

LA PREFABBRICAZIONE LEGGERA IN CALABRIA E NEL LAZIO NEL SECONDO NOVECENTO: ESITI DI UNA RICERCA

Università della Calabria, 20 maggio 2025 ore 15.00

LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI PREFABBRICATI. UN CASO STUDIO A COSENZA

NATALE ARCURI, Università della Calabria

Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale (DIMEG)

STEFANIA PERRELLA, Università della Calabria

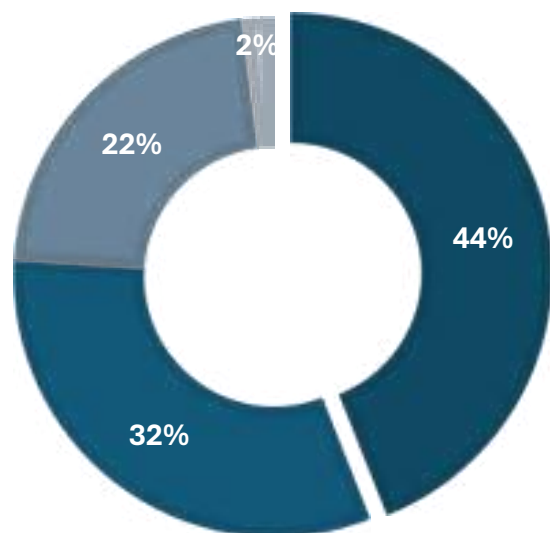
Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale (DIMEG)

Progetto PRIN 2022 - La prefabbricazione leggera: conoscenza, monitoraggio e riqualificazione del patrimonio architettonico del secondo Novecento nelle regioni Calabria e Lazio

progetto finanziato dall'Unione europea – Next Generation EU - PRIN 2022 Missione 4 Componente 2 CUP H53D23006790006

Problematiche che rendono necessaria la riqualificazione energetica degli edifici

CONSUMI FINALI DI ENERGIA PER SETTORE



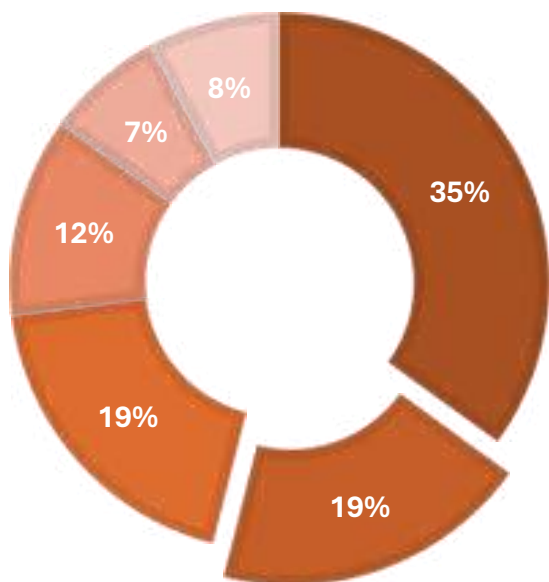
■ Edifici
■ Industria
■ Trasporti
■ Agricoltura

IMPATTO AMBIENTALE DEL SETTORE EDILIZIO

- **49 milioni di TEP** (Tonnellate Equivalenti di Petrolio): la domanda di energia degli edifici, che rende questo settore il più energivo.
- **116 milioni di tCO₂eq**: le emissioni di gas serra degli edifici. Di queste il **60%** deriva da abitazioni private e il restante 40% da uffici, edifici pubblici ed edifici commerciali.
- **Emissioni di gas serra in Italia** nel 2019 (milioni di tonnellate di CO₂eq)
 - Industria: 37%
 - Edifici: 28%**
 - Trasporti: 26%
 - Agricoltura: 9%

Problematiche che rendono necessaria la riqualificazione energetica degli edifici

ANNO DI COSTRUZIONE DEGLI IMMOBILI



■ Prima del 1960	■ 1960-1970
■ 1971-1980	■ 1981-1990
■ 1991-2000	■ Dopo il 2001

LO STATO DEL PATRIMONIO EDILIZIO ITALIANO

- **13,5 milioni:** numero di edifici presenti sul territorio italiano, di cui oltre il **90%** ad uso residenziale.
- **5 milioni:** edifici antecedenti al **1970**, epoca in cui non esisteva il concetto di «energeticamente efficiente» o standard minimi di isolamento termico da rispettare.
- **Problematiche ricorrenti** degli edifici datati:

Scarso comfort abitativo

Consumi elevati

Condensa superficiale e interstiziale

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Normativa energetica: pacchetti di riforme e regolamenti

Pacchetti di proposte ad opera della Commissione europea

Agenda 2030: Guida globale verso uno sviluppo sostenibile.

Green Deal Europeo: Piano per un'Europa verde e inclusiva.

Fit for 55% Package: Legislazioni per accelerare la decarbonizzazione.



Normativa energetica: legislazione italiana

Decreti Ministeriali del 26 Giugno 2015

I 3 decreti sono:

Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici (APE)
Schemi e modalità per la compilazione della Relazione Tecnica di Prog
Decreto «Requisiti Minimi»

→ che contiene indicazioni per:

- il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici
- l'uso delle fonti rinnovabili
- la determinazione della classe energetica



Le Specifiche tecniche UNI TS 11300

Metodi per la determinazione dei fabbisogni di energia richiesta dai servizi presenti nell'edificio
(climatizzazione invernale, estiva, produzione di acqua calda sanitaria, ...)

Decreto Rinnovabili (D.L. 199/2021)

Disposizioni in materia di energia da fonti rinnovabili, in coerenza con gli obiettivi europei di decarbonizzazione

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza



L'intervento GESCAL denominato «Lotto 3» in una veduta aere complessiva



Edificio D oggetto della tesi: facciata Ovest, su Via Popilia

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Pannelli prefabbricati in calcestruzzo



Prospecto Ovest: finestre di tipo F



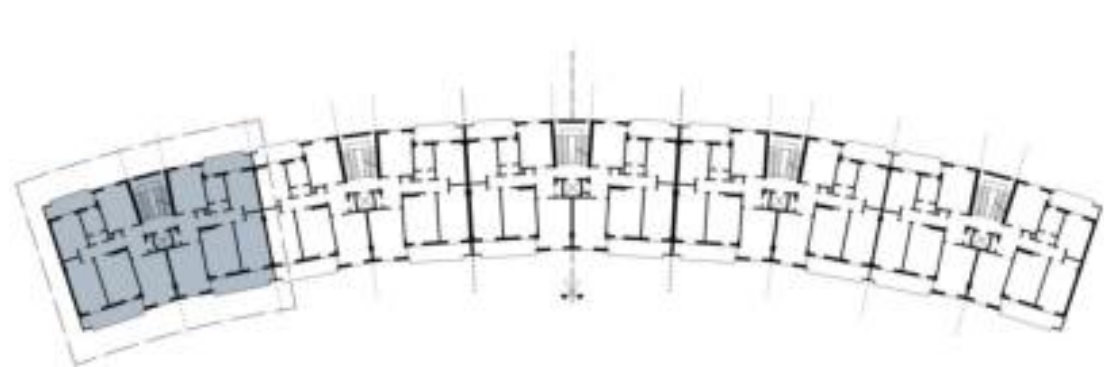
Testata Sud



Prospecto Est: corpo scala

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Studio dell'edificio nel suo stato attuale



Pianta del piano tipo (I-VI piano)



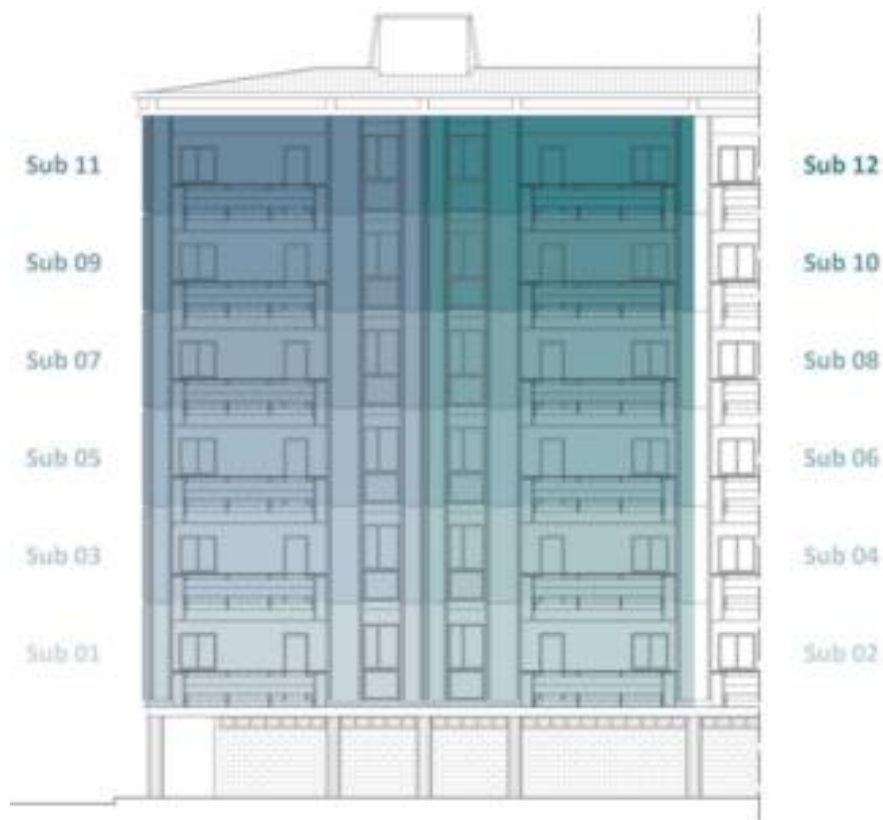
Prospetto Ovest (affaccio su Via Popilia)



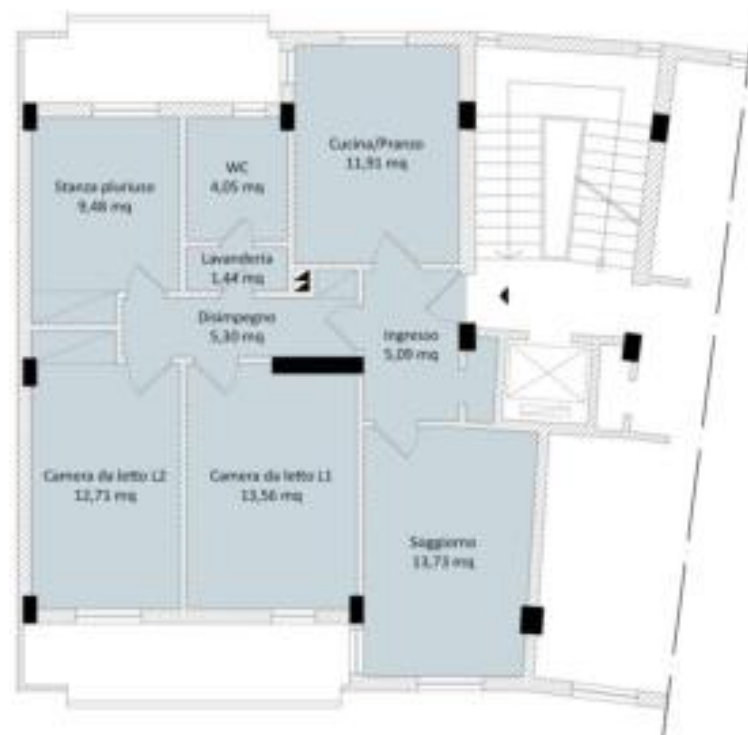
Prospetto Ovest: dettaglio

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Le unità immobiliari analizzate



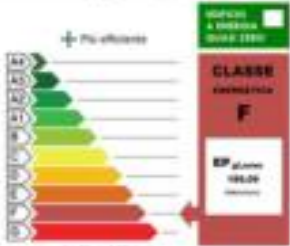
Prospetto Ovest:
Numerazione delle unità immobiliari presenti

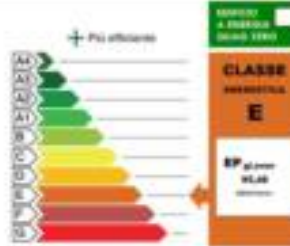


Pianta del piano tipo (I-VI piano):
planimetria della singola unità immobiliare

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Risultati dell'analisi energetica dello stato di fatto dell'edificio

Unità immobiliare 01 (Primo piano)					
Dati geometrici					
Superficie utile riscaldata	$S_{u,s}$	79,12 m ²			
Volume lordo riscaldato	$V_{l,s}$	308,88 m ³			
Superficie disperdente	S_{disp}	220,98 m ²			
Fabbisogni di energia termica utile					
Periodo invernale	$EP_{t,util}$	135,88 kWh/m ²	Durata	137 giorni	
Periodo estivo	$EP_{t,est}$	17,61 kWh/m ²	Durata	82 giorni	
Acqua calda sanitaria	$EP_{a,c,san}$	15,89 kWh/m ²			
Fabbisogni di energia primaria rinnovabile					
Periodo invernale	$EP_{r,prim}$	0,00 kWh/m ²			
Acqua calda sanitaria	$EP_{r,a,c,san}$	0,00 kWh/m ²			
Globale	$EP_{g,prim}$	0,00 kWh/m ²			
Fabbisogni di energia primaria non rinnovabile					
Periodo invernale	$EP_{n,prim}$	169,01 kWh/m ²			
Acqua calda sanitaria	$EP_{n,a,c,san}$	20,09 kWh/m ²			
Globale	$EP_{g,prim}$	189,09 kWh/m ²			
Fabbisogni di energia primaria totale					
Periodo invernale	$EP_{t,prim}$	169,01 kWh/m ²	η_{sp}	0,745	
Acqua calda sanitaria	$EP_{a,c,san}$	20,09 kWh/m ²	η_{sp}	0,791	
Globale	$EP_{g,prim}$	189,09 kWh/m ²			
					

Unità immobiliare 08 (Quarto piano)					
Dati geometrici					
Superficie utile riscaldata	$S_{u,s}$	79,14 m ²			
Volume lordo riscaldato	$V_{l,s}$	291,47 m ³			
Superficie disperdente	S_{dis}	88,72 m ²			
Fabbisogni di energia termica utile					
Periodo invernale	$EP_{t,util}$	56,15 kWh/m ²	Durata	137 giorni	
Periodo estivo	$EP_{t,est}$	31,32 kWh/m ²	Durata	122 giorni	
Acqua calda sanitaria	$EP_{a,c,san}$	15,89 kWh/m ²			
Fabbisogni di energia primaria rinnovabile					
Periodo invernale	$EP_{r,prim}$	0,00 kWh/m ²			
Acqua calda sanitaria	$EP_{r,a,c,san}$	0,00 kWh/m ²			
Globale	$EP_{g,prim}$	0,00 kWh/m ²			
Fabbisogni di energia primaria non rinnovabile					
Periodo invernale	$EP_{n,prim}$	75,39 kWh/m ²			
Acqua calda sanitaria	$EP_{n,a,c,san}$	20,08 kWh/m ²			
Globale	$EP_{g,prim}$	95,48 kWh/m ²			
Fabbisogni di energia primaria totale					
Periodo invernale	$EP_{t,prim}$	75,39 kWh/m ²	η_{sp}	0,745	
Acqua calda sanitaria	$EP_{a,c,san}$	20,08 kWh/m ²	η_{sp}	0,791	
Globale	$EP_{g,prim}$	95,48 kWh/m ²			
					

Unità immobiliare 11 (Sesto piano)					
Dati geometrici					
Superficie utile riscaldata	$S_{u,s}$	79,13	m^2		
Volume lordo riscaldato	$V_{l,s}$	308,89	m^3		
Superficie disperdente	S_{disp}	221,11	m^2		
Fabbisogni di energia termica utile					
Periodo invernale	$EP_{t,util}$	152,92	Durata		137 giorni
Periodo estivo	$EP_{t,est}$	13,14	Durata		73 giorni
Acqua calda sanitaria	$EP_{a,c,san}$	15,89	kWh/m^2		
Fabbisogni di energia primaria rinnovabile					
Periodo invernale	$EP_{r,prim}$	0,00	kWh/m^2		
Acqua calda sanitaria	$EP_{r,a,c,san}$	0,00	kWh/m^2		
Globale	$EP_{g,prim}$	0,00	kWh/m^2		
Fabbisogni di energia primaria non rinnovabile					
Periodo invernale	$EP_{n,prim}$	109,91	kWh/m^2		
Acqua calda sanitaria	$EP_{n,a,c,san}$	20,09	kWh/m^2		
Globale	$EP_{g,prim}$	129,99	kWh/m^2		
Fabbisogni di energia primaria totale					
Periodo invernale	$EP_{t,prim}$	109,91	η_{sp}		0,728
Acqua calda sanitaria	$EP_{a,c,san}$	20,09	η_{sp}		0,791
Globale	$EP_{g,prim}$	129,99	kWh/m^2		
					

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Isolamento delle superfici disperdenti

Superfici disperdenti verticali



Pareti multistrato con pannelli prefabbricati Pareti multistrato con blocchi di cemento delle logge

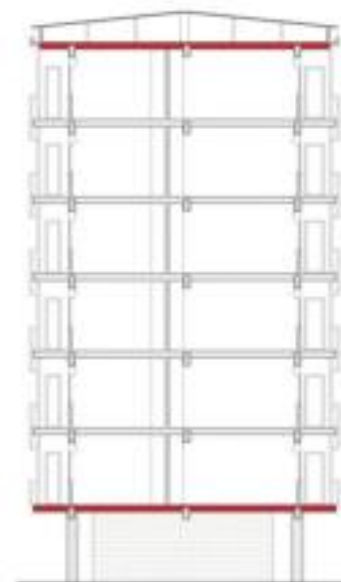
Superfici disperdenti vetrate



Infissi(dal tipo B al tipo E)

Infissi di tipo F

Superfici disperdenti orizzontali

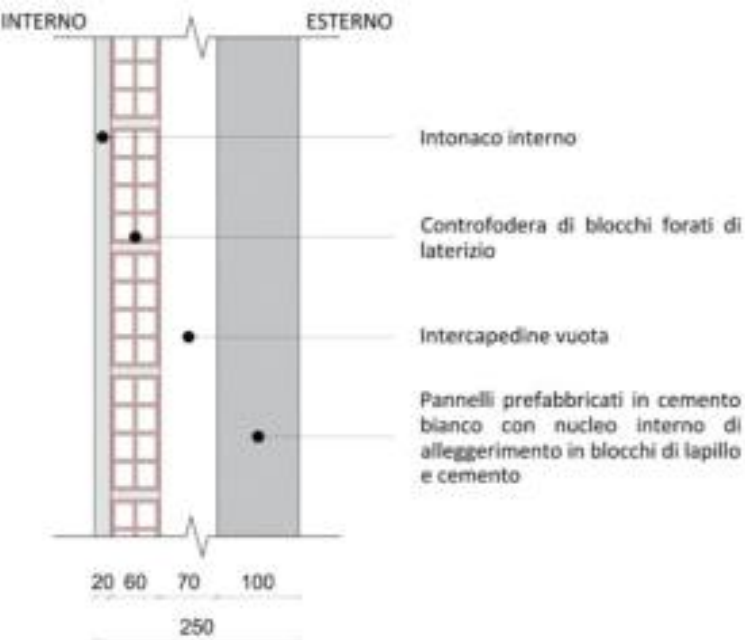


Solai di chiusura inferiore e superiore

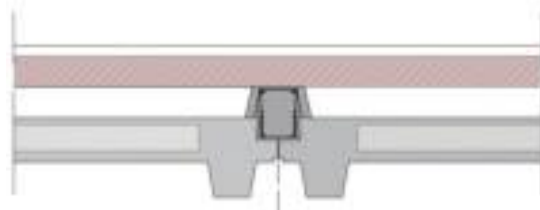
La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Pareti multistrato con pannelli prefabbricati

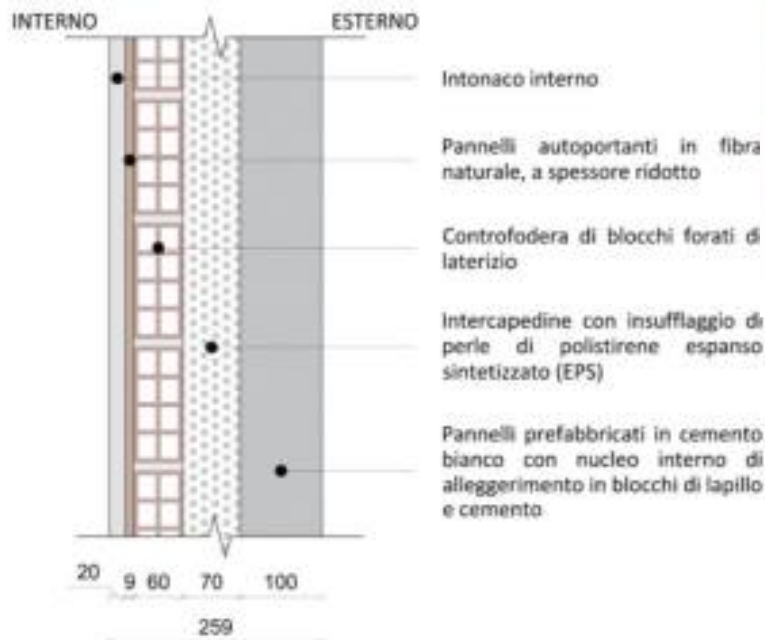
Ante intervento



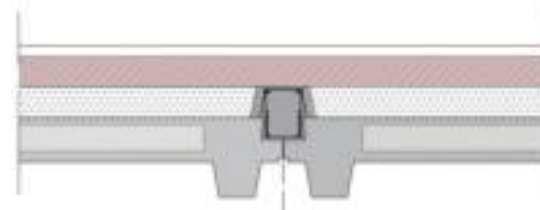
Sezione del giunto e delle costole decorative



Post intervento



Sezione del giunto e delle costole decorative

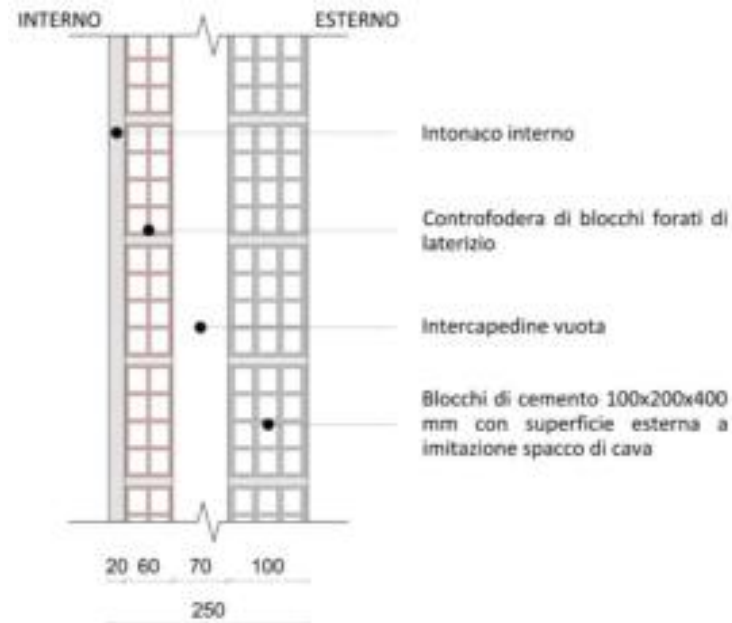


Posizione delle pareti in pianta

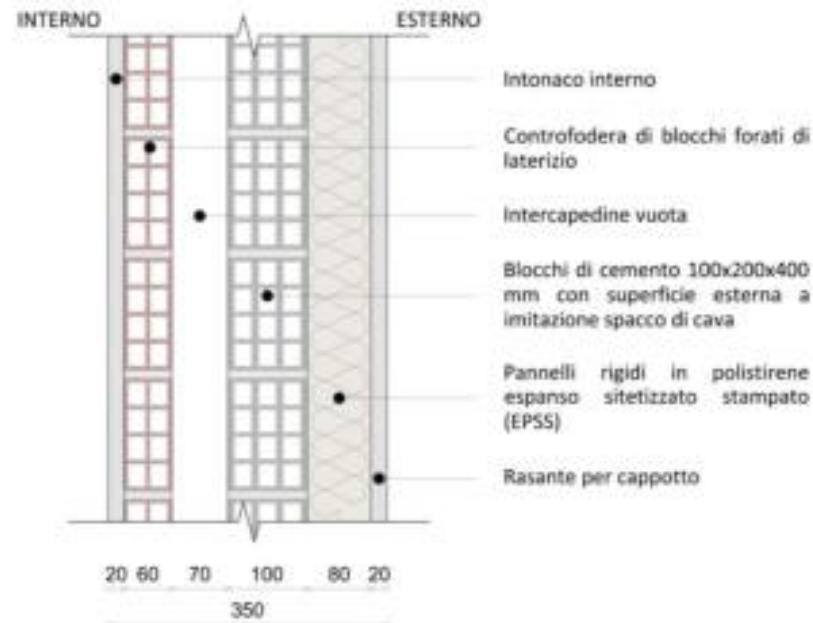
La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Pareti multistrato con blocchi di cemento delle logge

Ante intervento



Post intervento

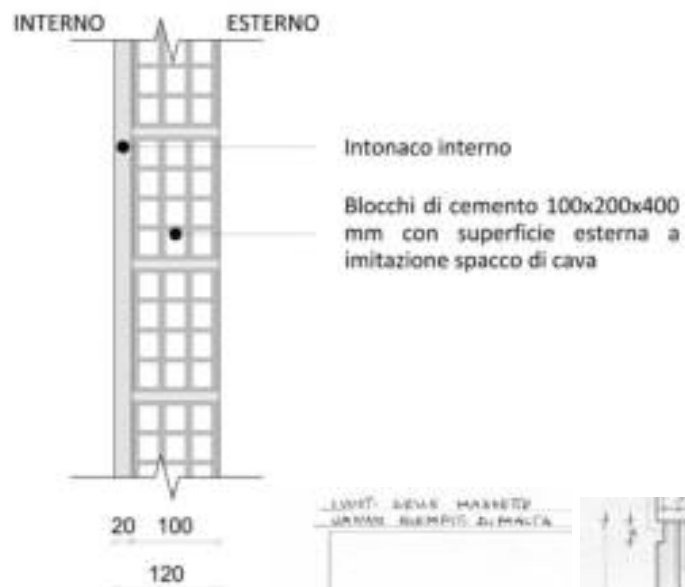


Posizione
delle pareti in
pianta

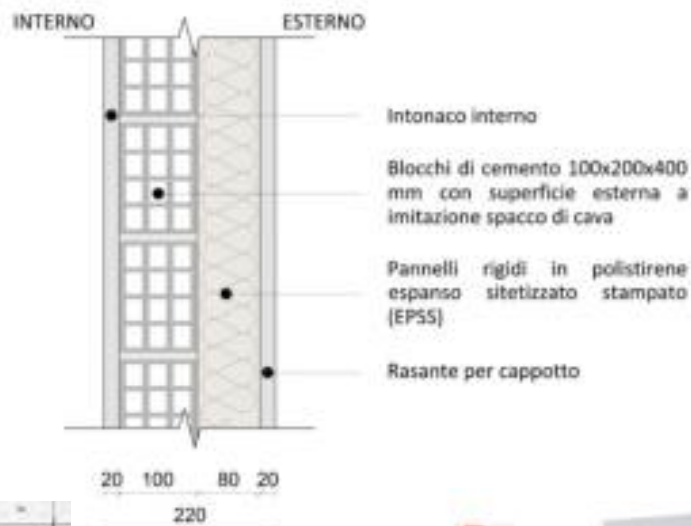
La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Infissi

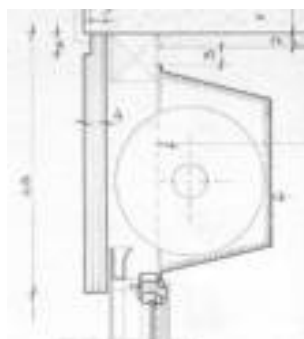
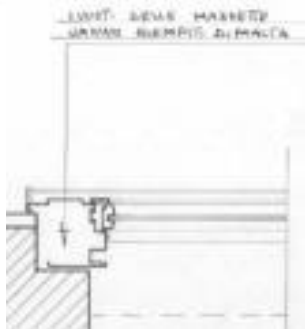
Ante intervento



Post intervento



Posizione delle pareti in pianta



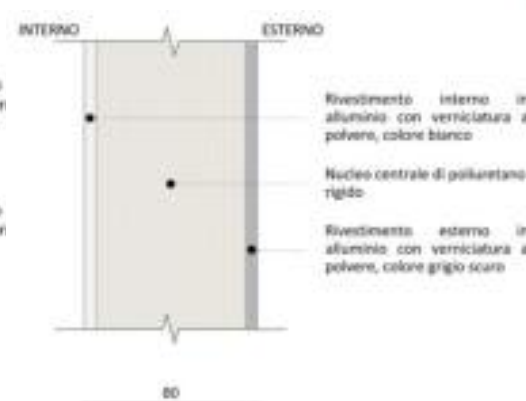
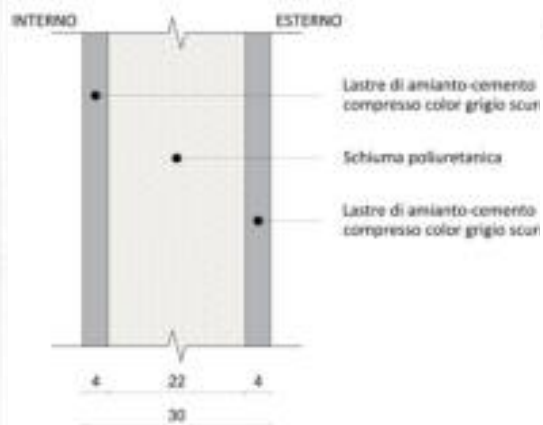
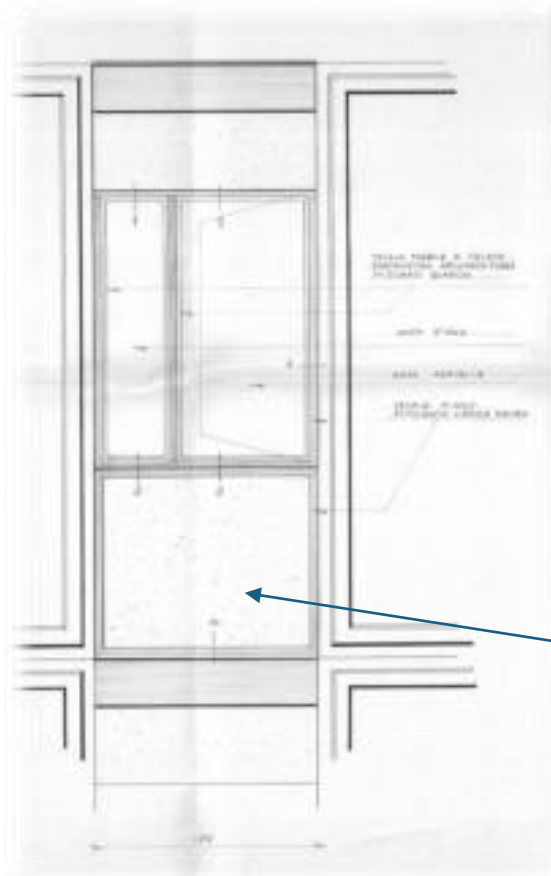
Esempi di infissi e cassonetti moderni

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

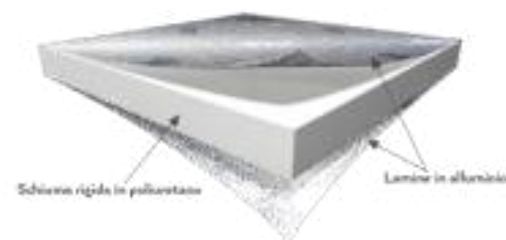
Infissi di tipo F

Ante intervento

Post intervento



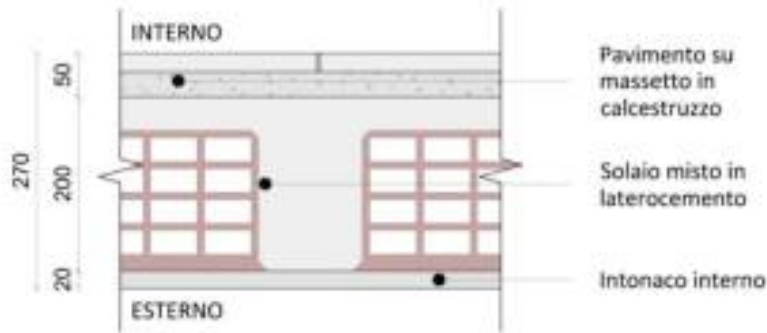
Posizione
delle pareti in
pianta



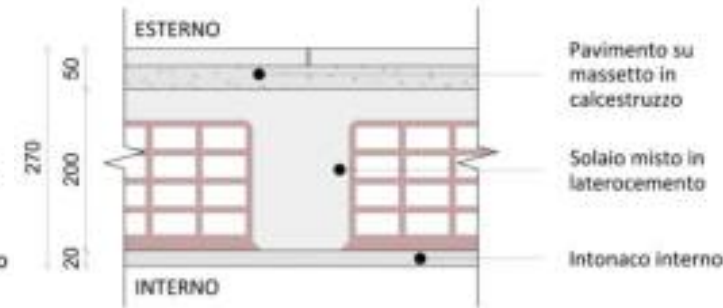
La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Solai di chiusura inferiore e superiore

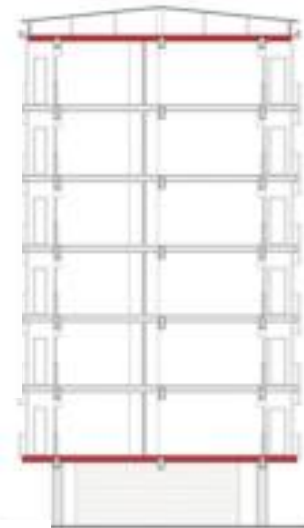
Ante intervento



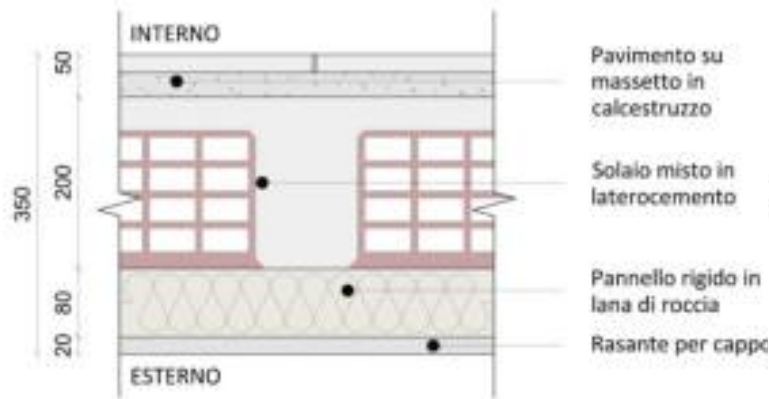
Stratigrafia ante intervento dei solai del primo piano



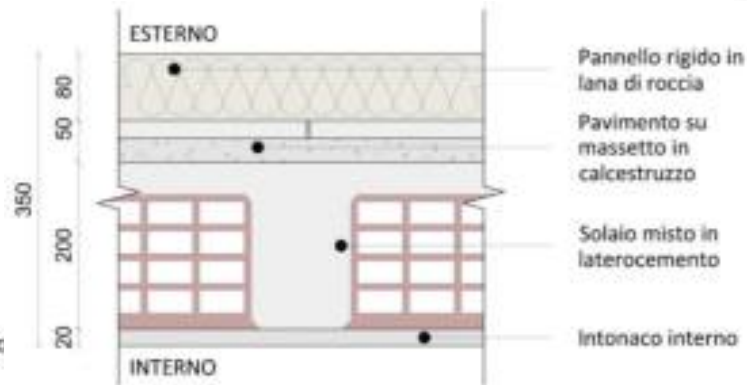
Stratigrafia ante intervento dei solai del sesto piano



Post intervento



Stratigrafia post intervento dei solai del primo piano



Stratigrafia post intervento dei solai del sesto piano

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

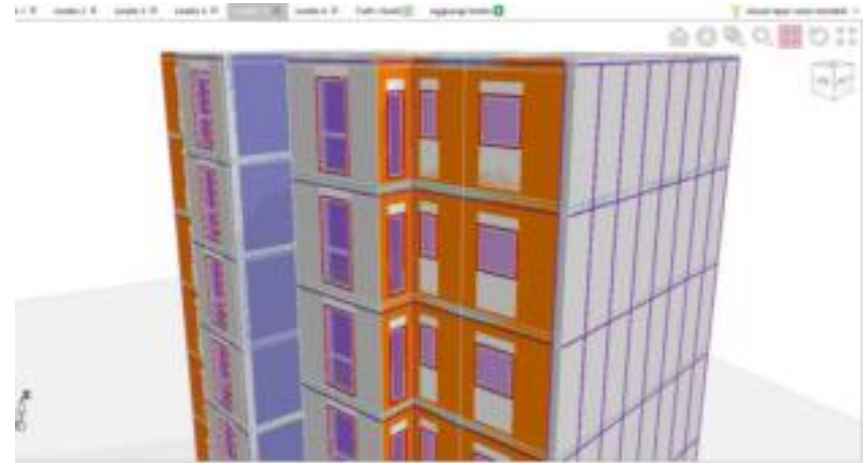
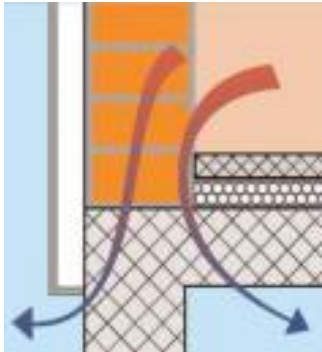
Ponti termici

PROBLEMATICHE ASSOCIATE AI PONTI TERMICI

Possibile formazione di muffa, dovuta alla presenza prolungata di condensa superficiale;

Riduzione del comfort termico interno, a causa delle temperature disomogenee delle superfici;

Aumento dei consumi energetici, a causa delle perdite di calore per trasmissione.

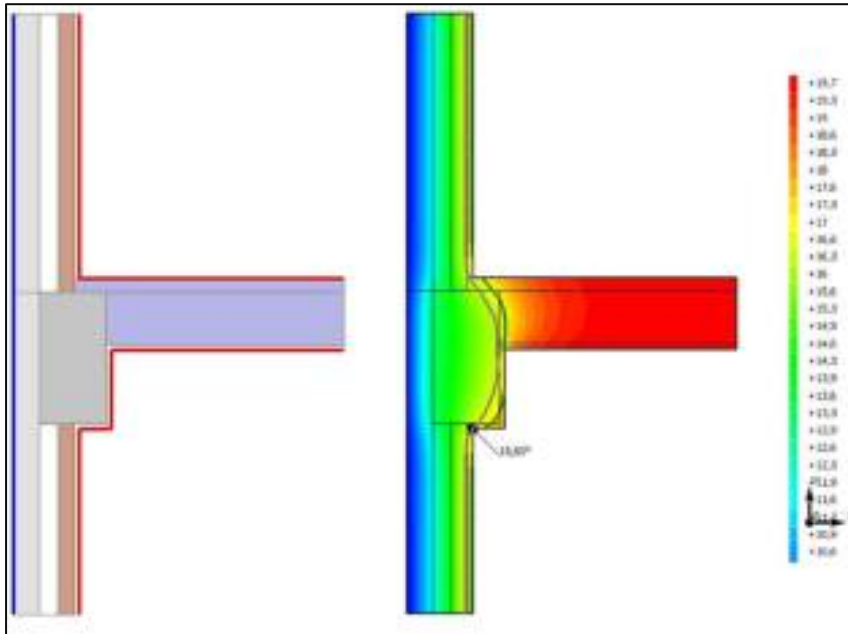


Screenshot della schermata di Termolog con il modello completo di
tutti i ponti termici: ogni linea colorata è un ponte termico

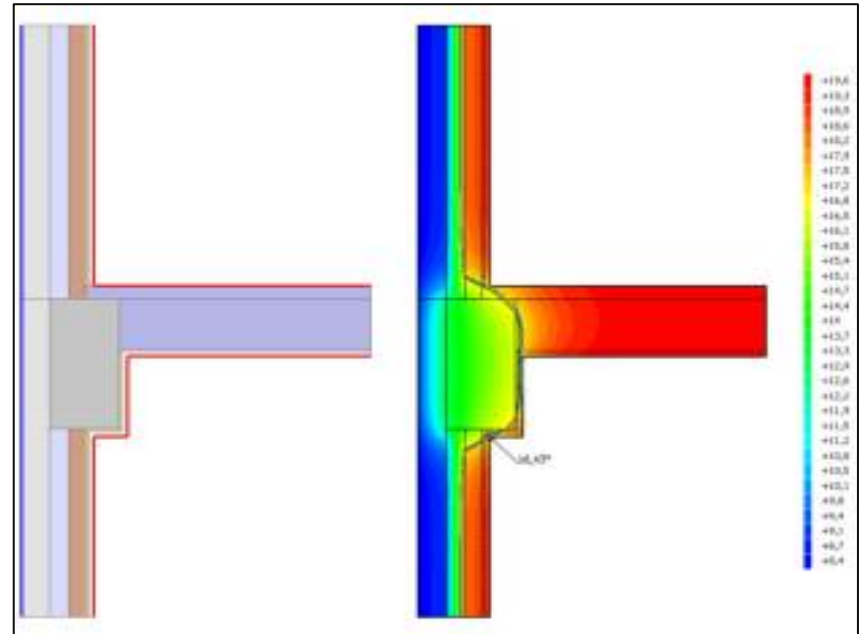
La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Ponti termici

Esempio di ponte termico presente nell'edificio: nodo tra pareti perimetrali multistrato, trave e solaio dei piani intermedi



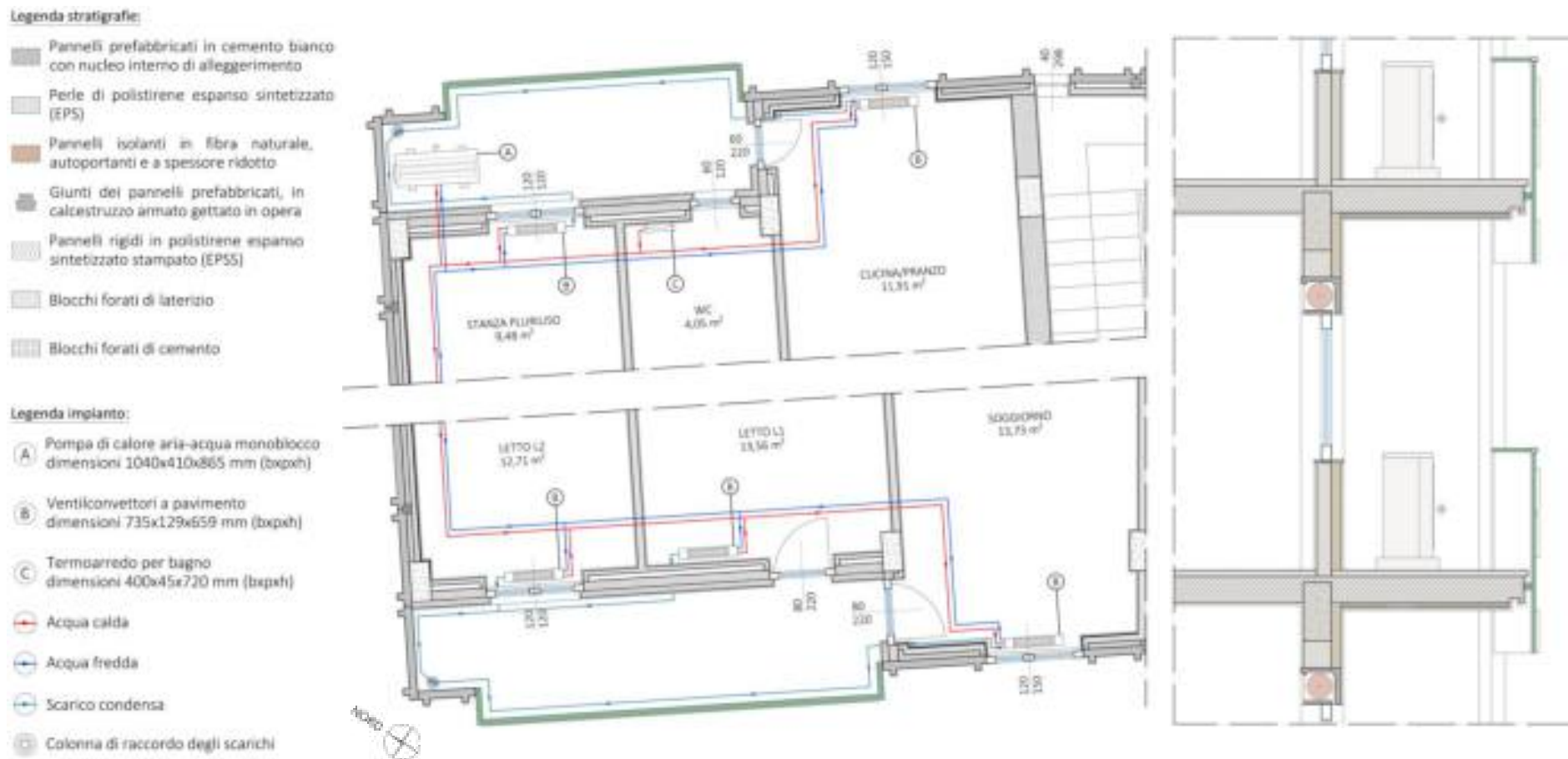
Modello geometrico e distribuzione di temperatura ante intervento: pareti con pannelli prefabbricati **senza isolante**



Modello geometrico e distribuzione di temperatura post intervento: pareti con pannelli prefabbricati **con insufflaggio e isolante interno**

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Sostituzione degli impianti



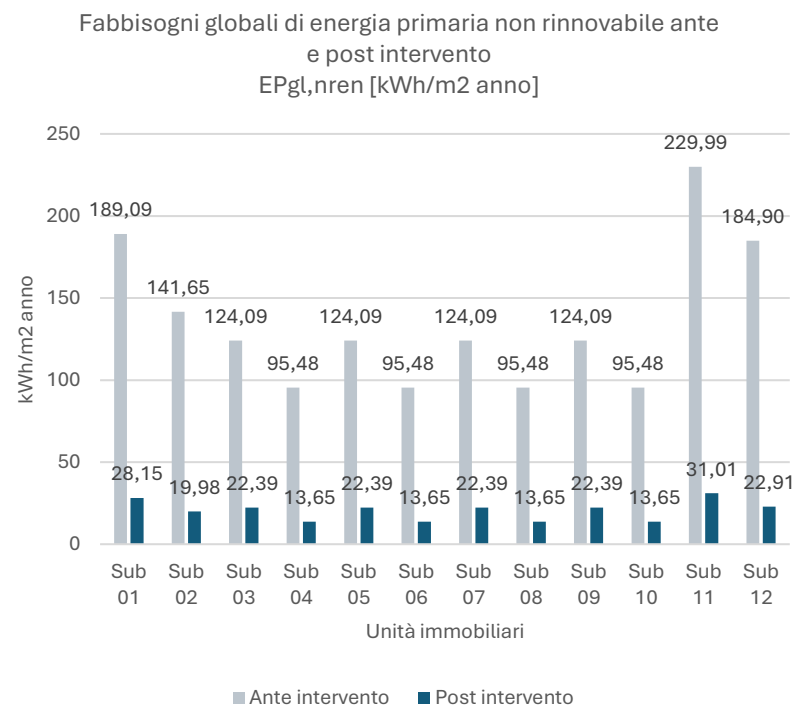
Pianta con le ipotesi di impianto per la singola unità immobiliare

Sezione delle logge con le ipotesi di impianto

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Confronto tra i fabbisogni globali di energia primaria non rinnovabile ante e post intervento

Fabbisogni globali di energia primaria non rinnovabile delle U.I e relative classi energetiche					
	Ante intervento		Post intervento		
	EP _{gl,nren} [kWh/m ² anno]	Classe energetica	EP _{gl,nren} [kWh/m ² anno]	Classe energetica	Percentuale di riduzione
Sub 01	189,09	F	28,15	A4	-85%
Sub 02	141,65	E	19,98	A4	-86%
Sub 03	124,09	F	22,39	A3	-82%
Sub 04	95,48	E	13,65	A4	-86%
Sub 05	124,09	F	22,39	A3	-82%
Sub 06	95,48	E	13,65	A4	-86%
Sub 07	124,09	F	22,39	A3	-82%
Sub 08	95,48	E	13,65	A4	-86%
Sub 09	124,09	F	22,39	A3	-82%
Sub 10	95,48	E	13,65	A4	-86%
Sub 11	229,99	G	31,01	A3	-87%
Sub 12	184,90	F	22,91	A4	-88%



La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Risultati dell'analisi energetica dello stato di progetto dell'edificio



La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Pannelli frangisole scorrevoli



Foto di una parte del prospetto Ovest nello stato attuale



Render di una parte del prospetto Ovest a seguito della proposta progettuale

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Ristrutturazione importante di I livello: verifiche di legge

L'intervento ha comportato:

- ❑ una **percentuale di incidenza superiore al 50%** della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio;
- ❑ il **rifacimento dell'impianto termico** per la climatizzazione invernale ed estiva.

Involucro

- Verifica igrotermica
- Verifica di inerzia termica
- Verifica del coefficiente medio globale H'_T
- Verifica dell'area solare estiva equivalente
- Verifica della formazione di muffa nei ponti termici
- Verifica degli indici di prestazione

Impianti

- Verifica dell'efficienza media stagionale
- Verifica delle quote rinnovabili introdotte dal D.Lgs 199/2021

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Conclusioni

Interventi previsti

Isolamento dell'involucro



Pareti con pannelli prefabbricati:

Insufflaggio di perle di EPS;
Pannello isolante interno a spessore ridotto.

Pareti con blocchi delle logge:

Cappotto in lastre di EPSS.

Solai di chiusura inferiore e superiore:

Cappotto orizzontale in pannelli di lana di roccia.

Sostituzione degli infissi



Infissi in PVC con 6 camere e triplo vetro.

Cassonetti coibentati monoblocco .

Avvolgibili in alluminio coibentati internamente.

Sostituzione delle schermature



Pannelli **frangisole** scorrevoli.

Installazione di un nuovo impianto



Pompe di calore aria-acqua monoblocco.

Ventilconvettori a pavimento.

Impianto **fotovoltaico**.

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Conclusioni

Interventi effettuati

Isolamento dell'involucro



Pareti con pannelli prefabbricati:

Insufflaggio di perle di EPS;
Pannello isolante interno a spessore ridotto.

Pareti con blocchi delle logge:

Cappotto in lastre di EPSS.

Solai di chiusura inferiore e superiore:

Cappotto orizzontale in pannelli di lana di roccia

Sostituzione degli infissi



Infissi in PVC con 6 camere e triplo vetro.

Cassonetti coibentati monoblocco.

Avvolgibili in alluminio coibentati internamente.

Sostituzione delle schermature



Pannelli **frangisole** scorrevoli.

Installazione di un nuovo impianto



Pompe di calore aria-acqua monoblocco.

Ventilconvettori a pavimento.

Impianto **fotovoltaico**.

Risultati ottenuti



Riduzione media dell'85% dei fabbisogni globali di energia primaria non rinnovabile;



Passaggio di tutte le unità immobiliari dalle classi E, F e G alle **classi A3 e A4**;



Superamento di tutte le verifiche imposte per legge in caso di Ristrutturazione Importante di I livello.

La riqualificazione energetica degli edifici prefabbricati. Un caso studio a Cosenza

Conclusioni

Interventi effettuati

Isolamento dell'involucro



Pareti con pannelli prefabbricati:

Insufflaggio di perle di EPS;
Pannello isolante interno a spessore ridotto.

Pareti con blocchi delle logge:

Cappotto in lastre di EPSS.

Solai di chiusura inferiore e superiore:

Cappotto orizzontale in pannelli di lana di roccia

Sostituzione degli infissi



Infissi in PVC con 6 camere e triplo vetro.

Cassonetti coibentati monoblocco.

Avvolgibili in alluminio coibentati internamente.

Sostituzione delle schermature



Pannelli **frangisole** scorrevoli.

Installazione di un nuovo impianto



Pompe di calore aria-acqua monoblocco.

Ventilconvettori a pavimento.

Impianto **fotovoltaico**.

Risultati ottenuti



Riduzione media dell'85% dei fabbisogni globali di energia primaria non rinnovabile;



Passaggio di tutte le unità immobiliari dalle classi E, F e G alle **classi A3 e A4**;



Superamento di tutte le verifiche imposte per legge in caso di Ristrutturazione importante di I livello.

Obiettivi prefissati

- Preservare la presenza degli **elementi prefabbricati**;
- Migliorare il **comfort abitativo** di un edificio vetusto;
- **Ridurre** i consumi energetici;
- Realizzare un intervento **replicabile**.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI PREFABBRICATI. UN CASO STUDIO A COSENZA

NATALE ARCURI, Università della Calabria
Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale (DIMEG)

STEFANIA PERRELLA, Università della Calabria
Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale (DIMEG)