

COMUNE DI FERRARA
 VIA COMACCHIO - COCOMARO DI CONA
 PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA
 "LE TRE CORTI"
 AREA DI NUOVA LOTTIZZAZIONE - ZONA C8



PROPRIETA'
GAMBALE IMMOBILIARE s.r.l.

GAMBALE IMMOBILIARE SRL
 Corso Italia, 514
 44043 Mirabello (FE)

PROGETTO URBANISTICO ARCHITETTONICO

Studio Architettura Urbanistica
arch. Michele Pastore

Via Garibaldi n. 90 44121 FERRARA
 Tel. 0532 210195 Fax 0532 247303 E-mail studio@mechlav.it



COLLABORATORI

arch. **LIDIA SPANO**
 dott. **MASSIMO PASTORE**

LUCA FARINELLI architetto
 Via Bagnoli 6 - 44121 Ferrara
 Tel. +39 0532 209003
 studio@lfa.it
 www.lfa.it

PROGETTO SPECIALISTICO

MechLav
 Laboratorio per la Meccanica Avanzata
www.unife.it/tecnopolo/mechlav

ENDIF
 Engineering Department in Ferrara



ELABORATO ALLEGATO A
 U873/11
FAVOREVOLE
 22 NOV. 2012

LUOGO
 Ferrara

II SEGRETARIO
COMUNE DI FERRARA

DESCRIZIONE

RELAZIONE PROGETTO ENERGETICO

SERVIZIO PIANIFICAZIONE TERRITORIALE
 Ufficio Piani Urbanistici Attuativi

12/7 FEB. 2012

DATA
 GENNAIO 2012

SCALA

ALLEGATO



Dipartimento di Ingegneria - Laboratorio in rete-Tecnopolo MecLav dell'Università degli Studi di Ferrara
Sede amministrativa: Via Saragat, 1 - Blocco A - 44122 Ferrara
C.F. 80007370382 P.IVA 00434690384

Contratto di Ricerca

tra

la Società GAMBALE IMMOBILIARE Srl

e

**Dipartimento di Ingegneria - Laboratorio in rete-Tecnopolo MecLav
dell'Università degli Studi di Ferrara**

OGGETTO:

Progetto energetico per insediamento eco-sostenibile in località
Fondo Golena di Cocomaro di Cona (FE)
Piano Particolareggiato di iniziativa privata – Zona C8

RELAZIONE DI VALUTAZIONE ENERGETICA

Parte Prima
24 febbraio 2012

Il Responsabile della Ricerca
prof. ing. Stefano Piva

PREMESSA

Il Contratto di Ricerca fra il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Ferrara e la Società Gambale Immobiliare Srl ha per oggetto uno studio volto a individuare le soluzioni energetico-impiantistiche più adatte alla realizzazione di un insediamento eco-sostenibile in località Fondo Golena di Cocomaro di Cona (FE), grazie alle quali sia possibile raggiungere gli obiettivi di eco-sostenibilità dell'intervento concordate fra Società e Comune di Ferrara, e in accordo con la normativa vigente.

La relazione di valutazione energetica è destinata a essere allegata agli elaborati da presentare per l'approvazione del piano particolareggiato di iniziativa privata in conformità all'Art.106 del Regolamento Edilizio vigente del Comune di Ferrara e alla pratiche di rilascio delle autorizzazioni edilizie necessarie alla realizzazione dell'intervento.

Il Contratto di Ricerca, sottoscritto in data 18/01/2012 e con scadenza al 30 giugno 2012, è stato organizzato in più fasi, strettamente legate alle prescrizioni ulteriori fissate dal Comune di Ferrara e sottoscritte dalla Società Gambale Immobiliare Srl.

Infatti proceduralmente il lavoro è stato suddiviso in tre fasi, in ottemperanza a quanto richiesto dalla Scheda di progetto urbanistico 2b/88 -Cocomaro di Cona-, ovvero tenendo conto che le verifiche di tipo energetico cui sono assoggettati gli immobili sono molteplici:

- una verifica "stile Casa Clima", in cui viene fissato un limite alle dispersioni del solo involucro in assenza di impianti e ignorando il sistema edificio-impianti;
- una verifica "stile D.lgs. 192/2006 e smi", in ottemperanza alla legislazione di RER;
- una verifica "stile D.lgs. 28/2011" della copertura di energia da fonti rinnovabili (FER).

In questa Parte Prima della Relazione Finale sono contenute sia le risultanze della verifica "stile Casa Clima", sia quelle della verifica "stile D.lgs. 192/2006 e smi" eseguita con riferimento a una soluzione MTD (Migliore Tecnica a Disposizione) per l'impianto, ovvero un generatore di calore a condensazione di ottime prestazioni, al fine di stabilire il riferimento nella determinazione delle quote di FER (Fonti di Energia Rinnovabile) da utilizzare.

STRUTTURA DELLA RELAZIONE

La relazione è stata divisa in tre sezioni e 7 allegati. Le Sezioni contengono le seguenti informazioni:

1. INFORMAZIONI GENERALI SUL PROGETTO

In tale sezione vengono fornite le indicazioni generali che hanno ispirato il progetto in funzione dei principi di risparmio energetico e di ottimizzazione del sistema edificio-impianto.

2. DATI RELATIVI AL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

In tale sezione vengono fornite informazioni di dettaglio sia sull'edificio sia sull'impianto scelto come soluzione MTD di riferimento, e i principali risultati dei conteggi eseguiti.

3. PROCEDURA DI VERIFICA DEI REQUISITI ENERGETICI

In tale sezione si dimostra il rispetto di tutte le imposizioni e i requisiti stabiliti da:

- DAL n.156 del 4 marzo 2008 di Regione Emilia Romagna;
- DGR n.1366 del 26 settembre 2011 di Regione Emilia Romagna;
- Scheda di progetto urbanistico 2b/88 -Cocomaro di Cona- della Variante specifica del Comune di Ferrara;
- Regolamento Edilizio del Comune di Ferrara.

SEZIONE 1: INFORMAZIONI GENERALI SUL PROGETTO

Il progetto di nuova edificazione della zona C8 di Fondo Golena nasce con l'obiettivo di realizzare un contesto urbanistico di elevata efficienza energetica e di elevata qualità di benessere ambientale, e con carattere altamente innovativo. Per questo motivo la linea di progetto è quella di rispettare requisiti per il risparmio energetico ancora più stringenti di quelli attualmente vigenti a livello nazionale, regionale e comunale. Si ritiene inoltre necessario affrontare quelli che saranno i futuri standard energetici per il settore edilizio sulla base degli obiettivi a livello europeo in materia di riduzione di consumi ed emissioni, dettati dalla nuova EPBD.

Obiettivo principale del progetto dal punto di vista energetico è la ricerca di una profonda integrazione tra forma architettonica, sistema edificio impianto e sostenibilità energetica, nel rispetto dei vincoli morfologici e urbanistici dettati dal PRG vigente.

L'area oggetto dell'intervento è l'intera zona C8 indicata come "insediamento ecosostenibile" nella scheda progetto del PRG Vigente. La scheda progetto divide l'intera area in 4 zone: ad ovest la zona destinata a riorganizzare la via Golena con l'articolazione di una zona di piazza, ad est una ampia zona di verde pubblico, a nord una fascia di verde che fiancheggia il Po di Volano, in posizione centrale, prospiciente la Via Comacchio, la zona destinata agli insediamenti residenziali.

Le tipologie edilizie previste sono di 4 tipi:

1. Edifici a schiera nei lotti C, per un totale di 36 alloggi;
2. Edifici in linea "appartamenti" nei lotti B, per un totale di 24 alloggi;
3. Edifici in linea "mercato", misti commerciale – residenziale nei lotti A, per un totale di 42 alloggi e 6 negozi;
4. Edificio esistente da recuperare per attività collettive – Tipologia D.

Per l'analisi energetica l'analisi è stata concentrata sulla zona evidenziata in Rosso in Figura 1, che contiene le prime 3 tipologie edilizie, essendo tale nucleo l'elemento fondante dell'intervento che viene ripetuto tre volte.

Il complesso edilizio è stato progettato così che tutti gli edifici ricadano in Classe A ai sensi della DGR N.1366 del 26 settembre 2011 di RER. A tale fine l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria, EP_{TOT} , per ciascuno degli edifici, deve risultare inferiore a 40 kWh/m²anno.

Prima di introdurre le procedure che hanno portato alla determinazione della classe energetica degli edifici (vedi Sezione 3), si forniscono alcuni elementi utili a caratterizzare dal punto di vista energetico gli edifici.

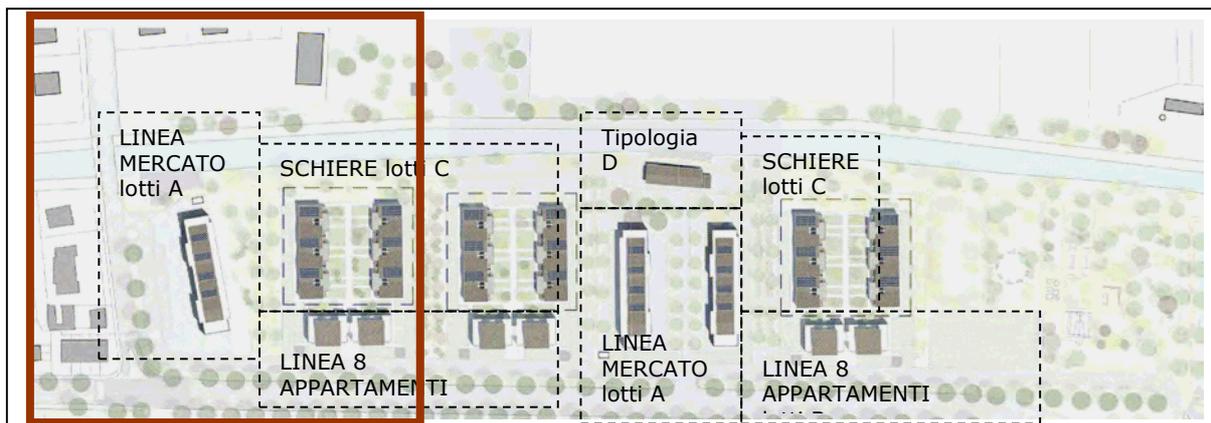


Figura 1. Planimetria generale e tipologie edilizie.

La realizzazione di un edificio in Classe A dal punto di vista energetico richiede come punto di partenza un involucro particolarmente vocato al risparmio energetico e dunque con valori di trasmittanza delle chiusure opache e trasparenti particolarmente bassi.

Un "sistema edificio" particolarmente vocato al risparmio energetico non è tuttavia sufficiente; il complesso infatti è stato pensato non solo come "risparmiatore" ma come "efficiente", ovvero con un elevato livello di integrazione degli impianti con l'involucro e con le attività che vi si svolgeranno. In questo senso un ulteriore contributo particolarmente significativo è dato dagli impianti di ventilazione forzata con sistemi di recupero del calore e dalle centrali di produzione del calore con elevata efficienza di conversione dell'energia primaria.

Al raggiungimento della Classe energetica A contribuisce in modo molto rilevante l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia a copertura di quota parte dei consumi di energia termica ed elettrica del complesso edilizio.

Sono previsti pannelli solari termici destinati alla produzione di acqua calda per usi sanitari e pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.

Oltre all'efficienza energetica l'impianto deve essere pensato per assicurare il benessere degli occupanti. Il benessere termo-igrometrico è garantito mediante pannelli radianti a pavimento, il benessere respiratorio-olfattivo mediante ventilazione primaria.

Di seguito, nella sezione 2, vengono descritte più nel dettaglio le strategie di progetto che, opportunamente combinate, hanno permesso di realizzare un "sistema edificio impianto" di elevata efficienza energetica e dal carattere innovativo.

SEZIONE 2: DATI RELATIVI AL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

Al Paragrafo 2.1 si riporta una descrizione sintetica del sistema edificio.

Al Paragrafo 2.2 si riportano le potenze di progetto previste.

Al Paragrafo 2.3 si riporta una descrizione sintetica degli impianti destinati alla climatizzazione invernale ed estiva dei locali e alla produzione di acqua calda sanitaria.

Al Paragrafo 2.4 si riportano i principali risultati ottenuti in termini di fabbisogno energetico.

2.1 Dati tecnici e costruttivi del sistema edificio

Orientamento e forma degli edifici

Per limitare il fabbisogno termico per riscaldamento e raffrescamento, le forme degli edifici risultano il più possibile compatte, così da limitare le superfici disperdenti/captanti a parità di volume riscaldato.

Per garantire la vista del Po di Volano l'insediamento residenziale è organizzato in lotti perpendicolari alla strada, così da lasciare coni visivi liberi verso il Po di Volano. Tuttavia questi vincoli urbanistici fanno sì che l'orientamento degli edifici non sia ottimale e dal punto di vista dei principi bioclimatici e soprattutto limitano l'accesso al sole.

Per la tipologia a schiera e in linea appartamenti le falde delle coperture orientate Sud consentono di installare in modo integrato l'impianto solare termico e fotovoltaico. Per quella in linea mercato, l'integrazione è stata ottenuta mediante appositi sistema supporto sul tetto piano

Le aree circostanti il lotto al momento sono caratterizzate da una edificazione non intensiva, compatibile con quella di progetto, e non presentano un'orografia tale da causare ostruzioni significative alla radiazione solare.

Significative ostruzioni solari sono invece causate dal filare di alberi lungo la Via Comacchio, come si vede dalla Figura 2.

Da Figura 2 appare evidente come nella stagione invernale oltre il 50% del lotto di terreno sia diffusamente ombreggiato (ore 12 del 21 dicembre), mentre già nelle stagioni primaverili e autunnali tutti gli immobili siano naturalmente soleggiati, tranne il fronte sud degli edifici in linea costruiti lungo la Strada Provinciale (ore 12 del 21 marzo / 21 settembre).

Nella stagione estiva (ore 12 del 21 giugno) solo una piccola porzione del lotto lungo la Strada Provinciale risulta essere ombreggiata.

In ogni caso le superfici delle coperture risultano libere da ombre portate e utili per installare sia pannelli solari termici sia pannelli solari fotovoltaici.

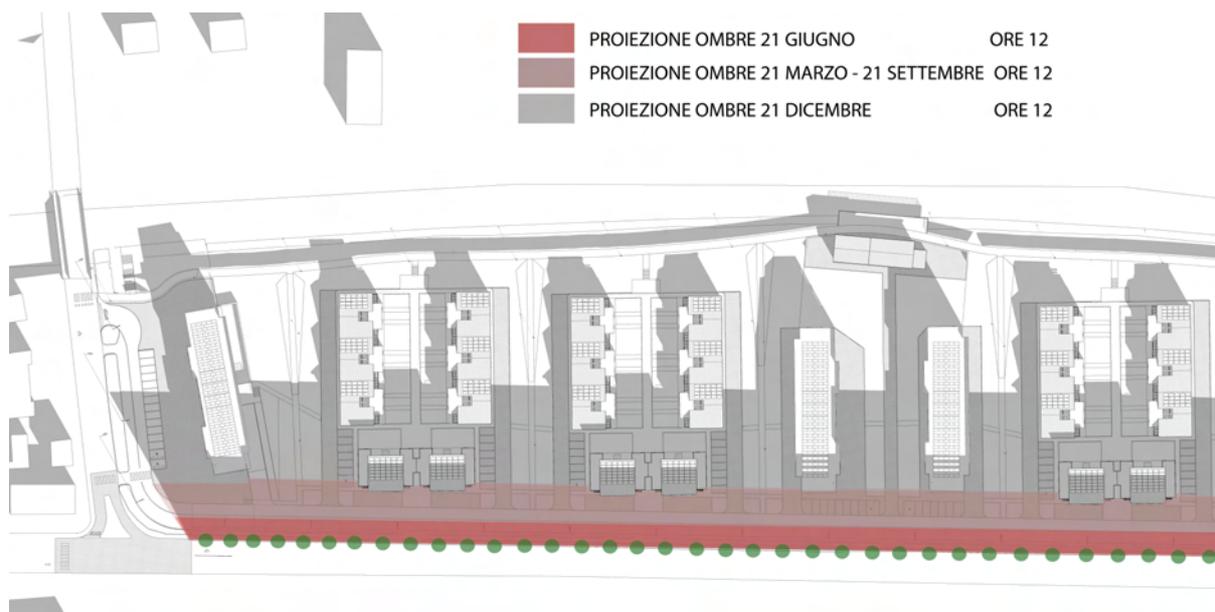


Figura 2 - Ombre portate dal filare di alberi lungo la Strada Provinciale nelle diverse stagioni dell'anno.

Caratteristiche di inerzia termica

Tra le principali strategie atte a garantire elevate prestazioni dell'involucro, particolare attenzione è posta all'inerzia termica. Per sfruttare efficacemente l'inerzia termica dell'edificio è stato privilegiato l'utilizzo di elementi strutturali e di tamponamento di tipo massivo. Tutti le strutture sia verticali sia orizzontali, ad eccezione delle falde inclinate della tipologia a schiera e in linea, sono caratterizzate da elevati valori di massa superficiale superiori a 230 kg/m^2 . Per le coperture con falda inclinata (tipologia a schiera e in linea) è stato scelto un solaio in legno per contenere lo spessore complessivo che altrimenti sarebbe risultato eccessivo. Buone caratteristiche di inerzia termica sono comunque garantite dall'adozione di 26 cm di fibra di legno che consente di ottenere un'ottima trasmittanza periodica ($0.029 \text{ W/m}^2\text{K}$).

In Tabella 1 sono riportati i valori di massa superficiale dei singoli componenti.

Caratteristiche di isolamento termico dei componenti opachi e trasparenti

Le stratigrafie dei componenti opachi e trasparenti sono tali da garantire elevate prestazioni di isolamento termico. I valori di trasmittanza caratteristici dei diversi componenti dell'involucro risultano più restrittivi dei valori limite imposti dalle disposizioni vigenti e dalla scheda di progetto urbanistico del Comune di Ferrara.

In Tabella 1 sono riportati i valori delle trasmittanze delle strutture opache dei diversi edifici. Ogni tipologia di struttura opaca è identificata da un codice e da un colore e che ne consente la visualizzazione nel modello riportato in Figura 3. Le stratigrafie delle strutture e il calcolo delle trasmittanze sono riportati nell'Allegato 1.

Per quanto riguarda i componenti trasparenti sono stati adottati serramenti con tripli vetri basso emissivi e doppia camera riempita con gas Argon ($U_{\text{vetro}}=0.9 \text{ W/m}^2\text{K}$). L'infisso in PVC ha una trasmittanza di $1.4 \text{ W/m}^2\text{K}$. La trasmittanza complessiva dei serramenti risulta compresa tra $1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Il valore del fattore solare g dei vetri delle le finestre è pari a 0.5 (valore indicato dalla UNI TS 11300-1 per tripli vetri con doppio rivestimento basso emissivo), fatto salvo per la tipologia "mercato" dove è pari a 0.4. Nell'Allegato 2 si riportano le tipologie dei componenti trasparenti e i corrispondenti valori delle trasmittanze.

Ponti termici

Nella progettazione dell'isolamento termico degli edifici, oltre a un elevato isolamento delle strutture opache e finestrate sono stati pensati accorgimenti e soluzioni per ridurre i ponti termici, così da non ridurre il potere isolante complessivo delle strutture e così da evitare fenomeni di perdita di benessere e formazione di condensa superficiale e muffe.

Particolare attenzione è stata posta alla eliminazione dei ponti termici dovuti ai balconi, utilizzando soluzioni con taglio termico che consentono di non interrompere lo strato isolante lungo la parete.

Anche per gli infissi si è prestata particolare attenzione a limitare il ponte termico lungo il perimetro dei serramenti.

Per le case a schiera, unica tipologia edilizia fra quelle proposte che vede ambienti riscaldati contro terra, è stata pensata una soluzione innovativa per eliminare il ponte termico lungo gli spigoli dei solai contro terra. Essa prevede di realizzare uno strato di materiale granulato in vetro cellulare sotto la platea di fondazione. Il vetro cellulare oltre a isolare il solaio dal terreno e eliminare i ponti termici, è un materiale drenante, resistente al gelo, durevole e con elevate caratteristiche di resistenza alla compressione. Inoltre è un materiale ottenuto interamente da vetro riciclato e riutilizzabile.

Per il calcolo dei ponti termici si è fatto riferimento all'abaco della norma UNI EN ISO 14683.

Le tipologie di ponte termico individuate e i corrispondenti valori di trasmittanza lineica sono riportati in Tabella 2.

Controllo della condensazione interstiziale e superficiale

Al fine di limitare i consumi energetici per la climatizzazione invernale e garantire condizioni di benessere termo-igrometrico, le stratigrafie dell'involucro opaco e le condizioni ambientali degli spazi interni sono progettate in modo da escludere l'insorgere di condensa superficiale e interstiziale.

In Allegato 3 sono riportate le verifiche per ogni componente degli edifici.

Sistemi schermanti

I sistemi schermanti contribuiscono a ridurre gli apporti termici dovuti all'irraggiamento solare durante il regime estivo, consentendo la protezione delle chiusure trasparenti maggiormente esposte all'irraggiamento solare.

Per tutte le chiusure trasparenti esposte a Est, Sud e Ovest, sono previsti aggetti orizzontali, costituiti naturalmente da balconi o specificatamente da frangisole, che consentono di ombreggiare le superfici trasparenti nel periodo estivo, quando il sole è più alto, e allo stesso tempo, di non ridurre gli apporti solari nel periodo invernale quando il sole è più basso. Inoltre per tutte le chiusure trasparenti sono previste ante mobili oscuranti, che all'occorrenza possono essere utilizzate dagli utenti come elementi schermanti.

Ventilazione

Tutte le unità immobiliari, tranne alcune unità della tipologia mercato (numerate 1, 5, 6, 8, 12, 13 sulle tavole dell'architettonico) sono distribuite in modo da avere almeno due affacci, così da favorire la ventilazione naturale.

Per garantire una ventilazione ancora più efficace e per contenere le dispersioni per ventilazione, per tutti gli appartamenti sono previsti sistemi di ventilazione meccanica a doppio flusso a portata variabile con recuperatore statico del calore ad alta efficienza.

Per le ipotesi di progetto e di valutazione energetica si rimanda rispettivamente agli Allegati 4, 5 e 6.

2.2 Potenze di progetto

Periodo invernale

Ai fini del dimensionamento dell'impianto di climatizzazione invernale sono state calcolate le potenze di progetto per il riscaldamento dei singoli edifici. Il calcolo è stato eseguito secondo la norma UNI 12831.

Nell'Allegato 4 sono riportati le ipotesi e i dati utilizzati per il calcolo delle potenze di progetto, in Tabella 3 i risultati.

Periodo estivo

Ai fini del dimensionamento dell'impianto di climatizzazione estiva sono state calcolati i carichi termici per il raffrescamento dei singoli edifici. Il calcolo è stato eseguito secondo il metodo ASHRAE.

Nell'Allegato 5 sono riportati le ipotesi e i dati utilizzati per il calcolo delle potenze di progetto, in Tabella 4 i risultati.

Tabella 1. Trasmittanza termica e periodica delle strutture edilizie.

DESCRIZIONE STRUTTURA	NOME CODICE	COLORE SUL 3D	U (W/m ² K)	Yie (W/m ² K)	Ms (kg/m ²)
Parete esterna intonacata schiera (s=53 cm)	Stru2	Giallo chiaro	0.17	0.002	405.7
Parete esterna faccia vista schiera (s=51.50 cm)	Stru3	Marrone	0.17	0.002	405.7
Parete esterna intonacata linea (s=47 cm)	Stru14	Arancione	0.15	0.002	241.28
Parete faccia vista linea (s=53 cm)	Stru15	Arancione scuro	0.15	0.001	349.28
Parete esterna intonacata mercato (s=47 cm)	Stru19	Bianco	0.15	0.002	241.28
Parete rivestimento legno mercato (s=49.10 cm)	Stru20	Marrone scuro	0.15	0.001	249.33
Parete interrata (s=37.3 cm)	Stru23	Grigia scura	0.59	0.052	731.35
Parete esterna in testata schiera (s=57cm)	Stru32	Giallo scuro	0.14	0.001	407.10
Divisori fra schiere diverse (s=31cm)	Stru1	-	0.47		
Divisori fra unità diverse (s=28cm)	Stru16	-	0.52		
Divisoria interna tra unità e vano scala mercato (s=28cm)	Stru29	-	0.52		
Tetto di tipo ventilato (s=26.7cm)	Stru0	Marrone	0.18	0.029	52.37
Pavimento di locali riscaldati verso terreno (s=92cm)	Stru4	Verde chiaro	0.13		
Tetti piani e terrazze(s=56cm)	Stru10	Nero	0.17	0.015	485.5
Copertura ventilata linea (s=26.70 cm)	Stru17	Marrone	0.18	0.029	52.37
Pavimento su portico esterno (s=60cm)	Stru18	Rosso	0.21	0.001	579.80
Pavimento di locali non riscaldati verso terreno (s=55cm)	Stru24	Verde scuro	0.43		
Solai interpiano fra unità diverse (s=51.5cm)	Stru5	Grigio chiaro	0.39		
Soffitto d'interpiano (s=51.5cm)	Stru6	Grigio chiaro	0.41		
Pavimento su garage non risc.	Stru21	Blu	0.29		
(s=52.5 cm)					
Soffitto dei garage non riscaldati (s=52.5cm)	Stru22	Blu	0.30		

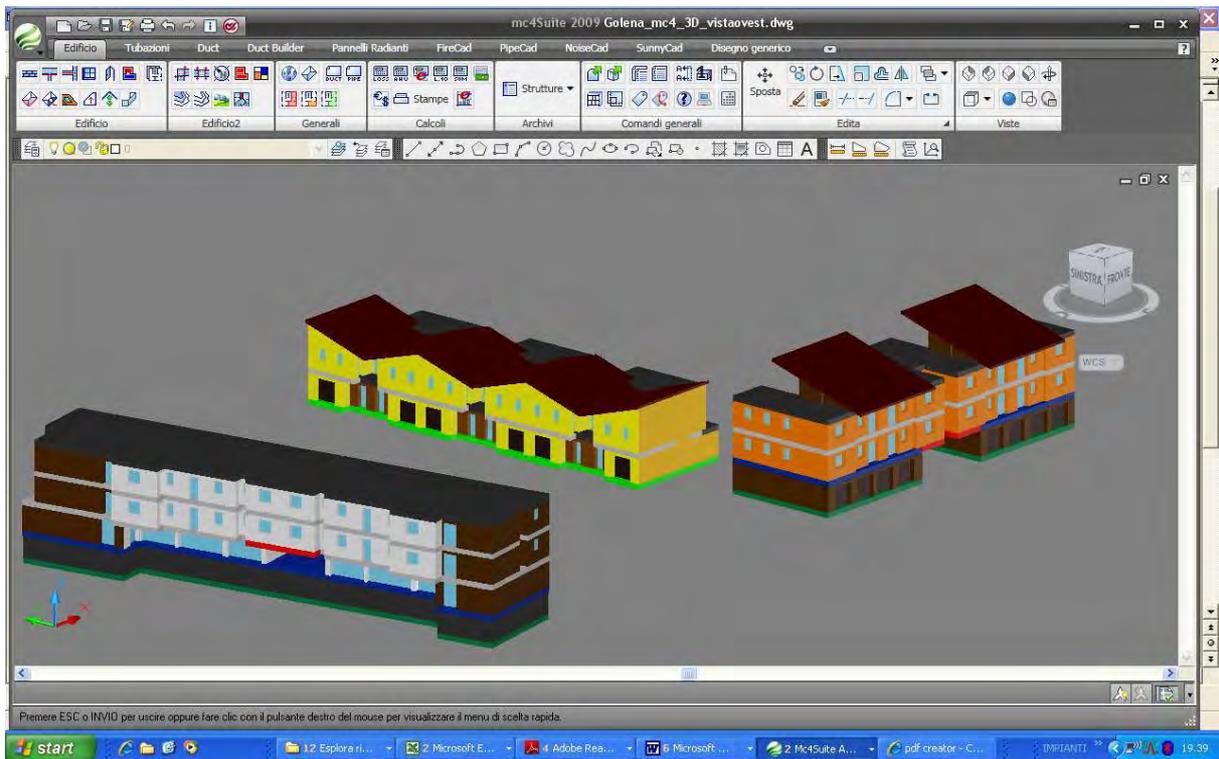
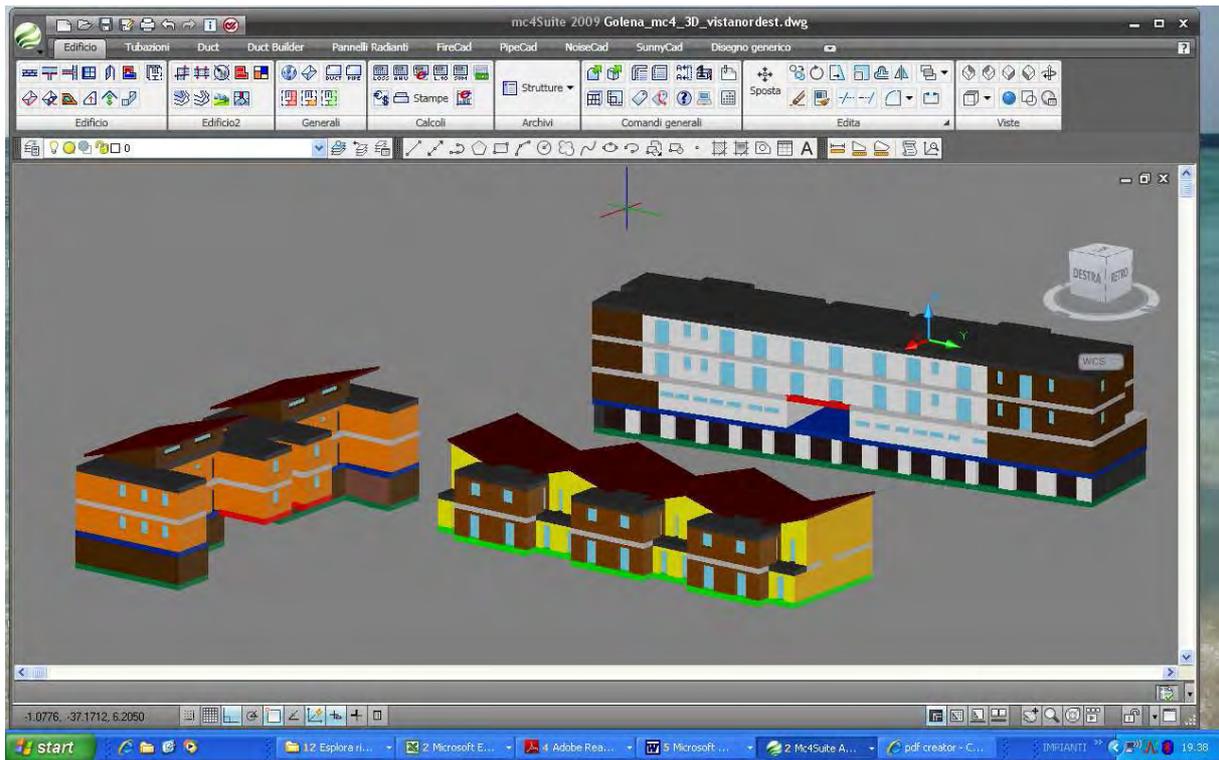


Figura 3. Videata del software MC4 con modello del complesso edilizio.

Tabella 2. Ponti termici.

DESCRIZIONE PONTE TERMICO		NOME CODICE	ψ (W/mK)
<p><i>Giunti fra pareti verticali e solai d'interpiano.</i></p> <p>È stato inserito in maniera pertinente ovunque ci sia il cappotto ma anche nelle pareti in cui è prevista la faccia a vista o un rivestimento perché si è considerato che l'isolante venga posato comunque con la stessa efficacia di un cappotto, senza interruzioni. È stato inserito lo stesso ponte anche in corrispondenza dei balconi perché si è considerato di adottare il sistema per aggetti con taglio termico.</p>		F01	0.1
<p><i>Giunti fra pareti verticali e tetto ventilato</i></p> <p>È stato applicato ai tetti a falde (villette a schiera e soppalco edificio da 8 appartamenti). La trasmittanza lineica proposta dalla norma è stata ridotta per tenere conto che al posto del solaio in laterocemento è stato previsto un tetto in legno.</p>		R01	0.15
<p><i>Tetti piani con isolante continuo.</i></p>		R09	0.15
<p>Spigoli solai contro terra.</p> <p>In accordo con la norma UNI EN ISO 13370, la trasmittanza termica fra la parete perimetrale e il pavimento, per pavimenti controterra, è stata desunta da valori tabellati nella norma stessa. In particolare si è scelta la tipologia con "Isolamento delle pareti completamente disgiunto dall'isolamento del pavimento". In accordo con la norma il ponte termico lineico è stato trascurato nelle pareti interrate dell'edificio "mercato".</p>		-	0.2

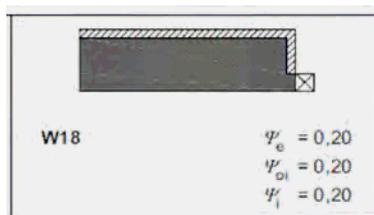
Nella tipologia "in linea 8 appartamenti", per i garage non riscaldati contro terra non sono stati inseriti i ponti termici perché trascurabili.

Per la tipologia "a schiera", con uno strato di granulato in vetro cellulare sotto la platea, i ponti termici degli spigoli del solaio contro terra si riducono di molto. Nei calcoli è stato considerato un coefficiente Ψ pari a 0.2.

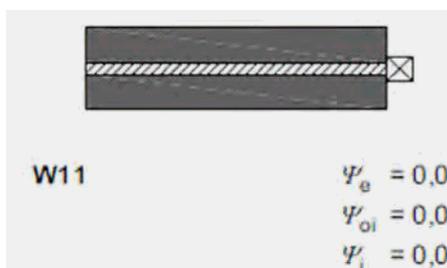
Perimetro dei serramenti.

Per le tipologie "8 appartamenti in linea" e "mercato", in cui le pareti opache sono dotate di cappotto esterno, la tipologia di ponte termico lungo il perimetro dei serramenti è la W18

Per la tipologia "schiera" in cui le pareti opache sono dotate di isolamento in intercapedine, la tipologia di ponte termico lungo il perimetro dei serramenti è la W11, ossia ponte termico nullo.



W18 0.2



W11 0

Tabella 3. Potenze di progetto invernali

FABBRICATO	Superfici Utili S_U (m ²)	Dispersioni per trasmissione P_T (kW)	Dispersioni per ventilazione P_V (kW)	Potenza di progetto P_{TOT} (kW)
Schiera 1	134	2.47	0.27	2.74
Schiera 2	134	2.05	0.27	2.33
Schiera 3	134	2.04	0.27	2.31
Schiera 4	134	2.04	0.27	2.31
Schiera 5	134	2.08	0.27	2.35
Schiera 6	134	2.52	0.27	2.79
Schiera 7	134	2.52	0.27	2.79
Schiera 8	134	2.08	0.27	2.35
Schiera 9	134	2.04	0.27	2.31
Schiera 10	134	2.04	0.27	2.31
Schiera 11	134	2.05	0.27	2.33
Schiera 12	134	2.47	0.27	2.74
TOT.SCHIERA 1-6	804	13.20	1.62	14.82
TOT.SCHIERA 7-12	804	13.20	1.62	14.82
LINEA	562	11.95	0.89	12.83
MERCATO	1015	19.75	2.35	22.10
TOTALE COMPLESSO	3185	58.08	6.49	64.58

Tabella 4. Potenze di progetto estive

	Sensibile			Latente			Totale
	Ambienti	Vent.	Totale	Ambienti	Vent.	Totale	S+L
	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)
FABBRICATO							
Schiera 1	1.84	0.64	2.48	0.29	0.89	1.18	3.66
Schiera 2	1.79	0.63	2.43	0.29	0.88	1.17	3.60
Schiera 3	1.69	0.63	2.32	0.25	0.88	1.13	3.46
Schiera 4	1.69	0.63	2.33	0.25	0.88	1.13	3.46
Schiera 5	1.80	0.63	2.43	0.29	0.88	1.17	3.61
Schiera 6	1.83	0.64	2.47	0.29	0.89	1.18	3.65
Schiera 7	1.83	0.64	2.47	0.29	0.89	1.18	3.65
Schiera 8	1.80	0.63	2.43	0.29	0.88	1.17	3.61
Schiera 9	1.69	0.63	2.33	0.25	0.88	1.13	3.46
Schiera 10	1.69	0.63	2.32	0.25	0.88	1.13	3.46
Schiera 11	1.79	0.63	2.43	0.29	0.88	1.17	3.60
Schiera 12	1.84	0.64	2.48	0.29	0.89	1.18	3.66
SCHIERE 1-6	10.64	3.81	14.46	1.67	5.32	6.98	21.44
SCHIERE 7-12	10.64	3.81	14.46	1.67	5.32	6.98	21.44
LINEA	6.20	2.08	8.28	1.49	2.90	4.39	12.68
MERCATO	16.87	5.52	22.39	2.57	7.69	10.26	32.65
TOTALE	44.36	15.24	59.59	7.39	21.23	28.62	88.21

2.3 Dati tecnici e costruttivi del sistema impianto

Nella progettazione di edifici di elevate prestazioni energetiche, le scelte impiantistiche condizionano in modo determinante i risultati ottenibili in termini di classificazione energetica e di consumi reali. La strategia adottata nella progettazione della nuova edificazione della zona C8 del Fondo Golena consente di prevedere soluzioni impiantistiche mirate ed efficienti, alimentate anche da fonti energetiche rinnovabili, avendo cura di provvedere alla limitazione dei fabbisogni energetici complessivi e al raggiungimento della classe energetica A.

Al fine di ottenere dati di riferimento cui riferire successivamente le soluzioni facenti ricorso a FER, il complesso è stato inizialmente pensato dotato della MTD impiantistica di tipo tradizionale oggi disponibile.

La soluzione di riferimento proposta comprende dunque impianti di riscaldamento a pavimento serviti da caldaie a condensazione di tipo combinato, in cui la produzione di acqua calda sanitaria avviene con l'ausilio di pannelli solari termici. La scelta dell'impianto radiante a pavimento consente inoltre di poter provvedere al raffrescamento estivo degli ambienti mediante le stesse unità terminali.

Si riportano di seguito le principali caratteristiche degli impianti di climatizzazione

invernale ed estiva e di produzione dell'acqua calda destinata a usi sanitari.

Sistemi di generazione

L'acqua calda destinata al riscaldamento degli ambienti viene prodotta mediante caldaie a condensazione di tipo combinato alimentate a gas metano. Con le medesime si provvede anche alla produzione dell'acqua calda sanitaria con l'ausilio di impianti a pannelli solari termici.

Per le tipologie edilizie "a schiera" è prevista l'installazione di una caldaia autonoma per ogni unità immobiliare. In particolare viene suggerito, fra quelli disponibili sul mercato, un modello che abbia un ampio campo di modulazione della potenza e che nasca predisposto per l'abbinamento a un bollitore separato per la produzione di acqua calda sanitaria con integrazione mediante pannelli solari. In questo modo è possibile scegliere di installare la caldaia murale di dimensioni limitate in un ambiente aerabile, come il bagno e la cucina, mentre il bollitore può essere installato in altro locale, quale ad esempio il garage.

Per le tipologie edilizie "in linea 8 appartamenti" e "in linea Edificio Piazza mercato" la generazione del calore avviene mediante moduli termici centralizzati dimensionati sulla richiesta di acqua calda sanitaria, che prevale su quella destinata al riscaldamento degli ambienti, e caratterizzati da un ampio campo di modulazione. I generatori di calore vengono corredati da accumuli termici per la produzione e l'accumulo di acqua calda sanitaria anche mediante integrazione con i pannelli solari termici.

Si riassumono in Tabella 6 le principali caratteristiche dei generatori di calore.

Le centrali di produzione di acqua refrigerata si compongono di refrigeratori ad acqua condensati ad aria funzionanti con refrigerante R410a. Analogamente ai generatori di calore, i refrigeratori saranno di tipo autonomo per le unità immobiliari a schiera, centralizzati per gli edifici in linea.

Sistemi di accumulo termico

A corredo di ogni impianto termico sono previsti accumuli per acqua calda sanitaria in acciaio inox, dotati di doppio serpentino e opportunamente coibentati con schiuma poliuretanicca ad alta densità. I volumi di accumulo previsti sono:

- tipologia edilizia a schiera: un accumulo da 300 l per ogni unità immobiliare coibentato con coppella dello spessore di 50 mm;
- tipologia edilizia "in linea 8 appartamenti": due accumulatori di cui uno da 1500 l e uno da 1000 l, coibentati con coppella dello spessore di 100 mm;
- tipologia edilizia "in linea Piazza Mercato": due accumulatori da 1500 l coibentati con coppella dello spessore di 100mm.

Tabella 6. Principali caratteristiche dei generatori di caldaie

Edificio	Unità abitativa schiera	Edificio in linea 8 appartamenti	Edificio in linea piazza mercato
Fluido termovettore	Acqua	Acqua	Acqua
Numero dei generatori per centrale termica	1	2	2
Valore nominale della portata termica (min-max)	2.8 – 15 kW	8.0 – 48.0 kW	15 – 51.8 kW
Valore nominale della potenza termica utile 50-30 °C (kW) (min-max)	2.9 – 15.8 kW	8.5 – 50.9	16 – 54.5 kW
Valore nominale della potenza termica utile 80-60 °C (kW) (min-max)	2.7 – 14.7 kW	7.7 – 46.4	14.5 – 50 kW
Rendimento termico utile al 100% Pn 50-30°C (valore di progetto)	105.5%	106.0%	106.0%
Rendimento termico utile al 100% Pn 80-60°C (valore di progetto)	97.6%	96.6%	96.5%
Rendimento termico utile al 30% Pn 50-30°C (valore di progetto)	106.3%	106.9%	106.9%
Combustibile utilizzato	Gas naturale	Gas naturale	Gas naturale

Impianto solare per la produzione di acqua calda sanitaria

La preparazione dell'acqua calda sanitaria avviene negli accumulatori di cui sopra con integrazione alla produzione mediante pannelli solari termici. In particolare:

- Unità immobiliari a schiera: ciascuna è dotata di impianto autonomo composto dal bollitore a doppio serpentino da 300 l collegato a 2 pannelli solari piani di apertura netta 2.5 m² ciascuno, integrati sulla copertura a falde del fabbricato e orientati come la falda stessa a sud-sud ovest. L'impianto è in grado di soddisfare il 75% della richiesta di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria.
- Edificio in linea da 8 appartamenti: viene dotato di impianto condominiale composto da 2 bollitori da 1000 e 1500 l, corredati di 6 pannelli piani di apertura netta 2.5 m² ciascuno, da collocarsi sulla falda inclinata della copertura, perfettamente integrati, con orientamento sud-sud ovest. L'impianto è in grado di soddisfare il 70% della richiesta di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria al servizio delle unità immobiliari dell'edificio.
- Edificio in linea Piazza Mercato: viene dotato di impianto condominiale composto da 2 bollitori da 1500 l corredati di 10 pannelli piani di apertura netta 2.5 m² ciascuno, da collocarsi sulla copertura piana del fabbricato, integrati architettonicamente. L'impianto è in

grado di soddisfare il 70% della richiesta di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria del fabbricato al servizio delle unità immobiliari dell'edificio.

Rete di distribuzione del vettore termico

Nelle unità terminali per il riscaldamento nonché agli apparecchi utilizzatori dell'acqua calda sanitaria, l'acqua viene distribuita mediante appositi collettori. Nelle unità immobiliari "a schiera" la distribuzione dell'acqua calda per il riscaldamento avviene direttamente dalla caldaia al collettore di piano con tubazioni in materiale metalloplastico posate in traccia a parete e a pavimento, coibentate con gli spessori previsti dal DPR 412/1993. La distribuzione dell'acqua sanitaria avviene allo stesso modo fino ai rubinetti e viene dotata di rete e pompa di ricircolo, la quale potrà essere convenientemente azionata da appositi interruttori temporizzati.

In ciascuno degli altri due edifici si ha una dorsale di distribuzione del riscaldamento e una dorsale di distribuzione dell'acqua sanitaria che, partendo dal locale dedicato alla centrale termica, arriva all'ingresso delle singole unità immobiliari; all'interno degli appartamenti sono presenti cassette ad incasso dotate di contabilizzatori dell'energia termica e collettori di distribuzione dell'impianto radiante a pavimento dotati di pompa di circolazione.

Regolazione

La regolazione della temperatura di mandata dell'acqua per il riscaldamento avviene con compensazione in base alla temperatura esterna; questa viene rilevata da una sonda climatica da installare sulla parete nord del fabbricato e protetta dagli agenti atmosferici, da collegare alla centralina di regolazione del generatore di calore.

Ogni unità immobiliare viene dotata di cronotermostato per la programmazione giornaliera e settimanale della temperatura interna su almeno due livelli nell'arco delle 24 ore. Essa viene posta in un locale pilota di ciascuna unità immobiliare. Nel caso delle unità a schiera essa agisce direttamente sull'accensione e lo spegnimento del generatore di calore mentre nelle altre unità questa viene collegata all'ingresso del modulo di contabilizzazione/sottodistribuzione, in modo da intercettare l'arrivo del fluido termovettore ai terminali di erogazione.

Nel caso delle unità a schiera un ulteriore cronotermostato con le medesime caratteristiche di cui sopra deve essere installato nei locali adibiti a garage, trattandosi di locali accessori, in modo da consentire l'intercettazione o il funzionamento in regime di attenuazione del sistema di riscaldamento e raffrescamento nei periodi di non occupazione di tali ambienti. Per la regolazione climatica dei singoli ambienti vengono installati termostati a parete con commutazione estate/inverno, collegati alle testine elettrotermiche poste sugli attacchi di mandata dei collettori dell'impianto radiante a pavimento, per l'intercettazione del

fluido termovettore nei circuiti relativi.

Unità terminali di erogazione dell'energia termica

Per tutti gli edifici le unità terminali di erogazione dell'energia termica per la climatizzazione invernale ed estiva sono costituite da pannelli radianti a pavimento. In particolare si tratta di impianti composti da tubazioni in polietilene reticolato o PEX-a o PEX-c del diametro 16x2 o 17x2, dotate di barriera all'ossigeno, annegate nel massetto additivato del pavimento, posate su apposito materiale termicamente isolante dotato di barriera al vapore e di adeguata resistenza al carico.

Nei bagni si prevede di integrare l'impianto radiante al pavimento con radiatori in acciaio a spalliera alimentati con acqua calda a bassa temperatura, aventi la funzione ulteriore di scaldasalviette.

Nel periodo invernale l'impianto a pannelli radianti viene dimensionato con acqua calda di mandata alle utenze alla temperatura di 35°C e salto termico 5°C, mentre nel periodo estivo l'impianto funziona con acqua refrigerata mandata alle utenze alla temperatura di 15 °C e salto termico ancora di 5°C.

Impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili

Per il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico si fa riferimento ai requisiti imposti dalla DAL n. 156/08, dalla DGR n.1366/11 e dalla Scheda di Progetto del Comune di Ferrara. Si elencano innanzitutto i requisiti imposti e successivamente si indicano le scelte progettuali.

1) DAL n.156/08 - Atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici

Secondo la DAL n.156/08, per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'articolo 3 del DPR 26 agosto 1993, n.412, nel caso di edifici di nuova costruzione o di edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, è fatto obbligo in sede progettuale di prevedere l'utilizzo delle fonti rinnovabili a copertura di quota parte dei consumi di energia elettrica dell'edificio.

A tale fine è obbligatoria l'installazione di impianti per la produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, per una potenza installata non inferiore a:

- 1 kW per unità abitativa
- 0.5 kW per ogni 100 m² di superficie utile per edifici ad uso non residenziale.

2) DGR del 26 settembre 2011, n.1366

Secondo la DGR 26 settembre 2011, n.1366, per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'articolo 3 del DPR 26 agosto 1993, n.412, nel caso di edifici di nuova costruzione o di edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, è fatto

obbligo in sede progettuale di prevedere l'utilizzo delle fonti rinnovabili a copertura di quota parte dei consumi di energia elettrica dell'edificio.

A tale fine è obbligatoria l'installazione sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze di impianti per la produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, asserviti agli utilizzi elettrici dell'edificio, con caratteristiche tali da garantire il contemporaneo rispetto delle condizioni seguenti:

a) potenza elettrica P installata non inferiore a:

- 1 kW per unità abitativa
- 0.5 kW per ogni 100 m² di superficie utile energetica di edifici ad uso non residenziale.

b) potenza elettrica P installata non inferiore a:

- $P=S_q /65$, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 e fino al 31 dicembre 2014,
- $P=S_q /50$, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata a partire dal 1° gennaio 2015.

S_q è la superficie coperta dell'edificio misurata in m², definita dalla DGR 26 settembre 2011, n.1366, come proiezione sul piano orizzontale della sagoma planivolumetrica dell'edificio. Il RUE del Comune di Ferrara definisce la superficie coperta come la proiezione orizzontale di tutte le parti fuori terra dell'edificio, delimitate dalle superfici esterne delle murature perimetrali comprese le scale esterne di altezza superiore a 1.20 m rispetto al piano di calpestio esterno, i balconi di sporgenza superiore a 1.60 m, i bow-window e le logge, le pensiline con sporgenza superiore a 1.60 m. Sono esclusi gli altri aggetti e le scale di sicurezza esterne se richieste da specifiche normative.

3) Scheda di progetto urbanistico 2b/88 -Cocomaro di Cona-

Secondo la Scheda di Progetto del Comune di Ferrara su ogni edificio è obbligatoria l'installazione di impianti fotovoltaici, per una potenza nominale minima rispettivamente di 2 kW_p per edifici monofamiliare e 4 kW_p per edifici plurifamiliari.

POTENZE MINIME PER OGNI TIPOLOGIA EDILIZIA

Si riportano, per ogni tipologia edilizia, le potenze minime da installare per rispettare i requisiti imposti dalla DAL n. 156/08, dalla DGR n.1366/11 e dalla Scheda di Progetto del Comune di Ferrara.

TIPOLOGIA CASE A SCHIERA

La tipologia casa a schiera prevede un impianto autonomo per ogni unità abitativa, per cui le condizioni da rispettare sono:

1) DAL n. 156/08:

– Potenza elettrica P installata non inferiore a: 1 kW per unità abitativa

2) DGR n.1366/11:

a) potenza elettrica P installata non inferiore a: 1 kW per unità abitativa

b) potenza elettrica P installata non inferiore a:

– $P=S_q/65 = 94.1\text{m}^2/65 = 1.44 \text{ kW}$ (titolo edilizio richiesto dal 31-5-2012 al 31-12-2014);

– $P=S_q/50 = 94.1\text{m}^2/50 = 1.88 \text{ kW}$ (titolo edilizio richiesto dopo il 1° gennaio 2015).

3) Scheda di progetto:

– Potenza elettrica P installata non inferiore a: 2 kW per unità abitativa

TIPOLOGIA IN LINEA 8 APPARTAMENTI

Per la Tipologia in linea, essendo previste 8 unità abitative con impianto centralizzato, le condizioni da rispettare sono:

1) DAL n. 156/08:

– Potenza elettrica P installata non inferiore a: 8 kW per l'intero edificio;

2) DGR n.1366/11:

a) potenza elettrica P installata non inferiore a: 8 kW per l'intero edificio;

b) potenza elettrica P installata non inferiore a:

– $P=S_q/65 = 446.3 \text{ m}^2/65 = 6.86 \text{ kW}$ (titolo edilizio presentato dal 31-5-2012 al 31-12-2014);

– $P=S_q/50 = 446.3 \text{ m}^2/50 = 8.92 \text{ kW}$ (titolo edilizio dopo il 1° gennaio 2015).

3) Scheda di progetto:

– Potenza elettrica P installata non inferiore a: 4 kW per edificio plurifamiliare.

TIPOLOGIA EDIFICIO PIAZZA MERCATO

Per la tipologia mercato, essendo previste 14 unità abitative e per 185.3 m² di superficie utile di negozi con impianto centralizzato, le condizioni da rispettare sono:

1) DAL n. 156/08:

– potenza elettrica P installata non inferiore a: 14 kW per le 14 unità abitative e 0.92 kW per i negozi, per un totale di 14.92 kW;

2) DGR n.1366/11:

a) potenza elettrica P installata non inferiore a: 14 kW per le 14 unità abitative e 0.92 kW per i negozi, per un totale di 14.92 kW;

b) potenza elettrica P installata non inferiore a:

– $P=S_q/65 = 705.9 \text{ m}^2/65 = 10.86 \text{ kW}$ (titolo edilizio presentato dal 31-5-2012 al 31-12-2014);

– $P=S_q/50 = 705.9 \text{ m}^2/50 = 14.11 \text{ kW}$ (titolo edilizio dopo il 1° gennaio 2015).

3) Scheda di progetto:

- Potenza elettrica P installata non inferiore a: 4 kW per edificio plurifamiliare.

SCelta FINALE PER L'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Per il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico si decide di installare la maggiore potenza richiesta secondo i diversi assetti normativi in vigore, sottoscritti o di prossima introduzione.

Per le tre tipologie si ha così:

- Tipologia case a schiera: 2 kW per unità immobiliare;
- Tipologia in linea 8 appartamenti: 9 kW per l'intero edificio;
- Tipologia edificio piazza mercato: 15 kW per l'intero edificio;

2.4 Risultati principali per la soluzione MTD tradizionale

Energia termica

Per tutte le tipologie di edifici è stato calcolato il fabbisogno ideale di energia termica per il riscaldamento, per la produzione di acqua calda sanitaria, e per il raffrescamento. I calcoli sono stati eseguiti secondo la specifica tecnica UNI TS 11300-1. Nell'Allegato 5 sono riportate le ipotesi e i dati utilizzati per il calcolo dell'energia termica. Si riportano in Tabella 7 i fabbisogni calcolati di energia termica utile per il riscaldamento invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria e per il raffrescamento estivo.

Energia Primaria

Con riferimento allo scenario MTD tradizionale, ossia quello in cui per tutti gli edifici il sistema di generazione è costituito da caldaie a condensazione, sono stati calcolati i fabbisogni di energia primaria e i relativi indici di prestazione energetica. I calcoli sono stati eseguiti secondo la specifica tecnica UNI TS 11300-2. Nell'Allegato 3 sono riportati alcune ipotesi e alcuni dati utilizzati per il calcolo dell'energia primaria. I risultati sono riportati in Tabella 8.

Tabella 7. Fabbisogni di energia termica.

FABBRICATO	Riscaldamento INVERNALE	ACS	Raffrescamento ESTIVO	Riscaldamento per unità di sup.	Raffrescamento per unità di sup.
	$Q_{H,nd}$ (kWh/a)	$Q_{h,w}$ (kWh/a)	$Q_{C,nd}$ (kWh/a)	$Q_{H,nd}/S_u$ (kWh/m ² a)	$Q_{C,nd}/S_u$ (kWh/m ² a)
Schiera 1	2645	2025	2547	20	19
Schiera 2	2045	2025	2650	15	15
Schiera 3	1906	2025	2639	14	15
Schiera 4	2016	2025	2658	15	15
Schiera 5	1989	2025	2614	15	15
Schiera 6	2887	2025	2557	22	19
Schiera 7	2792	2025	2260	21	17
Schiera 8	2032	2025	2189	15	15
Schiera 9	2015	2025	2257	15	15
Schiera 10	1948	2025	2211	15	15
Schiera 11	2045	2025	2249	15	15
Schiera 12	2843	2025	2154	21	16
Schiere 1-6	13488	12150	15665		
Schiere 7-12	13675	12150	13320		
LINEA	9982	9908	9986	18	18
MERCATO	16554	18518	25459	16	25
TOTALE	53699	52726	64430		

Tabella 8. Fabbisogni di energia primaria e Indici di prestazione energetica (EP).

FABBR.	RISC.	ACS	ACS con solare	EP RISC.	EP ACS	EP TOT	Classe energetica
	$Q_{p,H}$ (kWh/a)	$Q_{p,w}$ (kWh/a)	$Q_{p,w}$ (kWh/a)	EP_1 (kWh/m ² a)	EP_{ACS} (kWh/m ² a)	EP_{TOT} (kWh/m ² a)	
Schiera 1	2811	3231	808	20.98	6.03	27.01	A
Schiera 2	2160	3231	808	16.12	6.03	22.15	A+
Schiera 3	1963	3231	808	14.65	6.03	20.68	A+
Schiera 4	2131	3231	808	15.90	6.03	21.93	A+
Schiera 5	2097	3231	808	15.65	6.03	21.68	A+
Schiera 6	3069	3231	808	22.90	6.03	28.93	A
Schiera 7	2965	3231	808	22.13	6.03	28.16	A
Schiera 8	2144	3231	808	16.00	6.03	22.03	A+
Schiera 9	2131	3231	808	15.90	6.03	21.93	A+
Schiera 10	2057	3231	808	15.35	6.03	21.38	A+
Schiera 11	2160	3231	808	16.12	6.03	22.15	A+
Schiera 12	3027	3231	808	22.59	6.03	28.62	A
Schiere 1-6	14231	19384	4846				
Schiere 7-12	14484	19384	4846				
LINEA	11051	16724	5017	19.6	8.9	28.4	A
MERCATO	18240	29912	8974	18.0	8.8	26.8	A
TOTALE	58006	85405	23683				

SEZIONE 3: PROCEDURA DI VERIFICA DEI REQUISITI ENERGETICI

In tale sezione si dimostra il rispetto di tutte le imposizioni e i requisiti stabiliti da Regione Emilia Romagna e Comune di Ferrara sia nella verifica "stile Casa Clima" in merito al solo sistema edificio, sia nella verifica "stile D.lgs. 152/2006 e smi" in merito al sistema edificio-impianto, eseguita con riferimento a una soluzione MTD (Migliore Tecnica a Disposizione) per l'impianto. Si ricorda che tale soluzione prevede un generatore di calore a condensazione di ottime prestazioni, utile per stabilire il riferimento cui successivamente fare riferimento nella determinazione delle quote di FER (Fonti di Energia Rinnovabile) da utilizzare.

Per il "sistema edificio", si riportano i risultati conseguiti nel rispetto dei requisiti di:

- DGR n.1366 del 26 settembre 2011 di Regione Emilia Romagna (Paragrafo 3.1);
- Scheda di progetto urbanistico 2b/88 -Cocomaro di Cona- della Variante specifica del Comune di Ferrara (Paragrafo 3.2).
- Regolamento Edilizio del comune di Ferrara (Paragrafo 3.3);

Si è fatto riferimento alla DGR n.1366 del 26 settembre 2011 anticipando così le prescrizioni di legge che andranno in vigore dal 31/5/2012.

Per il "sistema edificio-impianto" e per il fabbisogno di energia primaria, si riportano i risultati conseguiti nel rispetto dei requisiti di:

- DAL n.156 del 4 marzo 2008 di Regione Emilia Romagna (Paragrafo 3.4);
- Scheda di progetto urbanistico 2b/88 -Cocomaro di Cona- della Variante specifica del Comune di Ferrara (Paragrafo 3.2).
- Regolamento Edilizio del comune di Ferrara (Paragrafo 3.3);

In questo caso si è fatto riferimento alla DAL n.156 del 4 marzo 2008, a tutt'oggi in vigore, in quanto la soluzione MTD tradizionale (caldaia a condensazione) non consente di coprire le quote di FER previste invece dalla DGR n.1366 del 26 settembre 2011. Tale soluzione impiantistica, che a tutt'oggi può essere considerata la MTD, sarà dunque obsoleta da tale data.

3.1 Requisiti DGR n.1366 del 26 settembre 2011 di Regione Emilia Romagna

In merito al sistema edifico seguono le verifiche dei requisiti minimi di prestazione energetica imposti dalla DGR n.1366 di Regione Emilia Romagna per gli edifici di nuova costruzione. Tali requisiti sono elencati nell'Allegato 2 della DGR n.1366 (per la numerazione delle verifiche dei requisiti si fa riferimento alla numerazione della DGR n.1366).

Requisito n.15. Per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'art. 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n.

412 ad eccezione della categoria E.8, nel caso di edifici di nuova costruzione o di edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti e negli altri casi di cui al punto 3.1 lettera b) e lettera c), quest'ultima limitatamente alle ristrutturazioni totali, il valore della trasmittanza termica media (U) delle strutture edilizie di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti, mantenuti a temperatura controllata o climatizzati, fatto salvo il rispetto del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 5 dicembre 1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", deve essere inferiore a $0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nel caso di strutture opache divisorie verticali, orizzontali e inclinate, ed inferiore a $2,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nel caso di chiusure trasparenti comprensive di infissi. Il medesimo limite deve essere rispettato per tutte le strutture opache, verticali, orizzontali ed inclinate, che delimitano verso l'ambiente esterno gli ambienti non dotati di impianto termico, sempreché questi siano adiacenti ad ambienti a temperatura controllata o climatizzati. I limiti di cui sopra possono essere omessi qualora tali ambienti risultino aerati tramite aperture permanenti rivolte verso l'esterno.

Verifica requisito 15: Il valore della trasmittanza termica delle strutture edilizie di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti, mantenuti a temperatura controllata o climatizzati, risulta inferiore a $0.80 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ nel caso di strutture opache divisorie verticali, orizzontali e inclinate, e inferiore a $2.80 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ nel caso di chiusure trasparenti comprensive di infissi.

Per tutte le strutture opache, verticali, orizzontali e inclinate che delimitano verso l'ambiente esterno gli ambienti non dotati di impianto termico, sempreché questi siano adiacenti ad ambienti a temperatura controllata o climatizzati, la trasmittanza risulta inferiore a $0.80 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ nel caso di strutture opache divisorie verticali, orizzontali e inclinate, e inferiore a $2.80 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ nel caso di chiusure trasparenti comprensive di infissi.

I valori delle trasmittanze di questi componenti sono riportati in Allegato 1.

Requisito 16. Per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'art. 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412 ad eccezione della categoria E.8 si procede alla verifica dell'assenza di condensazioni superficiali e alla verifica che le eventuali condensazioni interstiziali delle pareti opache siano limitate alla quantità rievaporabile, conformemente alla normativa tecnica vigente e alle disposizioni contenute nell'allegato 3, requisito 6.3. Per le verifiche del caso, qualora non esista un sistema di controllo dell'umidità relativa interna, questa verrà assunta pari al 65% alla temperatura interna di 20°C

Verifica requisito n.16: Per tutti gli edifici si è verificato che la condensazione superficiale sia assente e che le eventuali condensazioni interstiziali delle pareti opache siano limitate alla quantità rievaporabile, conformemente alla normativa tecnica vigente (UNI EN ISO 13788) e alle disposizioni contenute nell'allegato 3, requisito 6.3 della DGR n.1366.

Nello specifico, le verifiche di conformità di condensazione superficiale e interstiziale sono riportate nell'Allegato 3.

Requisito n.17. Per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'art. 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, ad eccezione, esclusivamente per le disposizioni di cui alla lettera b), delle categorie E.5, E.6, E.7 ed E.8, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, nel caso di interventi di cui al punto 3.1 lettere a), b) e c) del presente atto, quest'ultima limitatamente alle ristrutturazioni totali, in conformità alle disposizioni contenute nell'allegato 3, requisiti 6.4.1 e 6.4.2, il progettista:

a) valuta puntualmente e documenta l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare;

b) verifica, in tutte le zone climatiche ad esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva, $I_{m,s}$, sia maggiore o uguale a 290 W/m^2 :

1) relativamente a tutte le pareti verticali opache con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest / nord / nord-est, il rispetto di almeno uno dei seguenti requisiti:

- 1.1 che il valore della massa superficiale M_s , di cui al comma 22 dell'allegato A, sia superiore a 230 kg/m^2 ;

- 1.2 che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica YIE , sia inferiore a $0,12 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;

2) relativamente a tutte le pareti opache orizzontali ed inclinate che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica YIE , sia inferiore a $0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$;

c) utilizza al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale dell'edificio; nel caso che il ricorso a tale ventilazione non sia efficace, può prevedere l'impiego di sistemi di ventilazione meccanica nel rispetto del comma 13, articolo 5, decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412.

Gli effetti positivi che si ottengono con il rispetto dei valori di massa superficiale o di trasmittanza termica periodica delle pareti opache previsti alla lettera b), possono essere raggiunti, in alternativa, con l'utilizzo di tecniche e materiali, anche innovativi, ovvero coperture a verde, che permettano di contenere le oscillazioni della temperatura degli ambienti in funzione dell'andamento dell'irraggiamento solare.

Analogamente, possono essere adottate soluzioni idonee a ridurre il carico termico di pareti e coperture (cool roof), mediante l'utilizzo di materiali (quali intonaci, vernici, guaine, lastricati solari) con riflettanza solare uguale o superiore a 0,65.

In tali casi deve essere prodotta a corredo della relazione tecnica di cui al successivo punto 25 una adeguata documentazione e certificazione delle tecnologie e dei materiali che ne attestino l'equivalenza con le predette disposizioni.

Verifica Requisito n.17. Al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti sono stati rispettati i seguenti requisiti.

- a) Sono stati adottati sistemi schermanti delle superfici vetrate tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare. Per la valutazione puntuale e la documentazione di tali sistemi si faccia riferimento al requisito n.18.
- b) Il requisito b) è richiesto per le sole località per le quali il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva, $I_{m,sr}$ sia maggiore o uguale a 290 W/m^2 . Anche se per la località di Cocomaro di Cona l'irradiazione sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva, $I_{m,sr}$ è inferiore a 290 W/m^2 , sono stati comunque rispettati i requisiti imposti dal punto b) in quanto:
1. i valori della massa superficiale delle pareti opache verticali esterne sono superiori al valore minimo imposto pari a 230 kg/m^2 .
 2. il valore della trasmittanza termica periodica delle pareti opache verticali esterne è inferiore a $0.12 \text{ W/m}^2\text{K}$.
- c) Tutte le unità immobiliari, tranne alcune unità della tipologia mercato (numerate 1, 5, 6, 8, 12, 13 sulle tavole dell'architettonico) sono distribuite in modo da avere almeno due affacci così da favorire la ventilazione naturale. Per garantire una ventilazione ancora più efficace per tutti gli appartamenti sono comunque previsti sistemi di ventilazione meccanica.

Requisito 18. *Per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'art. 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, ad eccezione della categoria E.6 ed E.8, al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, nel caso di interventi di cui al punto 3.1 lettere a), b) e c) del presente atto, quest'ultima limitatamente alle ristrutturazioni totali, e nel caso di ristrutturazioni integrali degli elementi edilizi costituenti l'involucro di edifici esistenti, è fatto obbligo in sede progettuale di prevedere adeguate soluzioni per la protezione delle chiusure maggiormente esposte all'irraggiamento solare, consistenti nell'adozione in via prioritaria di sistemi schermanti esterni e/o, in via subordinata, di sistemi filtranti delle vetrate, tali da ridurre l'apporto di calore nel periodo estivo, in conformità alle disposizioni contenute nell'allegato 3, requisito 6.4.1*

Gli eventuali impedimenti di natura tecnica o la presenza di vincoli oggettivi (quali, ad esempio, quelli derivanti da specifiche disposizioni contenute negli strumenti urbanistici e

regolamentari comunali) all'utilizzo dei predetti sistemi devono essere evidenziati nella relazione tecnica di cui al successivo punto 25.

Gli effetti positivi che si ottengono con l'adozione di sistemi schermanti o filtranti possono essere raggiunti, in alternativa, con l'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica, quali ad esempio le barriere vegetali, che permettano di ottenere analoghi livelli di protezione delle strutture dall'irraggiamento solare. In tal caso deve essere prodotta a corredo della relazione tecnica di cui al successivo punto 25 una adeguata documentazione che ne attesti l'equivalenza con le predette disposizioni.

Verifica Requisito n.18: al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti sono state previste adeguate soluzioni per la protezione delle chiusure maggiormente esposte all'irraggiamento solare. Esse consistono nell'adozione di sistemi schermanti esterni e di vetri basso emissivi tali da ridurre l'apporto di calore nel periodo estivo, in conformità alle disposizioni contenute nell'allegato 3, requisito 6.4.1.

Nello specifico per rispettare il requisito 6.4.1. dell'allegato 3, sono stati predisposti:

-Tipologia a Schiera: per tutte le porte finestre esposte a Ovest sono previsti aggetti orizzontali costituiti dai solai delle logge o dai frangisole, oltre a ante mobili oscuranti. Per tutte le finestre esposte a Ovest sono previste veneziane esterne scorrevoli. Per tutte le aperture finestrate orientate a Est sono previste ante mobili oscuranti in legno. Tutti i vetri sono basso emissivi con fattore solare paria a 0.5.

-Tipologia Mercato, Appartamenti: per tutte le aperture finestrate esposte a Est sono previsti aggetti orizzontali e verticali costituiti dai balconi. Per tutte le aperture finestrate esposte a Sud e Ovest sono previsti aggetti orizzontali e verticali costituiti dai balconi o da frangisole orizzontali. Per tutte le aperture finestrate sono previste anche ante mobili oscuranti in legno. Tutti i vetri sono basso emissivi ($g=0.4$).

-Tipologia Mercato, Negozi: Per tutte le aperture finestrate esposte a Est sono previsti aggetti orizzontali costituiti da frangisole esterni. Tutti i vetri sono basso emissivi ($g=0.4$). Tutte le vetrine dei negozi esposte a Ovest sono schermate dal portico antistante.

-Tipologia 8 appartamenti: per tutte le aperture finestrate esposte a Sud sono previsti aggetti orizzontali e verticali costituiti dai balconi o da frangisole orizzontali. Per tutte le aperture finestrate sono previste anche ante mobili oscuranti in legno. Tutti i vetri sono basso emissivi ($g=0.5$). Inoltre il filare di alberi lungo la Via Comacchio contribuisce a ombreggiare i prospetto. Tutte le aperture finestrate orientate a Est e a Ovest sono dotate di ante mobili oscuranti in legno e vetri sono basso emissivi ($g=0.5$).

3.2 Requisiti della Scheda di progetto urbanistico 2b/88 -Cocomaro di Cona- della Variante specifica del Comune di Ferrara

I requisiti riguardanti gli aspetti di sostenibilità e di risparmio energetico della Scheda di progetto urbanistico 2b/88 del Comune di Ferrara sono elencati all'Art. 4 "Architettura sostenibile". Seguendo i punti dell'Art. 4 si riportano le strategie e i risultati che ottemperano tali requisiti.

1) Caratteristiche generali delle costruzioni.

Requisito: Tutti gli edifici del Borgo solare dovranno essere caratterizzati da misure volte a garantire:

- *risparmio energetico;*
- *utilizzo di impianti termici ed elettrici ad alta efficienza;*
- *sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili;*
- *impiego di materiale a basso impatto ambientale;*
- *contenimento dei consumi idrici.*

L'intervento sarà fortemente orientato verso strategie di risparmio e razionalizzazione dei consumi energetici operando su:

- *tipologia e morfologia delle costruzioni, che devono essere progettate in relazione a clima locale ed alla possibilità di sfruttamento ottimale delle risorse naturali disponibili;*
- *involucro, che deve essere caratterizzato da elevate prestazioni termiche (coibentazione, guadagno e controllo solare, inerzia termica) e può fungere da supporto a tecnologie di conversione di fonti rinnovabili;*
- *impianti solari attivi, per la produzione di energia elettrica e di acqua calda ad uso sanitario;*
- *impianti termici caratterizzati da elevati livelli di efficienza che possono essere alimentati, almeno parzialmente, dalle fonti rinnovabili di cui sopra.*

Verifica Requisito: tutti gli edifici del complesso edilizio Fondo Golena sono caratterizzati da misure volte a garantire quanto richiesto: ridotti consumi energetici, utilizzo di impianti termici ed elettrici ad alta efficienza energetica, sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili, impiego di materiali a basso impatto ambientale, contenimento dei consumi idrici.

L'intervento è stato fortemente orientato verso strategie di risparmio e razionalizzazione dei consumi energetici operando in particolare sulla riduzione dell'energia termica grazie a un involucro altamente prestante e sulla riduzione dell'energia primaria grazie a impianti tecnologici di elevata efficienza e all'utilizzo di fonti di energia rinnovabili.

2) Involucro edilizio.

Requisito: Tutti gli edifici dovranno essere realizzati con materiali e componenti d'involucro tali da garantire la riduzione dei consumi energetici sia invernali che estivi. Per quanto riguarda l'isolamento termico, dovranno essere rispettati i seguenti limiti massimi di trasmittanza:

- pareti opache esterne $\leq 0.22 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- coperture (falde o solai) $\leq 0.18 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- serramenti (valore medio vetro-telaio) $\leq 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- solai di zone abitabili su spazi aperti $\leq 0.25 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- pareti e solette divisorie tra unità immobiliari differenti $\leq 0.6 \text{ W/m}^2\text{K}$;

Al fine di sfruttare efficacemente l'inerzia termica dell'edificio si dovrà privilegiare l'utilizzo di strutture verticali e orizzontali di tipo massivo (cemento armato). dovrà inoltre essere verificato che il valore della massa superficiale M_s delle pareti opache verticali esterne sia superiore a 230 kg/m^2 .

In relazione al contenimento dei fabbisogni per raffrescamento, la forma e la distribuzione delle aperture finestrate dovranno essere tali da favorire la ventilazione naturale degli edifici. Dovranno, inoltre, essere presenti elementi esterni di schermatura delle superfici vetrate, regolabili e mobili, tali da ridurre e/o controllare l'apporto per irraggiamento solare nella stagione estiva.

Verifica requisito: Per quanto riguarda l'isolamento termico dell'involucro edilizio sono stati rispettati i valori di trasmittanza termica limite. Si riportano in Tabella 9 i valori delle trasmittanze termiche dei componenti dell'involucro e i relativi valori limite.

Al fine di sfruttare efficacemente l'inerzia termica dell'edificio è stato verificato che i valori della massa superficiale delle pareti opache verticali esterne siano superiori al valore minimo imposto pari a 230 kg/m^2 . I valori delle masse superficiali di tutte le strutture sono riportati in Tabella 1.

Per quanto riguarda le coperture con falda inclinata (tipologia a schiera e in linea) è stato scelto un solaio in legno per contenere lo spessore complessivo che altrimenti sarebbe risultato eccessivo. Dato che la scheda di progetto invita ad utilizzare materiali massivi ma non obbliga al loro utilizzo, si è preferito adottare un solaio in legno con 26 cm di fibra di legno per ottenere comunque un'ottima trasmittanza periodica ($0.029 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Ai fini del contenimento del fabbisogno di energia per il raffrescamento sono previsti sistemi di schermatura esterni per le superfici vetrate.

I sistemi di schermatura possono essere costituiti da elementi propri dell'edificio, come logge e balconi, da frangisole regolabili e da pergolati. Inoltre per tutti le chiusure trasparenti

sono previste ante mobili oscuranti. Per gli edifici di tipologia "in linea 8 appartamenti" l'ombreggiatura di tutto il prospetto sud è in buona parte garantita anche dal filare di alberi lungo la via Comacchio.

Oltre ai sistemi schermanti, sempre per limitare il fabbisogno energetico per il raffrescamento, sono stati scelti vetri con doppio rivestimento basso emissivo con valori del fattore solare, g , pari a 0.5, per le schiere e la tipologia in linea 8 appartamenti, e g pari a 0.4 per la tipologia mercato.

3) Dotazioni impiantistiche.

Requisito: Per tutti gli edifici dovranno essere previsti sistemi impiantistici alternativi ad elevato rendimento energetico, secondo la definizione fornita dalla Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico nell'edilizia, quali:

- sistemi solari attivi per la produzione di elettricità o ACS;
- sistemi di cogenerazione;
- pompe di calore geotermiche.

Gli impianti di climatizzazione dovranno inoltre essere dotati di terminali a pannelli radianti, a soffitto o a pavimento.

La dotazione impiantistica di ciascun edificio dovrà comprendere i precedenti sistemi, in abbinamento o in alternativa tra loro, privilegiando le soluzioni caratterizzate dalle migliori garanzie di fattibilità tecnica, economica ed ambientale. In particolare:

- *il valore del rendimento globale medio stagionale degli impianti termici dovrà essere tale da garantire la condizione $\eta_g \geq 100\%$ (pompe di calore) oppure $\eta_g \geq 85\%$ (altre tipologie impiantistiche);*
- *su ogni edificio è obbligatoria l'installazione di impianti solari termici per la produzione di ACS ad uso sanitario, di qualità ed efficienza certificate conformemente alla normativa europea, progettati e realizzati in modo da coprire almeno il 50% del fabbisogno annuo di ACS dell'edificio servito;*
- *su ogni edificio è obbligatoria l'installazione di impianti fotovoltaici, per una potenza nominale minima rispettivamente di 2 kW_p per edifici monofamiliare e 4 kW_p per edifici plurifamiliari.*

Verifica Requisito:

- Gli impianti di climatizzazione saranno dotati di terminali a pannelli radianti a pavimento.
- Il rendimento globale medio stagionale degli impianti termici risulta maggiore dell'85% per tutte le tipologie edilizie (vedi Tabella 10)

Tabella 9. Trasmittanza termica delle strutture edilizie e valori limite imposti dalla scheda di progetto.

DESCRIZIONE STRUTTURA	NOME CODICE	U (W/m ² K)	Ulim scheda progetto (W/m ² K)	Ulim DGR 1366 (W/m ² K)
Parete esterna intonacata schiera (s=53 cm)	Stru2	0.17	0.22	-
Parete esterna faccia vista schiera (s=51.50 cm)	Stru3	0.17	0.22	-
Parete esterna intonacata linea (s=47 cm)	Stru14	0.15	0.22	-
Parete faccia vista linea (s=53 cm)	Stru15	0.15	0.22	-
Parete esterna intonacata mercato (s=47 cm)	Stru19	0.15	0.22	-
Parete rivestimento legno mercato (s=49.10 cm)	Stru20	0.15	0.22	--
Parete interrata (s=37.3 cm)	Stru23	0.59		-
Parete esterna in testata schiera (s=57cm)	Stru32	0.14	0.22	-
Divisori fra schiere diverse (s=31cm)	Stru1	0.47	0.6	0.8
Divisori fra unità diverse (s=28cm)	Stru16	0.52	0.6	0.8
Divisoria interna tra unità e vano scala mercato (s=28cm)	Stru29	0.52	-	-
Tetto di tipo ventilato (s=26.7cm)	Stru0	0.18	0.25	-
Pavimento di locali riscaldati verso terreno (s=92cm)	Stru4	0.13	-	-
Tetti piani e terrazze(s=56cm)	Stru10	0.17	0.25	-
Copertura ventilata linea (s=26.70 cm)	Stru17	0.18	0.25	-
Pavimento su portico esterno (s=60cm)	Stru18	0.21	0.25	-
Pavimento di locali non riscaldati verso terreno (s=55cm)	Stru24	0.43	-	0.8
Solai interpiano fra unità diverse (s=51.5cm)	Stru5	0.39	0.6	0.8
Soffitto d'interpiano (s=51.5cm)	Stru6	0.41	0.6	0.8
Pavimento su garage non risc. (s=52.5 cm)	Stru21	0.29	0.3	-
Soffitto dei garage non riscaldati (s=52.5cm)	Stru22	0.30	0.3	-
Elementi finestrati	(Allegato 2)	Sempre <1.3	1.3	-

- Per ogni edificio verranno installati impianti solari termici per la produzione di ACS ad uso sanitario, di qualità ed efficienza certificate conformemente alla normativa europea, progettati e realizzati in modo da coprire almeno il 50% del fabbisogno annuo di ACS dell'edificio servito; si veda la Tabella 11 per la copertura effettiva di ogni tipologia edilizia.
- La potenza dell'impianto fotovoltaico installata risulta maggiore di quella minima richiesta. Si veda la Tabella 12 per la potenza effettivamente installata per ogni tipologia edilizia.

Tabella 10. Verifica rendimento globale medio stagionale.

FABBRICATO	P _n (kW)	η _g limite (%)	η _g (%)
Schiera di testa	15.8	85	94.5
Schiera centrali	15.8	85	97.4
Edificio in Linea 8 appartamenti	50.9	85	91.4
Edificio in Linea Piazza mercato	54.5	85	91.7

Tabella 11. Verifica della copertura del fabbisogno annuo di energia primaria richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria con l'utilizzo delle predette fonti di energia rinnovabile.

FABBRICATO	Fabbisogno di energia primaria per l'ACS (kWh/anno)	Energia richiesta per l'ACS prodotta col solare termico (kWh/anno)	Copertura (%)
Schiera di testa	3231	2426	75
Schiera centrali	3231	2426	75
Edificio in Linea 8 appartamenti	16724	11697	70
Edificio in Linea Piazza mercato	29912	20933	70

Tabella 12. Verifica dell'installazione di impianti a fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica.

FABBRICATO	Potenza minima richiesta (kW)	Potenza installata (kW)
Schiera di testa	2	2
Schiera centrali	2	2
Edificio in Linea 8 appartamenti	4	9
Edificio in Linea Piazza mercato	4	15

4) Consumi energetici.

Requisito: Il fabbisogno energetico utile degli edifici per il riscaldamento invernale e raffrescamento estivo, inteso come domanda di energia al netto delle perdite impiantistiche, dovrà rientrare nei seguenti limiti:

- fabbisogno utile invernale $\leq 25 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$;
- fabbisogno utile estivo $\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$;

Verifica requisito: La prima verifica da eseguire è di "stile Casa Clima", ovvero sui soli fabbisogni di energia, ignorando l'interazione edificio-impianto e il significato di ricondurre i consumi all'energia primaria. Per l'insieme di edifici precedentemente descritti, si confrontano ora i fabbisogni estivi e invernali rispetto ai limiti imposti dalla Scheda di progetto urbanistico 2b/88 -Cocomaro di Cona-.

In Tabella 8 sono già stati riportati i fabbisogni di energia termica utile invernale ed estiva per tutti gli edifici.

Il fabbisogno energetico utile degli edifici per il riscaldamento invernale e per il raffrescamento estivo, inteso come fabbisogno di energia termica, al netto delle perdite impiantistiche, per tutti gli edifici rientra in ogni caso nei limiti imposti, ovvero:

- Fabbisogno di energia termica utile invernale $\leq 25 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$;
- Fabbisogno di energia termica utile estiva $\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$.

5) Diritto al sole.

Requisito: Gli edifici saranno configurati e disposti all'interno dei lotti di pertinenza in maniera tale da favorire l'accesso alla radiazione solare diretta. In particolare, l'interdistanza tra le costruzioni dovrà essere tale da garantire, su facciate e porzioni delle coperture interessate dalle installazioni solari, l'assenza di ombreggiamento, misurato fino al piede delle costruzioni, alle ore 12 (ora solare) del solstizio d'inverno, e cioè in corrispondenza di un angolo di elevazione solare pari ad almeno 22° . In particolare per le superfici finestrate e le falde dei tetti con orientamento compreso tra sud-est, sud e sud ovest, dovrà essere garantito un angolo di ostruzione massimo di 15° .

Verifica requisito: La prescrizione si presta ad un'interpretazione ambigua.

Infatti tutti gli edifici sono configurati e disposti all'interno dei lotti di pertinenza in maniera tale da favorire l'accesso alla radiazione solare diretta. Come richiesto, l'interdistanza tra le costruzioni è tale da garantire, sulle facciate e porzioni delle coperture interessate dalle installazioni solari, l'assenza di ombreggiamento, misurato fino al piede delle costruzioni, alle ore 12 (ora solare) del solstizio d'inverno, ovvero in corrispondenza di un angolo di elevazione solare pari ad almeno 22° . In particolare per le superfici finestrate e le

falde dei tetti con orientamento compreso tra sud-est, sud e sud ovest, è garantito un angolo di ostruzione inferiore a 15°. Tale situazione è mostrata nella Figura 4.

Tuttavia occorre segnalare che sul lotto insiste una barriera naturale costituita dagli alberi lungo la Via Comacchio, che limita l'irraggiamento solare nella stagione invernale (Figura 5).

Dalla Figura 4, relativa alle ore 12 (ora solare) del solstizio d'inverno, si vede che l'unica ombra portata è quella degli edifici 8 in linea sulle pareti sud delle schiere, che per questo motivo sono state previste opache e dunque non interessate dalle installazioni solari.

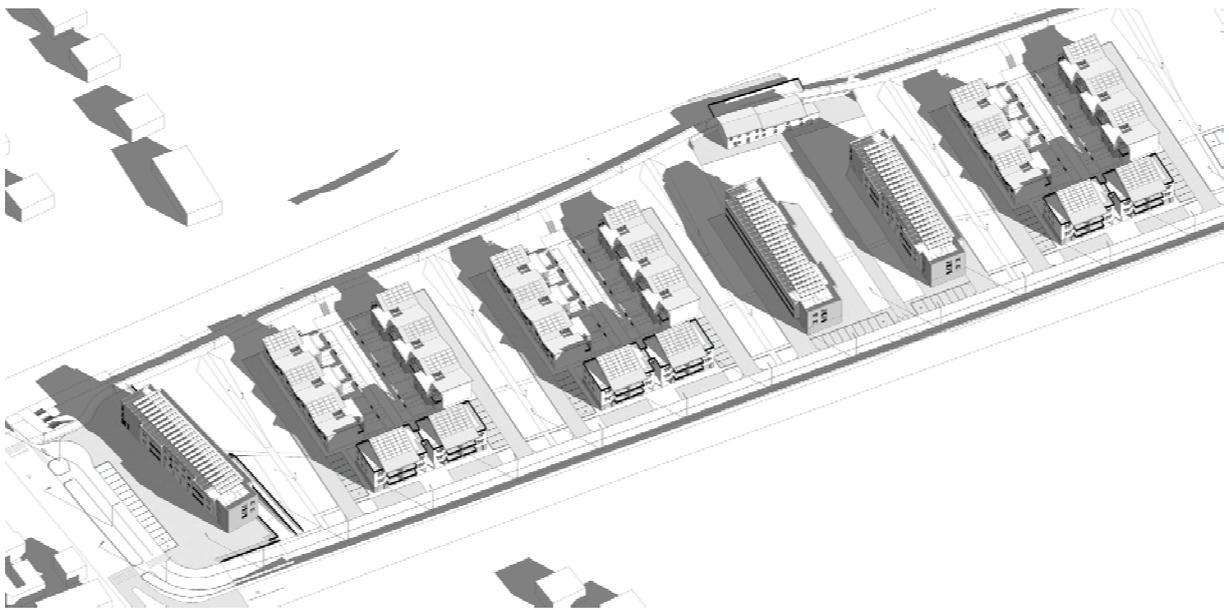


Figura 4. Ombre portate dagli edifici per il solstizio di inverno alle ore 12.

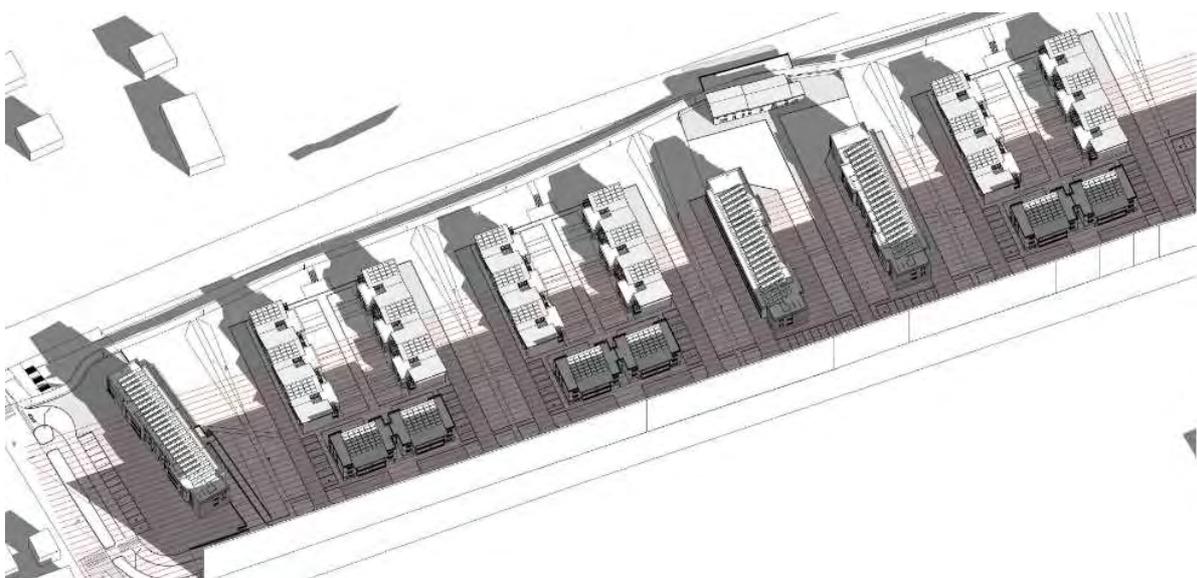


Figura 5. Ombre portate dal filare di alberi per il solstizio di inverno alle ore 12.

Anche il requisito per le superfici finestrate e le falde dei tetti con orientamento compreso tra sud-est, sud e sud ovest, di cui deve essere garantito un angolo di ostruzione massimo di 15° risulta essere soddisfatto.

3.3 Requisiti del Regolamento Edilizio del Comune di Ferrara

Secondo l'Art. 79 punto 4 del Regolamento edilizio vigente del Comune di Ferrara, per gli edifici di nuova costruzione l'indice di prestazione energetica limite, EP_{TOT} , è ridotto del 10% rispetto ai valori imposti dalla regione. Si riporta in Tab. 13 il valore di EP_{TOT} limite imposto e il valore di EP_{TOT} per ogni tipologia edilizia.

Tutti i restanti requisiti di risparmio energetico richiesti dal Regolamento Edilizio del Comune di Ferrara sono contenuti anche nella DGR n.1366 del 26 settembre 2011 di Regione Emilia Romagna e/o nella Scheda di progetto urbanistico 2b/88 -Cocomaro di Cona- della Variante specifica del Comune di Ferrara, per cui si ritengono soddisfatti e per le verifiche si rimanda ai precedenti Paragrafi 3.1 e 3.2.

Infine si è verificato che il numero di ricambi orari di progetto per la ventilazione fosse maggiore di quello richiesto dal Regolamento d'igiene e sanità pubblica del Comune di Ferrara.

Il Regolamento d'igiene e sanità pubblica del Comune di Ferrara richiede un ricambio orario per i bagni ciechi, pari a 5 Vol/h, più severo rispetto alle normative di riferimento (UNI 12831, UNI 10339), mentre per le altre destinazioni d'uso le portate d'aria richieste risultano inferiori a quelle delle norme di riferimento. Per il riepilogo delle portate d'aria di progetto per ogni destinazione d'uso e per ogni tipologia di edificio si rimanda all'Allegato 4.

3.4 Requisiti dell'Atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici (DAL n. 156/08)

Seguono le verifiche dei requisiti minimi di prestazione energetica imposti dalla DAL n.156 di Regione Emilia Romagna, per gli edifici di nuova costruzione, in merito al sistema edificio-impianto. Tali requisiti sono elencati nell'Allegato 2 della DAL n.156 (per la numerazione delle verifiche dei requisiti si fa riferimento alla numerazione della DAL n.156).

Requisito 1: Per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'art. 3 del D.P.R. 412/93, nel caso di edifici di nuova costruzione e negli altri casi di cui al punto 3.1 lettera a) e b) del presente atto, si procede in sede progettuale:

Tabella 13. Verifica 90%EP_{tot}.

FABBRICATO	S/V (m ² /m ³)	EP _{tot} limite (kWh/m ² a)	90%EP _{tot} limite (kWh/m ² a)	EP _{TOT} (kWh/m ² a)
Schiera 1	0.65	86.34	77.70	27.01
Schiera 2	0.52	75.85	67.36	22.15
Schiera 3	0.52	75.85	67.36	20.68
Schiera 4	0.52	75.85	67.36	21.93
Schiera 5	0.52	75.85	67.36	21.68
Schiera 6	0.65	86.34	77.70	28.93
Schiera 7	0.65	86.34	77.70	28.16
Schiera 8	0.52	75.85	67.36	22.03
Schiera 9	0.52	75.85	67.36	21.93
Schiera 10	0.52	75.85	67.36	21.38
Schiera 11	0.52	75.85	67.36	22.15
Schiera 12	0.65	86.34	77.70	28.62
LINEA	0.73	89.95	80.95	28.44
MERCATO	0.65	85.63	77.07	26.81

a) alla determinazione dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EP_i) e per la produzione di acqua calda sanitaria (EP_{acs}) ed alla verifica che lo stesso risulti inferiore ai valori limite che sono riportati nelle pertinenti tabelle dell'allegato 3, requisito 6.1.1, (tab. A.1, tab. A.2, tab. A.3, tab. A.4, tab. B.1, tab. B.2).

b) al calcolo del rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico ed alla verifica che lo stesso risulti superiore al valore limite riportato in allegato 3, requisito 6.2.

Verifica Requisito:

a) Per la verifica dei valori di EP_i e EP_{acs} si rimanda alla Tabella 14.

b) Per la verifica del rendimento globale medio stagionale si rimanda alla Tabella 15.

Requisito 4: Nei casi di cui al punto 3.1, lettera a) del presente atto, per gli edifici con numero di unità immobiliari superiori a 4, appartenenti alle categorie E1 ed E2, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'art. 3, del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, è fatto obbligo in sede progettuale di prevedere la realizzazione di impianti termici centralizzati.

Verifica Requisito: per la tipologia in linea e la tipologia mercato, che ospitano più di 4 unità immobiliari, è prevista la realizzazione di un impianto termico centralizzato.

Tabella 14. Verifica EP_i e EP_{ACS}

FABBRICATO	EP_i (kWh/m ² a)	EP_i limite (kWh/m ² a)	EP_{ACS} (kWh/m ² a)	EP_{ACS} limite (kWh/m ² a)
Schiera 1	20.98	74.71	6.03	11.63
Schiera 2	16.12	63.22	6.03	11.63
Schiera 3	14.65	63.22	6.03	11.63
Schiera 4	15.90	63.22	6.03	11.63
Schiera 5	15.65	63.22	6.03	11.63
Schiera 6	22.90	74.71	6.03	11.63
Schiera 7	22.13	74.71	6.03	11.63
Schiera 8	16.00	63.22	6.03	11.63
Schiera 9	15.90	63.22	6.03	11.63
Schiera 10	15.35	63.22	6.03	11.63
Schiera 11	16.12	63.22	6.03	11.63
Schiera 12	22.59	74.71	6.03	11.63
LINEA	19.56	78.51	8.88	11.44
MERCATO	17.97	73.97	8.84	11.66

Tabella 15. Verifica rendimento globale medio stagionale

FABBRICATO	P_n (kW)	η_g limite (%)	η_g (%)
Schiera di testa	15.8	78.60	94.5
Schiera centrali	15.8	78.60	97.4
Edificio in Linea 8 appartamenti	50.9	81.02	91.4
Edificio in Linea Piazza mercato	54.5	81.11	91.7

Requisito 18: Per tutte le categorie di edifici, così come classificati in base alla destinazione d'uso all'articolo 3 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n.412, è obbligatorio l'utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia termica ed elettrica. Gli interventi di utilizzo delle fonti rinnovabili asserviti alle esigenze energetiche dell'edificio, realizzati in conformità alle leggi, ai regolamenti ed alle prescrizioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica vigenti e nell'osservanza dei vincoli di tutela del patrimonio storico artistico, non sono soggetti ad autorizzazione specifica e sono assimilati a tutti gli effetti alla manutenzione straordinaria ai fini dell'accesso ai titoli abilitativi di cui alla legge regionale n. 31/02.

Nel caso di interventi di cui al punto 3.1 lett. a) del presente atto o in occasione di nuova installazione di impianti termici o di ristrutturazione degli impianti termici in edifici esistenti, l'impianto di produzione di energia termica deve essere progettato e realizzato in modo da

coprire almeno il 50% del fabbisogno annuo di energia primaria richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria con l'utilizzo delle predette fonti di energia rinnovabile. Tale limite è ridotto al 20% per gli edifici situati nei centri storici di cui all'art. A-7 della L.R. n. 20/00. Deve in ogni caso essere rispettato il livello di prestazione minima indicato nell'allegato 3, requisito 6.1.1 tab. B.1 e B.2. La presente prescrizione si intende soddisfatta in caso di collegamento dell'edificio alle reti di cui al comma 16.

Nel caso di interventi di cui al punto 3.1 lett. a) del presente atto, è obbligatoria l'installazione di impianti a fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica per una potenza installata non inferiore a 1 kW per unità abitativa e 0,5 kW per ogni 100 m² di superficie utile di edifici ad uso non residenziale.

Verifica requisito:

- L'impianto di produzione di energia termica sarà realizzato in modo da coprire almeno il 50% del fabbisogno annuo di energia primaria richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria con l'energia prodotta dall'impianto solare termico. Si veda la Tab.11 per la copertura effettiva di ogni tipologia edilizia.
- La potenza dell'impianto fotovoltaico installata risulta maggiore di quella minima richiesta. Si veda la Tabella 16 per la potenza effettivamente installata per ogni tipologia edilizia.

Tabella 16. Verifica dell'installazione di impianti a fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica

FABBRICATO	Potenza minima richiesta da DAL 156/2008 (kW)	Potenza installata (kW)
Schiera di testa	1	2
Schiera centrali	1	2
Edificio in Linea 8 appartamenti	8	9
Edificio in Linea Piazza mercato	14.92	15

ALLEGATO 1

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale delle strutture opache verticali dell'involucro edilizio

Legenda

s	Spessore strato
λ	Conduttività termica del materiale
C	Conduttanza unitaria
ρ	Massa volumica
$\delta_a 10^{-12}$	Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50%
	Permeabilità al vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95%
R	Resistenza termica dei singoli strati
(*)	Inverso delle conduttanze unitarie superficiali
(**)	Inverso della resistenza termica totale
(***)	Tenendo conto di eventuali incrementi di sicurezza o di strutture speciali
U_{IW}	Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete interna e parete esterna
U_p	Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pilastro
U_B	Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e solaio/balcone
U_F	Trasmittanza aggiuntiva dovuta al ponte termico tra parete esterna e pavimento

I valori di conduttività termica dei materiali sono stati desunti dalla UNI 10355 e UNI 10351 per cca, massetti, intonaci, alleggerito ecc; quelli dei laterizi alveolari e degli isolanti sono quelli dichiarati nelle schede tecniche dei produttori e maggiorati come da UNI 10351.

I valori della permeabilità al vapore sono desunti dalla UNI 10351 e dalla UNI EN12524. La capacità termica è desunta dalla UNI EN12524 e dalle schede tecniche.

Stru2 - PARETE ESTERNA SCHIERA

Spessore totale [cm]:	53,00	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,17	Totale [(m ² ·K)/W]:	5,96
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,17	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	5,96

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
PPL 30	Lat. alv. con isol. sp30 lambda certif 0.08	30,00	0,084		623,00	19,30	21,23	3,57
EPS 36	Polistirene lambda certif 0.036	8,00	0,040		35,00	2,76	3,03	2,02
MUR PI	Muratura mattone pieno UNI TS 11300	12,00	0,720		1.800,00	21,44	23,59	0,17
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02

Stru3 - PARETE ESTERNA FACCIA VISTA SCHIERA

Spessore totale [cm]:	51,50	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,17	Totale [(m ² ·K)/W]:	5,95
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,17	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	5,95

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
PPL 30	Lat. alv. con isol. sp30 lambda certif 0.08	30,00	0,084		623,00	19,30	21,23	3,57
EPS 36	Polistirene lambda certif 0.036	8,00	0,040		35,00	2,76	3,03	2,02
MUR PI	Muratura mattone pieno UNI TS 11300	12,00	0,720		1.800,00	21,44	23,59	0,17

Stru14 - PARETE ESTERNA LINEA

Spessore totale [cm]:	47,00	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,15	Totale [(m ² ·K)/W]:	6,57
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,15	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	6,57

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
PPL 36	Lat. alv. con isol sp36.5 lambda certif 0.08	36,50	0,084		615,00	19,30	21,23	4,35
SCA DE	Sistema cappotto: Adesivo	0,20	0,750		1.350,00	7,72	8,49	0,00
EPS 36	Polistirene lambda certif 0.036	8,00	0,040		35,00	2,76	3,03	2,02
SCR 96	Sistema cappotto: Rasatura con rete	0,70	0,750		1.350,00	7,72	8,49	0,01
SCP RS	Sistema cappotto: Primer e Rivestimento	0,10	0,750		1.850,00	1,38	1,52	0,00

Stru15 - PARETE ESTERNA LINEA CON RIVESTIM

Spessore totale [cm]:	53,00	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,15	Totale [(m ² ·K)/W]:	6,65
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,15	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	6,65

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
PPL 36	Lat. alv. con isol sp36.5 lambda certif 0.08	36,50	0,084		615,00	19,30	21,23	4,35
SCA DE	Sistema cappotto: Adesivo	0,20	0,750		1.350,00	7,72	8,49	0,00
EPS 36	Polistirene lambda certif 0.036	8,00	0,040		35,00	2,76	3,03	2,02
SCR 96	Sistema cappotto: Rasatura con rete	0,70	0,750		1.350,00	7,72	8,49	0,01
SCP RS	Sistema cappotto: Primer e Rivestimento	0,10	0,750		1.850,00	1,38	1,52	0,00
MUR PI	Muratura mattone pieno UNI TS 11300	6,00	0,720		1.800,00	21,44	23,59	0,08

Stru19 - PARETE ESTERNA MERCATO

Spessore totale [cm]:	47,00	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,15	Totale [(m ² ·K)/W]:	6,57
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,15	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	6,57

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
PPL 36	Lat. alv. con isol sp36.5 lambda certif 0.08	36,50	0,084		615,00	19,30	21,23	4,35
SCA DE	Sistema cappotto: Adesivo	0,20	0,750		1.350,00	7,72	8,49	0,00
EPS 36	Polistirene lambda certif 0.036	8,00	0,040		35,00	2,76	3,03	2,02
SCR 96	Sistema cappotto: Rasatura con rete	0,70	0,750		1.350,00	7,72	8,49	0,01
SCP RS	Sistema cappotto: Primer e Rivestimento	0,10	0,750		1.850,00	1,38	1,52	0,00

Stru20 - PARETE ESTERNA MERCATO CON LEGNO

Spessore totale [cm]:	49,10	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,15	Totale [(m ² ·K)/W]:	6,75
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,15	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	6,75

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_u10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
PPL 36	Lat. alv. con isol sp36.5 lambda certif 0.08	36,50	0,084		615,00	19,30	21,23	4,35
SCA DE	Sistema cappotto: Adesivo	0,20	0,750		1.350,00	7,72	8,49	0,00
EPS 36	Polistirene lambda certif 0.036	8,00	0,040		35,00	2,76	3,03	2,02
SCR 96	Sistema cappotto: Rasatura con rete	0,70	0,750		1.350,00	7,72	8,49	0,01
208	Abete-flusso perpendicolare	2,20	0,120		450,00	3,22	3,54	0,18

Stru23 - PARETE PIANO INTERRATO

Spessore totale [cm]:	37,30	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,59	Totale [(m ² ·K)/W]:	1,70
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,59	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	1,70

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
CLE 24	C.i.s. p.e. 2400kg/m ³	30,00	2,080		2.400,00	1,93	2,12	0,14
EPS 34	Polistirene lambda certif 0.034	5,00	0,037		35,00	2,41	2,65	1,34
GUA IM	Guaina impermeabile	0,80	0,230		1.200,00	0,01	0,01	0,03

Stru32 - PARETE ESTERNA IN TESTATA SCHIERA

Spessore totale [cm]:	57,00	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,14	Totale [(m ² ·K)/W]:	6,97
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,14	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	6,97

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
PPL 30	Lat. alv. con isol. sp30 lambda certif 0.08	30,00	0,084		623,00	19,30	21,23	3,57
EPS 36	Polistirene lambda certif 0.036	12,00	0,040		35,00	2,76	3,03	3,03
MUR PI	Muratura mattone pieno UNI TS 11300	12,00	0,720		1.800,00	21,44	23,59	0,17
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02

Stru1 - P. DIVISORIA FRA UNITA' SCHIERA

Spessore totale [cm]:	31,00	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,47	Totale [(m ² ·K)/W]:	2,11
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,47	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	2,11

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_u10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
POB PL	Lat. alveolare rett tipo bio pl	28,00	0,147		920,00	21,44	23,59	1,90
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02

Stru16 - P. DIVISORIA INTERNA FRA UNITA' LINEA8

Spessore totale [cm]:	28,00	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,52	Totale [(m ² ·K)/W]:	1,92
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,52	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	1,92

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_u10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
POB PL	Lat. alveolare rett tipo bio pl	25,00	0,147		920,00	21,44	23,59	1,70
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02

Stru29 - P. DIVISORIA FRA UNITA' E V. SCALA MERCATO

Spessore totale [cm]:	28,00	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	7,69	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,13
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,52	Totale [(m ² ·K)/W]:	1,92
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,52	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	1,92

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
POB PL	Lat. alveolare rett tipo bio pl	25,00	0,147		920,00	21,44	23,59	1,70
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02

Stru0 - COPERTURA VENTILATA

Spessore totale [cm]:	26,70	Massa superficiale [kg/m ²]	52,37
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	10,00	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,10
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,18	Totale [(m ² ·K)/W]:	5,57
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,18	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	5,57

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
208	Abete-flusso perpendicolare	2,20	0,120		450,0 0	3,22	3,54	0,18
TY1	Freno vapore	0,30	0,230		413,0 0	2,88	3,17	0,01
FL1 60	Fibra di legno	20,00	0,046		160,0 0	38,60	42,46	4,39
FL2 10	Fibra di legno	4,00	0,052		210,0 0	38,60	42,46	0,78
TY1	Freno vapore	0,20	0,230		413,0 0	2,88	3,17	0,01

Stru4 - PAVIM PT RISCALDATO SU TERRENO SCHIERA

Spessore totale [cm]:	92,00	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	5,88	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,17
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,13	Totale [(m ² ·K)/W]:	7,73

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ _a 10 ⁻¹²	δ _u 10 ⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
2403	Piastrelle in ceramica	1,50	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,02
CLS MA	Sottofondo in cls magro	6,50	0,930		1.800,00	3,22	3,54	0,07
175	Pannello isolante impianto radiante	5,00	0,039		30,00	1,07	1,18	1,30
EPS 34	Polistirene lambda certif 0.034	5,00	0,037		35,00	2,41	2,65	1,34
AL600	Cls alleggerito	14,00	0,180		600,00	9,65	10,62	0,78
CLE 24	C.l.s. p.e. 2400kg/m ³	30,00	2,080		2.400,00	1,93	2,12	0,14
VEC EG	Vetro cellulare granulato	30,00	0,080		170,00	0,00	0,00	3,75

Stru10 - SOLAIO SOTTO TERRAZZE

Spessore totale [cm]:	56,00	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,17	Totale [(m ² ·K)/W]:	5,84
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,17	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	5,84

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
S20	Solaio in laterizio da 20 cm	20,00		3,13	1.150,00	21,44	23,59	0,32
CLI24	C.i.s. p.i. 2400kg/m ³	4,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,02
EPS36	Polistirene lambda certif 0.036	10,00	0,040		35,00	2,76	3,03	2,53
EPS36	Polistirene lambda certif 0.036	10,00	0,040		35,00	2,76	3,03	2,53
AL600	Cls alleggerito	4,00	0,180		600,00	9,65	10,62	0,22
CLSM	Sottofondo in cls magro	4,00	0,930		1.800,00	3,22	3,54	0,04
MAPEL	Malta elastica a base cementizia	1,00	0,900		2.200,00	0,16	0,18	0,01
PIAAN	Piastrelle per esterno	1,50	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,02

Stru17 - COPERTURA VENTILATA LINEA

Spessore totale [cm]:	26,70	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	10,00	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,10
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,18	Totale [(m ² ·K)/W]:	5,57
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,18	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	5,57

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
208	Abete-flusso perpendicolare	2,20	0,120		450,0 0	3,22	3,54	0,18
TY1	Freno vapore	0,30	0,230		413,0 0	2,88	3,17	0,01
FL1 60	Fibra di legno	20,00	0,046		160,0 0	38,60	42,46	4,39
FL2 10	Fibra di legno	4,00	0,052		210,0 0	38,60	42,46	0,78
TY1	Freno vapore	0,20	0,230		413,0 0	2,88	3,17	0,01

Stru18 - PAVIMENTO SU PORTICO ESTERNO

Spessore totale [cm]:	60,00	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,21	Totale [(m ² ·K)/W]:	4,75
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,21	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	4,75

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
2403	Piastrelle in ceramica	1,50	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,02
CLSM	Sottofondo in cls magro	6,50	0,930		1.800,00	3,22	3,54	0,07
175	Pannello isolante impianto radiante	5,00	0,039		30,00	1,07	1,18	1,30
AL600	Cls alleggerito	14,00	0,180		600,00	9,65	10,62	0,78
CLI24	C.l.s. p.i. 2400kg/m ³	4,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,02
S20	Solaio in laterizio da 20 cm	20,00		3,13	1.150,00	21,44	23,59	0,32
SCADE	Sistema cappotto: Adesivo	0,20	0,750		1.350,00	7,72	8,49	0,00
EPS36	Polistirene lambda certif 0.036	8,00	0,040		35,00	2,76	3,03	2,02
SCR96	Sistema cappotto: Rasatura con rete	0,70	0,750		1.350,00	7,72	8,49	0,01
SCP RS	Sistema cappotto: Primer e Rivestimento	0,10	0,750		1.850,00	1,38	1,52	0,00

Stru24 - PAVIM DEI GARAGE NON RISC SU TERRENO

Spessore totale [cm]:	55,00	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	5,88	Superficiale esterna(*)[(m ² ·K)/W]:	0,17
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,43	Totale [(m ² ·K)/W]:	2,33
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,43	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	2,33

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
2403	Piastrelle in ceramica	1,50	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,02
CLS MA	Sottofondo in cls magro	6,50	0,930		1.800,00	3,22	3,54	0,07
EPS 34	Polistirene lambda certif 0.034	5,00	0,037		35,00	2,41	2,65	1,34
ALL E	Cls alleggerito sottof non aerati	12,00	0,280		500,00	3,22	3,54	0,43
CLE 24	C.l.s. p.e. 2400kg/m3	30,00	2,080		2.400,00	1,93	2,12	0,14

Stru5 - PAVIMENTO DI INTERPIANO

Spessore totale [cm]:	51,50	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	5,88	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,17
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,39	Totale [(m ² ·K)/W]:	2,55
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,39	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	2,55

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
2403	Piastrelle in ceramica	1,50	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,02
CLSM	Sottofondo in cls magro	6,50	0,930		1.800,00	3,22	3,54	0,07
175	Pannello isolante impianto radiante	3,00	0,039		30,00	1,07	1,18	0,78
ANT I	Materassino anticalpestio	1,00	0,047		160,00	2,76	3,03	0,21
AL600	Cls alleggerito	14,00	0,180		600,00	9,65	10,62	0,78
CLI24	C.l.s. p.i. 2400kg/m ³	4,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,02
S20	Solaio in laterizio da 20 cm	20,00		3,13	1.150,00	21,44	23,59	0,32
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02

Stru6 - SOFFITTO DI INTERPIANO

Spessore totale [cm]:	51,50	Massa superficiale [kg/m ²]:	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	10,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,10
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,41	Totale [(m ² ·K)/W]:	2,41
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,41	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	2,41

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
S20	Solaio in laterizio da 20 cm	20,00		3,13	1.150,00	21,44	23,59	0,32
CLI24	C.l.s. p.i. 2400kg/m ³	4,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,02
AL600	Clis alleggerito	14,00	0,180		600,00	9,65	10,62	0,78
ANT I	Materassino anticalpestio	1,00	0,047		160,00	2,76	3,03	0,21
175	Pannello isolante impianto radiante	3,00	0,039		30,00	1,07	1,18	0,78
CLS MA	Sottofondo in cls magro	6,50	0,930		1.800,00	3,22	3,54	0,07
2403	Piastrelle in ceramica	1,50	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,02

Stru21 - PAVIMENTO SU GARAGE NON RISC

Spessore totale [cm]:	52,50	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	5,88	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,17
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	5,88	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,17
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,29	Totale [(m ² ·K)/W]:	3,49
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,29	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	3,49

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
2403	Piastrelle in ceramica	1,50	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,02
CLSM	Sottofondo in cls magro	6,50	0,930		1.800,00	3,22	3,54	0,07
175	Pannello isolante impianto radiante	5,00	0,039		30,00	1,07	1,18	1,30
EPS34	Polistirene lambda certif 0.034	3,00	0,037		35,00	2,41	2,65	0,80
AL600	Cls alleggerito	11,00	0,180		600,00	9,65	10,62	0,61
CLI24	C.l.s. p.i. 2400kg/m ³	4,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,02
S20	Solaio in laterizio da 20 cm	20,00		3,13	1.150,00	21,44	23,59	0,32
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02

Stru22 - SOFFITTO DEI GARAGE NON RISC

Spessore totale [cm]:	52,50	Massa superficiale [kg/m ²]	
CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	10,00	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,10
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	10,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,10
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	0,30	Totale [(m ² ·K)/W]:	3,35
Tot. adottata (***) [W/(m ² ·K)]:	0,30	Tot. adottata [(m ² ·K)/W]:	3,35

Cod .	DESCRIZIONE STRATO	s	λ	C	ρ	δ_a10⁻¹²	δ_v10⁻¹²	R
	(dall'interno verso l'esterno)	[cm]	[W/m °C]	[W/m ² °C]	[kg/m ³]	[kg/ms Pa]	[kg/msPa]	[m ² °C/W]
8	Malta di calce o calce cemento	1,50	0,900		1.800,00	9,65	10,62	0,02
S20	Solaio in laterizio da 20 cm	20,00		3,13	1.150,00	21,44	23,59	0,32
CLI24	C.l.s. p.i. 2400kg/m ³	4,00	1,910		2.400,00	1,93	2,12	0,02
AL600	Cls alleggerito	11,00	0,180		600,00	9,65	10,62	0,61
EPS34	Polistirene lambda certif 0.034	3,00	0,037		35,00	2,41	2,65	0,80
175	Pannello isolante impianto radiante	5,00	0,039		30,00	1,07	1,18	1,30
CLSMA	Sottofondo in cls magro	6,50	0,930		1.800,00	3,22	3,54	0,07
2403	Piastrelle in ceramica	1,50	1,000		2.300,00	0,97	1,06	0,02

ALLEGATO 2

Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio

Legenda

<i>Ag</i>	Area del vetro
<i>Af</i>	Area del telaio
<i>Lg</i>	Lunghezza della superficie vetrata
<i>Ug</i>	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
<i>Uf</i>	Trasmittanza termica del telaio
<i>Ul</i>	Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)
<i>Uw</i>	Trasmittanza termica totale del serramento
(*)	Inverso delle conduttanze unitarie superficiali
(**)	Inverso della resistenza termica totale

W15 - S15 1.00x2.4 dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,13	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,89

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,94	0,46	6,24	0,90	1,40	0,05	1,13

W16 - S16 1.00x2.4 sx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,13	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,89

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,94	0,46	6,24	0,90	1,40	0,05	1,13

W17 - S17 1.40x2.4

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,19	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,84

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,53	0,83	11,28	0,90	1,40	0,05	1,19

W33 - S33 2.10x2.7

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,19	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,84

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	4,30	1,37	18,72	0,90	1,40	0,05	1,19

W31 - S31 1.50x2.7

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,17	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,85

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	3,12	0,93	12,68	0,90	1,40	0,05	1,17

W30 - S30 0.80x2.20 dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,17	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,36	0,40	5,44	0,90	1,40	0,05	1,17

W29 - S29 0.80x2.20 sx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,17	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,36	0,40	5,44	0,90	1,40	0,05	1,17

W28 - S28 0.80x2.20 Sx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,17	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,36	0,40	5,44	0,90	1,40	0,05	1,17

W27 - S27 0.80x2.20 dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,17	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,36	0,40	5,44	0,90	1,40	0,05	1,17

W26 - S26 L8 1.00x1.40

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,31	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,76

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,91	0,49	6,48	0,90	1,40	0,05	1,31

W25 - S25 0.70x2.40 sxdx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,19	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,84

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,27	0,41	5,64	0,90	1,40	0,05	1,19

W24 - S24 0.80x2.40 dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,49	0,43	5,84	0,90	1,40	0,05	1,16

W23 - S23 0.80x2.40 dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,49	0,43	5,84	0,90	1,40	0,05	1,16

W22 - S22 0.80x2.40 sx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,49	0,43	5,84	0,90	1,40	0,05	1,16

W21 - S21 0.80x2.40 sx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,49	0,43	5,84	0,90	1,40	0,05	1,16

W20 - S20 L9 M47 1.40x1.40

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,23	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,82

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,41	0,55	7,28	0,90	1,40	0,05	1,23

W19 - S19 1.00x2.4 sx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,13	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,89

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,94	0,46	6,24	0,90	1,40	0,05	1,13

W18 - S18 1.00x2.4 dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,13	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,89

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,94	0,46	6,24	0,90	1,40	0,05	1,13

W2 - L2 1.00x1.40 dxsxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,08	0,32	4,24	0,90	1,40	0,05	1,16

W5 - L5 1.00x1.40 sdxsbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,31	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,76

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,91	0,49	6,48	0,90	1,40	0,05	1,31

W3 - L3 1.60x2.4 sdxsbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,98	0,86	11,68	0,90	1,40	0,05	1,16

W4 - L4 1.60x2.4 dxsxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,98	0,86	11,68	0,90	1,40	0,05	1,16

W6 - L6 0.60x1.40 1anta

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,26	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,79

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,58	0,26	3,44	0,90	1,40	0,05	1,26

W7 - L7 0.60x1.40 1anta

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,26	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,79

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,58	0,26	3,44	0,90	1,40	0,05	1,26

W14 - L14 3.00x0.60

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,25	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,80

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,25	0,55	7,28	0,90	1,40	0,05	1,25

W34 - L13 1.20x0.60

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,27	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,79

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,49	0,23	3,04	0,90	1,40	0,05	1,27

W35 - M67 4.2x2.7

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,09	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,92

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	8,56	1,58	21,72	0,90	1,40	0,05	1,09

W66 - M66 3.3x2.7 sx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,11	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,90

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	6,84	1,48	20,32	0,90	1,40	0,05	1,11

W36 - M68 5.2x2.7

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,06	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,95

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	11,51	1,75	24,12	0,90	1,40	0,05	1,06

W37 - M69 1.6x0.6

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,25	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,80

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,67	0,29	3,84	0,90	1,40	0,05	1,25

W35 - M35 0.80x1.4 dxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,20	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,83

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,83	0,29	3,84	0,90	1,40	0,05	1,20

W45 - M45 0.80x1.4 dxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,20	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,83

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,83	0,29	3,84	0,90	1,40	0,05	1,20

W36 - M36 1.60x2.4 sxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,98	0,86	11,68	0,90	1,40	0,05	1,16

W34 - M34 1.60x2.4 sxdxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,98	0,86	11,68	0,90	1,40	0,05	1,16

W44 - M44 0.80x1.4 sxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,20	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,83

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,83	0,29	3,84	0,90	1,40	0,05	1,20

W48 - M48 0.80x1.4 sxdxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,20	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,83

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,83	0,29	3,84	0,90	1,40	0,05	1,20

W51 - M51 0.70x2.4 dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,19	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,84

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,27	0,41	5,64	0,90	1,40	0,05	1,19

W49 - M49 1.70x2.4 dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,15	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,87

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	3,21	0,87	11,88	0,90	1,40	0,05	1,15

W52 - M52 0.80x1.4 sdx dx bal127

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,20	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,83

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,83	0,29	3,84	0,90	1,40	0,05	1,20

W53 - M53 1.00x2.4 sxdxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,28	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,78

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,63	0,77	10,48	0,90	1,40	0,05	1,28

W62 - M62 0.70x2.4 sx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,19	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,84

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,27	0,41	5,64	0,90	1,40	0,05	1,19

W61 - M61 0.80x1.4 dxsxbal127

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,20	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,83

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,83	0,29	3,84	0,90	1,40	0,05	1,20

W60 - M60 1.00x2.4 dxsxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,28	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,78

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,63	0,77	10,48	0,90	1,40	0,05	1,28

W54 - M54 1.00x1.4 sx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,08	0,32	4,24	0,90	1,40	0,05	1,16

W46 - M59 1.00x1.4 dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,08	0,32	4,24	0,90	1,40	0,05	1,16

W33 - M33 0.80x1.4 sx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,20	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,83

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,83	0,29	3,84	0,90	1,40	0,05	1,20

W63 - M63 1.70x2.4 sx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,15	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,87

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	3,21	0,87	11,88	0,90	1,40	0,05	1,15

W47 - M64 1.00x2.4 dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,28	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,78

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,63	0,77	10,48	0,90	1,40	0,05	1,28

W65 - M65 1.00x2.4 sx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,28	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,78

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,63	0,77	10,48	0,90	1,40	0,05	1,28

W46 - M46 1.60x2.4 sxdxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,98	0,86	11,68	0,90	1,40	0,05	1,16

W43 - M43 1.60x2.4 sxdxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,98	0,86	11,68	0,90	1,40	0,05	1,16

W40 - M40 1.60x2.4 sxdxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,98	0,86	11,68	0,90	1,40	0,05	1,16

W39 - M39 1.60x2.4 sxdxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,98	0,86	11,68	0,90	1,40	0,05	1,16

W42 - M42 1.60x2.4 sxdxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,98	0,86	11,68	0,90	1,40	0,05	1,16

W41 - M41 1.60x2.4 sxdxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,98	0,86	11,68	0,90	1,40	0,05	1,16

W38 - M38 1.60x2.4 sxdxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	2,98	0,86	11,68	0,90	1,40	0,05	1,16

W37 - M37 0.80x1.4 sxdxbal

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,38	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,73

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,66	0,46	6,08	0,90	1,40	0,05	1,38

W70 - M70 4.2x2.7 dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,08	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,92

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	8,81	1,59	21,92	0,90	1,40	0,05	1,08

W58 - M71 1.60x2.5 dx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	3,12	0,88	12,08	0,90	1,40	0,05	1,16

W72 - M72 1.60x2.5 sx

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,16	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,86

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	3,12	0,88	12,08	0,90	1,40	0,05	1,16

W73 - M73 1.70x2.8

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,15	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,87

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	3,64	0,95	13,08	0,90	1,40	0,05	1,15

W1 - L1 1.40x1.40

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,23	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,82

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	1,41	0,55	7,28	0,90	1,40	0,05	1,23

W64 - S32 2.15x2.7

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,18	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,85

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	UI	Uw
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	4,43	1,38	18,82	0,90	1,40	0,05	1,18

W67 - S34 1.50x0.7

CONDUTTANZA UNITARIA		RESISTENZA UNITARIA	
Superficiale interna [W/(m ² ·K)]:	1,66	Superficiale interna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,60
Superficiale esterna [W/(m ² ·K)]:	25,00	Superficiale esterna(*) [(m ² ·K)/W]:	0,04
TRASMITTANZA		RESISTENZA TERMICA	
Totale (**) [W/(m ² ·K)]:	1,30	Totale [(m ² ·K)/W]:	0,77

TIPOLOGIA	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	U_l	U_w
	[m ²]	[m ²]	[m]	[W/m ² ° C]	[W/m ² ° C]	[W/m° C]	[W/m ² ° C]
SERRAMENTO SINGOLO	0,68	0,37	4,68	0,90	1,40	0,05	1,30

ALLEGATO 3

Verifica della condensa superficiale e interstiziale delle strutture edilizie secondo la norma UNI EN ISO13788.

Legenda

Ma	Massa di vapore per unità di superficie accumulata in corrispondenza di un'interfaccia	(kg/m)
R	Resistenza termica specifica	(m ² ·K/W)
T	temperatura	(°C)
Mu	Fattore di resistenza igroscopica	
fR_{si}	Fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna	
$fR_{si,min}$	Fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna	
S	Spessore dello strato corrente	(cm)

COPERTURA VENTILATA Stru0

Materiale	Mu	R	S
		[(m ² ·K)/W]	[cm]
Abete-flusso perpendicolare	60	0.18	2.2
Freno vapore	67	0.01	0.3
Fibra di legno	5	4.39	20
Fibra di legno	5	0.78	4
Freno vapore	67	0.01	0.2
Fattore di qualità = 0.9560		Totale: 5.66	Totale: 26.7

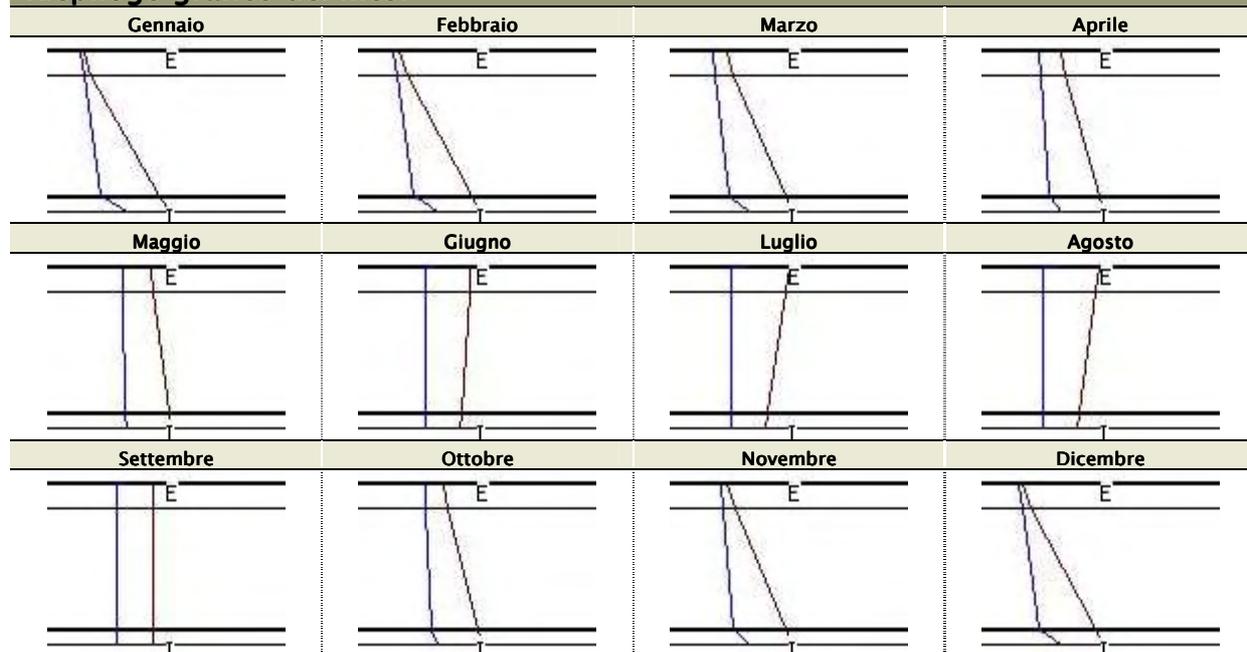
Risultati di calcolo

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Gennaio	1.4	85	20	65	0.57	1.51	16.6	0.8170	0	0
Febbraio	3.3	80	20	65	0.62	1.51	16.6	0.7960	0	0
Marzo	7.8	74	20	65	0.78	1.51	16.6	0.7210	0	0
Aprile	12.8	73	20	65	1.07	1.51	16.6	0.5270	0	0
Maggio	17.3	71	20	65	1.4	1.51	16.6		0	0
Giugno	21.6	71	20	65	1.82	1.51	16.6		0	0
Luglio	23.9	66	20	65	1.95	1.51	16.6		0	0
Agosto	23.5	68	20	65	1.96	1.51	16.6		0	0
Settembre	20.1	75	20	65	1.76	1.51	16.6		0	0
Ottobre	14	79	20	65	1.26	1.51	16.6	0.4320	0	0
Novembre	8.2	86	20	65	0.93	1.51	16.6	0.7110	0	0
Dicembre	3.2	86	20	65	0.66	1.51	16.6	0.7970	0	0

Verifiche normative

- 1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- 2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²
- 3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Riepilogo grafico dei mesi



PARETE ESTERNA SCHIERA Stru2

Materiale	Mu	R	S
		[(m ² ·K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0.02	1.5
Lat. alv. con isol. sp30 lambda	10	3.57	30
Polistirene lambda certif 0.03	70	2.02	8
Muratura mattone pieno UNI TS	9	0.17	12
Malta di calce o calce cemento	20	0.02	1.5
		Totale:	Totale:
Fattore di qualità = 0.9590		6.08	53

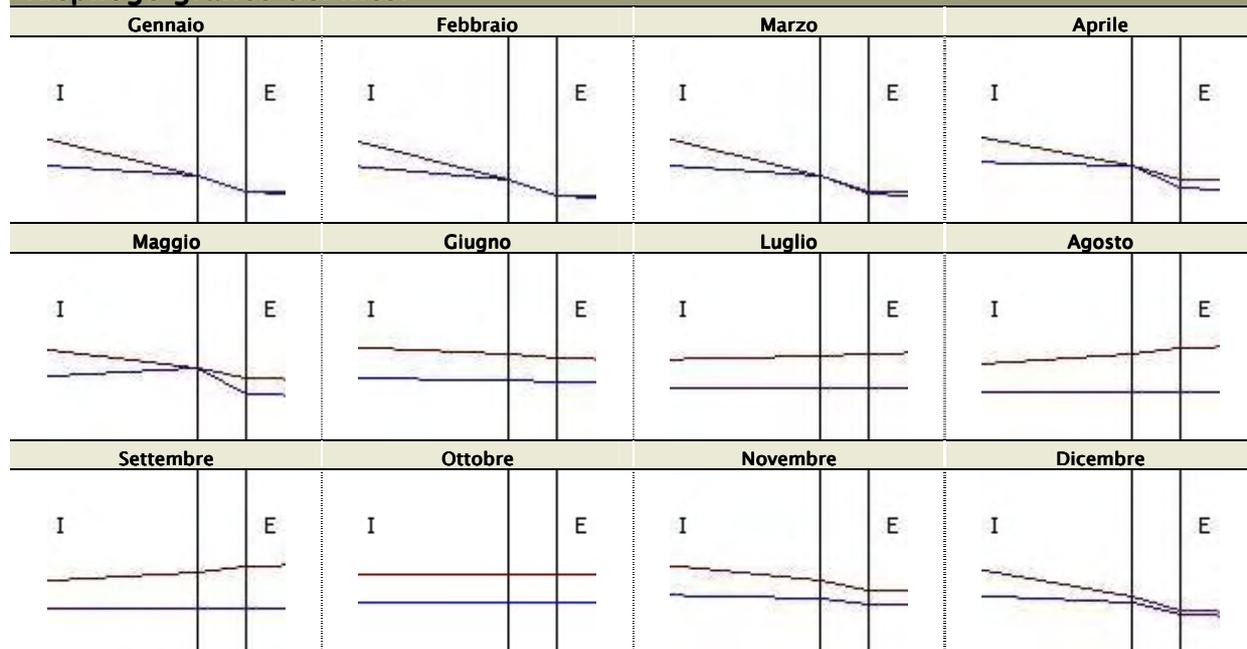
Risultati di calcolo

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Dicembre	3.2	86	20	65	0.66	1.51	16.6	0.7970	0.016	0.016
Gennaio	1.4	85	20	65	0.57	1.51	16.6	0.8170	0.029	0.045
Febbraio	3.3	80	20	65	0.62	1.51	16.6	0.7960	0.01	0.054
Marzo	7.8	74	20	65	0.78	1.51	16.6	0.7210	-0.035	0.019
Aprile	12.8	73	20	65	1.07	1.51	16.6	0.5270	-0.019	0
Maggio	17.3	71	20	65	1.4	1.51	16.6		0	0
Giugno	21.6	71	20	65	1.82	1.51	16.6		0	0
Luglio	23.9	66	20	65	1.95	1.51	16.6		0	0
Agosto	23.5	68	20	65	1.96	1.51	16.6		0	0
Settembre	20.1	75	20	65	1.76	1.51	16.6		0	0
Ottobre	14	79	20	65	1.26	1.51	16.6	0.4320	0	0
Novembre	8.2	86	20	65	0.93	1.51	16.6	0.7110	0	0

Verifiche normative

- 1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- 2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²
- 3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Riepilogo grafico dei mesi



PARETE ESTERNA FACCIA VISTA SCHIERA Stru3

Materiale	Mu	R	S
		[(m ² ·K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0.02	1.5
Lat. alv. con isol. sp30 lambda	10	3.57	30
Polistirene lambda certif 0.03	70	2.02	8
Muratura mattone pieno UNI TS	9	0.17	12
		Totale:	Totale:
Fattore di qualità = 0.9590		6.06	51.5

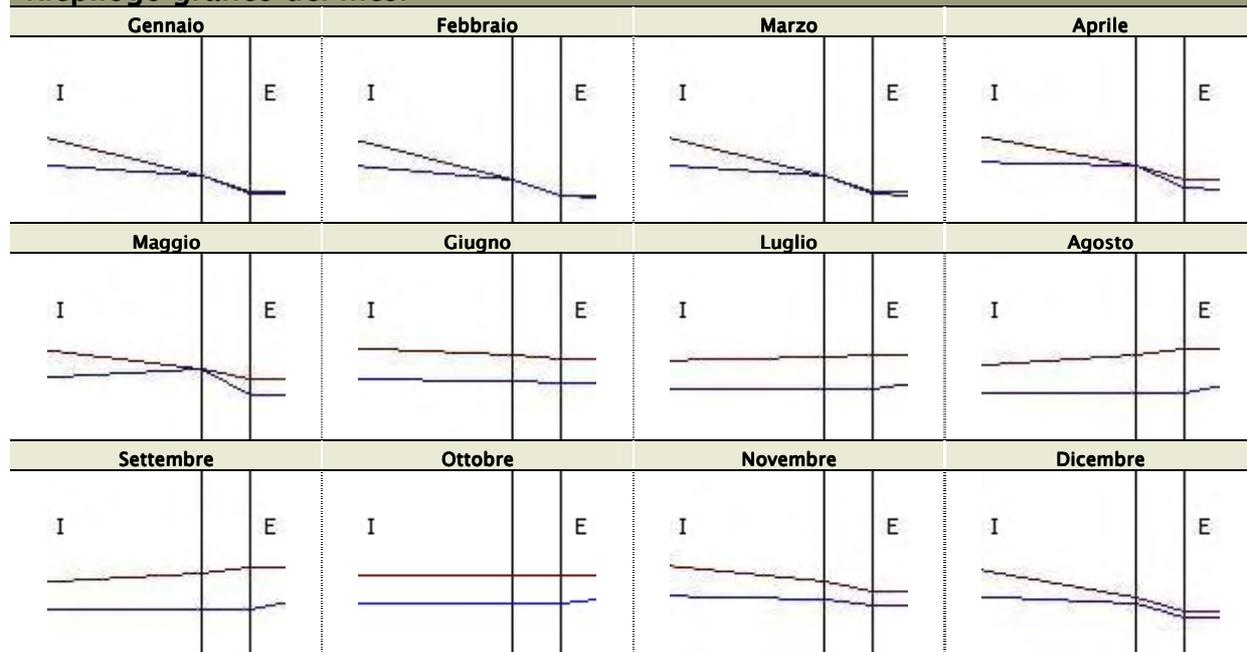
Risultati di calcolo

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Dicembre	3.2	86	20	65	0.66	1.51	16.6	0.7970	0.014	0.014
Gennaio	1.4	85	20	65	0.57	1.51	16.6	0.8170	0.029	0.043
Febbraio	3.3	80	20	65	0.62	1.51	16.6	0.7960	0.01	0.052
Marzo	7.8	74	20	65	0.78	1.51	16.6	0.7210	-0.037	0.015
Aprile	12.8	73	20	65	1.07	1.51	16.6	0.5270	-0.015	0
Maggio	17.3	71	20	65	1.4	1.51	16.6		0	0
Giugno	21.6	71	20	65	1.82	1.51	16.6		0	0
Luglio	23.9	66	20	65	1.95	1.51	16.6		0	0
Agosto	23.5	68	20	65	1.96	1.51	16.6		0	0
Settembre	20.1	75	20	65	1.76	1.51	16.6		0	0
Ottobre	14	79	20	65	1.26	1.51	16.6	0.4320	0	0
Novembre	8.2	86	20	65	0.93	1.51	16.6	0.7110	0	0

Verifiche normative

- 1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- 2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²
- 3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Riepilogo grafico dei mesi



SOLAIO SOTTO TERRAZZE Stru10

Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0.02	1.5
Solaio in laterizio da 20 cm	9	0.32	20
C.l.s. p.i. 2400kg/m ³	100	0.02	4
Polistirene lambda certif 0.03	70	2.53	10
Polistirene lambda certif 0.03	70	2.53	10
Cls alleggerito	20	0.22	4
Sottofondo in cls magro	60	0.04	4
Malta elastica a base cementiz	1200	0.01	1
Piastrelle per esterno	200	0.02	1.5
		Totale:	Totale:
Fattore di qualità = 0.9580		5.99	56

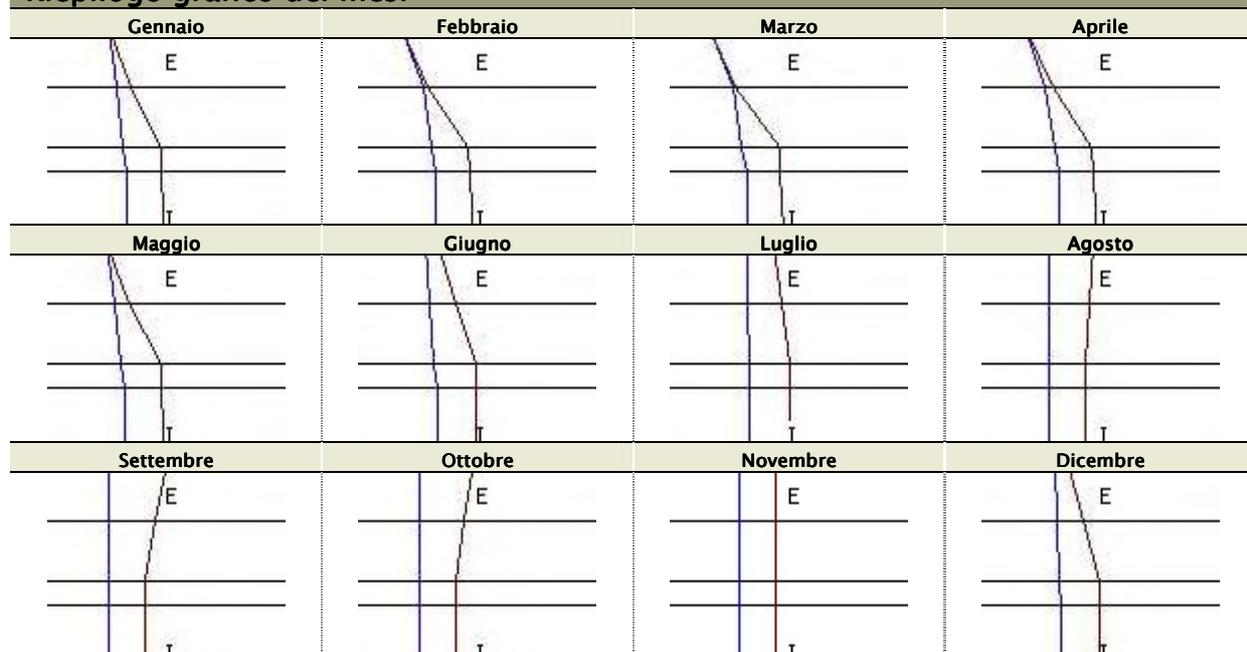
Risultati di calcolo

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Novembre	8.2	86	20	65	0.93	1.51	16.6	0.7110	0.023	0.023
Dicembre	3.2	86	20	65	0.66	1.51	16.6	0.7970	0.022	0.045
Gennaio	1.4	85	20	65	0.57	1.51	16.6	0.8170	0.022	0.067
Febbraio	3.3	80	20	65	0.62	1.51	16.6	0.7960	0.019	0.086
Marzo	7.8	74	20	65	0.78	1.51	16.6	0.7210	0.023	0.109
Aprile	12.8	73	20	65	1.07	1.51	16.6	0.5270	-0.011	0.097
Maggio	17.3	71	20	65	1.4	1.51	16.6		-0.017	0.08
Giugno	21.6	71	20	65	1.82	1.51	16.6		-0.022	0.058
Luglio	23.9	66	20	65	1.95	1.51	16.6		-0.03	0.028
Agosto	23.5	68	20	65	1.96	1.51	16.6		-0.028	0
Settembre	20.1	75	20	65	1.76	1.51	16.6		0	0
Ottobre	14	79	20	65	1.26	1.51	16.6	0.4320	0	0

Verifiche normative

- 1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- 2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²
- 3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Riepilogo grafico dei mesi



PARETE ESTERNA LINEA Stru14

Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0.02	1.5
Lat. alv. con isol sp36.5 lamb	10	4.35	36.5
Sistema cappotto: Adesivo	25	0	0.2
Polistirene lambda certif 0.03	70	2.02	8
Sistema cappotto: Rasatura con	25	0.01	0.7
Sistema cappotto: Primer e Ri	140	0	0.1
		Totale:	Totale:
Fattore di qualità = 0.9630		6.69	47

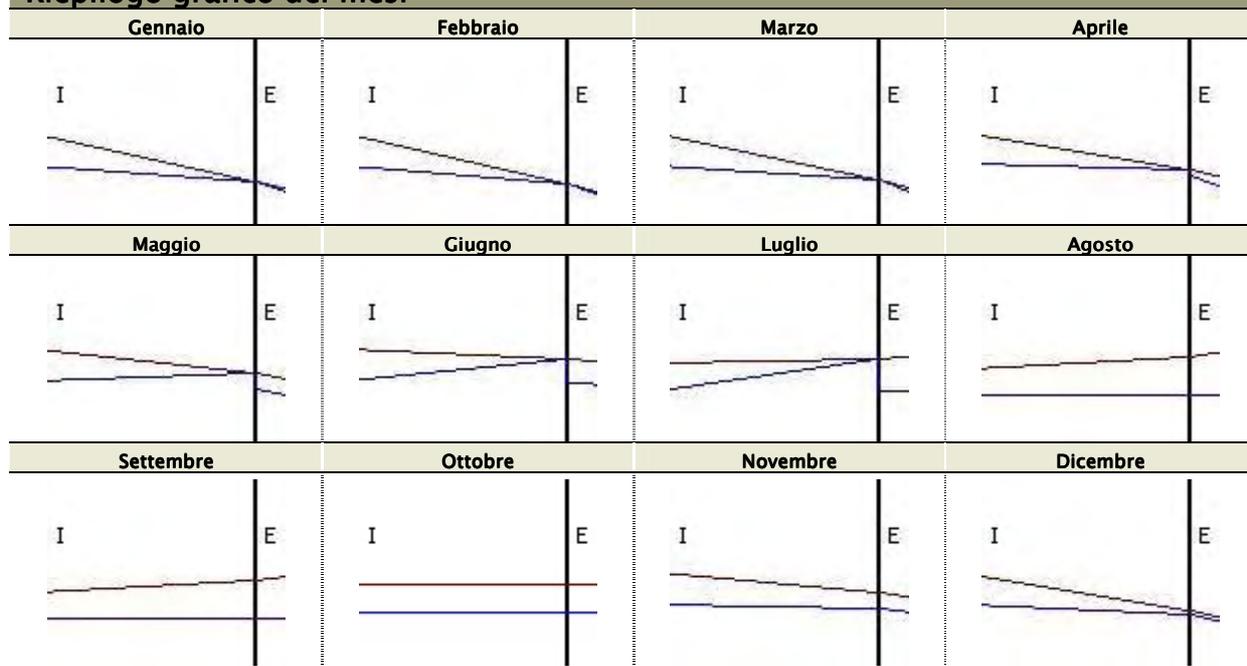
Risultati di calcolo

Mese	Te [°C]	URe [%]	Ti [°C]	Uri [%]	Pe [kPa]	Pi [kPa]	Tmin [°C]	FRsi	Gc [kg/m ²]	Ma [kg/m ²]
Dicembre	3.2	86	20	65	0.66	1.51	16.6	0.7970	0.056	0.056
Gennaio	1.4	85	20	65	0.57	1.51	16.6	0.8170	0.068	0.124
Febbraio	3.3	80	20	65	0.62	1.51	16.6	0.7960	0.05	0.174
Marzo	7.8	74	20	65	0.78	1.51	16.6	0.7210	-0.031	0.143
Aprile	12.8	73	20	65	1.07	1.51	16.6	0.5270	-0.054	0.089
Maggio	17.3	71	20	65	1.4	1.51	16.6		-0.059	0.029
Giugno	21.6	71	20	65	1.82	1.51	16.6		-0.029	0
Luglio	23.9	66	20	65	1.95	1.51	16.6		0	0
Agosto	23.5	68	20	65	1.96	1.51	16.6		0	0
Settembre	20.1	75	20	65	1.76	1.51	16.6		0	0
Ottobre	14	79	20	65	1.26	1.51	16.6	0.4320	0	0
Novembre	8.2	86	20	65	0.93	1.51	16.6	0.7110	0	0

Verifiche normative

- 1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- 2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²
- 3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Riepilogo grafico dei mesi



PARETE ESTERNA LINEA CON RIVESTIM Stru 15

Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0.02	1.5
Lat. alv. con isol sp36.5 lamb	10	4.35	36.5
Sistema cappotto: Adesivo	25	0	0.2
Polistirene lambda certif 0.03	70	2.02	8
Sistema cappotto: Rasatura con	25	0.01	0.7
Sistema cappotto: Primer e Ri	140	0	0.1
Muratura mattone pieno UNI TS	9	0.08	6
		Totale:	Totale:
Fattore di qualità = 0.9630		6.77	53

Risultati di calcolo

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Dicembre	3.2	86	20	65	0.66	1.51	16.6	0.7970	0.049	0.049
Gennaio	1.4	85	20	65	0.57	1.51	16.6	0.8170	0.03	0.079
Febbraio	3.3	80	20	65	0.62	1.51	16.6	0.7960	0.037	0.116
Marzo	7.8	74	20	65	0.78	1.51	16.6	0.7210	-0.029	0.087
Aprile	12.8	73	20	65	1.07	1.51	16.6	0.5270	-0.051	0.036
Maggio	17.3	71	20	65	1.4	1.51	16.6		-0.036	0
Giugno	21.6	71	20	65	1.82	1.51	16.6		0	0
Luglio	23.9	66	20	65	1.95	1.51	16.6		0	0
Agosto	23.5	68	20	65	1.96	1.51	16.6		0	0
Settembre	20.1	75	20	65	1.76	1.51	16.6		0	0
Ottobre	14	79	20	65	1.26	1.51	16.6	0.4320	0	0
Novembre	8.2	86	20	65	0.93	1.51	16.6	0.7110	0	0

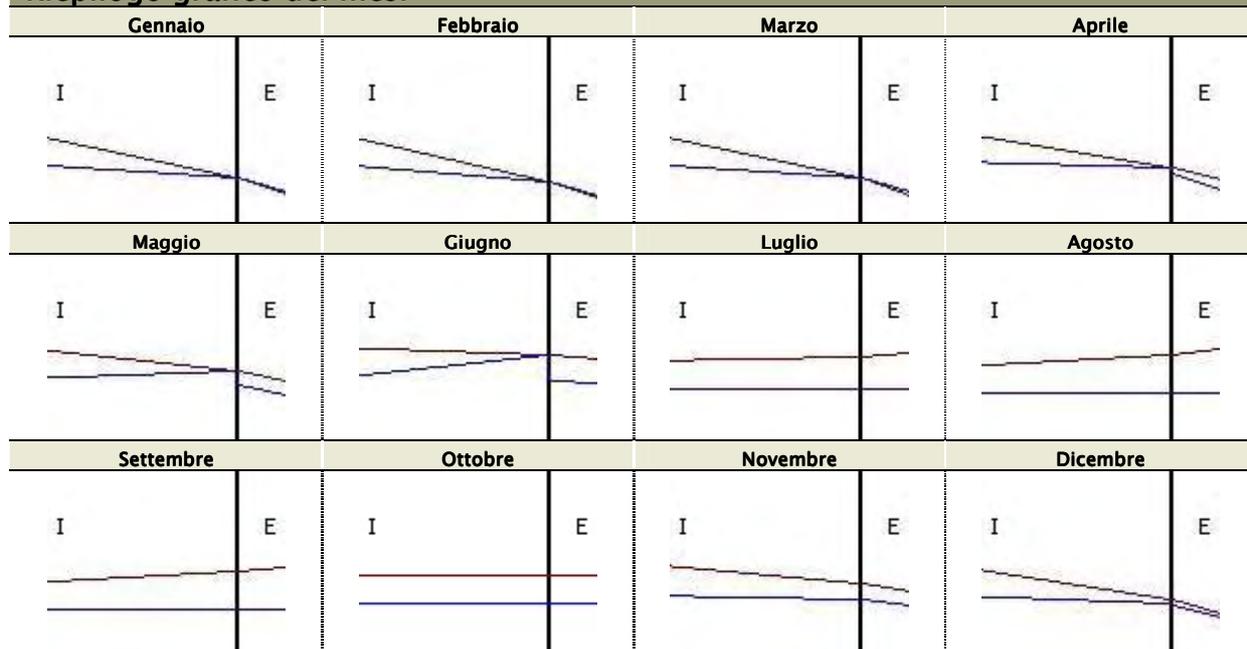
Verifiche normative

1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²

3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Riepilogo grafico dei mesi



COPERTURA VENTILATA LINEA Stru0

Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Abete-flusso perpendicolare	60	0.18	2.2
Freno vapore	67	0.01	0.3
Fibra di legno	5	4.39	20
Fibra di legno	5	0.78	4
Freno vapore	67	0.01	0.2
Fattore di qualità = 0.9560		Totale: 5.66	Totale: 26.7

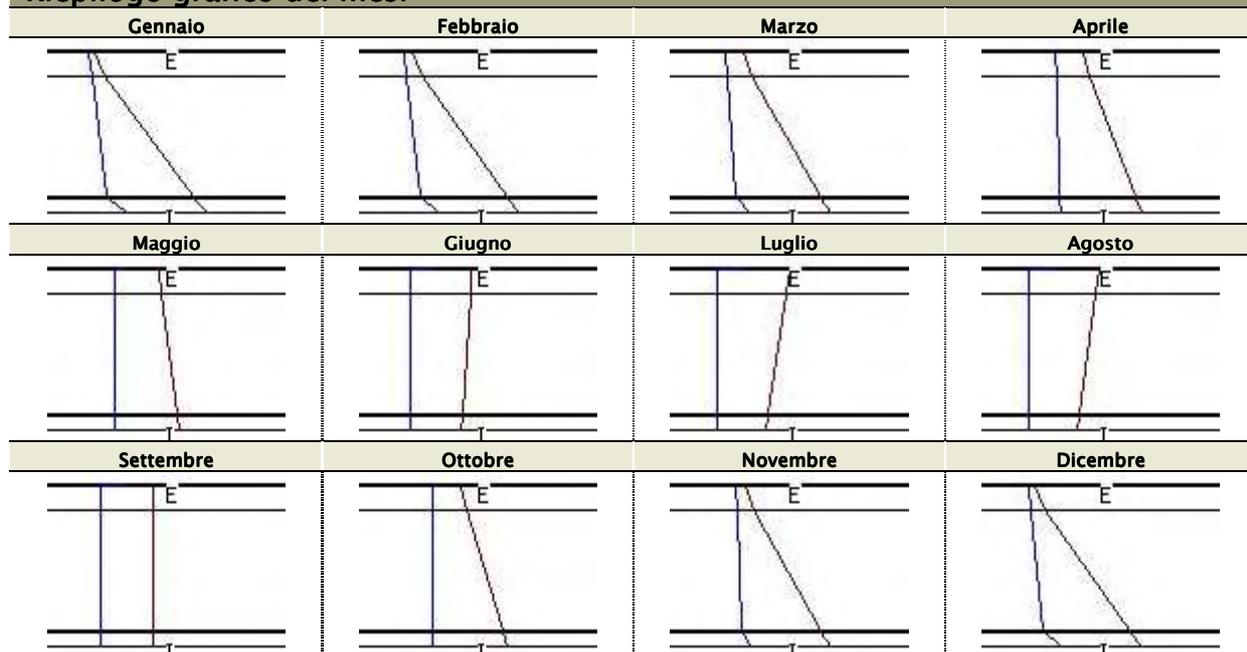
Risultati di calcolo

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Gennaio	1.4	85	20	50	0.57	1.16	12.5	0.5990	0	0
Febbraio	3.3	80	20	50	0.62	1.16	12.5	0.5530	0	0
Marzo	7.8	74	20	50	0.78	1.16	12.5	0.3880	0	0
Aprile	12.8	73	20	50	1.07	1.16	12.5		0	0
Maggio	17.3	71	20	50	1.4	1.16	12.5		0	0
Giugno	21.6	71	20	50	1.82	1.16	12.5		0	0
Luglio	23.9	66	20	50	1.95	1.16	12.5		0	0
Agosto	23.5	68	20	50	1.96	1.16	12.5		0	0
Settembre	20.1	75	20	50	1.76	1.16	12.5		0	0
Ottobre	14	79	20	50	1.26	1.16	12.5		0	0
Novembre	8.2	86	20	50	0.93	1.16	12.5	0.3670	0	0
Dicembre	3.2	86	20	50	0.66	1.16	12.5	0.5560	0	0

Verifiche normative

- 1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- 2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²
- 3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Riepilogo grafico dei mesi



PAVIMENTO SU PORTICO ESTERNO Stru 18

Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Piastrelle in ceramica	200	0.02	1.5
Sottofondo in cls magro	60	0.07	6.5
Pannello isolante impianto rad	180	1.3	5
Cls alleggerito	20	0.78	14
C.l.s. p.i. 2400kg/m ³	100	0.02	4
Solaio in laterizio da 20 cm	9	0.32	20
Sistema cappotto: Adesivo	25	0	0.2
Polistirene lambda certif 0.03	70	2.02	8
Sistema cappotto: Rasatura con	25	0.01	0.7
Sistema cappotto: Primer e Ri	140	0	0.1
		Totale:	Totale:
Fattore di qualità = 0.9480		4.83	60

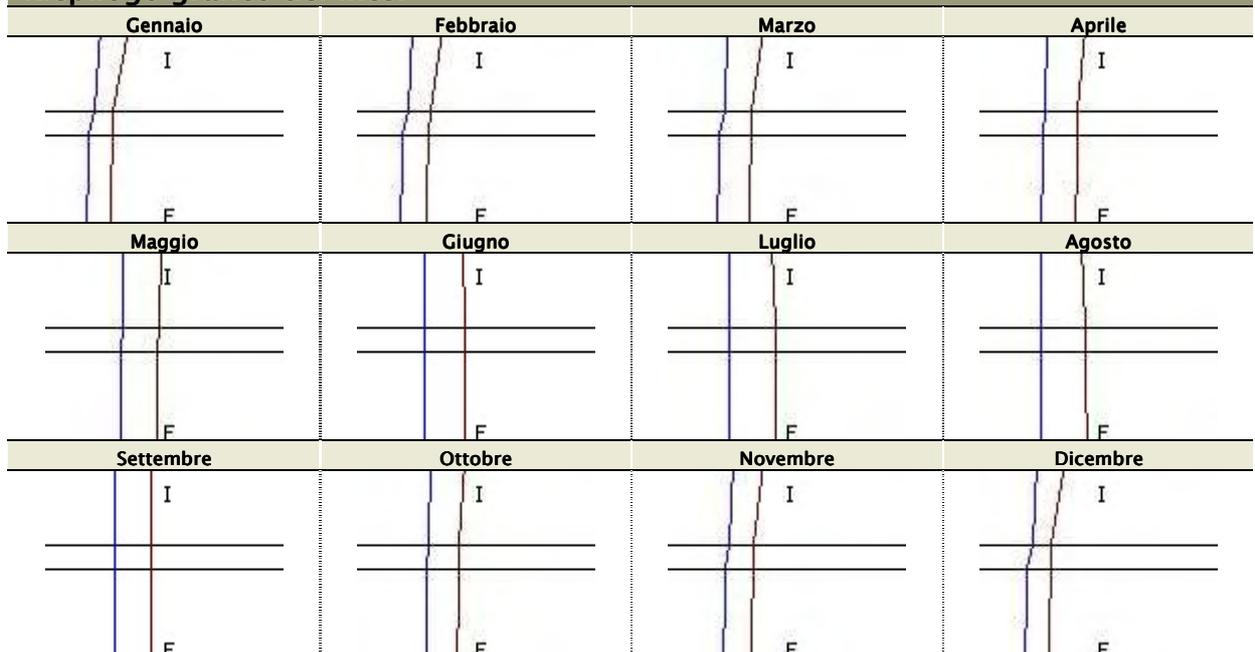
Risultati di calcolo

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	PI	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Gennaio	1.4	85	20	65	0.57	1.51	16.6	0.8170	0	0
Febbraio	3.3	80	20	65	0.62	1.51	16.6	0.7960	0	0
Marzo	7.8	74	20	65	0.78	1.51	16.6	0.7210	0	0
Aprile	12.8	73	20	65	1.07	1.51	16.6	0.5270	0	0
Maggio	17.3	71	20	65	1.4	1.51	16.6		0	0
Giugno	21.6	71	20	65	1.82	1.51	16.6		0	0
Luglio	23.9	66	20	65	1.95	1.51	16.6		0	0
Agosto	23.5	68	20	65	1.96	1.51	16.6		0	0
Settembre	20.1	75	20	65	1.76	1.51	16.6		0	0
Ottobre	14	79	20	65	1.26	1.51	16.6	0.4320	0	0
Novembre	8.2	86	20	65	0.93	1.51	16.6	0.7110	0	0
Dicembre	3.2	86	20	65	0.66	1.51	16.6	0.7970	0	0

Verifiche normative

- 1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- 2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²
- 3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Riepilogo grafico dei mesi



PARETE ESTERNA MERCATO Stru19

Materiale	Mu	R	S
		[(m ² ·K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0.02	1.5
Lat. alv. con isol sp36.5 lamb	10	4.35	36.5
Sistema cappotto: Adesivo	25	0	0.2
Polistirene lambda certif 0.03	70	2.02	8
Sistema cappotto: Rasatura con	25	0.01	0.7
Sistema cappotto: Primer e Ri	140	0	0.1
		Totale:	Totale:
Fattore di qualità = 0.9630		6.69	47

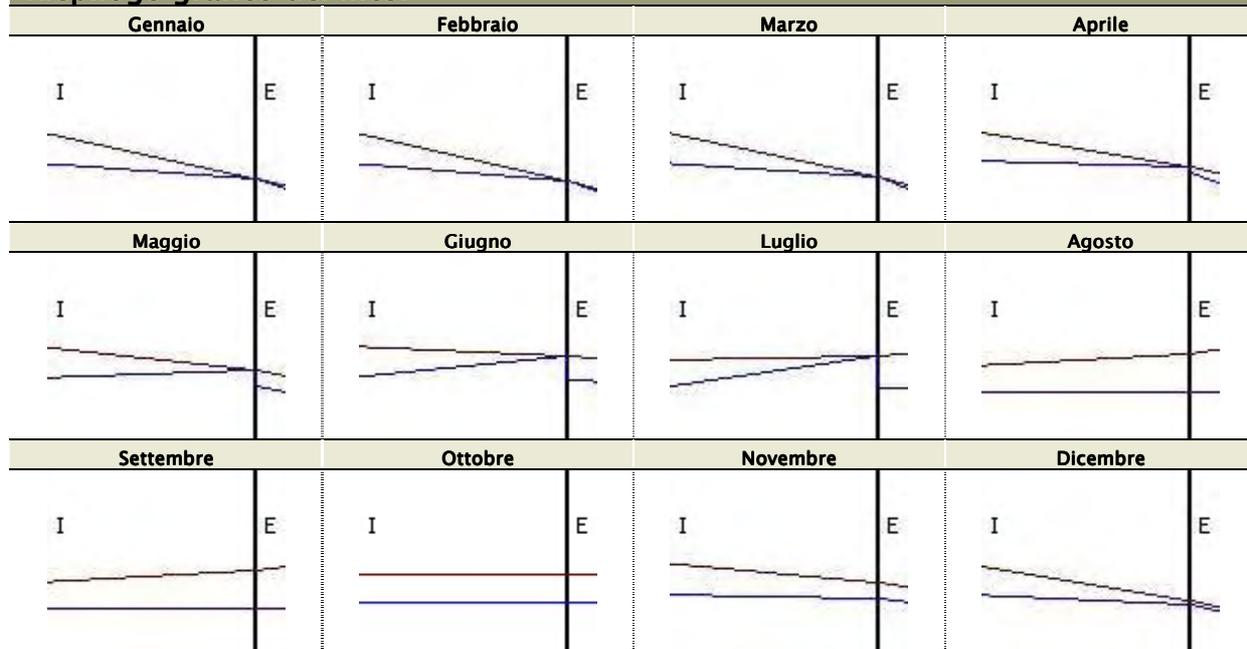
Risultati di calcolo

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Dicembre	3.2	86	20	65	0.66	1.51	16.6	0.7970	0.056	0.056
Gennaio	1.4	85	20	65	0.57	1.51	16.6	0.8170	0.068	0.124
Febbraio	3.3	80	20	65	0.62	1.51	16.6	0.7960	0.05	0.174
Marzo	7.8	74	20	65	0.78	1.51	16.6	0.7210	-0.031	0.143
Aprile	12.8	73	20	65	1.07	1.51	16.6	0.5270	-0.054	0.089
Maggio	17.3	71	20	65	1.4	1.51	16.6		-0.059	0.029
Giugno	21.6	71	20	65	1.82	1.51	16.6		-0.029	0
Luglio	23.9	66	20	65	1.95	1.51	16.6		0	0
Agosto	23.5	68	20	65	1.96	1.51	16.6		0	0
Settembre	20.1	75	20	65	1.76	1.51	16.6		0	0
Ottobre	14	79	20	65	1.26	1.51	16.6	0.4320	0	0
Novembre	8.2	86	20	65	0.93	1.51	16.6	0.7110	0	0

Verifiche normative

- 1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- 2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²
- 3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Riepilogo grafico dei mesi



PARETE ESTERNA MERCATO CON LEGNO Stru20

Materiale	Mu	R	S
		[(m ² ·K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0.02	1.5
Lat. alv. con isol sp36.5 lamb	10	4.35	36.5
Sistema cappotto: Adesivo	25	0	0.2
Polistirene lambda certif 0.03	70	2.02	8
Sistema cappotto: Rasatura con	25	0.01	0.7
Abete-flusso perpendicolare	60	0.18	2.2
		Totale:	Totale:
Fattore di qualità = 0.9640		6.87	49.1

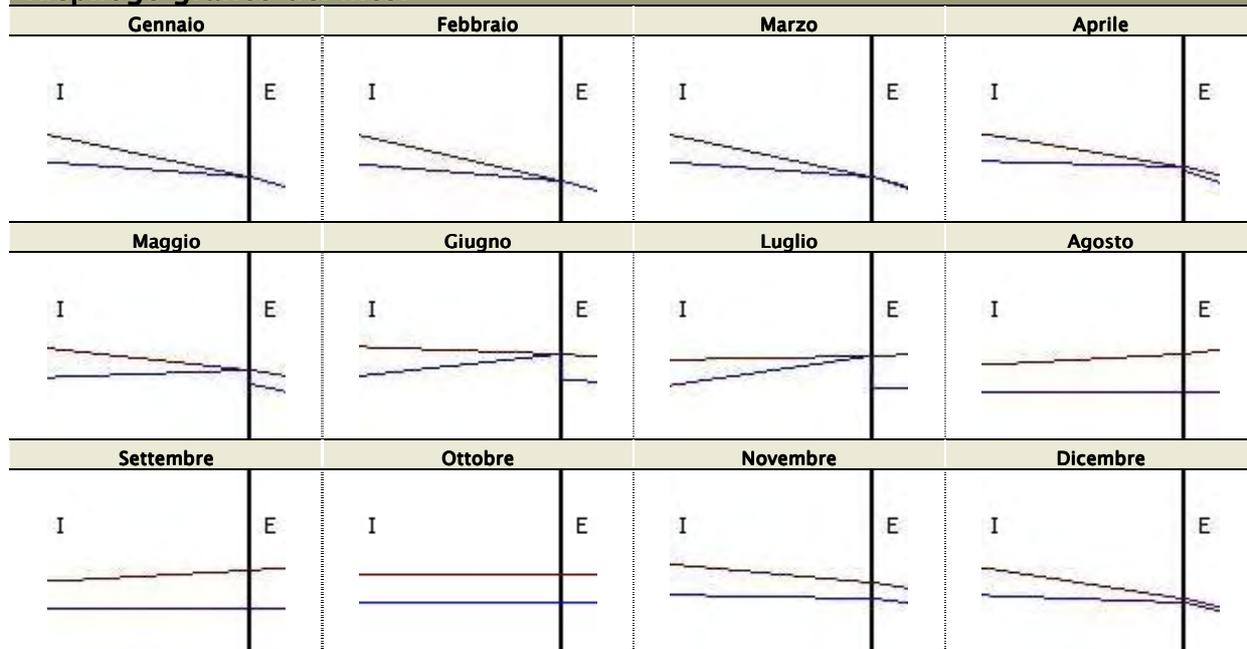
Risultati di calcolo

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Dicembre	3.2	86	20	65	0.66	1.51	16.6	0.7970	0.053	0.053
Gennaio	1.4	85	20	65	0.57	1.51	16.6	0.8170	0.065	0.119
Febbraio	3.3	80	20	65	0.62	1.51	16.6	0.7960	0.047	0.166
Marzo	7.8	74	20	65	0.78	1.51	16.6	0.7210	-0.027	0.139
Aprile	12.8	73	20	65	1.07	1.51	16.6	0.5270	-0.047	0.092
Maggio	17.3	71	20	65	1.4	1.51	16.6		-0.051	0.041
Giugno	21.6	71	20	65	1.82	1.51	16.6		-0.041	0
Luglio	23.9	66	20	65	1.95	1.51	16.6		0	0
Agosto	23.5	68	20	65	1.96	1.51	16.6		0	0
Settembre	20.1	75	20	65	1.76	1.51	16.6		0	0
Ottobre	14	79	20	65	1.26	1.51	16.6	0.4320	0	0
Novembre	8.2	86	20	65	0.93	1.51	16.6	0.7110	0	0

Verifiche normative

- 1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- 2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²
- 3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Riepilogo grafico dei mesi



PARETE ESTERNA IN TESTATA SCHIERA Stru32

Materiale	Mu	R	S
		[(m ² · K)/W]	[cm]
Malta di calce o calce cemento	20	0.02	1.5
Lat. alv. con isol. sp30 lambda	10	3.57	30
Polistirene lambda certif 0.03	70	3.03	12
Muratura mattone pieno UNI TS	9	0.17	12
Malta di calce o calce cemento	20	0.02	1.5
		Totale:	Totale:
Fattore di qualità = 0.9650		7.09	57

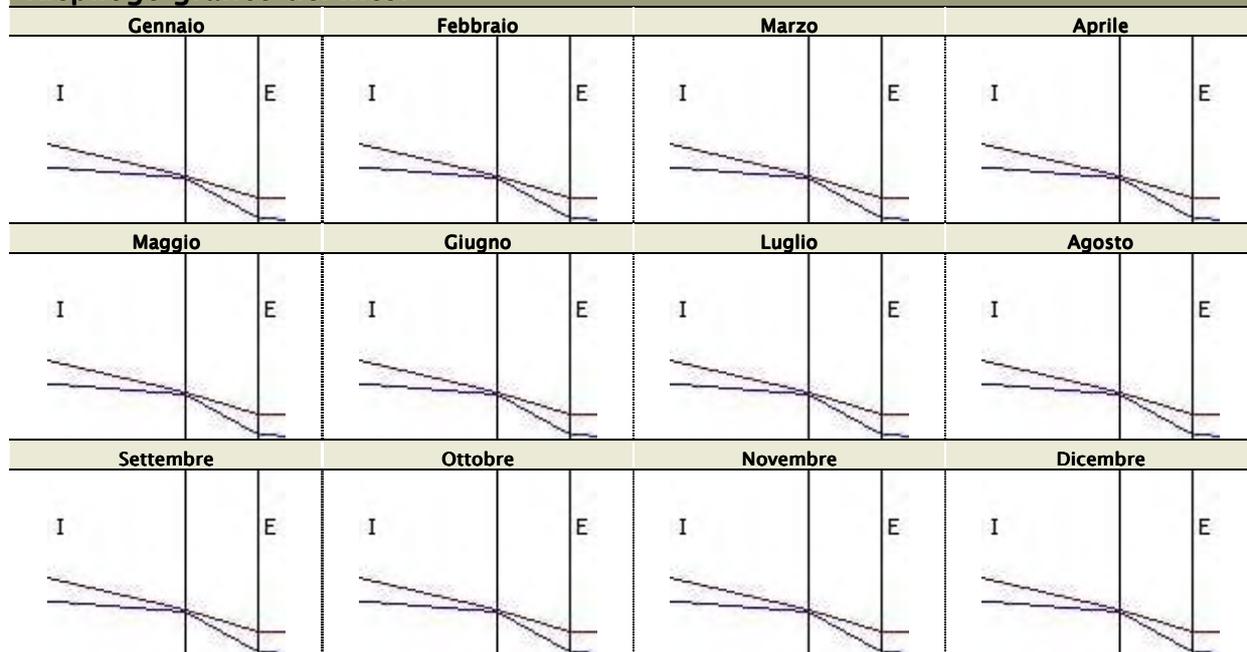
Risultati di calcolo

Mese	Te	URe	Ti	Uri	Pe	Pi	Tmin	FRsi	Gc	Ma
	[°C]	[%]	[°C]	[%]	[kPa]	[kPa]	[°C]		[kg/m ²]	[kg/m ²]
Gennaio	0		20	65	0	1.51	16.6	0.8300	0	0
Febbraio	0		20	65	0	1.51	16.6	0.8300	0	0
Marzo	0		20	65	0	1.51	16.6	0.8300	0	0
Aprile	0		20	65	0	1.51	16.6	0.8300	0	0
Maggio	0		20	65	0	1.51	16.6	0.8300	0	0
Giugno	0		20	65	0	1.51	16.6	0.8300	0	0
Luglio	0		20	65	0	1.51	16.6	0.8300	0	0
Agosto	0		20	65	0	1.51	16.6	0.8300	0	0
Settembre	0		20	65	0	1.51	16.6	0.8300	0	0
Ottobre	0		20	65	0	1.51	16.6	0.8300	0	0
Novembre	0		20	65	0	1.51	16.6	0.8300	0	0
Dicembre	0		20	65	0	1.51	16.6	0.8300	0	0

Verifiche normative

- 1) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- 2) La quantità di condensato **non supera** i 0.5 kg/m²
- 3) La struttura **non è** soggetta a fenomeni di condensa superficiale

Riepilogo grafico dei mesi



ALLEGATO 4

Ipotesi progettuali per la determinazione delle potenze di progetto per il riscaldamento

Ventilazione meccanica

La ventilazione degli ambienti è effettuata da un sistema di ventilazione meccanica controllata (VMC) a portata variabile con recuperatore statico di calore ad alta efficienza. Per le destinazioni residenziali il numero di ricambi orari fissato per la determinazione delle potenze di progetto è stato determinato secondo le indicazioni dell'Appendice Nazionale della Norma UNI 12831 e secondo le disposizioni del regolamento d'igiene e sanità pubblica del Comune di Ferrara. Per i diversi ambienti esso risulta pari a:

- 1.5 Vol/h per le cucine;
- 2 Vol/h per i bagni finestrati;
- 5 Vol/h per i bagni ciechi;
- 0.5 Vol/h per tutte le altre stanze.

Le portate d'aria di tutti gli ambienti e di tutte le tipologie edilizie sono riportate nelle Tabelle A4.1, A4.2 e A4.3.

Per le destinazioni ad uso commerciale, il numero di ricambi orari imposto per la determinazione delle potenze di progetto, è stato determinato secondo le indicazioni della UNI 10339 e secondo le disposizioni del regolamento di igiene e sanità pubblica del Comune di Ferrara, per i diversi ambienti risulta di 3 Vol/h.

Tutti i dati relativi alle condizioni dell'aria interna ed esterna per il periodo invernale ed estivo sono riportati nelle Tabella A4.4.

Tabella A4.1 - Portate d'aria di progetto-Tipologia schiera

TIPOLOGIA SCHIERA			
STANZA	VOLUME (m ³)	RICAMBI ORARI (Vol/h)	PORTATE (m ³ /h)
Soggiorno	82.95	0.5	41.475
Cucina	24.71	1.5	37.065
Dis.	12.63	0.5	6.315
Garage	46.85	0.5	23.425
Rip.	5.29	0.5	2.645
Vano scala	36.88	0.5	18.44
Camera matr.	40.46	0.5	20.23
Camera in angolo	49.68	0.5	24.84
Camera	32.9	0.5	16.45
Dis. P1	29.17	0.5	14.585
Rip.	7.08	0.5	3.54
Bagno PT	9.37	5	46.85
Bagno P1 sul retro	21.5	2	43
Bagno	20.86	2	41.72
TOTALE	420.3		340.6

Tabella A4.2 - Portate d'aria di progetto-Tipologia mercato

TIPOLOGIA MERCATO			
STANZA	VOLUME (m ³)	RICAMBI ORARI (Vol/h)	PORTATE (m ³ /h)
Appartamenti 1 e 8			
Living	60.56	0.5	30.28
Camera matr	38.49	0.5	19.245
Bagno	11.03	2	22.06
Dis.	7.73	0.5	3.865
TOTALE	117.81		75.45
Appartamenti 2 e 9			
Soggiorno	59.53	0.5	29.765
Bagno	10.05	2	20.1
Camera matr	43.84	0.5	21.92
Bagno	13.27	2	26.54
A.Cottura	11.06	0.5	5.53
Camera	39.23	0.5	19.615
Dis.	8.31	0.5	4.155
TOTALE	185.29		127.625
Appartamenti 3 e 10			
Soggiorno	61.56	0.5	30.78
Cucina	24.49	1.5	36.735
Bagno	11.6	2	23.2
Dis.	8.38	0.5	4.19
Bagno	10.35	2	20.7
Camera matr	41.19	0.5	20.595
TOTALE	117.81		75.45
Appartamenti 4 e 11			
Soggiorno	62.51	0.5	31.255
Cucina	24.6	1.5	36.9
Bagno	11.6	2	23.2
Dis.	8.7	0.5	4.35
Dis.	5.32	0.5	2.66
Camera matr	32.42	0.5	16.21
Camera matr	40.52	0.5	20.26
Bagno	10.4	2	20.8
TOTALE	196.07		155.63
Appartamenti 3 e 10			
Soggiorno	61.56	0.5	30.78
Cucina	24.49	1.5	36.735
Bagno	11.6	2	23.2
Dis.	8.38	0.5	4.19
Bagno	10.35	2	20.7
Camera matr	41.19	0.5	20.595
TOTALE	117.81		75.45
Appartamenti 5 e 12			
Living	60.6	0.5	30.3
Camera matr	38.38	0.5	19.19
Bagno	11.03	2	22.06
Dis.	7.73	0.5	3.865
TOTALE	117.74		75.4

Tab. A4.2 - continua

TIPOLOGIA MERCATO			
STANZA	VOLUME (m ³)	RICAMBI ORARI (Vol/h)	PORTATE (m ³ /h)
Appartamenti 6 e 13			
Living	57.24	0.5	28.62
Camera matr	39.23	0.5	19.615
Bagno	13.27	2	26.54
Dis.	8.31	0.5	4.155
TOTALE	118.05		78.93
Appartamenti 7 e 14			
Soggiorno	49.59	0.5	24.795
A.Cottura	14.61	0.5	7.305
Ingresso	8.89	0.5	4.445
Bagno	10.56	2	21.12
Dis.	14.37	0.5	7.185
Camera matr	40.54	0.5	20.27
Bagno	15.07	2	30.14
Camera	30.55	0.5	15.275
TOTALE	184.18		130.53

Tabella A4.3 - Portate d'aria di progetto-Tipologia in linea

TIPOLOGIA IN LINEA			
STANZA	VOLUME (m ³)	RICAMBI ORARI (Vol/h)	PORTATE (m ³ /h)
Appartamenti 1 e 4			
Letto matr.	37.65	0.5	18.825
Living room	69.19	0.5	34.595
Bagno a L	10.33	2	20.66
Rip.	2.73	0.5	1.365
Bagno	10.87	2	21.74
Camera singola	26.21	0.5	13.105
Dis.	10.91	0.5	5.455
TOTALE	167.89		115.745
Appartamenti 2 e 3			
Living room	69.11	0.5	34.555
Dis.	12.6	0.5	6.3
Rip.	3.2	0.5	1.6
Camera singola	32.9	0.5	16.45
Bagno davanti	12.76	2	25.52
Bagno retro	13.46	2	26.92
Letto matr.	37.69	0.5	18.845
TOTALE	181.72		130.19
Appartamenti 5 e 8			
Camera matr.	37.65	0.5	18.825
Living room	90.37	0.5	45.185
Bagno a L	10.33	2	20.66
Bagno	10.87	2	21.74
Rip.	2.73	0.5	1.365
Camera singola	26.21	0.5	13.105
Dis.	10.91	0.5	5.455
Soppalco	18.49	0.5	9.245
TOTALE	207.56		135.58
Appartamenti 6 e 7			
Dis.	12.6	0.5	6.3
Rip.	3.2	0.5	1.6
Bagno	12.76	2	25.52
Bagno sul retro	13.46	2	26.92
Camera singola	32.9	0.5	16.45
Living room	90.26	0.5	45.13
Camera matr.	37.69	0.5	18.845
Soppalco	18.47	0.5	9.235
TOTALE	221.34		150

Tabella A4.4 - Dati di progetto per la ventilazione meccanica in condizioni invernali

Condizioni dell'aria esterna	
Temperatura (secondo UNI 12831)	-5°C
Umidità relativa	75%
Condizioni dell'aria interna	
Temperatura (secondo UNI 12831)	20°C
Umidità relativa (secondo UNI 12831)	50%

ALLEGATO 5

Ipotesi progettuali per la determinazione dei carichi termici di progetto per il raffrescamento

Ventilazione meccanica

La ventilazione degli ambienti è effettuata da un sistema di ventilazione meccanica controllata (VMC) a portata variabile con recuperatore statico del calore ad alta efficienza.

Per le destinazioni residenziali il numero di ricambi orari fissato per la determinazione delle potenze di progetto è stato determinato secondo le indicazioni dell'Appendice Nazionale della Norma UNI 12831, la norma UNI 10339 e secondo le disposizioni del regolamento d'igiene e sanità pubblica del Comune di Ferrara. Per i diversi ambienti esso risulta pari a:

- 1.5 Vol/h per le cucine;
- 2 Vol/h per i bagni finestrati;
- 5 Vol/h per i bagni ciechi;
- 0.5 Vol/h per tutte le altre stanze.

Le portate d'aria di tutti gli ambienti e di tutte le tipologie edilizie sono riportate nell'Allegato 4, nelle Tabelle A4.1, A4.2, A4.3.

Per le destinazioni ad uso commerciale il numero di ricambi orari fissato per la determinazione delle potenze di progetto è stato determinato secondo le indicazioni della UNI 10339 e secondo le disposizioni del Regolamento d'igiene e sanità pubblica del Comune di Ferrara. Per i diversi ambienti risulta pari a 3 Vol/h.

Tutti i dati relativi alle condizioni dell'aria esterna e interna per il periodo estivo sono riportati nella tabella A5.1.

Tabella A5.1 - Dati di progetto per la ventilazione meccanica in condizioni estive

Condizioni dell'aria esterna	
Temperatura (secondo UNI 12831)	32°C
Umidità relativa	45%
Condizioni dell'aria interna	
Temperatura	26°C
Umidità relativa	50%

Apporti gratuiti

Il calcolo dei carichi termici estivi è influenzato dalla presenza delle persone e di apparecchi di illuminazione o altre apparecchiature. Per la scelta dei valori di progetto si è fatto riferimento alla norma UNI 11300-1, par. 13.1.2 in cui dopo i dati per la

valutazione energetica standard (di cui all'allegato 6) si trovano i dati per una valutazione adattata all'utenza. Al fine della determinazione dei carichi estivi si è quindi definito un profilo di utilizzo che vede un picco di potenza per occupazione, illuminazione e apparecchi vari per pari 12W/m^2 nelle ore dalle 17 alle 23 e una riduzione del picco al 40% dalle 24 alle 7 e al 40% dalle 7 alle 16.

In particolare: per le persone il carico di picco è stato assunto pari a 3W/m^2 per calore sensibile e 3W/m^2 per calore latente (indice di affollamento di 0.04 persone a m^2 da UNI10339); per l'illuminazione si è ipotizzata la presenza di sole apparecchiature variabilmente accese per un carico pari a 3W/m^2 ; per gli apparecchi sono stati considerati apporti per 1.5W/m^2 per sensibile e altrettanti per latente.

Fattore di shading

Ai fini del calcolo dei carichi termici estivi è occorre definire il fattore di shading del vetro più il contributo di eventuali schermi. Ai fini del calcolo dei carichi termici estivi non è stata considerata la presenza della ante mobili perché la loro efficacia dipende dal comportamento dell'utente. E pertanto è stato conteggiato il solo fattore di shading proprio del vetro, nel progetto mediamente pari a 0.52.

ALLEGATO 6

Ipotesi progettuali per la determinazione dell'energia termica

Dati climatici

I valori di temperatura esterna utilizzati sono quelli medi mensili forniti dalla Norma UNI 10349.

Il valori di temperatura interna utilizzati sono di 20°C per il periodo invernale e 26°C per il periodo estivo, come previsto dalla UNI TS 11300-1.

Chiusure, aggetti, fattori di shading

Chiusure. Si è tenuto conto della presenza delle ante mobili oscuranti esterne, le quali introducono una resistenza termica addizionale al serramento sul quale sono installate.

Tale resistenza termica addizionale risulta funzione anche del profilo di utilizzo delle chiusure; il profilo di utilizzo è fissato convenzionalmente dalla UNI TS 11300 pari a 12 ore. Fra le tipologie elencate nella UNI TS 11300 si è selezionata la presenza di chiusure in legno di spessore 25-30mm, che corrisponde a una resistenza termica addizionale di 0.3 m²K/W. La presenza di tali chiusure è stata tenuta in considerazione su tutte le finestre e le portefinestre come da progetto architettonico.

Aggetti. Per ogni serramento si è opportunamente tenuto conto della presenza di elementi aggettanti sia orizzontali (come i balconi e i frangisole) che verticali (quali sporgenze o muri divisorii esterni fra unità immobiliari).

Fattori di shading. Il fattore di shading dipende sia dalle caratteristiche del vetro che dello schermo che insiste sul serramento.

Per quanto riguarda il vetro è stato assunto un coefficiente di trasmissione solare pari a 0.5 per la tipologia a schiera e in linea 8 appartamenti e 0.4 per la tipologia mercato.

Per quanto riguarda gli schermi solari sono state tenute in considerazione solo le schermature permanenti, ovvero integrate nell'involucro edilizio e non liberamente smontabili o montabili dall'utente. In questo caso le ante mobili oscuranti non sono state considerate.

Ventilazione meccanica

In conformità con quanto previsto dalla UNI TS 11300-1 per il calcolo delle perdite di energia per ventilazione, essendo previsto un sistema di ventilazione meccanica a doppio flusso con recuperatore di calore, la portata d'aria considerata nei calcoli energetici è quella di progetto (Vedi Allegati 4 e 5), moltiplicata per un coefficiente di contemporaneità, per sistemi a portata variabile, pari a 0.6, e per un fattore che dipende dall'efficienze del recuperatore.

L'efficienza del recuperatore considerata per il calcolo dell'energia termica invernale è quella dichiarata dalle schede tecniche dei prodotti commerciali reperiti sul mercato e pari al 90%. Per il calcolo dell'energia termica estiva si è invece assunta un'efficienza

nulla per tenere conto della presenza del by-pass.

Apporti gratuiti

Ai fini delle verifiche di legge gli apporti gratuiti interni delle unità abitative sono state calcolate, in accordo con UNI TS 11300-1, in funzione della superficie utile del pavimento A_f (minore di 170m^2) secondo la formula: $\Phi_{\text{int}} = 5,294A_f - 0,01557A_f^2$.

Per le unità immobiliari non residenziali dell'edificio di Piazza Mercato, è stato assunto un valore di 8W/m^2 in accordo con quanto proposto in UNI TS 11300 per edifici adibiti ad attività commerciali ed assimilabili.

Ipotesi per locali tecnici

A favore di sicurezza i locali da adibire a centrale termica sono stati considerati come ambienti alla temperatura esterna. Coerentemente con questa ipotesi le strutture di separazione fra tali locali e gli altri, riscaldati e non, sono stati isolati in maniera opportuna, rispettando le trasmittanze imposte dalla scheda tecnica.

ALLEGATO 7

Ipotesi progettuali per la determinazione dell'energia primaria

Edificio a schiera

Il generatore di calore, di tipo combinato murale, è stato ipotizzato installato in locale riscaldato ed è stato scelto sulla base dell'ampiezza del campo di modulazione e per la flessibilità di installazione.

La temperatura di mandata dell'acqua è stata impostata a 35 °C con salto termico 5 °C e il programma di calcolo tiene conto della compensazione della temperatura di mandata con la temperatura esterna.

La temperatura dell'acqua calda sanitaria è stata invece impostata a 40 °C.

È stata considerata la presenza della rete di ricircolo.

Come potenze della pompa di circolazione è stata presa quella dichiarata dal produttore, pari a 86 W. Il circolatore è a portata fissa e si arresta alla fermata del generatore.

Come potenza del bruciatore, sia massima sia minima, è stata presa quella dichiarata dal produttore pari a 59 W.

Le perdite al camino con bruciatore acceso e spento sono quelle dichiarate dal produttore.

Il generatore di calore è considerato ben isolato e mantenuto.

Interruzione della circolazione dell'acqua in caldaia e temperatura raggiunta, con Mgn (kg/kW) compreso fra uno e tre.

Per il rendimento di regolazione, i terminali di erogazione sono indicati come pannelli radianti integrati nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente; la regolazione climatica di ogni singolo ambiente vede una banda proporzionale 1 °C.

Per il rendimento di emissione e per quello di distribuzione non sono stati considerati assorbimenti elettrici.

Il calcolo dell perdite di distribuzione è stato fatto analiticamente stimando diametro e lunghezza delle tubazioni da utilizzare, sia per il riscaldamento sia per l'acqua calda sanitaria.

Edifici in linea:

I generatori di calore degli edifici in linea sono stati scelti per riuscire a soddisfare la richiesta di acqua calda sanitaria, calcolata secondo UNI 9182, assumendo come periodo di punta 1 ora e come periodo di preriscaldamento 1 ora. Il metodo calcolo utilizzato, che ha portato anche al dimensionamento dei serbatoi, è quello proposto da Gallizio. Visto il risultato vicino ai 116 kW ci si è imposti di rimanere al di sotto di tale taglia ai soli fini di una semplificazione dal punto di vista della prevenzione incendi. Si è deciso inoltre di selezionare, per ciascuno dei due fabbricati, due generatori modulari anziché uno, aventi ciascuno campo di modulazione inferiore alla potenza termica richiesta dal fabbricato in

condizioni di progetto.

I generatori di calore sono stati ipotizzati in centrale termica con temperatura 5 °C.

La temperatura di mandata dell'acqua è stata impostata a 35 °C con salto termico 5 °C e il programma di calcolo tiene conto della compensazione della temperatura di mandata con la temperatura esterna.

La temperatura dell'acqua calda sanitaria è stata impostata a 40 °C.

È stata considerata la presenza della rete di ricircolo.

Per quanto riguarda le potenze elettriche dei generatori di calore sono calcolate le portate di progetto e stimate le perdite di carico, in modo da poter risalire, con l'utilizzo di un programma messo a disposizione da un produttore di pompe, alle potenze elettriche assorbite nelle condizioni di progetto. Si fa notare che per le caldaie scelte le pompe in dotazione sono a portata fissa e si arrestano alla fermata del generatore.

Nella rete di distribuzione è stata considerata la presenza di una pompa a valle di uno scambiatore o separatore idraulico; questa pompa è stata ipotizzata a portata variabile, ne è stata calcolata la portata, stimata la prevalenza e ricavato l'assorbimento elettrico, che poi è stato suddiviso fra tutte le unità immobiliari. Ogni unità immobiliare ha in carico anche la pompa di distribuzione interna del contabilizzatore/collettore. Si riporta più sotto il dettaglio delle ipotesi progettuali per il calcolo degli assorbimenti elettrici.

Alla produzione di acqua calda sanitaria non è stata attribuita nessuna potenza elettrica di generazione o distribuzione.

Come potenza del bruciatore, sia massima che minima, è stata presa quella dichiarata dal produttore, pari a 59 W.

Le perdite al camino con bruciatore acceso e spento sono quelle dichiarate dal produttore.

Il generatore di calore è considerato ben isolato e mantenuto.

Interruzione della circolazione dell'acqua in caldaia e temperatura raggiunta, con Mgn (kg/kW) compreso fra uno e tre.

Per il rendimento di regolazione: terminali di erogazione indicati come di pannelli radianti integrati nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente; regolazione climatica più singolo ambiente con banda proporzionale 1 °C.

Il calcolo delle perdite di distribuzione è stato fatto analiticamente stimando diametro e lunghezza delle tubazioni da utilizzare dalla centrale termica fino ai moduli di contabilizzazione, sia per il riscaldamento sia per l'acqua calda sanitaria. Il numero complessivo è stato ripartito proporzionalmente fra tutte le unità.

Pompe edificio in linea 8 appartamenti

Per ciascuna caldaia modulare: Portata 1.5 m³/h, prevalenza 25 kPa, assorbimento elettrico 50W.

Pompa di rilancio dalla centrale termica a giri variabili con portata 2.8 m³/h, prevalenza

4m, assorbimento elettrico 67 W (9 W per unità).

Pompa interna ai moduli di contabilizzazione a giri variabili, con portata 0.35 m³/h, prevalenza 25 kPa, assorbimento elettrico 33 W

Pompe edificio piazza mercato

Per ciascuna caldaia modulare: Portata 2.5 m³/h, prevalenza 25 kPa, assorbimento elettrico 180 W.

Pompa di rilancio dalla centrale termica a giri variabili con portata 5.5 m³/h, prevalenza 55 kPa, assorbimento elettrico 210 W (10 W per unità).

Pompa interna ai moduli di contabilizzazione a giri variabili, con portata 0.35 m³/h, prevalenza 25 kPa, assorbimento elettrico 33 W.