		piano terra per piano tipo	5
		arredi	12
		altro	
		presenza porticato	<input type="checkbox"/>
		presenza piano interrato	<input type="checkbox"/>
		presenza p. seminterrato	<input type="checkbox"/>
		presenza piani in oggetto	<input type="checkbox"/>
		presenza balconi	<input type="checkbox"/>
		presenza logge	<input type="checkbox"/>
		presenza sottotetto	<input type="checkbox"/>
		abitabile	<input type="checkbox"/>
		note ristrutturazione	<input type="checkbox"/>

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	1.741,27 kWh
☺☺☺☺☺	☹☹☹☹☹	da metano	9.231,80 kWh
		da impianti fonti rinnovabili	kWh
		da teleriscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Involucro	
non rinnovabile	100,68 kWh/m <sup>2</sup> anno	PCA, fibre di vetro in interc., intonaco	0,510 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	0,83 kWh/m <sup>2</sup> anno	CA, sughero in intercapedine, intonaco	0,576 W/m <sup>2</sup> K
globale	101,50 kWh/m <sup>2</sup> anno	CA, sughero in intercapedine	0,290 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (uso)	231,03 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o soletta di esportazione	3,489 W/m <sup>2</sup> K
		terramenti:	valore medio
		vetri singoli	4,571 W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	2,885 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	W/m <sup>2</sup> K
		vetri basso emissivi	telaio in legno, vetro opaco
			1,650 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Capacità di impianto	
impianto riscaldamento	autonomo	7 caldaie standard e 5 a condensazione	23,88 kW
impianto produzione ACS	autonomo	7 caldaie standard e 5 a condensazione	23,88 kW
impianto raffrescamento			kW
impianto fonti rinnovabili			kW
impianto VMC			kW

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	1.671,20 kWh
☺☺☺☺☺	☹☹☹☹☹	da metano	6.751,24 kWh
		da impianti fonti rinnovabili	kWh
		da teleriscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Involucro	
non rinnovabile	74,52 kWh/m <sup>2</sup> anno	PCA, fibra + lana vetro, vert., pannelli	0,155 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	0,83 kWh/m <sup>2</sup> anno	CA, sughero + stiferite, cartongesso	0,203 W/m <sup>2</sup> K
globale	75,35 kWh/m <sup>2</sup> anno	CA, sughero + EPS + lana di vetro	0,150 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (uso)	14,09 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o soletta di esportazione	2,037 W/m <sup>2</sup> K
		terramenti:	valore medio
		vetri doppi	4,571 W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	2,885 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	W/m <sup>2</sup> K
		vetri basso emissivi	telaio in legno vetro opaco / PVC
			1,331 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Capacità di impianto	
impianto riscaldamento	autonomo	5 caldaie standard e 7 a condensazione	23,40 kW
impianto produzione ACS	autonomo	5 caldaie standard e 7 a condensazione	23,40 kW
impianto raffrescamento			kW
impianto fonti rinnovabili			kW
impianto VMC			kW

DATI INTERVENTO

Impresa esecutrice	D.M. Sistemi Group S.r.l.	anno intervento	2021 (prima pratica)
--------------------	---------------------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	Caratteristiche costruttive	Descrizione	U <sub>0</sub> (W/m <sup>2</sup> K)	Spessore (cm)
parete esterna	coibentazione	pannelli in lana di vetro + parete ventilata <input type="checkbox"/> previo scalfiorazione totale di intonaco	0,032 W/m <sup>2</sup> K	14,00 cm
primo solaio	coibentazione	pannelli di stiferite + cartongesso	0,022 W/m <sup>2</sup> K	8,00 cm
terramenti	coibentazione	pvc, vetri basso emissivi	0,060 W/m <sup>2</sup> K	cm
ambiti infissi	sostituzione	in pvc, multicamera, lana di vetro	0,032 W/m <sup>2</sup> K	10,00 cm
caselloni per avvolgibili	coibentazione	pannelli aerogel	0,015 W/m <sup>2</sup> K	6,00 cm
balconi / logge	coibentazione	EPS + lana di vetro in rotoli	0,041 W/m <sup>2</sup> K	24,00 cm
solaio di copertura	coibentazione		W/m <sup>2</sup> K	cm
copertura				



SuperEcoBonus		Importo detrattabile (aliquota 110%)	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:		Importo detrattabile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)	320.000,00 €
		Importo detrattabile (30.000,00 € per restanti)	480.000,00 €
		Spesa massima detrattabile (aliquota 110%)	800.000,00 €
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento:	319,20 m <sup>2</sup>
	- isolamento termico in estradosso di sottotetti con pannelli EPS sp. 12 cm + lana di vetro in rotoli senza rivestimento sp. 12 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento:	347,35 m <sup>2</sup>
	- isolamento termico in intradosso del primo solaio con pannelli di stiferite RP sp. 8 cm + cartongesso 1.25 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento:	776,17 m <sup>2</sup>
	- isolamento a cappotto con pannelli in lana di vetro semirigid sp. 14 cm		
	- parete ventilata in estradosso, sp. intercapedine 6 cm		
	- isolamento termico pareti logge balconi con pannelli in aerogel sp. 6 cm		

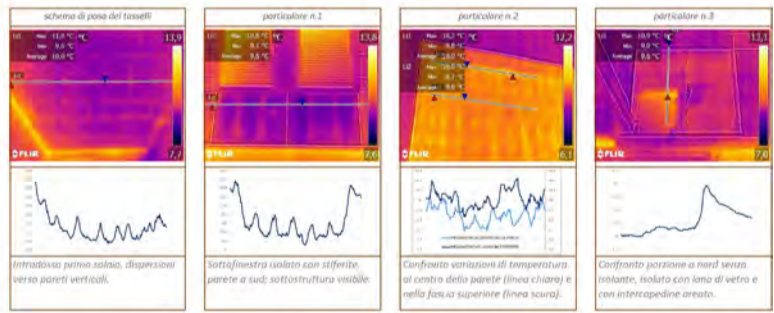
Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Importo detrattabile (aliquota 110%)	
Importo detrattabile (20.000,00 € fino a 8 u.l.)		160.000,00 €	
Importo detrattabile (15.000,00 € per restanti)		€	
Spesa massima detrattabile (aliquota 110%)		€	
<input type="checkbox"/>	Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	Superficie di intervento:	m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda a	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con micro-generatori	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con pompe di calore	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con sistemi ibridi	Potenza Ldte impianto in riscaldamento:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua:	
Spesa massima ammissibile (aliquota 110%)		732.428,09	732.428,09

Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi		Importo detrattabile (aliquota 110%)	
n. di aderenze		8	
Importo detrattabile specifico		54.545,45 €/u.l.	
Spesa massima detrattabile (aliquota 110%)		436.363,60 €	134.001,90
- finestre e portefinestre in pvc ad una/duo ante, vetro basso emissivo			
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di schermatura solari e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di	n. di aderenze	
Importo detrattabile specifico		54.545,45 €/u.l.	
Spesa massima detrattabile (aliquota 110%)		€	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a	Potenza impianto:	21,40 kW
n. di aderenze		2	
Importo detrattabile specifico		27.272,73 €/u.l.	
Spesa massima detrattabile (aliquota 110%)		54.545,45 €	15.361,06
- sostituzione caldaie standard, caldaie destinate a riscaldamento e produzione acqua calda			
<input type="checkbox"/>	Installazione di tecnologie di building automation	n. di aderenze	
Importo detrattabile specifico		13.636,36 €/u.l.	
Spesa massima detrattabile (aliquota 110%)		€	
<input type="checkbox"/>	Installazione di colonnine elettriche	n. di aderenze	
Importo detrattabile specifico		€/u.l.	
Spesa massima detrattabile (aliquota 110%)		€	
<input type="checkbox"/>	Installazione di impianto fotovoltaico	Potenza impianto	kWp
Importo detrattabile specifico		2.400,00 €/kW	
Spesa massima detrattabile (aliquota 110%)		€	
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di climatizzazione	Capacità della batteria:	kWh
Importo detrattabile specifico		1.000,00 €/kWh	
Spesa massima detrattabile (aliquota 110%)		€	
<input type="checkbox"/>	Rimozione lacune architettoniche	n. di aderenze	
Importo detrattabile specifico		58.000,00 €/u.l.	
Spesa massima detrattabile (aliquota 110%)		€	
Spesa massima ammissibile (aliquota 110%)		149.362,96	149.362,96

<b>tot SuperEcoBonus [€]</b>	<b>881.791,05</b>	<b>881.791,05</b>
Importo detrattato [€]	969.970,16	969.970,16

SuperSismobonus		Importo detrattabile (aliquota 110%)	
Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:		Importo detrattabile specifico:	96.000,00 €/u.l.
<input type="checkbox"/>	Interventi sulla copertura:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul solaio di copertura:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul primo solaio:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sui soletti intermedi:		
<input type="checkbox"/>	Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali:		
<input type="checkbox"/>	Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti:		
<input type="checkbox"/>	Interventi di consolidamento di un muro di contenimento pertinenziale a sostegno del terreno di		
tot Sismobonus			
Importo detrattato con aliquota 110%			

ANALISI TERMOGRAFICA		Data rilevazione	
data rilevamento	12/02/2026	data sulla rilevazione:	
facce rilevate	10-11	Opportuna distanza di rilevamento;	
temperatura esterna	8 °C	nebula ed elevata umidità;	
temperatura relativa	100 %	prospetti ben visibili.	
tipologia di procedura	qualitativa		
tipologia di registrazione	passiva		
condizioni di rilevazione	stazionarie		
distanza della rilevazione	5,00 m		



Rilevazione di ponti d'aria		criticità riscontrate	
Schema di posa dei tasselli	<input type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> no	Schema a W, consigliato per pannelli semirigid, non applicabile per struttura parete ventilata.	
Schema di posa dei tasselli	<input type="checkbox"/> a W <input type="checkbox"/> no		
Isolamento pannelli	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Non visibile su parete ventilata presenza contemporanea tra loro; assenza anche	
giunti di risulta	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Distanza minima tra pannelli	
convezione dei ponti termici:	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Non presente.	
alacati	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Non presenti.	
involucro ventilato	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	NI. Sottostruttura visibile con termocamera e criticità nei nodi.	
rotoli di pannello	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
solaio di copertura	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità raccordo copertura - perimetro superiore parete verticale.	
bancali finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni sotto bancali finestre, presenza ridotta di fori aereazione.	
ambiti finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Cornice delle aperture impedisce valutazione.	
architetture (caminetto)	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
balconi	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni da intradosso soletti.	
eventuali anomalie e/o particolarità:		Dispersioni concentrate in corrispondenza delle griglie di aereazione sotto i bancali e nella fascia superiore in corrispondenza della copertura.	

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via Puccini n. 21 - 23	Superficie utile riscaldata	896,55 m <sup>2</sup>
comune	Fano di Argelato (BO)	Superficie utile raffrescata	431,08 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldata	3 675,98 m <sup>3</sup>
capofila	41	Volume Lordo raffrescato	1 767,49 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1976	Superficie Dispersione	2 001,66 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	privata	Rapporto S/V	0,5445

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRUTTIVE DELL'EDIFICIO

uso edificio	residenziale	autorimessa																																													
uso prevalente pr.																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>particolari</th> <th>quantità</th> <th>unità</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>n. piani fuori terra</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>n. piani residenziali</td> <td>3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>n. vani scala</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>n. unità immobiliari tot</td> <td>27</td> <td></td> </tr> <tr> <td>di cui:</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>  appartamenti</td> <td>15</td> <td></td> </tr> <tr> <td>  piano terra per piano tipo</td> <td>5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>  loggiati</td> <td>12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>  altre</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			particolari	quantità	unità	n. piani fuori terra	4		n. piani residenziali	3		n. vani scala	2		n. unità immobiliari tot	27		di cui:			appartamenti	15		piano terra per piano tipo	5		loggiati	12		altre																	
particolari	quantità	unità																																													
n. piani fuori terra	4																																														
n. piani residenziali	3																																														
n. vani scala	2																																														
n. unità immobiliari tot	27																																														
di cui:																																															
appartamenti	15																																														
piano terra per piano tipo	5																																														
loggiati	12																																														
altre																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>particolari</th> <th>quantità</th> <th>unità</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>bugnato</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>zoccolatura</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>marciapiedi</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>intonaco</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>colante - rasante</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>intonacino plastico</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>mattoni faccia vista</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pietra faccia vista</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>mattoni paramano</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>piastrelle a mosaico</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>lastre in gres porcellanato</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pannelli fibre di legno e resine</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>telai in clc</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>terrene</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			particolari	quantità	unità	bugnato			zoccolatura			marciapiedi			intonaco			colante - rasante			intonacino plastico			mattoni faccia vista			pietra faccia vista			mattoni paramano			piastrelle a mosaico			lastre in gres porcellanato			pannelli fibre di legno e resine			telai in clc			terrene		
particolari	quantità	unità																																													
bugnato																																															
zoccolatura																																															
marciapiedi																																															
intonaco																																															
colante - rasante																																															
intonacino plastico																																															
mattoni faccia vista																																															
pietra faccia vista																																															
mattoni paramano																																															
piastrelle a mosaico																																															
lastre in gres porcellanato																																															
pannelli fibre di legno e resine																																															
telai in clc																																															
terrene																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>particolari</th> <th>quantità</th> <th>unità</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>presenza porticato</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>presenza piano interrato</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>presenza p.z. seminterrato</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>presenza piani in oggetto</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>presenza balconi</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>presenza logge</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>presenza sottotetto</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>abitabile</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>rete idroelettrica</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			particolari	quantità	unità	presenza porticato			presenza piano interrato			presenza p.z. seminterrato			presenza piani in oggetto			presenza balconi			presenza logge			presenza sottotetto			abitabile			rete idroelettrica																	
particolari	quantità	unità																																													
presenza porticato																																															
presenza piano interrato																																															
presenza p.z. seminterrato																																															
presenza piani in oggetto																																															
presenza balconi																																															
presenza logge																																															
presenza sottotetto																																															
abitabile																																															
rete idroelettrica																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>particolari</th> <th>quantità</th> <th>unità</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>prima soletta</td> <td>verso cantine/garage</td> <td></td> </tr> <tr> <td>struttura</td> <td>CA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>tamponamenti</td> <td>PCA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>terramenti</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>vetri singoli</td> <td>20%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>vetri doppi</td> <td>20%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>vetri tripli</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>vetri a vista</td> <td>60%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>coperture</td> <td>a falda / plana</td> <td></td> </tr> <tr> <td>identificazione d'aula</td> <td>sola manutenzione</td> <td></td> </tr> <tr> <td>tecnologia strutturale</td> <td>LC</td> <td></td> </tr> <tr> <td>rivestimento</td> <td>tegole</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			particolari	quantità	unità	prima soletta	verso cantine/garage		struttura	CA		tamponamenti	PCA		terramenti			vetri singoli	20%		vetri doppi	20%		vetri tripli			vetri a vista	60%		coperture	a falda / plana		identificazione d'aula	sola manutenzione		tecnologia strutturale	LC		rivestimento	tegole							
particolari	quantità	unità																																													
prima soletta	verso cantine/garage																																														
struttura	CA																																														
tamponamenti	PCA																																														
terramenti																																															
vetri singoli	20%																																														
vetri doppi	20%																																														
vetri tripli																																															
vetri a vista	60%																																														
coperture	a falda / plana																																														
identificazione d'aula	sola manutenzione																																														
tecnologia strutturale	LC																																														
rivestimento	tegole																																														

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio	
ESTATE	INVERNO

Consumo Energetico Annuo	
da energia elettrica da rete	4 304,00 kWh
da metano	15 190,00 m <sup>3</sup>
da impianti fonti rinnovabili	
da riscaldamento	

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	186,20 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	2,26 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	188,46 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (uso)	38,00 kg/m <sup>2</sup> anno

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio	
ESTATE	INVERNO

Consumo Energetico Annuo	
da energia elettrica da rete	4 242,00 kWh
da metano	5 689,00 m <sup>3</sup>
da impianti fonti rinnovabili	
da riscaldamento	

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	75,45 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	2,22 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	77,67 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (uso)	15,00 kg/m <sup>2</sup> anno

DATI INTERVENTO

impresa esecutrice	D.M. Sistemi Group S.r.l.	anno intervento	2022 (prima pratica)
--------------------	---------------------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	Descrizione	Quantità	Unità
parete esterna	coibentazione pannelli in lana di vetro + parete ventilata	0,034	W/mK
parete esterna	coibentazione pannelli di stiferite + cartongesso	0,022	W/mK
parete esterna	coibentazione pvc, vetri basso emissivi	0,058	W/mK
parete esterna	coibentazione in pvc, multicamera, lana di vetro	0,034	W/mK
parete esterna	coibentazione pannelli aerogel	0,015	W/mK
parete esterna	coibentazione EPS + lana di vetro in rotoli	0,041	W/mK



SuperEcoBonus

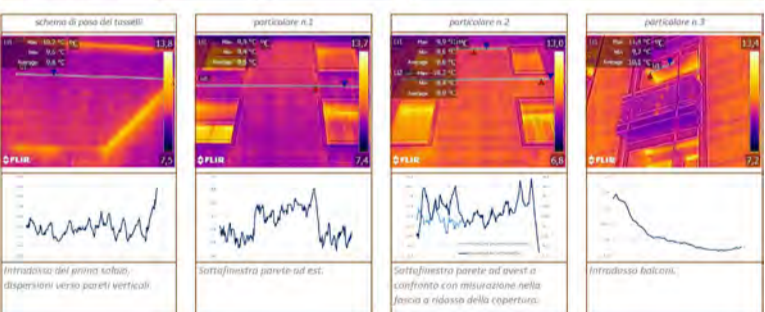
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:	
Importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)	320.000,00 €
Importo detraibile (30.000,00 € per restanti)	570.000,00 €
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>890.000,00 €</b>

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:	
Importo detraibile (20.000,00 € fino a 8 u.l.)	160.000,00 €
Importo detraibile (15.000,00 € per restanti)	€
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>€</b>

Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi	
n. di aderenze	9
Importo detraibile specifico	54.545,45 €/u.l.
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>490.909,05 €</b>

Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a:	
Potenza impianto	21,40 kW
n. di aderenze	7
Importo detraibile specifico	27.272,73 €/u.l.
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>290.999,99 €</b>

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	12/02/2026
temperatura ambiente	10-11 °C
temperatura esterna	8 °C
umidità relativa	100 %



Esecuzione di tamponi d'aria		criticità riscontrate	
Schema di posa dei tamponi	<input type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W	Schema a W, consigliato per pannelli semirigid, non applicabile per struttura parete ventilata.	
Isolamento pannelli	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Non sempre rispettato nelle pareti interne dei balconi.	
Spazi di risulta	<input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	Non viene rispettata la presenza di un sottopavimento in corrispondenza del tamponamento.	
Imballaggio dei pannelli termici	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Non presenti.	
Imballaggio pannelli	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Non presenti.	
rotoli di pannello	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Non. Sottostuttura visibile con termocamera e criticità nei nodi.	
sovrapposizione	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità raccordo copertura - perimetro superiore parete verticale.	
bancali finestre	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni sotto bancali finestre, presenza ridotta di fori aereazione.	
imbottitura finestre	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Cornice delle aperture impedisce valutazione.	
arbitrarietà tamponamento	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni da intradosso soletta.	
eventuali anomalie ex post	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni concentrate in corrispondenza delle griglie di aereazione sotto i bancali e nella fascia superiore in corrispondenza della copertura.	



DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via Mascagni n. 5 - 7	Superficie utile riscaldata	942,65 m <sup>2</sup>
comune	Fano di Argelato (BO)	Superficie utile rinfrescata	702,45 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldata	3 377,69 m <sup>3</sup>
capofila	41 map. 473	Volume Lordo rinfrescata	2 512,59 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1977	Superficie Dispersione	1 914,43 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	privata	Rapporto S/V	0,5668

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO

uso edificio		partecipazioni/condominio	
residenziale	autorimessa	n. piani fuori terra	4
		n. piani residenziali	3
		n. vani scala	2
		n. unità immobiliari tot	24
		di cui:	
		appartamenti	12
		piano terra per piano tipo	5
		altri	12
		presenza porticato	<input type="checkbox"/>
		presenza piano interrato	<input type="checkbox"/>
		presenza p. seminterrato	<input type="checkbox"/>
		presenza piani in oggetto	<input type="checkbox"/>
		presenza balconi	<input type="checkbox"/>
		presenza logge	<input type="checkbox"/>
		presenza sottotetto	<input type="checkbox"/>
		abitabile	<input type="checkbox"/>
		rete idroelettrica	<input type="checkbox"/>

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	7 286,99 kWh
		da metano	13 431,03 kWh
		da impianti fonti rinnovabili	kWh
		da inter riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Tecnici	
non rinnovabile	156,45 kWh/m <sup>2</sup> anno	PCA, fibre di vetro in interc., intonaco	0,515 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	3,63 kWh/m <sup>2</sup> anno	CA, sughero in intercapedine, intonaco	0,856 W/m <sup>2</sup> K
globale	160,08 kWh/m <sup>2</sup> anno	CA, sughero in intercapedine	0,970 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (usa)	358,82 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o anello di esportazione	3,204 W/m <sup>2</sup> K
		terramenti:	valore medio
		vetri singoli	4,872 W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	2,859 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	W/m <sup>2</sup> K
		vetri basso emissivi	telaino in legno / misto, vetro opaco
			1,628 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Capacità di impianto	
impianto riscaldamento	autonomo	9 caldaie standard e 3 a condensazione	24,96 kW
impianto produzione ACS	autonomo	9 caldaie standard e 3 a condensazione	24,96 kW
impianto raffrescamento	autonomo	9 HP elettriche aria-acqua	3,49 kW
impianto fonti rinnovabili			0 kW
impianto VMC			4 kW

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	5 733,20 kWh
		da metano	6 234,06 kWh
		da impianti fonti rinnovabili	kWh
		da inter riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Tecnici	
non rinnovabile	77,48 kWh/m <sup>2</sup> anno	PCA, fibra + lana vetro, vert., pannelli	0,152 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	2,86 kWh/m <sup>2</sup> anno	CA, sughero + stiferite, cartongesso	0,222 W/m <sup>2</sup> K
globale	80,34 kWh/m <sup>2</sup> anno	CA, sughero + argilla esp. + lana di vetro	0,200 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (usa)	14,94 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o anello di esportazione	1,213 W/m <sup>2</sup> K
		terramenti:	valore medio
		vetri singoli	W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	W/m <sup>2</sup> K
		vetri basso emissivi	telaino in PVC
			1,213 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Capacità di impianto	
impianto riscaldamento	autonomo	1 caldaie standard e 11 a condensazione	25,74 kW
impianto produzione ACS	autonomo	1 caldaie standard e 11 a condensazione	25,74 kW
impianto raffrescamento	autonomo	9 HP elettriche aria-acqua	3,49 kW
impianto fonti rinnovabili			0 kW
impianto VMC			4 kW

DATI INTERVENTO

Impresa esecutrice	F.I. IARIA S.r.l.	anno intervento	2022 (prima pratica)
--------------------	-------------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	Caratteristiche	Utenza	Superficie	Costo
parete esterna	coibentazione	pannelli in lana di vetro + parete ventilata	0,032 W/mK	14,00 cm
primo solaio	coibentazione	pannelli di stiferite + cartongesso	0,022 W/mK	7,00 cm
terramenti	coibentazione	pvc, vetri basso emissivi	0,050 W/mK	
imbutti infissi	sostituzione	in legno, lana di vetro	0,032 W/mK	14,00 cm
casovetri per pannello	sostituzione	pannelli aerogel	0,015 W/mK	6,00 cm
balconi / logge	coibentazione	argilla espansa + lana di vetro in rotoli	0,070 W/mK	22,00 cm
anello di copertura	coibentazione		W/mK	cm
vegetazioni				



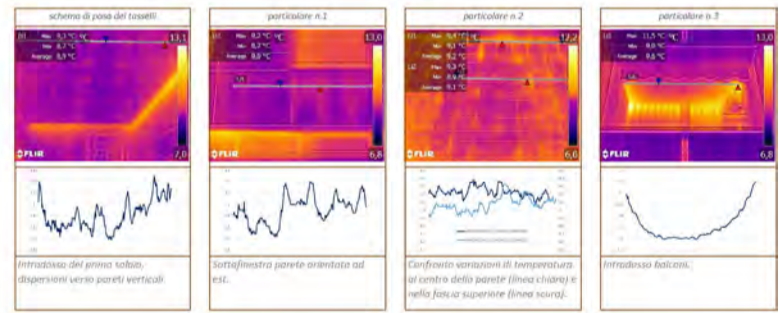
SuperEcoBonus		SuperStimobonus	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:			
Impeto detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)		320.000,00 €	
Impeto detraibile (30.000,00 € per restanti)		300.000,00 €	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		800.000,00 €	
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento:	319,20 m <sup>2</sup>
<input checked="" type="checkbox"/>	- isolamento termico in estradosso di sottotetti con argilla espansa in granuli sp. 6 cm + lana di vetro in rotoli senza rivestimento sp. 16 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento:	347,41 m <sup>2</sup>
<input checked="" type="checkbox"/>	- isolamento termico in intradosso del primo solaio con pannelli di stiferite RP sp. 7 cm + cartongesso 1.25 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento:	744,98 m <sup>2</sup>
<input checked="" type="checkbox"/>	- isolamento a cappotto con pannelli in lana di vetro semirigid, sp. 14 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	- parete ventilata in estradosso, sp. intercapedine 6 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	- isolamento termico pareti logge balconi con pannelli in aerogel sp. 6 cm		

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Impeto detraibile (15.000,00 € per restanti)	
Impeto detraibile (20.000,00 € fino a 8 u.l.)		360.000,00 €	
Impeto detraibile (15.000,00 € per restanti)		150.000,00 €	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		€	
<input type="checkbox"/>	Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	Superficie di intervento:	m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda a	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con micro-generatori	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con pompe di calore	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con sistemi ibridi	Potenza LHV impianto in riscaldamento:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua:	
Spesa massima ammissibile (aliquota 110%)		725 610,05	725 610,05

Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi		Impeto detraibile (15.000,00 € per restanti)	
Impeto detraibile (15.000,00 € per restanti)		150.000,00 €	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		€	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi	n. di aderenze	22
		Impeto detraibile specifico	54.545,45 €/u
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	654.545,40 €
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di schermatura solare e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di	n. di aderenze	9
		Impeto detraibile specifico	37.272,73 €/u
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€
<input checked="" type="checkbox"/>	Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a	Potenza impianto:	26,27 kW
		n. di aderenze	9
		Impeto detraibile specifico	37.272,73 €/u
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	285.454,55 €
<input type="checkbox"/>	Installazione di tecnologie di building automation	n. di aderenze	13.636,36 €/u
		Impeto detraibile specifico	€
<input type="checkbox"/>	Installazione di colonnine elettriche	n. di aderenze	€/u
		Impeto detraibile specifico	€
<input type="checkbox"/>	Installazione di impianti fotovoltaici	Potenza impianto	kWp
		Impeto detraibile specifico	2.400,00 €/kW
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di risparmio	Capacità della batteria:	kWh
		Impeto detraibile specifico	1.000,00 €/kWh
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€
<input type="checkbox"/>	Rimozione barriere architettoniche	n. di aderenze	98.000,00 €/u
		Impeto detraibile specifico	€
		Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€
Spesa massima ammissibile (aliquota 110%)		899.999,95	899.999,95
tot SuperEcoBonus [€]		1 075 836,97	1 075 836,97
Impeto detraibile [€]		1 183 420,67	1 183 420,67

SuperStimobonus		Impeto detraibile (15.000,00 € per restanti)	
Impeto detraibile (15.000,00 € per restanti)		150.000,00 €	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		€	
<input type="checkbox"/>	Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali		
<input type="checkbox"/>	Interventi sulla copertura		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul solaio di copertura		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul primo solaio		
<input type="checkbox"/>	Interventi sui soletti intermedi		
<input type="checkbox"/>	Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali		
<input type="checkbox"/>	Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti		
<input type="checkbox"/>	Interventi di consolidamento di un muro di contenimento pertinenziale e sostegno del terreno di		
tot SuperStimobonus			
Impeto detraibile con aliquota 110%			

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	12/02/2026
facce analizzate	11/12
temperatura esterna	8 °C
temperatura interna	19 °C
umidità relativa	99 %
tipologia di procedura	qualitativa
tipologia di registrazione	passiva
condizione di rilevazione	stazionaria
distanza della rilevazione	5,00 m
Opportuna distanza di rilevamento; nessuna ed elevata umidità; prospetti ben visibili.	



Rilevazione di ponti d'aria		criticità riscontrata	
Schema di posa dei tasselli	<input type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W	Schema a W, consigliato per pannelli semirigid, non applicabile per struttura parete ventilata.	
Isolamento pannelli	<input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	Non visibile su parete ventilata (presenza coibentazione a loro contatto); assenza anche dell'isolamento del sottotetto; presenza ponti, sottocornice, scasso cornice, chiusura pannelli aerofonatori a sommità.	
giunti di risulta	<input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	Non presenti.	
coibentazione dei ponti termici:	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Non presenti.	
alcatoli	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Non presenti.	
involucro ventilato	<input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	NB. Sottostruttura visibile con termocamera e criticità nei nodi.	
rotoli di pannello	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità raccordo copertura - perimetro superiore parete verticale.	
solaio di copertura	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni sotto bancali finestra, presenza ridotta di fori aereazione.	
bancali finestra	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Cornice delle aperture impedisce valutazione.	
ombreggiamento	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni da intradosso solaio.	
arbitrarietà (sottovento)	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no		
alcatoli	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no		
Dispersioni anomale e/o particolari:	Dispersioni concentrate in corrispondenza delle griglie di aereazione sotto i bancali e nella fascia inferiore e superiore in corrispondenza della copertura.		

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via Mascagni n. 9 - 11	Superficie utile riscaldata	942,61 m <sup>2</sup>
comune	Fano di Argelato (BO)	Superficie utile raffrescata	m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldato	3.377,52 m <sup>3</sup>
capofila	41	Volume Lordo raffrescato	m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1978	Superficie Dispersione	1.913,72 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	privata	Rapporto S/V	0,5666

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO	
<p><b>uso edificio</b></p> <p>residenziale autorimessa</p> <p><b>verificata</b></p> <p>perimetrale SC-14S+7 spina SC-14</p> <p><b>prima soletta</b></p> <p>struttura CA tamponamento PCA</p> <p><b>terramenti</b></p> <p>vetri singoli 8% vetri doppi 8% vetri tripli vetri basso emissivo 84%</p> <p>copertura a falda struttura sola manutenzione LC rivestimento lamiera metallica</p>	<p><b>particolari costruttivi</b></p> <p>n. piani fuori terra 4 n. piani residenziali 3 n. vani scala 2 n. unità immobiliari tot 24 di cui: appartamenti 11 piano terra per piano tipo 5 arredi 12</p> <p><b>particolari costruttivi</b></p> <p>bugnato zoccolatura marciapiedi intonaco colante - rasante intonaco plastico mattoni faccia vista pietra faccia vista mattoni paramano piastrelle a mosaico lastre in gres porcellanato pannelli fide di legno e resine telai in clc ferre</p>



Prestazione Energetica dell'edificio	
ESTATE	INVERNO
Consumo Energetico Annuo	
da energia elettrica da rete	1.796,02 kWh
da metano	13.560,30 m <sup>3</sup>
da impianti fonti rinnovabili	kWh
da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	146,45 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	0,90 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	147,35 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (uso)	330,45 kg/m <sup>2</sup> anno

Servizi energetici presenti			
impianto riscaldamento	autonomo	12 caldaie a condensazione	23,72 kW
impianto produzione ACS	autonomo	12 caldaie a condensazione	23,72 kW
impianto raffrescamento			0 kW
impianto fonti rinnovabili			0 kW
impianto VMC			0 kW



Prestazione Energetica dell'edificio	
ESTATE	INVERNO
Consumo Energetico Annuo	
da energia elettrica da rete	1.783,50 kWh
da metano	5.594,23 m <sup>3</sup>
da impianti fonti rinnovabili	kWh
da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	62,58 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	0,89 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	63,47 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (uso)	11,86 kg/m <sup>2</sup> anno

Servizi energetici presenti			
impianto riscaldamento	autonomo	12 caldaie a condensazione	24,52 kW
impianto produzione ACS	autonomo	12 caldaie a condensazione	24,52 kW
impianto raffrescamento			0 kW
impianto fonti rinnovabili			0 kW
impianto VMC			0 kW

DATI INTERVENTO	
impresa esecutrice	F.lli IARIA S.r.l.
anno intervento	2022 (prima pratica)

Lavorazioni effettuate su	Descrizione e Dimensione	Ufficienza	Spessore
parete esterna	coibentazione pannelli in lana di vetro + parete ventilata previo scalficatura totale di intonaco	0,032 W/mK	14,00 cm
prima soletta	coibentazione pannelli di stiferite + cartongesso	0,022 W/mK	7,00 cm
terramenti	coibentazione pvc, vetri basso emissivi	0,050 W/mK	cm
ambetti infissi	coibentazione in legno, lana di vetro	0,032 W/mK	14,00 cm
cassonetti per pvc/ripidi	coibentazione pannelli aerogel	0,015 W/mK	6,00 cm
balconi / logge	coibentazione argilla espansa + lana di vetro in rotoli	0,070 W/mK	22,00 cm
soletta di copertura	coibentazione	W/mK	cm
copertura			



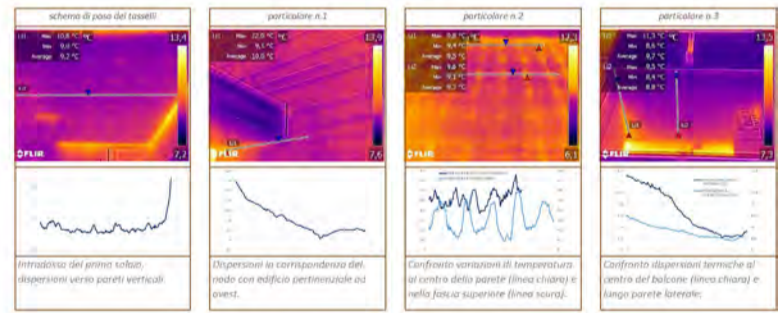
SuperEcoBonus	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:	
importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)	320.000,00 €
importo detraibile (30.000,00 € per restanti)	450.000,00 €
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	770.000,00 €
Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento: 265,20 m <sup>2</sup>
- isolamento termico in estradosso di sottotetti con argilla espansa in granuli sp. 6 cm + lana di vetro in rotoli senza rivestimento sp. 16 cm	
Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento: 318,91 m <sup>2</sup>
- isolamento termico in intradosso del primo solaio con pannelli di stiferite RP sp. 7 cm + cartongesso 1,25 cm	
Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento: 708,62 m <sup>2</sup>
- isolamento a cappotto con pannelli in lana di vetro semiripidi sp. 14 cm	
- parete ventilata in estradosso, sp. intercapedine 6 cm	
- isolamento termico pareti logge balconi con pannelli in aerogel sp. 6 cm	

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:	
importo detraibile (20.000,00 € fino a 8 u.l.)	160.000,00 €
importo detraibile (15.000,00 € per restanti)	€
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€
Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	Superficie di intervento: m <sup>2</sup>
Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda a	Potenza impianto: kW
Impianti con micro-generatori	Potenza impianto: kW
Impianti con pompe di calore	Potenza impianto: kW
Impianti con sistemi ibridi	Potenza LHE impianto in riscaldamento: kW
Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto: kW
Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua: €
Spesa massima ammissibile (trattata)	
770.000,00	720.697,72
Spesa massima ammissibile (trattata)	
770.000,00	720.697,72

Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi	
n. di aderenze	8
importo detraibile specifico	54.545,45 €/u.l.
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	490.909,05 €
- finestre e portefinestre in pvc ad una/due ante, vetro basso emissivo	
Installazione di sistemi di schermatura solare e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di:	
n. di aderenze	2
importo detraibile specifico	54.545,45 €/u.l.
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	54.545,45 €
- persiana avvolgibile esterna manuale, in plastica, orientamento sud e nord	
Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a	
Potenza impianto:	25,70 kW
n. di aderenze:	8
importo detraibile specifico:	37.272,73 €/u.l.
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	218.181,82 €
- sostituzione caldaia standard, caldaia destinata al riscaldamento e produzione acqua calda	
Installazione di tecnologie di building automation	
n. di aderenze:	1
importo detraibile specifico:	13.636,36 €/u.l.
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€
Installazione di colonnine elettriche	
n. di aderenze:	1
importo detraibile specifico:	€
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€
Installazione di impianto fotovoltaico	
Potenza impianto:	2,400 kWp
importo detraibile specifico:	2.400,00 €/kWp
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€
Installazione di sistemi di risparmio	
Capacità della batteria:	kWh
importo detraibile specifico:	1.000,00 €/kWh
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€
Rimozione lacune architettoniche	
n. di aderenze:	1
importo detraibile specifico:	58.000,00 €/u.l.
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€
Spesa massima ammissibile (trattata)	
763.636,32	324.038,60
tot SuperEcoBonus [€]	
1.044.736,32	1.044.736,32
Spesa massima ammissibile (trattata)	
1.149.209,95	1.149.209,95

SuperEcoBonus	
Importo detraibile (aliquota 110%)	
importo detraibile specifico:	96.000,00 €/u.l.
Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:	
Interventi sulla copertura:	
Interventi sul solaio di copertura:	
Interventi sul primo solaio:	
Interventi sui soletti intermedi:	
Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali:	
Rafforzamento di elementi con strutturali pesanti:	
Interventi di consolidamento di un muro di contenimento perimetrale e sistema del terreno di	
tot tralimenti	
tot SuperEcoBonus	
importo detraibile con aliquota 110%	

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	12/02/2026
temperatura ambiente	11-12 °C
temperatura esterna	8 °C
temperatura relativa	99 %
tipologia di procedura	qualitativa
tipologia di esecuzione	passiva
condizioni di rilevazione	stazionarie
distanza della rilevazione	5,00 m
Opportuna distanza di rilevamento; nubi ed aerosol umidi; prospetti ben visibili.	



Esecuzione di tralimenti d'urto		criticità riscontrate	
schema di posa dei tasselli	<input type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W	Schema a W, consigliato per pannelli semiripidi, non applicabile per struttura parete ventilata.	
sfoltimento pannelli	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	non visibile su parete ventilata (presenza coibentazione sui nodi); assenza anche dell'isolamento perimetrale (lana di vetro, cartongesso, soletto coibente, struttura perimetrale in ferro e cemento, rivestimento all'esterno).	
giunti di risulta	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Non presenti.	
convezione dei ponti termici:	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Non presenti.	
involucro ventilato	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	N.B. Sottostruttura visibile con termocamera e criticità nei nodi.	
rotoli di pannello	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
solaio di copertura	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità raccordo copertura - perimetro superiore parete verticale.	
bancali finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni sotto bancali finestre, presenza ridotta di fori aereazione.	
ambetti finestre	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Cornice delle aperture impedisce valutazione.	
arbitrario (casamento)	<input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no		
involucro	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni da intradosso soletti.	
Eventuali anomalie e/o particolarità:		Dispersioni concentrate in corrispondenza delle griglie di aereazione sotto i bancali e nella fascia superiore in corrispondenza della copertura; criticità nei nodi con edifici perimetrali e non riscaldati adiacenti.	



DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via Mascagni n. 17 - 19	Superficie utile riscaldata	888,22 m <sup>2</sup>
comune	Funo di Argelato (BO)	Superficie utile raffrescata	613,29 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldata	3.546,21 m <sup>3</sup>
capito	41 mapp. 620	Volume Lordo raffrescata	2.448,54 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1978	Superficie Dispersione	1.955,22 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	privata	Rapporto S/V	0,5514

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRUTTIVE DELL'EDIFICIO	
<p><b>uso edificio</b>                      uso prevalente pr. <b>residenziale</b>                      autorimesse</p> <p><b>Tipologia struttura portante</b></p> <p>verticale: SC                      perimetrale: SC-14+5+7                      spina: SC-14</p> <p><b>prima soletta</b>                      struttura: CA                      tamponamento: PCA</p> <p>terramenti:                      vetro singolo                      vetro doppio                      vetro triplo                      vetro a emissione                      coperture: a falde                      pianura                      sola manutenzione                      isolamento d'acustico: strutturale                      rivestimento: lamiera metallica</p>	<p><b>particolari costruttivi</b></p> <p>n. piani fuori terra: 4                      n. piani residenziali: 3                      n. vani scala: 2                      n. locali non residenziali: 24                      di cui: appartamenti: 12                      piano terra per piano tipo: 5                      attico: 12                      loggia: 12                      altro: 12</p> <p>presenza porticato: <input type="checkbox"/>                      presenza piano interrato: <input type="checkbox"/>                      presenza p. seminterrato: <input type="checkbox"/>                      presenza piani in oggetto: <input type="checkbox"/>                      presenza balconi: <input type="checkbox"/>                      presenza loggia: <input type="checkbox"/>                      presenza sottotetto: <input type="checkbox"/>                      abitabile: <input type="checkbox"/>                      solo non abitabile: <input type="checkbox"/></p> <p><b>materiali e finiture</b></p> <p>bugnato                      zoccolatura                      marciapiedi                      intonaco                      collante - rasante                      intonacino plastico                      mattoni faccia vista                      pietra faccia vista                      mattoni paramano                      piastrelle a mosaico                      lastre in gres porcellanato                      pannelli fide di legno e resine                      telai in clc                      ferreie</p>



Prestazione Energetica dell'edificio	
ESTATE	INVERNO
☺☺☺☺☺	☹☹☹☹☹

Consumo Energetico Annuo		Emissioni CO2 (anno)	
da energia elettrica da rete	1.164,00 kWh	da energia elettrica da rete	1.164,00 kWh
da metano	13.105,00 m <sup>3</sup>	da metano	13.105,00 m <sup>3</sup>
da impianti fonti rinnovabili	kWh	da impianti fonti rinnovabili	kWh
da riscaldamento	kWh	da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	156,54 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	0,62 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	157,16 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (anno)	31,00 kg/m <sup>2</sup> anno



Prestazione Energetica dell'edificio	
ESTATE	INVERNO
☺☺☺☺☺	☹☹☹☹☹

Consumo Energetico Annuo		Emissioni CO2 (anno)	
da energia elettrica da rete	1.058,00 kWh	da energia elettrica da rete	1.058,00 kWh
da metano	6.718,00 m <sup>3</sup>	da metano	6.718,00 m <sup>3</sup>
da impianti fonti rinnovabili	kWh	da impianti fonti rinnovabili	kWh
da riscaldamento	kWh	da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	81,27 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	0,56 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	81,83 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (anno)	16,00 kg/m <sup>2</sup> anno

Servizi energetici previsti			
impianto riscaldamento	autonomo	9 caldaie standard e 3 a condensazione	25,03 kW
impianto produzione ACS	autonomo	9 caldaie standard e 3 a condensazione	25,03 kW
impianto raffrescamento	autonomo	5 HP elettriche aria-aria	3,45 kW
impianto fonti rinnovabili			kW
impianto VMC			kW

Lavorazioni effettuate su		Descrizione e quantità		Quantità	
parete esterna	coibentazione	pannelli in lana di vetro + parete ventilata	0,032 W/mK	14,00 cm	
prima soletta	coibentazione	pannelli di stiferite + cartongesso	0,022 W/mK	8,00 cm	
terramenti	coibentazione	pvc, vetri basso emissivi	0,076 W/mK		
ambretti infissi	sostituzione	in pvc, multicamera, lana di vetro	0,032 W/mK	14,00 cm	
casonetti per pvc/infissi	coibentazione	microisolante composto da calce e aerogel	0,002 W/mK	1,50 cm	
balconi / loggia	coibentazione	malta supertermica + lana di vetro in rotoli	0,088 W/mK	23,00 cm	
solai di copertura	coibentazione				
copertura	coibentazione				

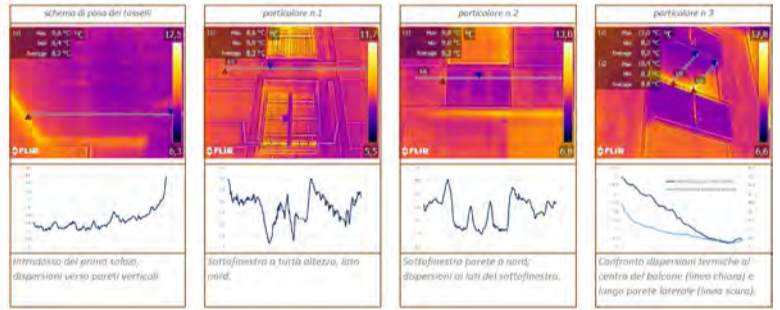
SuperEcoBonus	
<p><b>Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:</b></p> <p>Importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.) 320.000,00 €                      Importo detraibile (30.000,00 € per restanti) 480.000,00 €                      Spesa massima detraibile (aliquota 110%) 800.000,00 €</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture                      Superficie di intervento: 317,00 m<sup>2</sup>                      - isolamento termico in estradosso di sottotetti con malta supertermica sp. 7 cm + lana di vetro in rotoli senza rivestimento sp. 16 cm</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti                      Superficie di intervento: 354,30 m<sup>2</sup>                      - isolamento termico in intradosso del primo solaio con pannelli di stiferite RP sp. 8 cm + cartongesso 1,25 cm</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali                      Superficie di intervento: 829,64 m<sup>2</sup>                      - isolamento a cappotto con pannelli in lana di vetro semirigid, sp. 14 cm                      - parete ventilata in estradosso, sp. intercapedine 6 cm                      - microcappotto termico per loggia balconi composto da microfere ceramiche a base di silicati di calcio ca. 3,5 cm</p>	<p><b>703 782,09</b></p> <p><b>703 782,09</b></p>

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Importo detraibile (aliquota 110%)	
<p>Importo detraibile (20.000,00 € fino a 8 u.l.) 160.000,00 €                      Importo detraibile (15.000,00 € per restanti) €                      Spesa massima detraibile (aliquota 110%) €</p> <p><input type="checkbox"/> Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda                      Superficie di intervento: m<sup>2</sup></p> <p><input type="checkbox"/> Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda a                      Potenza impianto: kW</p> <p><input type="checkbox"/> Impianti con micro-generatori                      Potenza impianto: kW</p> <p><input type="checkbox"/> Impianti con pompe di calore                      Potenza impianto: kW</p> <p><input type="checkbox"/> Impianti con sistemi ibridi                      Potenza LHV impianto in riscaldamento: kW</p> <p><input type="checkbox"/> Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili                      Potenza impianto: kW</p> <p><input type="checkbox"/> Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore -                      N° scaldacqua: N°</p>			
<b>Spesa massima ammissibile massima (aliquota 110%)</b>		<b>703 782,09</b>	<b>703 782,09</b>

Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi		Importo detraibile (aliquota 110%)	
<p>n. di aderenze: 2                      Importo detraibile specifico: 54.545,45 €/u.l.                      Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 54.545,45 €</p> <p>- finestre e portefinestre in pvc ad una/due ante, vetro basso emissivo</p> <p><input type="checkbox"/> Installazione di sistemi di schermatura solari e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di:                      n. di aderenze: 2                      Importo detraibile specifico: 54.545,45 €/u.l.                      Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a:                      Potenza impianto: 27,22 kW                      n. di aderenze: 10                      Importo detraibile specifico: 27.227,27 €/u.l.                      Spesa massima detraibile (aliquota 110%): 27.227,27 €</p> <p>- sostituzione caldaia standard, caldaia destinata al riscaldamento e produzione acqua calda</p> <p><input type="checkbox"/> Installazione di tecnologie di building automation                      n. di aderenze: 1                      Importo detraibile specifico: 13.636,36 €/u.l.                      Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €</p> <p><input type="checkbox"/> Installazione di colonnine elettriche                      n. di aderenze: 1                      Importo detraibile specifico: €/u.l.                      Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €</p> <p><input type="checkbox"/> Installazione di impianto fotovoltaico                      Potenza impianto: kWp                      Importo detraibile specifico: 2.400,00 €/kW                      Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €</p> <p><input type="checkbox"/> Installazione di sistemi di depurazione                      Capacità della batteria: kWh                      Importo detraibile specifico: 1.000,00 €/kWh                      Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €</p> <p><input type="checkbox"/> Rimozione opere architettoniche                      n. di aderenze: 1                      Importo detraibile specifico: 58.000,00 €/u.l.                      Spesa massima detraibile (aliquota 110%): €</p>			
<b>Spesa massima ammissibile totale</b>		<b>76 193,77</b>	<b>76 193,77</b>
<b>tot SuperEcoBonus [€]</b>		<b>779 975,86</b>	<b>779 975,86</b>
<b>Importo detraibile [€]</b>		<b>857 973,45</b>	<b>857 973,45</b>

SuperStimobonus		
<p>Importo detraibile specifico: 96.000,00 €/u.l.</p> <p><input type="checkbox"/> Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:</p> <p><input type="checkbox"/> Interventi sulla copertura:</p> <p><input type="checkbox"/> Interventi sul solaio di copertura:</p> <p><input type="checkbox"/> Interventi sul primo solaio:</p> <p><input type="checkbox"/> Interventi sui soletti intermedi:</p> <p><input type="checkbox"/> Interventi volti a ridurre la possibilità di ingresso di meccanismi fisici:</p> <p><input type="checkbox"/> Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti:</p> <p><input type="checkbox"/> Interventi di consolidamento di un muro di contenimento pertinenziale e sostegno del terreno di:</p> <p><b>tot trionfi</b></p> <p><b>tot SuperStimobonus</b>                      Importo detraibile con aliquota 110%</p>		

ANALISI TERMOGRAFICA	
<p>data rilevamento: 12/02/2026                      faccia orientata: N                      temperatura esterna: 8 °C                      umidità relativa: 99 %</p> <p>tipologia di procedura: qualitativa                      tipologia di rilevazione: passiva                      condizioni di rilevazione: statiche                      distanza della rilevazione: 5,00 m</p> <p>Opportuna distanza di rilevamento;                      nubi ed elevata umidità;                      prospetti ben visibili.</p>	



Esecuzione di lavori d'arte		criticità riscontrate	
<p>schema di posa dei tasselli: <input type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> a W</p> <p>uffolamento pannelli: <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no</p> <p>giunti di risulta: <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no</p> <p>connessioni dei punti termici: <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no</p> <p>involucro ventilato: <input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no</p> <p>rotoli di pvc: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no</p> <p>solai di copertura: <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no</p> <p>bancali finestre: <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no</p> <p>ambretti finestre: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no</p> <p>ambretti casonetti: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no</p> <p>ambretti balconi: <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no</p>	<p>Schema a W, consigliato per pannelli semirigidi, non applicabile per struttura parete ventilata.</p> <p>non visibile su parete ventilata presenza condensa su loro casonetti; assenza anche dell'isolamento del sottotetto; sotto portico, sotto casonetti, sotto casonetti, presenza pannelli ad infissi in cortina.</p> <p>Non presenti.</p> <p>NB. Sottostruttura visibile con termocamera e criticità nei nodi.</p> <p>Criticità raccordo copertura - perimetro superiore parete verticale.</p> <p>Dispersioni sotto bancali finestre, presenza ridotta di fori aereazione.</p> <p>Cornice delle aperture impedisce valutazione.</p> <p>Dispersioni da intradosso soletti.</p>		

eventuali anomalie e/o particolari	
<p>Dispersioni concentrate in corrispondenza delle griglie di aereazione sotto i bancali e nella fascia superiore in corrispondenza della copertura, oltre che nei sottofinestra.</p>	

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via Mascagni n. 25 - 27	Superficie utile riscaldata	888,22 m <sup>2</sup>
comune	Fano di Argelato (BO)	Superficie utile raffrescata	613,29 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldato	3.547,41 m <sup>3</sup>
capofila	41	Volume Lordo raffrescato	2.449,37 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1978	Superficie Dispersione	1.956,26 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	privata	Rapporto S/V	0,5515

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO

**uso edificio**  
residenziale  
autoriscaldamento

**verificata**  
SC

**perimetrale**  
SC-14S+7

**spazio**  
SC-14

**prima soletta**  
struttura  
CA

**tamponamento**  
PCA

**terramenti**  
83%

**copertura**  
a falda  
piana

**isolamento d'involucro strutturale**  
LC

**rivestimento**  
lamiera metallica

**partecipazioni**

n. piani fuori terra: 4

n. piani residenziali: 3

n. vani scala: 2

n. unità immobiliari tot: 24

di cui: appartamenti: 12

unità abitative per piano tipo: 5

altri: 12

presenza porticato:

presenza piano interrato:

presenza p.z. seminterrato:

presenza piani in oggetto:

presenza balconi:

presenza logge:

presenza sottotetto:

abitabile:

rete idroelettrica:

**materiali e finiture**

bugnato:

zoccolatura:

marciapiedi:

intonaco:

colante - rasante:

intonaco plastico:

mattoni facciata:

pietra facciata:

mattoni paramano:

piastrelle a mosaico:

lastre in gres porcellanato:

pannelli fide di legno e resine:

telaini in c/c:

terrene:

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



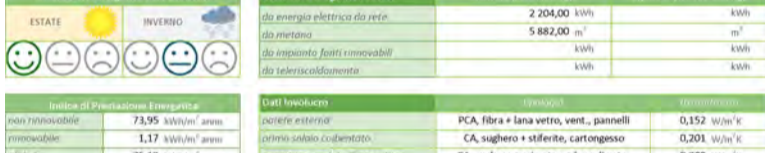
Prestazione Energetica dell'edificio	
ESTATE	INVERNO

Consumo Energetico Annuo		Emissioni CO2 (anno)	
da energia elettrica da rete	1.366,00 kWh	da energia elettrica da rete	1.366,00 kWh
da metano	12.480,00 kWh	da metano	12.480,00 kWh
da impianti fonti rinnovabili	0 kWh	da impianti fonti rinnovabili	0 kWh
da riscaldamento	0 kWh	da riscaldamento	0 kWh

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	149,64 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	0,72 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	150,36 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (anno)	30,00 kg/m <sup>2</sup> anno

Servizi energetici presenti		Impianti di riscaldamento		Impianti di produzione ACS		Impianti di raffrescamento		Impianti fonti rinnovabili		Impianto VMC	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	autonomo	5 caldaie standard e 6 a condensazione	23,95 kW							
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	autonomo	5 caldaie standard e 6 a condensazione	23,95 kW							
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto raffrescamento	autonomo	9 HP elettriche aria-aria	6,92 kW							
<input type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili			0 kW							
<input type="checkbox"/>	impianto VMC			0 kW							

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio	
ESTATE	INVERNO

Consumo Energetico Annuo		Emissioni CO2 (anno)	
da energia elettrica da rete	2.204,00 kWh	da energia elettrica da rete	2.204,00 kWh
da metano	5.882,00 kWh	da metano	5.882,00 kWh
da impianti fonti rinnovabili	0 kWh	da impianti fonti rinnovabili	0 kWh
da riscaldamento	0 kWh	da riscaldamento	0 kWh

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	73,95 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	1,17 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	75,12 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (anno)	15,00 kg/m <sup>2</sup> anno

Servizi energetici presenti		Impianti di riscaldamento		Impianti di produzione ACS		Impianti di raffrescamento		Impianti fonti rinnovabili		Impianto VMC	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	autonomo	1 caldaie standard e 11 a condensazione	26,65 kW							
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	autonomo	1 caldaie standard e 11 a condensazione	26,65 kW							
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto raffrescamento	autonomo	9 HP elettriche aria-aria	6,92 kW							
<input type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili			0 kW							
<input type="checkbox"/>	impianto VMC			0 kW							

DATI INTERVENTO

Lavorazioni effettuate su		Caratteristiche tecniche		Quantità		Costo	
<input checked="" type="checkbox"/>	parete esterna	coibentazione	pannelli in lana di vetro, vert., ventilata	0,032 W/mK	14,00 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	prima soletta	coibentazione	pannelli di stiferite + cartongesso	0,022 W/mK	8,00 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	terramenti	coibentazione	pvc, vetri basso emissivi	0,082 W/mK			
<input type="checkbox"/>	ambotti infissi						
<input type="checkbox"/>	casertoni per pannello						
<input checked="" type="checkbox"/>	balconi / logge	sostituzione	in pvc, multicamera, lana di vetro	0,032 W/mK	14,00 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	solai di copertura	coibentazione	microbolante composto da calce e aerogel	0,002 W/mK	1,50 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	copertura	coibentazione	malta supertermica + lana di vetro in rotoli	0,088 W/mK	23,00 cm		

**particolare di cantiere n.1**

Montaggio degli incastri metallici di supporto alla struttura della parete ventilata, sotto alle finestr.

**particolare di cantiere n.2**

Installazione dei pannelli aerogel di lana di vetro, particolare dell'infisso.

**particolare di cantiere n.3**

Realizzazione nuovo davanzale con taglio della soglia esistente.

**particolare di cantiere n.4**

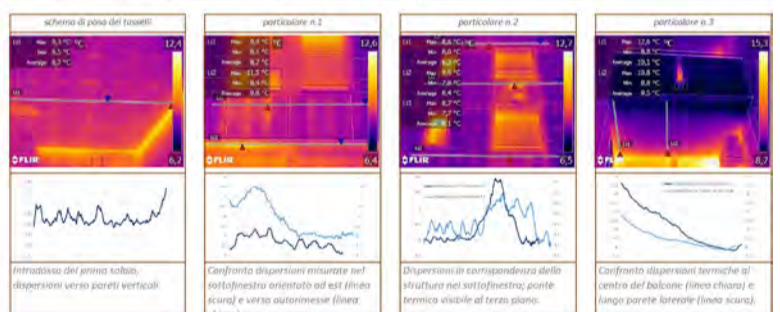
Particolare della fascia inferiore della parete ventilata, previa chiusura con griglia metallica forata per aereazione.

SuperEcoBonus		SuperStimobonus	
Importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)	320.000,00 €	Importo detraibile (40.000,00 € per restanti)	480.000,00 €
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	800.000,00 €	Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	800.000,00 €
<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento: 319,20 m <sup>2</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento: 328,10 m <sup>2</sup>
<input checked="" type="checkbox"/> - isolamento termico in estradosso di sottotetti con malta supertermica sp. 7 cm + lana di vetro in rotoli senza rivestimento sp. 16 cm		<input checked="" type="checkbox"/> - isolamento termico in intradosso del primo solaio con pannelli di stiferite RP sp. 8 cm + cartongesso 1.25 cm	
<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento: 821,48 m <sup>2</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> - isolamento a cappotto con pannelli in lana di vetro semirigid, sp. 14 cm	
<input checked="" type="checkbox"/> - parete ventilata in estradosso, sp. intercapedine 6 cm		<input checked="" type="checkbox"/> - microcappotto termico per logge balconi composto da microfere ceramiche a base di silicati alabini ca. 3,5 cm	

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Importo detraibile (20.000,00 € fino a 8 u.l.)		Importo detraibile (15.000,00 € per restanti)		Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	
<input type="checkbox"/>	Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	Superficie di intervento:	m <sup>2</sup>				
<input type="checkbox"/>	Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda a	Potenza impianto:	kW				
<input type="checkbox"/>	Impianti con micro-generatori	Potenza impianto:	kW				
<input type="checkbox"/>	Impianti con pompe di calore	Potenza impianto:	kW				
<input type="checkbox"/>	Impianti con sistemi ibridi	Potenza LHM impianto in riscaldamento:	kW				
<input type="checkbox"/>	Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto:	kW				
<input type="checkbox"/>	Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua:					
Spesa massima ammissibile trattata		707.730,66		707.730,66			
Spesa massima ammissibile trattata		800.000,00					
<input checked="" type="checkbox"/>	Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi	n. di aderenze	2	Importo detraibile specifico: 54.545,45 €/u.l.	29.527,59	29.527,59	
- finestre e portefinestre in pvc ad una/due ante, vetro basso emissivo							
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di schermatura solare e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di	n. di aderenze		Importo detraibile specifico: 54.545,45 €/u.l.			
- sostituzione caldaie standard, caldaie destinate a riscaldamento e produzione acqua calda							
<input checked="" type="checkbox"/>	Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a	Potenza impianto:	28,00 kW	n. di aderenze: 8	Importo detraibile specifico: 22.272,73 €/u.l.	52.012,27	52.012,27
- sostituzione caldaie standard, caldaie destinate a riscaldamento e produzione acqua calda							
<input type="checkbox"/>	Installazione di tecnologie di building automation	n. di aderenze		Importo detraibile specifico: 13.636,36 €/u.l.			
- sostituzione caldaie standard, caldaie destinate a riscaldamento e produzione acqua calda							
<input type="checkbox"/>	Installazione di colonnine elettriche	n. di aderenze		Importo detraibile specifico:			
- sostituzione caldaie standard, caldaie destinate a riscaldamento e produzione acqua calda							
<input type="checkbox"/>	Installazione di impianto fotovoltaico	Potenza impianto:	kWp	Importo detraibile specifico:	2.400,00 €/kW		
- sostituzione caldaie standard, caldaie destinate a riscaldamento e produzione acqua calda							
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di accumulo	Capacità della batteria:	kWh	Importo detraibile specifico:	1.000,00 €/kWh		
- sostituzione caldaie standard, caldaie destinate a riscaldamento e produzione acqua calda							
<input type="checkbox"/>	Rimozione Elementi architettonici	n. di aderenze		Importo detraibile specifico:	58.000,00 €/u.l.		
- sostituzione caldaie standard, caldaie destinate a riscaldamento e produzione acqua calda							
Spesa massima ammissibile trattata		327.272,72		81.539,86		81.539,86	
tot SuperEcoBonus [€]		789.270,52		789.270,52			
Imparto detraito [€]		868.197,57		868.197,57			

SuperStimobonus		Importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)		Importo detraibile (15.000,00 € per restanti)		Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	
<input type="checkbox"/>	Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:						
<input type="checkbox"/>	Interventi sulla copertura:						
<input type="checkbox"/>	Interventi sul solaio di copertura:						
<input type="checkbox"/>	Interventi sul primo solaio:						
<input type="checkbox"/>	Interventi sui soletti intermedi:						
<input type="checkbox"/>	Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali:						
<input type="checkbox"/>	Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti:						
<input type="checkbox"/>	Interventi di consolidamento di un muro di contenimento pertinabile e sostegno del terreno di						
tot SuperStimobonus							
Importo detraito con aliquota 110%							

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	12/02/2026
temperatura ambiente	11-12 °C
temperatura esterna	8 °C
umidità relativa	99 %
tipologia di procedura	qualitativa
tipologia di esecuzione	passiva
condizione di rilevazione	stazionaria
distanza della rilevazione	5,00 m
Opportuna distanza di rilevamento; nubi ed elevata umidità; prospetti ben visibili.	



Esecuzione di tempi d'arte		Criticità riscontrate	
Schema di posa dei tasselli	<input type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W	Schema a W, consigliato per pannelli semirigid, non applicabile per struttura parete ventilata.	
Stalimento pannelli	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Non visibile su parete ventilata presenza convezione su loro cantiere; assenza anche	
giunti di risulta	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	Difficoltà di realizzazione di giunti a pvc, sovrapposizione a pvc termico retro piano su esc.	
connessioni dei punti termici:	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	colata balcone, chiusura metallica infornata e sommaria.	
alabati	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Non presenti.	
involucro ventilato	<input checked="" type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> no	NI. Sottostruttura visibile con termocamera e critica nei nodi.	
rotoli di panno	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
solai di copertura	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità raccordo copertura - perimetro superiore parete verticale.	
bancali finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni sotto bancali finestre, presenza ridotta di fori aereazione.	
ambotti finestre	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Cornice delle aperture impedisce valutazione.	
arbitrari (camionetto)	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
alabati	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni da intradosso solaio.	
eventuali anomalie e/o particolari		Dispersioni concentrate in corrispondenza delle griglie di aereazione sotto i bancali e nella fascia superiore in corrispondenza della copertura, oltre che nei sottinfissi; punto termico sottofinestra p.3 parete ad est.	

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via Mascagni n. 29 - 31	Superficie utile riscaldata	5.860,69 m <sup>2</sup>
comune	Fano di Argelato (BO)	Superficie utile raffrescata	2.372,64 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldata	22.534,58 m <sup>3</sup>
capito		Volume Lordo raffrescato	9.303,62 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1975	Superficie Dispersione	10.098,63 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	privata	Rapporto S/V	0,4481

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO	
<p><b>uso edificio:</b> residenziale autorimessa</p> <p><b>tipologia struttura portante:</b> SC</p> <p><b>perimetrale:</b> SC-14S+7</p> <p><b>spina:</b> SC-14</p> <p><b>prima soletta:</b> verso cantine/garage</p> <p><b>struttura:</b> CA</p> <p><b>tamponamento:</b> PCA</p> <p><b>serramenti:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vetri singoli: 32%</li> <li>vetri doppi: 90%</li> <li>vetri tripli: 136%</li> <li>vetri a emissione: 136%</li> </ul> <p><b>copertura:</b> a falda</p> <p><b>isolamento d'interfaccia strutturale:</b> sola manutenzione</p> <p><b>rivestimento:</b> tegole</p>	<p><b>partecipazioni/condominio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>n. piani fuori terra: 4</li> <li>n. piani residenziali: 3</li> <li>n. vani scala: 2</li> <li>n. unità immobiliari tot: 24</li> </ul> <p><b>di cui:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>appartamenti: 12</li> <li>vano terra per piano tipo: 5</li> <li>arica: 12</li> <li>altri: 12</li> </ul> <p><b>presenza porticato:</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>presenza piano interrato:</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>presenza p.z. seminterrato:</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>presenza piani in oggetto:</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>presenza balconi:</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>presenza logge:</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>presenza sottotetto:</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>abitabile:</b> <input type="checkbox"/></p> <p><b>rete idroelettrica:</b> <input type="checkbox"/></p>



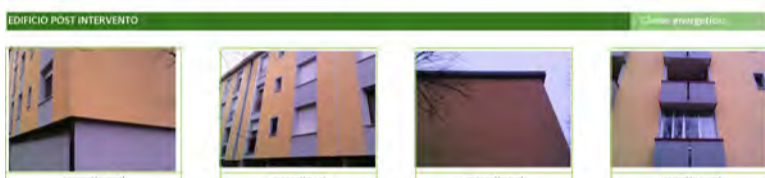
Prestazione Energetica dell'edificio	
ESTATE	INVERNO

Consumo Energetico Annuo	
da energia elettrica da rete	44.723,29 kWh
da metano	76.847,69 m <sup>3</sup>
da impianti fonti rinnovabili	kWh
da teleriscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	486,03 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	13,35 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	499,38 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (usa)	587,69 kg/m <sup>2</sup> anno

Dati termotecnici		
parete esterna	PCA, fibre di vetro in interc., intonaco	2,853 W/m <sup>2</sup> K
prima soletta	CA, sughero in intercapedine, intonaco	2,815 W/m <sup>2</sup> K
copertura o solaio di esportazione	CA, sughero in intercapedine	3,466 W/m <sup>2</sup> K
serramenti:	valore medio	7,571 W/m <sup>2</sup> K
vetri singoli	telaio in legno / metallo no taglio termico	7,087 W/m <sup>2</sup> K
vetri doppi	telaio in legno	7,873 W/m <sup>2</sup> K
vetri tripli		
vetri basso emissivo	telaio in legno, vetro opaco	2,431 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti			
impianto riscaldamento	autonomo	caldaie standard e a condensazione	545,50 kW
impianto produzione ACS	autonomo	caldaie standard e a condensazione	429,04 kW
impianto raffrescamento	autonomo	HP elettriche aria-aria	10,47 kW
impianto fonti rinnovabili			0 kW
impianto VMC			4 kW



Prestazione Energetica dell'edificio	
ESTATE	INVERNO

Consumo Energetico Annuo	
da energia elettrica da rete	50.905,92 kWh
da metano	25.035,72 m <sup>3</sup>
da impianti fonti rinnovabili	kWh
da teleriscaldamento	kWh

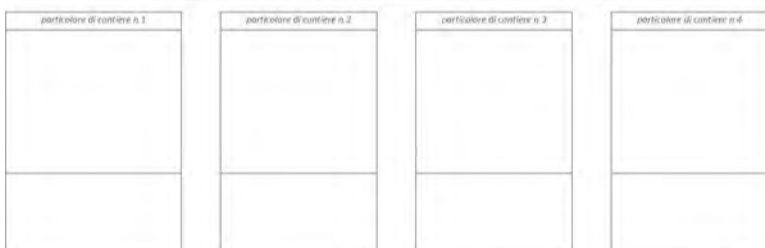
Indice di Prestazione Energetica	
non rinnovabile	219,10 kWh/m <sup>2</sup> anno
rinnovabile	19,11 kWh/m <sup>2</sup> anno
globale	238,20 kWh/m <sup>2</sup> anno
emissioni CO2 (usa)	131,51 kg/m <sup>2</sup> anno

Dati termotecnici		
parete esterna	PCA, fibra+EPS con grafite, intonaco	0,480 W/m <sup>2</sup> K
prima soletta	CA, sughero + stiferite, cartongesso	0,840 W/m <sup>2</sup> K
copertura o solaio di esportazione	CA, sughero + microcra. + lana di vetro	0,486 W/m <sup>2</sup> K
serramenti:	valore medio	5,267 W/m <sup>2</sup> K
vetri doppi	telaio in legno / metallo no taglio termico	7,289 W/m <sup>2</sup> K
vetri doppi	telaio in legno / metallo no taglio termico	8,063 W/m <sup>2</sup> K
vetri tripli		
vetri basso emissivo	telaio in PVC	2,940 W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti			
impianto riscaldamento	autonomo	caldaie standard e a condensazione	390,92 kW
impianto produzione ACS	autonomo	caldaie standard e a condensazione	286,71 kW
impianto raffrescamento	autonomo	HP elettriche aria-aria	12,37 kW
impianto fonti rinnovabili			0 kW
impianto VMC			4 kW

DATI INTERVENTO		
impresa esecutrice:	anno intervento:	(prima pratica):

Lavorazioni effettuate su			
parete esterna	coibentazione pannelli EPS con grafite <input type="checkbox"/> previo scalfiorazione totale di intonaco	0,030 W/mK	14,00 cm
prima soletta	coibentazione pannelli di stiferite + cartongesso	0,022 W/mK	8,00 cm
serramenti	coibentazione pvc, vetri basso emissivi	0,158 W/mK	
imbottiti infissi	coibentazione in pvc, multicamera, lana di vetro	0,032 W/mK	14,00 cm
casoviventi per pvc/pilati	coibentazione pannelli aerogel	0,015 W/mK	6,00 cm
balconi / logge	coibentazione pannelli aerogel	0,015 W/mK	6,00 cm
solaio di copertura	coibentazione lana minerale	0,015 W/mK	39,54 cm
copertura	coibentazione	W/mK	cm



SuperEcoBonus	
<p><b>isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:</b></p> <p>importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.) 320.000,00 €</p> <p>importo detraibile (30.000,00 € per restanti) 480.000,00 €</p> <p><b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%) 800.000,00 €</b></p>	<p><b>Strutture opache orizzontali: isolamento coperture</b></p> <p>Superficie di intervento: 889,82 m<sup>2</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EPS con grafite</li> </ul> <p><b>Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti</b></p> <p>Superficie di intervento: 866,99 m<sup>2</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- isolamento intradosso primo solaio con pannelli stiferite RP + cartongesso</li> </ul> <p><b>Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali</b></p> <p>Superficie di intervento: 4.980,87 m<sup>2</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EPS con grafite;</li> <li>- aerogel per pareti balconi/logge;</li> <li>- possibile impiego di XPS nei sottofinestra.</li> </ul>

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:	
importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)	320.000,00 €
importo detraibile (30.000,00 € per restanti)	480.000,00 €
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>800.000,00 €</b>

<input type="checkbox"/> Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	Superficie di intervento:	m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda a	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/> Impianti con micro-generatori	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/> Impianti con pompe di calore	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/> Impianti con sistemi ibridi	Potenza Lf+R impianto in riscaldamento:	kW
<input type="checkbox"/> Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/> Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua:	

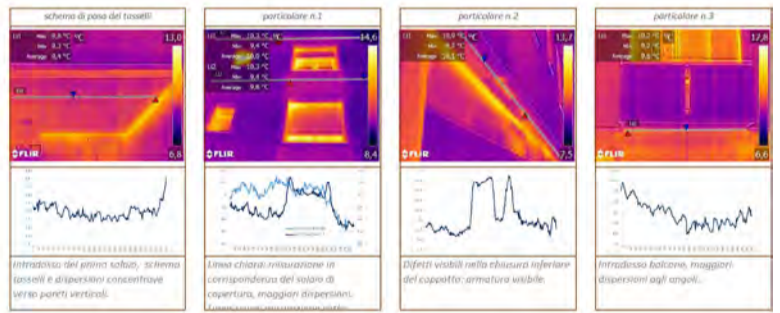
Spesa massima ammissibile trattata	
aliquota 110% del	800.000,00 €

SuperEcoBonus	
<input checked="" type="checkbox"/> Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi	n. di aderenti: 36
	importo detraibile specifico: 54.545,45 €/u.l.
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>1.984.615,22 €</b>
<input type="checkbox"/> - finestre e portefinestre in pvc ad una/due ante, vetro basso emissivo	
<input type="checkbox"/> Installazione di sistemi di schermatura solare e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di	n. di aderenti: 36
	importo detraibile specifico: 54.545,45 €/u.l.
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>€</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a	Potenza impianto: 33,58 kW
	n. di aderenti: 12
	importo detraibile specifico: 37.272,73 €/u.l.
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>316.783,22 €</b>
<input type="checkbox"/> - sostituzione caldaia standard, caldaia destinata al riscaldamento e produzione acqua calda	
<input type="checkbox"/> Installazione di tecnologie di building automation	n. di aderenti: 36
	importo detraibile specifico: 13.636,36 €/u.l.
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>€</b>
<input type="checkbox"/> Installazione di colonnine elettriche	n. di aderenti: 36
	importo detraibile specifico: €/u.l.
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>€</b>
<input type="checkbox"/> Installazione di impianto fotovoltaico	Potenza impianto: kWp
	importo detraibile specifico: 2.400,00 €/kW
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>€</b>
<input type="checkbox"/> Installazione di sistema di accumulo	Capacità della batteria: kWh
	importo detraibile specifico: 1.000,00 €/kWh
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>€</b>
<input type="checkbox"/> Rimozione barriere architettoniche	n. di aderenti: 36
	importo detraibile specifico: 58.000,00 €/u.l.
<b>Spesa massima detraibile (aliquota 110%)</b>	<b>€</b>
<b>Spesa massima ammissibile trattata</b>	<b>2.301.398,44 €</b>

tot SuperEcoBonus [K]	
importo detraibile [K]	

SuperStimobonus	
importo detraibile specifico: 96.000,00 €/u.l.	
<input type="checkbox"/> Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:	
<input type="checkbox"/> Interventi sulla copertura:	
<input type="checkbox"/> Interventi sul solaio di copertura:	
<input type="checkbox"/> Interventi sul primo solaio:	
<input type="checkbox"/> Interventi sui solai intermedi:	
<input type="checkbox"/> Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali:	
<input type="checkbox"/> Rafforzamento di elementi con strutturali pesanti:	
<input type="checkbox"/> Interventi di consolidamento di un muro di contenimento pertinenziale e sostegno del terreno di	
<b>tot stimobonus</b>	
<b>tot SuperStimobonus</b>	
importo detraibile con aliquota 110%	

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	12/02/2026
temperatura ambiente	11,12 °C
temperatura esterna	8 °C
temperatura relativa	99 %
tipologia di procedura	qualitativa
tipologia di esecuzione	passiva
condizione di rilevazione	stationaria
distanza della rilevazione	5,00 m
Opportuna distanza di rilevamento; nullo ed elevato umidità; prospetti ben visibili.	



Esecuzione di tempi di attesa		criticità riscontrate	
ispezione di posa dei tasselli	<input checked="" type="checkbox"/> a T	<input type="checkbox"/> no	
ispezione di posa dei tasselli	<input checked="" type="checkbox"/> a W	<input type="checkbox"/> no	
ispezione di posa dei tasselli	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	
giunti di risulta	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no	
coibentazione dei punti termici:	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni nel solaio di copertura, sottofinestra, chiusura inferiore verso parete autorimessa.
altri	<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	Non presenti.
involucro verticale	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	V4 ponti termici.
travi di piano	<input type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	
solaio di copertura	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità nodo copertura - perimetro superiore parete verticale.
balconi finestre	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	Dispersioni concentrate comunque sotto finestra.
imbottiti finestre	<input checked="" type="checkbox"/> si	<input type="checkbox"/> no	Non ci sono dispersioni da imbottiti serramenti.
architetture / ornamenti	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni su architetture.
involucro	<input type="checkbox"/> si	<input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni da intradosso solaio, più contenute che negli altri casi SC a Fano.

eventuali anomalie e/o particolari:

Criticità in corrispondenza del solaio di copertura, sotto e sopra finestre. Difetti evidenti nella fascia inferiore di chiusura del cappetto, armatura visibile.

DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via Mascagni n. 33 - 35	Superficie utile riscaldata	942,65 m <sup>2</sup>
comune	Fano di Argelato (BO)	Superficie utile rinfrescata	637,26 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldata	3 391,56 m <sup>3</sup>
capofila	41	Volume Lordo rinfrescata	2 313,11 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1979	Superficie Dispersione	1 918,78 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	privata	Rapporto S/V	0,5658

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRUTTIVE DELL'EDIFICIO

uso edificio		partecipazioni/condominio	
uso prevalente pr.	residenziale	n. piani fuori terra	4
	autorimesse	n. piani residenziali	3
		n. vani scala	2
		n. unità immobiliari tot	24
		di cui:	
		appartamenti	12
		piano terra per piano tipo	5
		altri	12
		presenza porticato	<input type="checkbox"/>
		presenza piano interrato	<input type="checkbox"/>
		presenza p. seminterrato	<input type="checkbox"/>
		presenza piani in oggetto	<input type="checkbox"/>
		presenza balconi	<input type="checkbox"/>
		presenza logge	<input type="checkbox"/>
		presenza sottotetto	<input type="checkbox"/>
		abitabile	<input type="checkbox"/>
		rete idroelettrica	<input type="checkbox"/>

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	6 706,09 kWh
☺☺☺	☹☹☹	da metano	13 686,26 m <sup>3</sup>
		da impianti fonti rinnovabili	kWh
		da teleriscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Involucro	
non rinnovabile	157,94 kWh/m <sup>2</sup> anno	PCA, fibre di vetro in interc., intonaco	0,505 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	3,34 kWh/m <sup>2</sup> anno	CA, sughero in intercapedine, intonaco	0,736 W/m <sup>2</sup> K
globale	161,28 kWh/m <sup>2</sup> anno	CA, sughero in intercapedine	0,480 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (uso)	30,10 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	0,480 W/m <sup>2</sup> K
		servizi:	valore medio
		vetri singoli	3,577 W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	4,855 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	2,778 W/m <sup>2</sup> K
		vetri basso emissivo	W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Capacità di impianto	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	autonomo	9 caldaie standard e 3 a condensazione
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	autonomo	9 caldaie standard e 3 a condensazione
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto raffrescamento	autonomo	8 HP elettriche aria-acqua
<input type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili		
<input type="checkbox"/>	impianto VMC		

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	7 004,11 kWh
☺☺☺	☹☹☹	da metano	6 442,88 m <sup>3</sup>
		da impianti fonti rinnovabili	kWh
		da teleriscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati Involucro	
non rinnovabile	82,31 kWh/m <sup>2</sup> anno	PCA, fibra vetro + roccia, vent., pannelli	0,164 W/m <sup>2</sup> K
rinnovabile	3,49 kWh/m <sup>2</sup> anno	CA, sughero + lana di vetro, cartongesso	0,205 W/m <sup>2</sup> K
globale	85,80 kWh/m <sup>2</sup> anno	CA, sughero + EPS + focchi lana di vetro	0,170 W/m <sup>2</sup> K
emissioni CO2 (uso)	15,94 kg/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	0,170 W/m <sup>2</sup> K
		servizi:	valore medio
		vetri singoli	2,498 W/m <sup>2</sup> K
		vetri doppi	4,855 W/m <sup>2</sup> K
		vetri tripli	2,778 W/m <sup>2</sup> K
		vetri basso emissivo	W/m <sup>2</sup> K

Servizi energetici presenti		Capacità di impianto	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	autonomo	4 caldaie standard e 8 a condensazione
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	autonomo	4 caldaie standard e 8 a condensazione
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto raffrescamento	autonomo	8 HP elettriche aria-acqua
<input type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili		
<input type="checkbox"/>	impianto VMC		

DATI INTERVENTO

impresa esecutrice	LODI Costruzioni S.r.l.	anno intervento	2022 (prima pratica)
--------------------	-------------------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su		Caratteristiche		Quantità	
<input checked="" type="checkbox"/>	parete esterna	coibentazione	pannelli in lana di roccia + parete ventilata	0,034 W/mK	14,00 cm
<input checked="" type="checkbox"/>	primo solaio	coibentazione	pannelli in lana di vetro + cartongesso	0,033 W/mK	12,00 cm
<input checked="" type="checkbox"/>	servizi	coibentazione	pvc, vetri basso emissivi	0,060 W/mK	
<input checked="" type="checkbox"/>	ambotti infissi				
<input checked="" type="checkbox"/>	cassonetti per pannello				
<input checked="" type="checkbox"/>	balconi / logge	sostituzione	in pvc, multicamera, lana di roccia	0,034 W/mK	14,00 cm
<input checked="" type="checkbox"/>	solaio di copertura	coibentazione	PU + aerogel	0,024 W/mK	7,00 cm
<input checked="" type="checkbox"/>	copertura	coibentazione	EPS + insufflaggio di focchi in lana di vetro	0,041 W/mK	21,00 cm

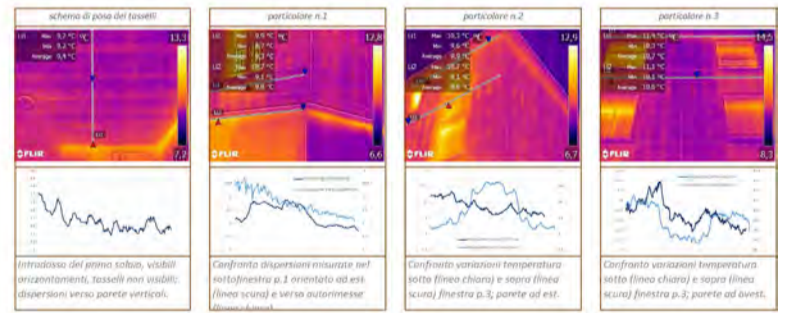


SuperEcoBonus		SuperSismobonus	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:			
importo detraibile (40.000,00 € fino a 8 u.l.)		320.000,00 €	
importo detraibile (30.000,00 € per restanti)		300.000,00 €	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		800.000,00 €	
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento:	347,39 m <sup>2</sup>
	- isolamento termico in estradosso di sottotetti con pannelli EPS sp. 6 cm + insufflaggio di focchi in lana di vetro sp. 15 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento:	347,39 m <sup>2</sup>
	- isolamento termico in intradosso del primo solaio con doppio strato di pannelli in lana di vetro sp. 6 + 6 cm + cartongesso 1.3 cm		
<input checked="" type="checkbox"/>	Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento:	697,40 m <sup>2</sup>
	- isolamento a cappotto con pannello di lana di roccia sp. 14 cm		
	- parete ventilata in estradosso, sp. intercapedine 6 cm		
	- isolamento termico pareti logge balconi con pannelli pre-acoppiati di PU sp. 6 cm + aerogel sp. 1 cm		

Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Importo detraibile (aliquota 110%)	
importo detraibile (20.000,00 € fino a 8 u.l.)		360.000,00 €	
importo detraibile (15.000,00 € per restanti)		150.000,00 €	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		€	
<input type="checkbox"/>	Impianti a collettori solari per la produzione di acqua calda	Superficie di intervento:	m <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/>	Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua o condensazione e/o generatori di aria calda a	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con micro-generatori	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con pompe di calore	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con sistemi ibridi	Potenza LHV impianto in riscaldamento:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili	Potenza impianto:	kW
<input type="checkbox"/>	Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore	N° scaldacqua:	
Spesa massima ammissibile trattata		683 100,14	683 100,14
Importo detraibile (aliquota 110%)		128 211,37	128 211,37
<input checked="" type="checkbox"/>	Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi	n. di aderenze	5
	importo detraibile specifico	54 545,45 €/u.l.	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	272 727,25 €	
	- finestre e portefinestre in pvc ad una/due ante, vetro basso emissivo		
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di schermatura solari e/o ombreggiamenti mobili comprensivi di	n. di aderenze	
	importo detraibile specifico	54 545,45 €/u.l.	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€	
<input checked="" type="checkbox"/>	Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a	Potenza impianto:	24,10 kW
	n. di aderenze	6	
	importo detraibile specifico	27 272,73 €/u.l.	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	263 636,36 €	
	- sostituzione caldaie standard, caldaie destinate a riscaldamento e produzione acqua calda		
<input type="checkbox"/>	Installazione di tecnologie di building automation	n. di aderenze	
	importo detraibile specifico	13 636,36 €/u.l.	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€	
<input type="checkbox"/>	Installazione di colonnine elettriche	n. di aderenze	
	importo detraibile specifico	€	
<input type="checkbox"/>	Installazione di impianti fotovoltaici	Potenza impianto	kWp
	importo detraibile specifico	2 400,00 €/kW	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€	
<input type="checkbox"/>	Installazione di sistemi di accumulo	Capacità della batteria:	kWh
	importo detraibile specifico	1 000,00 €/kWh	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€	
<input type="checkbox"/>	Rimozione opere architettoniche	n. di aderenze	
	importo detraibile specifico	50 000,00 €/u.l.	
	Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	€	
Spesa massima ammissibile trattata		436 363,61	176 300,66
tot SuperEcoBonus [€]		859 400,80	859 400,80
importo detraito [€]		945 340,88	945 340,88

SuperSismobonus		Importo detraibile (aliquota 110%)	
importo detraibile specifico		96 000,00 €/u.l.	
<input type="checkbox"/>	Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sulla copertura:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul solaio di copertura:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sul primo solaio:		
<input type="checkbox"/>	Interventi sui solai intermedi:		
<input type="checkbox"/>	Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali:		
<input type="checkbox"/>	Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti:		
<input type="checkbox"/>	Interventi di consolidamento di un muro di contenimento pertinenziale e sostegno del terreno di		
tot Sismobonus			
importo detraito con aliquota 110%			

ANALISI TERMOGRAFICA		12/02/2026	
Stato riscaldamento	11-12	data di rilevazione:	
facciata orientata	8 °C	Opportuna distanza di rilevamento;	
temperatura esterna	99 %	nebula ed elevata umidità;	
temperatura relativa		prospetti ben visibili.	
tipologia di procedura	qualitativa		
tipologia di registrazione	passiva		
condizione di rilevazione	stazionaria		
distanza della rilevazione	5,00 m		



Esecuzione di tempi d'arte		Criticità riscontrate	
Schema di posa dei tasselli	<input type="checkbox"/> a T <input type="checkbox"/> a W	Schema a W, consigliato per pannelli semirigid, non applicabile per struttura parete ventilata.	
Stalimento pannelli	<input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	Non visibile su parete ventilata presenza condensa su loro cassonetti; assenza anche dell'isolamento perimetrale; presenza ponti termici; presenza ponti termici; presenza ponti termici; presenza ponti termici.	
giunti di risulta	<input checked="" type="checkbox"/> sì <input type="checkbox"/> no	Non presenti.	
connessione dei punti termici:	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Non presenti.	
ambotti, vernici	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Non presenti.	
rotoli di pannello	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Non presenti.	
solaio di copertura	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Criticità raccordo copertura - perimetro superiore parete verticale.	
bancali finestra	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni sotto bancali finestra, presenza ridotta di fori aereazione.	
ambotti finestra	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Cornice delle aperture impedisce valutazione.	
ambotti finestra	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no	Dispersioni da intradosso solaio.	
ambotti	<input type="checkbox"/> sì <input checked="" type="checkbox"/> no		

Eventuali anomalie e/o particolari		Dispersioni concentrate in corrispondenza delle griglie di aereazione sotto i bancali e nella fascia superiore in corrispondenza della copertura.	



DATI GENERALI		DATI GEOMETRICO	
indirizzo	via Agucchi n. 177 - 179	Superficie utile riscaldata	1.641,23 m <sup>2</sup>
comune	Bologna (BO)	Superficie utile raffrescata	658,35 m <sup>2</sup>
zona climatica	E	Volume Lordo riscaldato	6.422,58 m <sup>3</sup>
capofila	45	Volume Lordo raffrescato	2.586,22 m <sup>3</sup>
anno di costruzione	1978	Superficie Dispersione	3.594,64 m <sup>2</sup>
tipo di edificio	pubblica	Rapporto S/V	0,5597

CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E DISTRIBUTIVE DELL'EDIFICIO

uso edificio		tipologia costruttiva	
residenziale	autoriscaldato	n. piani fuori terra	3
residenziale	autoriscaldato	n. piani residenziali	3
residenziale	autoriscaldato	n. vani scala	4
residenziale	autoriscaldato	n. unità immobiliari tot	30
residenziale	autoriscaldato	di cui: appartamenti	24
residenziale	autoriscaldato	per piano terra	8
residenziale	autoriscaldato	per piano tipo	8
residenziale	autoriscaldato	altri	15
residenziale	autoriscaldato	presenza porticato	<input type="checkbox"/>
residenziale	autoriscaldato	presenza piano interrato	<input type="checkbox"/>
residenziale	autoriscaldato	presenza p. seminterrato	<input type="checkbox"/>
residenziale	autoriscaldato	presenza piani in oggetto	<input type="checkbox"/>
residenziale	autoriscaldato	presenza balconi	<input type="checkbox"/>
residenziale	autoriscaldato	presenza logge	<input type="checkbox"/>
residenziale	autoriscaldato	presenza sottotetto	<input type="checkbox"/>
residenziale	autoriscaldato	abitabile	<input type="checkbox"/>
residenziale	autoriscaldato	rete idroelettrica	<input type="checkbox"/>

EDIFICIO ANTE INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	44.239,00 kWh
ESTATE	INVERNO	da metano	28.787,00 m <sup>3</sup>
ESTATE	INVERNO	da impianto fonti rinnovabili	kWh
ESTATE	INVERNO	da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati tecnologici	
non rinnovabile	226,60 kWh/m <sup>2</sup> anno	parete esterna	pannelli prefabbricati cca (1% acciaio)
rinnovabile	12,67 kWh/m <sup>2</sup> anno	prima soletta	LC, intonaco
globale	239,27 kWh/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	LC, guaina impermeabile bituminosa
emissioni CO2 (uso)	45,94 kg/m <sup>2</sup> anno	terramenti	valore medio
		vetri singoli	2,314 W/m <sup>2</sup> °K
		vetri doppi	W/m <sup>2</sup> °K
		vetri tripli	metallo no taglio termico
		vetri basso emissivi	2,850 W/m <sup>2</sup> °K
			W/m <sup>2</sup> °K
			telai in legno
			1,860 W/m <sup>2</sup> °K

Servizi energetici presenti		Tipologia di impianto		Prestazioni nominali	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	centralizzato	due caldaie standard, tre a condensazione	31,82 kW	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	autonomo	caldaie standard, boiler elettrici, caldaia acqua	3,38 kW	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto raffrescamento	autonomo	PDC elettriche aria-aria	3,86 kW	
<input type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili			kW	
<input type="checkbox"/>	impianto VMC			kW	

EDIFICIO POST INTERVENTO



Prestazione Energetica dell'edificio		Consumo Energetico Annuo	
ESTATE	INVERNO	da energia elettrica da rete	50.554,00 kWh
ESTATE	INVERNO	da metano	10.709,00 m <sup>3</sup>
ESTATE	INVERNO	da impianto fonti rinnovabili	kWh
ESTATE	INVERNO	da riscaldamento	kWh

Indice di Prestazione Energetica		Dati tecnologici	
non rinnovabile	174,81 kWh/m <sup>2</sup> anno	parete esterna	PCA, lana di roccia, ventilata, gris
rinnovabile	14,48 kWh/m <sup>2</sup> anno	prima soletta	LC, intonaco
globale	139,29 kWh/m <sup>2</sup> anno	copertura o solaio di esportazione	LC, PU con PIR espansa, bitume
emissioni CO2 (uso)	26,09 kg/m <sup>2</sup> anno	terramenti	valore medio
		vetri singoli	2,162 W/m <sup>2</sup> °K
		vetri doppi	W/m <sup>2</sup> °K
		vetri tripli	metallo no taglio termico
		vetri basso emissivi	2,850 W/m <sup>2</sup> °K
			W/m <sup>2</sup> °K
			telai in PVC / legno / metallo taglio termico
			1,580 W/m <sup>2</sup> °K

Servizi energetici presenti		Tipologia di impianto		Prestazioni nominali	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto riscaldamento	centralizzato	due caldaie standard, una a condensazione	42,67 kW	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto produzione ACS	autonomo	caldaie standard, boiler elettrici, caldaia acqua	3,38 kW	
<input checked="" type="checkbox"/>	impianto raffrescamento	autonomo	PDC elettriche aria-aria	3,86 kW	
<input type="checkbox"/>	impianto fonti rinnovabili			kW	
<input type="checkbox"/>	impianto VMC			kW	

DATI INTERVENTO

impresa esecutrice	S.I.L.CO. S.r.l.	anno intervento	2021 (prima pratica)
--------------------	------------------	-----------------	----------------------

Lavorazioni effettuate su	Descrizione e Dimensione	Caratteristiche	Superficie	Spessore
<input checked="" type="checkbox"/> parete esterna	coibentazione	pannelli in lana di roccia + parete ventilata <input type="checkbox"/> previo scalficciamento totale di intonaco	0,034 W/mK	14,00 cm
<input type="checkbox"/> primo solaio			W/mK	cm
<input checked="" type="checkbox"/> serramenti	sostituzione	pvc, vetri basso emissivi	0,060 W/mK	
<input checked="" type="checkbox"/> infissi infissi	coibentazione	microisolante composto da calce e aerogel	0,002 W/mK	0,50 cm
<input checked="" type="checkbox"/> cassonetti per avvolgibili	sostituzione	in pvc, multicamera, isolamento termocustico	W/mK	2,40 cm
<input checked="" type="checkbox"/> balconi / logge	coibentazione	pannelli EPS con grafite	0,030 W/mK	12,00 cm
<input checked="" type="checkbox"/> solaio di copertura	coibentazione	PU con schiuma polyiso PIR espansa	0,022 W/mK	10,00 cm
<input checked="" type="checkbox"/> copertura			W/mK	cm



SuperEcoBonus		SuperSismobonus	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:			
Impianto detraibile (40.000,00 € fino a 8 u)		320.000,00 €	
Impianto detraibile (30.000,00 € per restanti)		930.000,00 €	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		1.250.000,00 €	
<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento: 682,00 m <sup>2</sup>	1.222.701,24	1.222.701,24
- isolamento termico in estradosso con pannelli di poliuretano espanso costituito da schiuma polyiso PIR espansa sp. 10 cm			
<input type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento: m <sup>2</sup>		
<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento: 1.522,00 m <sup>2</sup>		
- isolamento a cappotto con pannello di lana di roccia sp. 14 cm			
- parete ventilata in intradosso ed estradosso, sp. intercapedine 2 + 3 cm			
- isolamento termico pareti logge con pannelli in polistirene EPS con grafite sp. 12 cm			

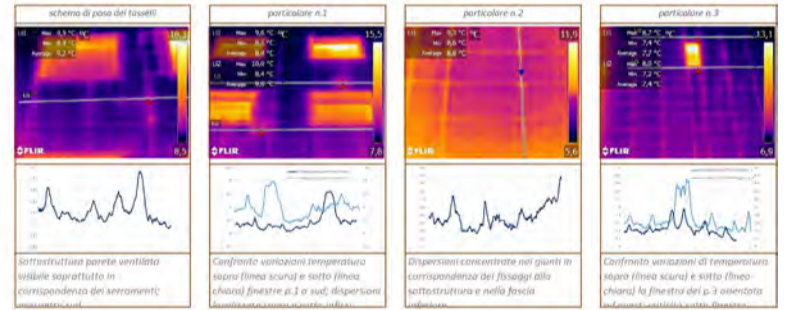
Sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale esistenti con:		Impianto fotovoltaico	
Impianto a collettori solari per la produzione di acqua calda		Impianto fotovoltaico	
Impianti di riscaldamento con caldaie ad acqua a condensazione e/o generatori di aria calda a		Impianto fotovoltaico	
Sostituzione caldaia a condensazione a gas		Impianto fotovoltaico	
Impianti con micro-generatori		Impianto fotovoltaico	
Impianti con pompe di calore		Impianto fotovoltaico	
Impianti con sistemi ibridi		Impianto fotovoltaico	
Impianti con generatori di calore alimentati a biomasse combustibili		Impianto fotovoltaico	
Impianti di produzione di acqua calda sanitaria con scaldacqua a pompa di calore		Impianto fotovoltaico	
N. scaldacqua:		Impianto fotovoltaico	
Spesa massima ammissibile (trattati)		1.301.987,96	1.301.987,96

Sostituzione di chiusure trasparenti, comprensive di infissi		Impianto fotovoltaico	
n. di aderenti		Impianto fotovoltaico	
Importo detraibile specifico		Impianto fotovoltaico	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		Impianto fotovoltaico	
- finestre e portefinestre in pvc ad una/due ante, vetro basso emissivo		Impianto fotovoltaico	
n. di aderenti		Impianto fotovoltaico	
Importo detraibile specifico		Impianto fotovoltaico	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		Impianto fotovoltaico	
- persiane avvolgibili e tende a veneziana esterna manuale, in tessuto, orientamento sud e nord		Impianto fotovoltaico	
Sostituzione degli impianti di riscaldamento autonomi esistenti con caldaie ad acqua a		Impianto fotovoltaico	
n. di aderenti		Impianto fotovoltaico	
Importo detraibile specifico		Impianto fotovoltaico	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		Impianto fotovoltaico	
Impianto di tecnologia di building automation		Impianto fotovoltaico	
n. di aderenti		Impianto fotovoltaico	
Importo detraibile specifico		Impianto fotovoltaico	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		Impianto fotovoltaico	
Impianto di colonnine elettriche		Impianto fotovoltaico	
n. di aderenti		Impianto fotovoltaico	
Importo detraibile specifico		Impianto fotovoltaico	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		Impianto fotovoltaico	
Impianto di impianto fotovoltaico		Impianto fotovoltaico	
Potenza impianto		Impianto fotovoltaico	
Importo detraibile specifico		Impianto fotovoltaico	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		Impianto fotovoltaico	
Impianto di sistema di alluvioni		Impianto fotovoltaico	
Capacità della batteria		Impianto fotovoltaico	
Importo detraibile specifico		Impianto fotovoltaico	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		Impianto fotovoltaico	
Rimozione Elementi architettonici		Impianto fotovoltaico	
n. di aderenti		Impianto fotovoltaico	
Importo detraibile specifico		Impianto fotovoltaico	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		Impianto fotovoltaico	
Spesa massima ammissibile (trattati)		345.479,53	345.479,53

<b>tot SuperEcoBonus [€]</b>	<b>1.647.467,49</b>	<b>1.647.467,49</b>
Impatto detratto [€]	1.812.214,24	1.812.214,24

SuperSismobonus		Impianto fotovoltaico	
Importo detraibile specifico		Impianto fotovoltaico	
Ripristino o rinforzo dei collegamenti tra elementi strutturali		Impianto fotovoltaico	
Interventi sulla copertura		Impianto fotovoltaico	
Interventi sul solaio di copertura		Impianto fotovoltaico	
Interventi sul primo solaio		Impianto fotovoltaico	
Interventi sui solai intermedi		Impianto fotovoltaico	
Interventi volti a ridurre la possibilità di innesco di meccanismi locali		Impianto fotovoltaico	
Rafforzamento di elementi non strutturali pesanti		Impianto fotovoltaico	
Intervento di consolidamento di un muro di contenimento pertinabile e sistema del terreno di		Impianto fotovoltaico	
tot (trattati)		Impianto fotovoltaico	
tot SuperSismobonus		Impianto fotovoltaico	
Impatto detratto con aliquota 110%		Impianto fotovoltaico	

ANALISI TERMOGRAFICA	
data rilevamento	10/02/2026
temperatura ambiente	18,19 °C
temperatura esterna	10 °C
temperatura relativa	94 %
tipologia di procedura	qualitativa
tipologia di registrazione	passiva
condizione di rilevazione	stazionaria
distanza della rilevazione	5,00 m
Opportuna distanza di rilevamento; nubi ed elevata umidità; prospetti ben visibili.	



Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:	
Impianto detraibile (40.000,00 € fino a 8 u)	320.000,00 €
Impianto detraibile (30.000,00 € per restanti)	930.000,00 €
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)	1.250.000,00 €
<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento: 682,00 m <sup>2</sup>
- isolamento termico in estradosso con pannelli di poliuretano espanso costituito da schiuma polyiso PIR espansa sp. 10 cm	
<input type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento: m <sup>2</sup>
<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento: 1.522,00 m <sup>2</sup>
- isolamento a cappotto con pannello di lana di roccia sp. 14 cm	
- parete ventilata in intradosso ed estradosso, sp. intercapedine 2 + 3 cm	
- isolamento termico pareti logge con pannelli in polistirene EPS con grafite sp. 12 cm	

SuperEcoBonus		SuperSismobonus	
Isolamento termico delle superfici che interessano l'involucro dell'edificio con un'incidenza superiore al 25%:			
Impianto detraibile (40.000,00 € fino a 8 u)		320.000,00 €	
Impianto detraibile (30.000,00 € per restanti)		930.000,00 €	
Spesa massima detraibile (aliquota 110%)		1.250.000,00 €	
<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento coperture	Superficie di intervento: 682,00 m <sup>2</sup>	1.222.701,24	1.222.701,24
- isolamento termico in estradosso con pannelli di poliuretano espanso costituito da schiuma polyiso PIR espansa sp. 10 cm			
<input type="checkbox"/> Strutture opache orizzontali: isolamento pavimenti	Superficie di intervento: m <sup>2</sup>		
<input checked="" type="checkbox"/> Strutture opache verticali: isolamento pareti perimetrali	Superficie di intervento: 1.522,00 m <sup>2</sup>		
- isolamento a cappotto con pannello di lana di roccia sp. 14 cm			
- parete ventilata in intradosso ed estradosso, sp. intercapedine 2 + 3 cm			
- isolamento termico pareti logge con pannelli in polistirene EPS con grafite sp. 12 cm			