

OPERE DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO FABBRICATO EX S.O.M.S. INDUNO OLONA (VA)

Committente | Comune di Induno Olona

Estensore | **U.labS.r.l.**
Sede Legale Via Borgonuovo 9, 20121 Milano
info@u-lab.it | www.u-lab.it

**Responsabile di
progetto** | Ing. Stefano Franco



**Contributi
specialistici** |

Ing. Marco Pellegrino

Elaborato

RELAZIONE TECNICA

PF.REL.01

Data: Gennaio 2022

Revisione:00

RIFERIMENTI NORMATIVI

Le norme di seguito elencate costituiscono i riferimenti principali sui quali si basa la metodologia di calcolo

Normativa nazionale

UNI/TS 11300-1	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
UNI/TS 11300-2	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali
UNI/TS 11300-3	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
UNI/TS 11300-4	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
UNI/TS 11300-5	Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
UNI/TS 11300-6	Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13788	Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo
UNI EN 15193	Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione
Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28	Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE

Normative regionali

Lombardia	Decreto dirigente unità organizzativa 18 dicembre 2019 - n. 18546 Decreto dirigente unità organizzativa 8 marzo 2017 - n. 2456 Decreto dirigente unità organizzativa 12 gennaio 2017 - n. 176 Decreto dirigente unità organizzativa 18 gennaio 2016 - n. 224 Decreto dirigente unità organizzativa 30 luglio 2015 n. 6480 Deliberazione della giunta regionale 17 luglio 2015 - n. 3868
Emilia Romagna	Deliberazione della giunta regionale 9 novembre 2020, n.1548 Deliberazione della giunta regionale 19 ottobre 2020, n. 1385 Deliberazione della giunta regionale 7 settembre 2015 - n. 1275 Deliberazione della giunta regionale 20 luglio 2015 - n. 967
Valle d'Aosta	Deliberazione della giunta regionale 30 dicembre 2016 - n. 1824 Deliberazione della giunta regionale 26 febbraio 2016 - n. 272
Provincia autonoma di Trento	Deliberazione della giunta regionale 3 febbraio 2017 - n. 163 Deliberazione della giunta regionale 12 febbraio 2016 - n. 162

RELAZIONE TECNICA DI CUI AL PUNTO 4.8 DELL'ALLEGATO 1 DEL DECRETO ATTUATIVO DELLA DGR 3868 DEL 17.7.2015

Riqualficazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello. Costruzioni esistenti con riqualficazione dell'involucro edilizio e di impianti termici.

Un edificio esistente è sottoposto a riqualficazione energetica quando i lavori, in qualunque modo denominati, a titolo indicativo e non esaustivo: manutenzione ordinaria o straordinaria, ristrutturazione e risanamento conservativo, ricadono nelle tipologie definite nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015, ed insistono su elementi edilizi facenti parte dell'involucro edilizio che racchiude il volume climatizzato e/o impianti aventi proprio consumo energetico.

La seguente relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce ad un'applicazione parziale del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

1 INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Induno Olona Provincia VA

Progetto per la realizzazione di

Opere di efficientamento energetico

☒ Edificio pubblico

☒ Edificio ad uso pubblico

Sito in VIA FELICE PIFFARETTI 6

Unità	Sezione	Foglio	Particella	Subalterno
Unità immobiliare 01		-	-	512

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria così come definita nell'Allegato A del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

E.1(1). - residenza e assimilabili: abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo

Numero delle unità immobiliari 1

Soggetti coinvolti

Committente	<u>COMUNE DI INDUNO OLONA ()</u>
Progettista degli impianti termici	<u></u>
Progettista dell'isolamento termico dell'edificio	<u></u>
Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	<u></u>
Direttore dei lavori per l'isolamento termico dell'edificio	<u></u>
Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici	<u></u>
Direttore dei lavori del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio	<u></u>
Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio	<u></u>
Direttore dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio	<u></u>
Tecnico incaricato per la redazione dell'APE	<u></u>

2 FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (o del complesso di edifici)

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i primi tre allegati obbligatori di cui al punto 8 della presente relazione.

3 PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITÀ

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93)	2669 GG
Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.)	268,1 K
Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma	302,1 K

4 DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

Climatizzazione invernale

Unità immobiliare	S [m ²]	V [m ³]	S/V	Su [m ²]
Unità immobiliare 01	640,61	1 470,25	0,44	310,66

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano

S/V rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio

Su superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	T _{inv} [°C]	φ _{inv} [%]
Unità immobiliare 01	LOCALE RICREATIVO	20,0	50
Unità immobiliare 01	SALA RIUNIONI	20,0	50
Unità immobiliare 01	UFFICIO E BAGNI	20,0	50

T_{inv} Valore di progetto della temperatura interna invernale

φ_{inv} valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale

Unità immobiliare	Metodo contabilizzazione
Unità immobiliare 01	Non contabilizzato

Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	S [m ²]	V [m ³]	Su [m ²]
-	-	-	-

S Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

V Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano

Su Superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	T _{est} [°C]	φ _{est} [%]
Unità immobiliare 01	LOCALE RICREATIVO	26,0	50
Unità immobiliare 01	SALA RIUNIONI	26,0	50
Unità immobiliare 01	UFFICIO E BAGNI	26,0	50

T_{est} Valore di progetto della temperatura interna estiva

φ_{est} Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva

Unità immobiliare	Metodo
Unità immobiliare 01	Non contabilizzato

Informazioni generali e prescrizioni

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture: ☐ Si ☒ No

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali:

Valore di riflettanza solare _____ 0 > 0,65 per coperture piane

Valore di riflettanza solare _____ 0 > 0.30 per coperture a falda

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo dei materiali riflettenti

Adozione di tecnologie di climatizzazione passiva per le coperture ☐ Si ☒ No

Se "no" riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo:

Adozione di valvole termostatiche o altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare:

Se "sì" descrizione e caratteristiche principali

Adozione sistemi di termoregolazione con compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti centralizzati di climatizzazione invernale:

☐ Si ☒ No

Se "no" documentare le ragioni tecniche che hanno portato alla non utilizzazione:

5 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

5.1 Impianti termici

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato.

a. Descrizione dell'impianto

Tipologia

Impianto in pompa di calore aria acqua con ventilconvettori

Sistemi di generazione

pompa di calore

Sistemi di termoregolazione

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065) ☐ Si ☒ No

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore 0

Filtro di sicurezza ☐ Si ☒ No

b. Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria

[] Si [x] No

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro

[] Si [x] No

POMPA DI CALORE

Pompa di calore aria acqua

Pompa di calore

☒ elettrica

☐ a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno)

Aria esterna - Acqua

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo, sonde orizzontali/suolo, sonde verticali/altro):

Aria

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro)

Acqua

Potenza elettrica assorbita

0,00 W

Potenza termica utile riscaldamento [kW]

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	35	45	-	-	-	-	-
2,0	35,970	34,140	-	-	-	-	-
7,0	46,590	44,640	-	-	-	-	-
12,0	51,940	49,160	-	-	-	-	-
15,0	55,010	51,630	-	-	-	-	-
20,0	60,660	56,250	-	-	-	-	-
35,0	60,660	56,250	-	-	-	-	-

Coefficiente di prestazione (COP)

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	35	45	-	-	-	-	-
2,0	2,920	2,470	-	-	-	-	-
7,0	3,620	3,170	-	-	-	-	-
12,0	4,060	3,450	-	-	-	-	-
15,0	4,250	3,620	-	-	-	-	-
20,0	4,590	3,890	-	-	-	-	-
35,0	4,590	3,890	-	-	-	-	-

POMPA DI CALORE

AERMEC - ANL202HQ-HN AERMEC - ANL202HQ-HN

Pompa di calore

☒ elettrica

☐ a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) Aria esterna - Acqua

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo, sonde orizzontali/suolo, sonde verticali/altro): Aria

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro) Acqua

Potenza elettrica assorbita 0,00 W

Potenza termica utile riscaldamento [kW]

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	35	45	-	-	-	-	-
2,0	35,970	34,140	-	-	-	-	-
7,0	46,590	44,640	-	-	-	-	-
12,0	51,940	49,160	-	-	-	-	-
15,0	55,010	51,630	-	-	-	-	-
20,0	60,660	56,250	-	-	-	-	-
35,0	60,660	56,250	-	-	-	-	-

Coefficiente di prestazione (COP)

Il dato è in funzione delle temperature di pozzo caldo e sorgente fredda

Ts,fredda [°C]	Tpozzo caldo [°C]						
	35	45	-	-	-	-	-
2,0	2,920	2,470	-	-	-	-	-
7,0	3,620	3,170	-	-	-	-	-
12,0	4,060	3,450	-	-	-	-	-
15,0	4,250	3,620	-	-	-	-	-
20,0	4,590	3,890	-	-	-	-	-
35,0	4,590	3,890	-	-	-	-	-

SCALDA ACQUA ISTANTANEO

Generatore a energia elettrica_1 - - -

Combustibile utilizzato Energia elettrica

Fluido termovettore Acqua

Valore nominale della potenza termica utile 1,2 kW

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn 75,0 %

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 30% Pn 0,0 %

Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse da quelle sopra descritte, le prestazioni di dette macchine sono fornite utilizzando le caratteristiche fisiche della specifica apparecchiatura, e applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.

c. Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico

Tipo di conduzione invernale prevista:

☐ Continua con attenuazione notturna☐ Intermittente

Tipo di conduzione estiva prevista:

☐ Continua con attenuazione notturna☒ Intermittente

Sistema di gestione dell'impianto termico

Sistema di regolazione climatica in centrale termica (solo per impianti centralizzati)

Centralina climatica _____

Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore 0

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari:

Denominazione	Regolazione	N	Descrizione	Livelli
Unità immobiliare 01-LOCALE RICREATIVO	Termostato di zona	0		0
Unità immobiliare 01-SALA RIUNIONI	Termostato di zona e sonda climatica	0		0
Unità immobiliare 01-UFFICIO E BAGNI	Termostato di zona e sonda climatica	0		0

*N: numero apparecchi**Livelli: Numero di livelli di programmazione nelle 24 ore***d. Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)**

Per Climatizzazione invernale

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo _____

Per Acqua Calda Sanitaria

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo _____

Per Climatizzazione estiva

Numero di apparecchi 0

Descrizione sintetica dispositivo _____

e. Terminali di erogazione dell'energia termica

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione	N	Tipologia	P [W]
U.I.1-LOCALE RICREATIVO		Radiatori	7 205,1
U.I.1-SALA RIUNIONI		Ventilconvettori	6 000,0
U.I.1-UFFICIO E BAGNI		Ventilconvettori	20 000,0

N Numero di apparecchi

P Potenza installata

f. Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali

g. Sistemi di trattamento dell'acqua (tipo di trattamento)

Descrizione e caratteristiche principali

h. Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione

Tipologia, conduttività termica, spessore (vedi allegati alla relazione tecnica)

i. Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato sono inseriti schemi unifilari di impianto termico con specificato

☐ Posizionamento e potenze dei terminali di erogazione – Allegato

☐ Posizionamento e tipo dei generatori – Allegato

☐ Posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione – Allegato

☐ Posizionamento e tipo degli elementi di controllo – Allegato

☐ Posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza – Allegato

5.2 Impianti fotovoltaici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti fotovoltaici ☐ Si ☒ No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali (vedi allegati alla relazione tecnica)

5.3 Impianti solari termici

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti solari termici ☐ Si ☒ No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali (vedi allegati alla relazione tecnica)

5.4 Impianti di illuminazione

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti di illuminazione ☒ Si ☐ No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali (vedi allegati alla relazione tecnica)

5.5 Altri impianti

Altri impianti dell'edificio ☐ Si ☒ No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali

Livello minimo di efficienza dei motori elettrici per ascensori e scale mobili

6 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

a. Involucro edilizio e ricambi d'aria

Di seguito si specifica per ogni elemento edilizio la tipologia di involucro, le caratteristiche del materiale isolante e la trasmittanza termica ante operam e post operam.

Valori di trasmittanza ante operam e post operam

Elemento edilizio	Uante opera	Upost opera	Yie
Muratura cassa vuota con CAPPOTTO	1,067 W/(m ² K)	0,183 W/(m ² K)	0,063 W/(m ² K)

Caratteristiche del materiale isolante

Elemento edilizio	Posizione isolante	S isolante [cm]	Materiale isolante
Muratura a cassa vuota con CAPPOTTO	Esterno	14	EPS

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti verticali opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 12 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti orizzontali o inclinati opachi dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nelle tabelle 13 e 14 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Vedi allegati alla presente relazione

Verifiche di condensa superficiale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Verificato
Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	0,34	0,97	OK

Verifiche di condensa interstiziale

Elemento edilizio	Valore	Limite	Verificato
Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	0,00	0,50	OK

Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	0,183 W/(m ² K)	0,280 W/(m ² K)	SI

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche trasparenti, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio interessati all'intervento. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 15 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Caratteristiche termiche delle chiusure tecniche opache, apribili ed assimilabili dell'involucro edilizio. Confronto con i valori limite riportati nella tabella 15 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.. Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni

Vedi allegati alla presente relazione

Valore del Fattore di trasmissione solare totale (ggl+sh) della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est. Confronto con il valore limite del Fattore di trasmissione solare totale della componente vetrata esposte nel settore Ovest-Sud-Est presente nella tabella 16 dell'Allegato B del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.

Valore del fattore di trasmissione solare

Serramento	g,gI	g,gI lim	Verificato
Verifica non richiesta	-	-	-

Trasmittanza termica (U) degli elementi divisori tra alloggi o unità immobiliari confinanti

Elemento edilizio	U	Ulim	Verificato
Copertura inclinata	2,87 W/(m ² K)	0,80 W/(m ² K)	NON RICHIESTO
Muratura VERSO BIBLIOTECA	1,07 W/(m ² K)	0,80 W/(m ² K)	NON RICHIESTO

Numero di ricambi d'aria (media nelle 24 ore): vedi allegati alla relazione tecnica.

Portata d'aria di ricambio solo nei casi di ventilazione meccanica controllata: vedi allegati alla relazione tecnica.

Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso: vedi allegati alla relazione tecnica.

Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso: vedi allegati alla relazione tecnica.

b. Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione, l'illuminazione e il trasporto

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/m² anno, così come definite al comma 3.3 dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica.

Verifica coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione:

Unità immobiliare	H'T	H'T,lim	Verifica
Unità immobiliare 01	0,753	0,65	NON RICHIESTO
Intero Edificio	0,753	0,65	NON RICHIESTO

H'T: Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente H'T (UNI EN ISO 13789)

H'T,lim: Valore limite del coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente

Verifica Efficienza media stagionale

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento η_H _____ -

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato
nell'edificio di riferimento $\eta_{H,limite}$ _____ -

Verifica: - _____

Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS η_W : _____ -

Efficienza media stagionale dell'impianto di ACS calcolato
nell'edificio di riferimento $\eta_{W,limite}$ _____ -

Verifica: - _____

Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento η_C _____ -

Efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento calcolato
nell'edificio di riferimento $\eta_{C,limite}$ _____ -

Verifica: - _____

In caso di sola sostituzione del generatore di calore le verifiche di efficienza media stagionale si intendono rispettate se i nuovi generatori hanno un'efficienza superiore al limite normativo.

c. Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria

NON PRESENTE

d. Impianti fotovoltaici

NON PRESENTE

e. Consuntivo energia

Energia prodotta in sito

Vettore energetico	Udm	Qdel,insitu
Energia entalpica prelevata all'ambiente	kWh	68 744,13

Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel,consegnata
Energia elettrica da rete	kWh	67 050,44

Energia esportata

Vettore energetico	Udm	Qdel,esportata
-		

Energia primaria

Indice di prestazione rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPren [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	301,14
Acqua calda sanitaria	0,00
Illuminazione	24,04

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	321,13
Acqua calda sanitaria	0,00
Illuminazione	99,75

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EPtot [kWh/(m²a)]
Riscaldamento	622,26
Acqua calda sanitaria	0,00
Illuminazione	123,79

f. Valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi ad alta efficienza

NON NECESSARIO

7 ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE

Nei casi in cui la normativa vigente consente di derogare ad obblighi generalmente validi, in questa sezione vanno adeguatamente illustrati i motivi che giustificano la deroga nel caso specifico:

Comune di Induno Olona- (VA)

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA

Dettagli di involucro

1 CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

ALLEGATI ALLA RELAZIONE TECNICA PROGETTUALE: L'INVOLUCRO DELL'EDIFICIO

Caratteristiche e dettagli dell'involucro opaco e trasparente.

Di seguito si riportano gli elementi che costituiscono l'involucro dell'edificio e i rispettivi valori di trasmittanza. La trasmittanza termica corretta U' è valutata attribuendo i ponti termici associati agli elementi. La verifica è riportata e richiesta solo per interventi di riqualificazione di involucro o ristrutturazione importante di II livello.

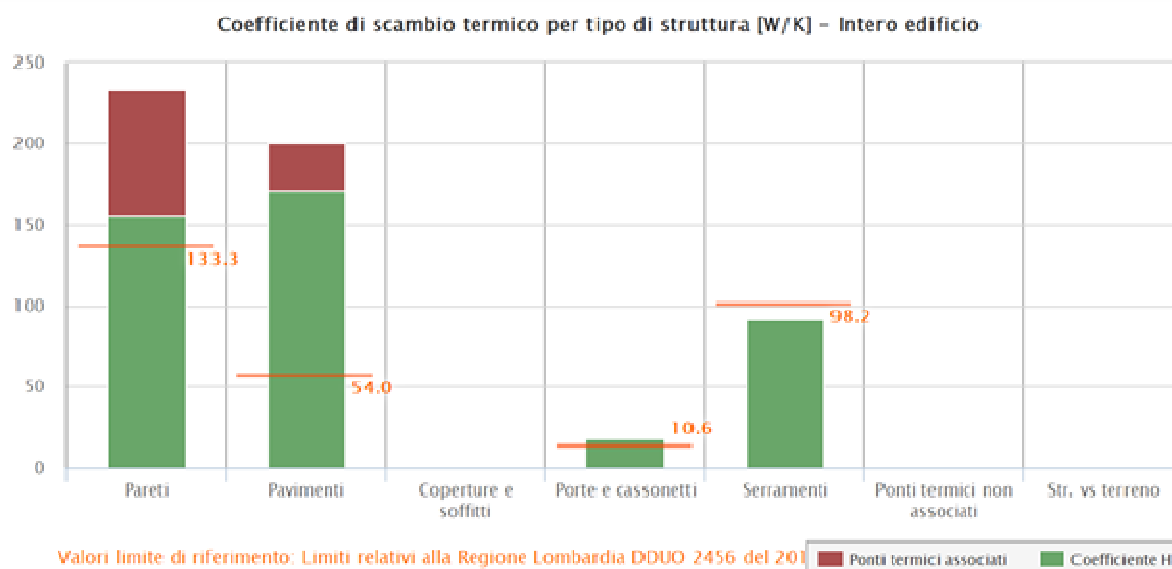
Confronto con i valori limite di trasmittanza delle strutture

Elemento edilizio	Trasmittanza	Trasmittanza lim	Verificato
Strutture verticali opache	0,536 W/(m ² K)	0,280 W/(m ² K)	SI

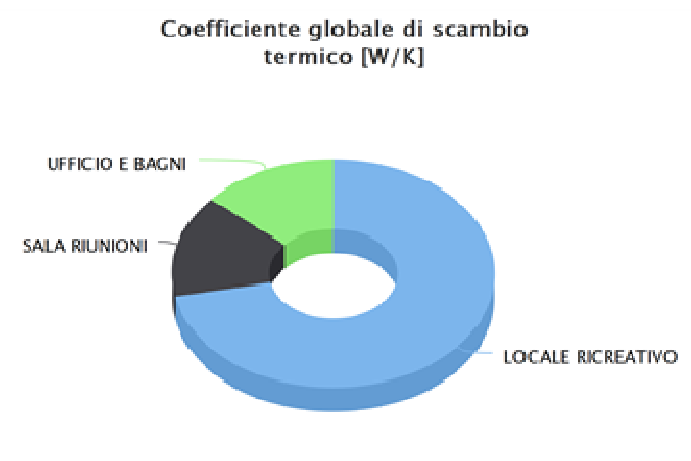
2 SCAMBI TERMICI PER CATEGORIA DI ELEMENTO

La quota di scambio termico globale per trasmissione viene determinata come sommatoria di tutte le trasmittanze per le relative superfici, opportunamente moltiplicate per il fattore di correzione dello scambio termico dovuto agli ambienti non climatizzati o climatizzati adiacenti.

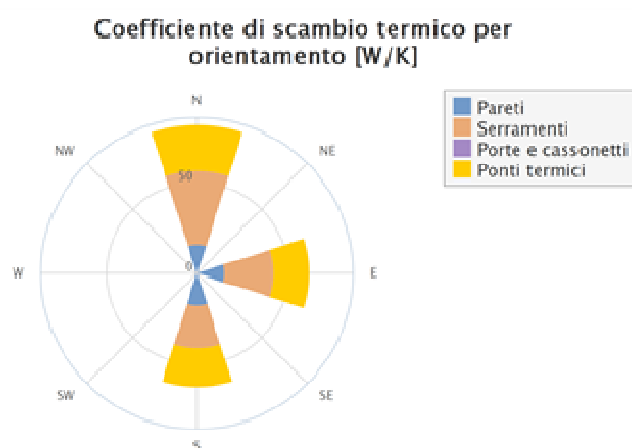
Di seguito si riporta la distribuzione degli scambi termici per trasmissione in funzione del tipo di struttura opaca o trasparente che costituisce l'involucro.



Il grafico mostra la suddivisione dello scambio termico per zona termica.



Di seguito viene evidenziato il peso dell'orientamento delle strutture verticali sullo scambio termico globale.



3 ATTRIBUZIONE DEI PONTI TERMICI AGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO

I ponti termici dell'edificio vengono attribuiti alle sole superfici di involucro alle quali sono associati. Il valore della trasmittanza corretta, molto utile per la progettazione, è determinata in funzione della relazione seguente:

$$U' = \frac{U \cdot A + \sum \Psi \cdot l}{A}$$

Nel calcolo energetico vengono considerati tutti i ponti termici, compresi gli elementi con trasmittanza lineica negativa.

Di seguito vengono elencati per locale, gli elementi disperdenti con ponti termici associati e la percentuale di influenza relativa.

Unità immobiliare 01 - LOCALE RICREATIVO - CENTRO ANZIANI

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0001	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	6,5 m ²	N	0,183 W/(m ² K)	0,274 W/(m ² K)
Ponte termico associato		ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0001	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	0,7 m	0,595 W/K	49,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0002	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	33,4 m ²	N	0,183 W/(m ² K)	0,575 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0013	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	8,6 m	1,772 W/K	15,7 %
pt0014	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	8,6 m	1,772 W/K	15,7 %
pt0015	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	10,6 m	2,184 W/K	19,3 %
pt0016	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	8,6 m	1,772 W/K	15,7 %
pt0002	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	6,9 m	5,599 W/K	49,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0005	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	14,9 m ²	E	0,183 W/(m ² K)	0,436 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0017	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	8,6 m	1,772 W/K	44,0 %
pt0005	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	2,5 m	1,997 W/K	49,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0006	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	30,6 m ²	E	0,183 W/(m ² K)	0,366 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0018	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	10,5 m	2,167 W/K	31,5 %
pt0006	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	4,2 m	3,415 W/K	49,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0008	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	26,6 m ²	S	0,183 W/(m ² K)	0,456 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0019	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	8,6 m	1,772 W/K	23,8 %
pt0020	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	8,6 m	1,772 W/K	23,8 %
pt0008	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	4,5 m	3,694 W/K	49,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0003	Muratura vano scala	14,0 m ²	-	1,067 W/(m ² K)	1,170 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0003	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	1,8 m	1,449 W/K	8,5 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0009	Muratura vano scala	24,1 m ²	-	1,067 W/(m ² K)	1,165 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0009	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	2,9 m	2,366 W/K	8,5 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0001	SOLAIO VERSO CANTINA	170,7 m ²	-	1,481 W/(m ² K)	1,613 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0001	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	0,7 m	0,595 W/K	0,2 %
pt0002	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	6,9 m	5,599 W/K	2,2 %
pt0003	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	1,8 m	1,449 W/K	0,6 %
pt0005	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	2,5 m	1,997 W/K	0,8 %
pt0006	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	4,2 m	3,415 W/K	1,4 %
pt0007	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	4,2 m	3,384 W/K	1,3 %
pt0008	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	4,5 m	3,694 W/K	1,5 %
pt0009	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	2,9 m	2,366 W/K	0,9 %

Unità immobiliare 01 - LOCALE RICREATIVO - Bagno

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0004	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	9,1 m ²	S	0,183 W/(m ² K)	0,477 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0021	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	4,1 m	0,845 W/K	42,4 %
pt0022	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	4,1 m	0,845 W/K	42,4 %
pt0004	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	1,2 m	0,989 W/K	49,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0011	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	14,1 m ²	S	0,183 W/(m ² K)	0,274 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0011	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	1,6 m	1,283 W/K	49,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0010	Muratura vano scala	22,0 m ²	-	1,067 W/(m ² K)	1,158 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0010	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	2,5 m	1,997 W/K	8,5 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pv0001	SOLAIO VERSO CANTINA	15,5 m ²	-	1,481 W/(m ² K)	1,897 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0004	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	1,2 m	0,989 W/K	4,3 %
pt0010	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	2,5 m	1,997 W/K	8,7 %
pt0011	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	1,6 m	1,283 W/K	5,6 %
pt0012	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	2,7 m	2,166 W/K	9,4 %

Unità immobiliare 01 - SALA RIUNIONI - SALA RIUNIONE

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0015	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	26,4 m ²	N	0,183 W/(m ² K)	0,605 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0025	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	6,7 m	1,380 W/K	15,9 %
pt0026	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	6,7 m	1,380 W/K	15,9 %
pt0027	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	6,7 m	1,380 W/K	15,9 %
pt0028	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	6,7 m	1,380 W/K	15,9 %
pt0014	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	6,9 m	5,599 W/K	64,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0019	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	18,6 m ²	E	0,183 W/(m ² K)	0,535 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0029	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	8,5 m	1,747 W/K	33,0 %
pt0030	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	6,7 m	1,380 W/K	26,1 %
pt0018	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	4,2 m	3,415 W/K	64,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0016	Muratura vano scala	10,3 m ²	-	1,067 W/(m ² K)	1,207 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0015	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	1,8 m	1,449 W/K	11,1 %

Unità immobiliare 01 - UFFICIO E BAGNI - UFFICIO

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0014	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	5,0 m ²	N	0,183 W/(m ² K)	0,302 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0013	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	0,7 m	0,595 W/K	64,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0018	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	11,6 m ²	E	0,183 W/(m ² K)	0,474 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0031	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	6,7 m	1,380 W/K	44,7 %
pt0017	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	2,5 m	1,997 W/K	64,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0021	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	20,7 m ²	S	0,183 W/(m ² K)	0,495 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0032	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	6,7 m	1,380 W/K	24,1 %
pt0033	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	6,7 m	1,380 W/K	24,1 %
pt0019	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	4,5 m	3,694 W/K	64,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0022	Muratura vano scala	18,1 m ²	-	1,067 W/(m ² K)	1,198 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0020	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	2,9 m	2,366 W/K	11,1 %

Unità immobiliare 01 - UFFICIO E BAGNI - Bagno2

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0017	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	6,2 m ²	S	0,183 W/(m ² K)	0,612 W/(m ² K)

	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0023	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	4,1 m	0,845 W/K	55,2 %
pt0024	Mur. Cassa vuota - Serramento	0,206 W/(mK)	4,1 m	0,845 W/K	55,2 %
pt0016	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	1,2 m	0,989 W/K	64,6 %

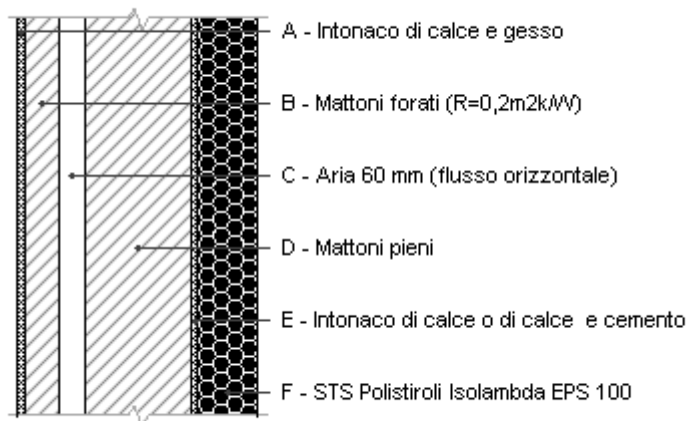
Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0025	Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO	10,8 m ²	S	0,183 W/(m ² K)	0,302 W/(m ² K)
	Ponte termico associato	ψ	Lunghezza	$\psi * L$	Incremento
pt0022	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	1,6 m	1,283 W/K	64,6 %

Elemento disperdente		Area	Or	U	U'
pa0024	Muratura vano scala	16,9 m ²	-	1,067 W/(m ² K)	1,186 W/(m ² K)
Ponte termico associato		ψ	Lunghezza	ψ * L	Incremento
pt0021	Mur. cassa vuota - Solaio e trave non isolati	0,815 W/(mK)	2,5 m	1,997 W/K	11,1 %

Cassonetto COIBENTATO

Dati della struttura

Tipologia	50 mm	Disposizione	
Disperde verso	Esterno	Spessore	50 mm
Trasmittanza	0,26 W/(m ² K)	Capacità termica	
Resistenza	3,85 (m ² K)/W	Trasmittanza termica periodica	
Valore ricavato da	Minimo normativo		
Descrizione			

Muratura a cassa vuota CON CAPPOTTO

Spessore	560,0 mm	Trasmittanza	0,183 W/m ² K
Resistenza	5,453 m ² K/W	Massa superf.	517 kg/m ²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s mm	Conduttività λ W/(mK)	Resistenza R m ² K/W	Densità ρ Kg/m ³	Capacità C kJ/(kgK)	Fattore μ -
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	15,0	0,700	0,021	1 400	0,84	11,1
B	Mattoni forati ($R=0,2\text{m}^2\text{K/W}$)	80,0	0,400	0,200	800	1,00	5,0
C	Aria 60 mm (flusso orizzontale)	60,0	0,330	0,182	1	1,00	1,0
D	Mattoni pieni	250,0	0,720	0,347	1 800	1,00	5,0
E	Intonaco di calce o di calce e cemento	15,0	0,900	0,017	1 800	0,84	16,7
F	STS Polistiroli Isolambda EPS 100	140,0	0,031	4,516	20	1,47	30,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	560,0		5,453			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE**Condizioni al contorno e dati climatici**

Comune	Induno Olona
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m ³
Classe edificio	Edifici non occupati, magazzini per stoccaggio di materiale secco
Produtz. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	0,8 °C	84,7 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	4,2 °C	77,7 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	7,3 °C	74,1 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,4 °C	62,6 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	15,4 °C	66,5 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	19,0 °C	68,6 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	21,8 °C	52,2 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	20,8 °C	66,5 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	17,6 °C	74,0 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	11,8 °C	76,8 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	6,2 °C	87,5 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	2,2 °C	85,0 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	0,80 °C	548,00 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1 696,70 Pa	21,80 °C	1 361,60 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 616,306 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 616,306 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	φ_i
ottobre	11,8 °C	1062,82 Pa	169,7 Pa	1232,52 Pa	20 °C	77 %
novembre	6,2 °C	828,99 Pa	217,3 Pa	1046,29 Pa	20 °C	87 %
dicembre	2,2 °C	607,83 Pa	251,3 Pa	859,13 Pa	20 °C	85 %
gennaio	0,8 °C	548 Pa	263,2 Pa	811,2 Pa	20 °C	85 %
febbraio	4,2 °C	640,56 Pa	234,3 Pa	874,86 Pa	20 °C	78 %
marzo	7,3 °C	757,5 Pa	207,95 Pa	965,45 Pa	20 °C	74 %
aprile	11,4 °C	843,39 Pa	173,1 Pa	1016,49 Pa	20 °C	63 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fR _{si-amm}
ottobre	13,44°C	0,2001
novembre	10,95°C	0,3444
dicembre	8,02°C	0,3272
gennaio	7,18°C	0,3325
febbraio	8,29°C	0,2589
marzo	9,75°C	0,1928
aprile	10,52°C	-0,1025

θ_e : temperatura esterna
 P_e : pressione esterna
 ΔP : variazione di pressione
 P_i : pressione interna
 θ_i : temperatura interna
 φ_i : umidità relativa interna
 θ_{si} critica: temperatura superficiale critica
 f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi} : 0,3444 (mese di Novembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	811,2	874,9	965,4	1 016,5	1 301,2	1 614,1	1 446,3	1 725,8	1 608,0	1 232,5	1 046,3	859,1
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	805,7	870,0	961,1	1 012,9	1 298,3	1 611,8	1 444,5	1 723,9	1 605,4	1 229,0	1 041,7	853,9
	2 205,1	2 227,9	2 249,0	2 277,0	2 304,7	2 329,9	2 349,7	2 342,6	2 320,1	2 279,8	2 241,5	2 214,5
A-B	779,3	846,5	940,2	995,5	1 284,4	1 600,9	1 436,0	1 714,5	1 593,4	1 212,0	1 020,0	828,7
	2 112,1	2 150,5	2 186,0	2 233,8	2 281,3	2 324,7	2 359,1	2 346,8	2 307,7	2 238,5	2 173,3	2 127,8
B-C	777,3	844,7	938,7	994,2	1 283,3	1 600,1	1 435,4	1 713,8	1 592,5	1 210,7	1 018,3	826,8
	2 030,6	2 082,1	2 130,1	2 195,1	2 260,1	2 320,0	2 367,6	2 350,5	2 296,6	2 201,5	2 113,0	2 051,7
C-D	694,8	771,3	873,5	940,0	1 239,7	1 566,1	1 408,8	1 684,6	1 554,7	1 157,5	950,2	748,0
	1 882,5	1 956,8	2 026,8	2 122,7	2 220,1	2 311,1	2 384,1	2 357,8	2 275,4	2 132,3	2 001,7	1 912,8
D-E	686,6	763,9	867,0	934,5	1 235,4	1 562,7	1 406,2	1 681,7	1 550,9	1 152,2	943,4	740,1
	1 875,6	1 951,0	2 022,0	2 119,3	2 218,2	2 310,7	2 384,9	2 358,2	2 274,3	2 129,0	1 996,5	1 906,4
E-F	548,0	640,6	757,5	843,4	1 162,1	1 505,6	1 361,6	1 632,6	1 487,6	1 062,8	829,0	607,8
	653,4	831,0	1 028,6	1 352,8	1 752,5	2 197,1	2 608,3	2 454,3	2 013,7	1 388,8	954,2	722,0
F-Add	548,0	640,6	757,5	843,4	1 162,1	1 505,6	1 361,6	1 632,6	1 487,6	1 062,8	829,0	607,8
	647,0	824,4	1 022,2	1 347,3	1 748,8	2 196,2	2 610,4	2 455,2	2 011,5	1 383,4	947,6	715,4

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,1	19,3	19,4	19,6	19,8	20,0	20,1	20,0	19,9	19,6	19,4	19,2
A-B	19,1	19,2	19,4	19,6	19,8	20,0	20,1	20,0	19,9	19,6	19,3	19,1
B-C	18,4	18,7	18,9	19,3	19,6	19,9	20,2	20,1	19,8	19,3	18,8	18,5
C-D	17,7	18,1	18,5	19,0	19,5	19,9	20,2	20,1	19,7	19,0	18,4	17,9
D-E	16,6	17,2	17,7	18,5	19,2	19,8	20,3	20,1	19,6	18,5	17,5	16,8
E-F	16,5	17,1	17,7	18,4	19,2	19,8	20,3	20,1	19,6	18,5	17,5	16,8
F-Add	0,9	4,3	7,4	11,5	15,4	19,0	21,8	20,8	17,6	11,9	6,3	2,3
Add-Esterno	0,8	4,2	7,3	11,4	15,4	19,0	21,8	20,8	17,6	11,8	6,2	2,2

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. E/F												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]												

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m²

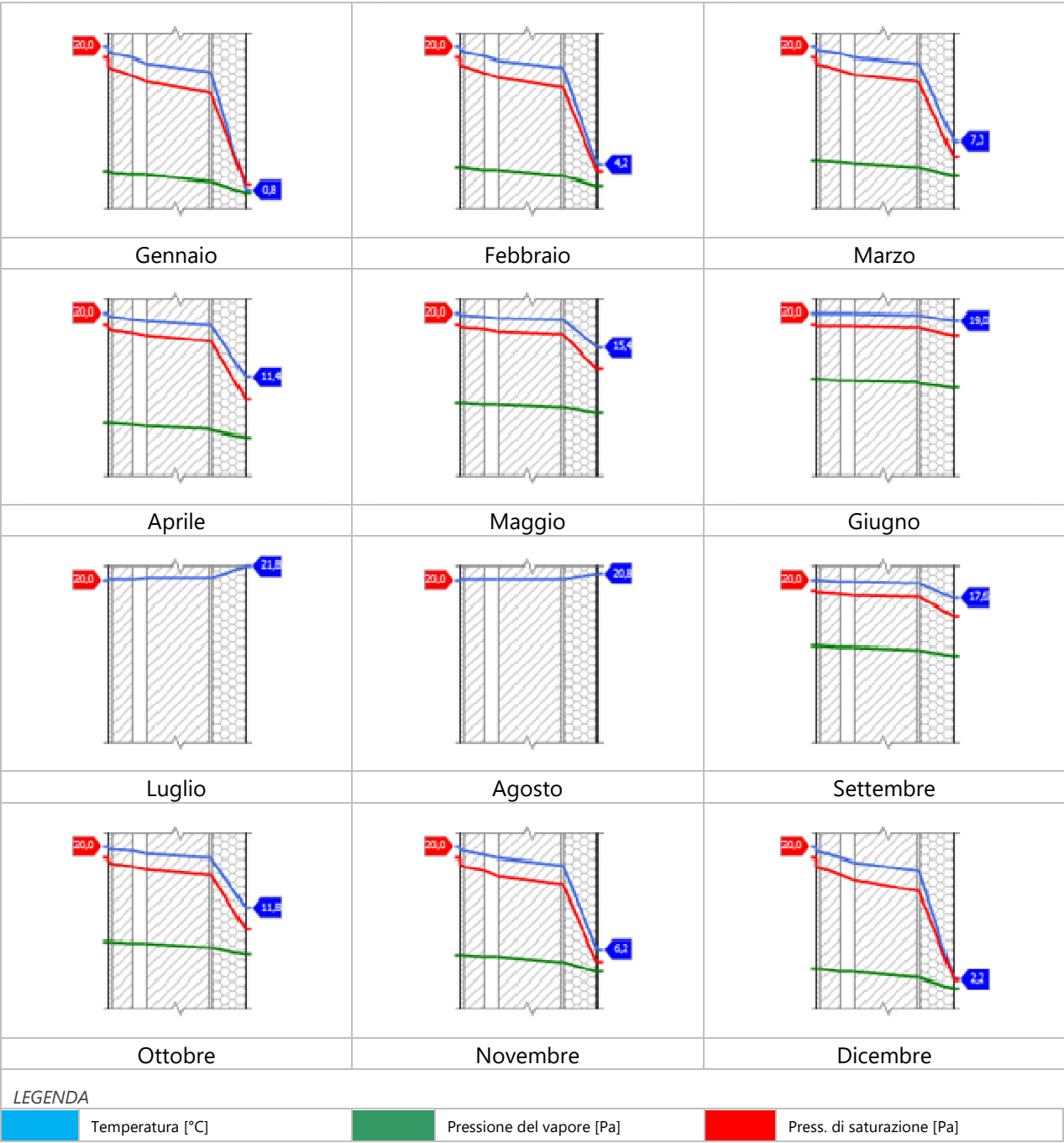
Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

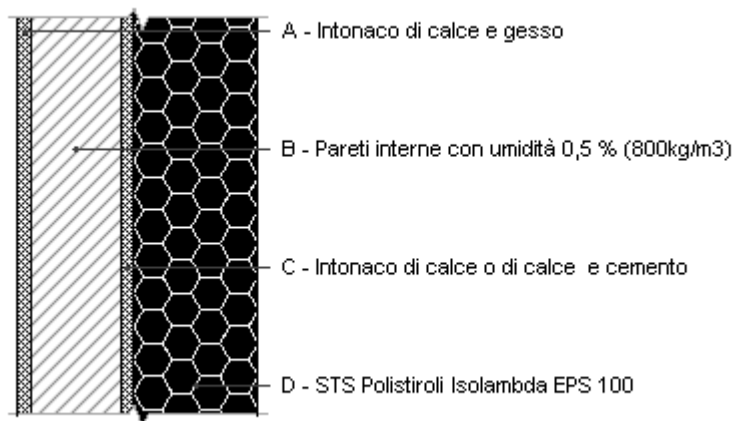
Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m²

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA



Muratura sottofinestra

Spessore	270,0 mm	Trasmittanza	0,198 W/m²K
Resistenza	5,058 m²K/W	Massa superf.	83 kg/m²
Tipologia	Parete		
Descrizione			

Stratigrafia

	Strato	Spessore s	Conduttività λ	Resistenza R	Densità ρ	Capacità C	Fattore μ
		mm	W/(mK)	m²K/W	Kg/m³	kJ/(kgK)	-
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	15,0	0,700	0,021	1 400	0,84	11,1
B	Pareti interne con umidità 0,5 % (800kg/m³)	100,0	0,300	0,333	800	0,84	5,6
C	Intonaco di calce o di calce e cemento	15,0	0,900	0,017	1 800	0,84	16,7
D	STS Polistiroli Isolambda EPS 100	140,0	0,031	4,516	20	1,47	30,0
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-
	TOTALE	270,0		5,058			

CARATTERISTICHE TERMOIGROMETRICHE**Condizioni al contorno e dati climatici**

Comune	Induno Olona
Tipo di calcolo	Classi di concentrazione
Verso	Esterno
Coeff. btr,x	1
Volume	- m³
Classe edificio	Edifici non occupati, magazzini per stoccaggio di materiale secco
Prod. nota	- kg/h

Mese	θ_i	φ_i	θ_e	φ_e	n
gennaio	20,0 °C	- %	0,8 °C	84,7 %	0,5 1/h
febbraio	20,0 °C	- %	4,2 °C	77,7 %	0,5 1/h
marzo	20,0 °C	- %	7,3 °C	74,1 %	0,5 1/h
aprile	20,0 °C	- %	11,4 °C	62,6 %	0,5 1/h
maggio	20,0 °C	- %	15,4 °C	66,5 %	0,5 1/h
giugno	20,0 °C	- %	19,0 °C	68,6 %	0,5 1/h
luglio	20,0 °C	- %	21,8 °C	52,2 %	0,5 1/h
agosto	20,0 °C	- %	20,8 °C	66,5 %	0,5 1/h
settembre	20,0 °C	- %	17,6 °C	74,0 %	0,5 1/h
ottobre	20,0 °C	- %	11,8 °C	76,8 %	0,5 1/h
novembre	20,0 °C	- %	6,2 °C	87,5 %	0,5 1/h
dicembre	20,0 °C	- %	2,2 °C	85,0 %	0,5 1/h

Condizione	θ_i	p_i	θ_e	p_e
INVERNALE	20,00 °C	1 519,00 Pa	0,80 °C	548,00 Pa
ESTIVA	20,00 °C	1 696,70 Pa	21,80 °C	1 361,60 Pa

θ_i : temperatura interna

φ_i : umidità relativa interna

θ_e : temperatura esterna

φ_e : umidità relativa esterna

n: numero di ricambi d'aria

p_i : pressione interna

p_e : pressione esterna

X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 616,703 Pa.
	La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di vapore condensato è pari a 0,000 kg/m ² (rievaporabile durante il periodo estivo).
X	La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale ΔP è pari a 616,703 Pa.

Verifica di formazione di muffe superficiali

Condizioni al contorno e dati climatici

Mese	θ_e	P_e	ΔP	P_i	θ_i	φ_i
ottobre	11,8 °C	1062,82 Pa	169,7 Pa	1232,52 Pa	20 °C	77 %
novembre	6,2 °C	828,99 Pa	217,3 Pa	1046,29 Pa	20 °C	87 %
dicembre	2,2 °C	607,83 Pa	251,3 Pa	859,13 Pa	20 °C	85 %
gennaio	0,8 °C	548 Pa	263,2 Pa	811,2 Pa	20 °C	85 %
febbraio	4,2 °C	640,56 Pa	234,3 Pa	874,86 Pa	20 °C	78 %
marzo	7,3 °C	757,5 Pa	207,95 Pa	965,45 Pa	20 °C	74 %
aprile	11,4 °C	843,39 Pa	173,1 Pa	1016,49 Pa	20 °C	63 %

Calcolo del fattore di rischio

Mese	$\theta_{si-critica}$	fR _{si-amm}
ottobre	13,44°C	0,2001
novembre	10,95°C	0,3444
dicembre	8,02°C	0,3272
gennaio	7,18°C	0,3325
febbraio	8,29°C	0,2589
marzo	9,75°C	0,1928
aprile	10,52°C	-0,1025

θ_e : temperatura esterna P_e : pressione esterna ΔP : variazione di pressione P_i : pressione interna θ_i : temperatura interna φ_i : umidità relativa interna θ_{si} critica: temperatura superficiale critica f_{Rsi} amm: fattore di resistenza superficiale ammissibile

Riepilogo dei risultati

Metodo di calcolo umidità relativa ambiente interno: classi di concentrazione

Fattore di resistenza superficiale f_{Rsi} : 0,3444 (mese di Novembre)

Pressione di vapore e pressione di saturazione

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	811,2	874,9	965,4	1 016,5	1 301,2	1 614,1	1 446,3	1 725,8	1 608,0	1 232,5	1 046,3	859,1
	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0	2 337,0
Add-A	802,7	867,3	958,7	1 010,9	1 296,8	1 610,6	1 443,6	1 722,8	1 604,1	1 227,0	1 039,3	851,0
	2 195,3	2 219,8	2 242,4	2 272,5	2 302,3	2 329,4	2 350,6	2 343,0	2 318,8	2 275,5	2 234,3	2 205,3
A-B	774,5	842,2	936,4	992,3	1 281,8	1 598,9	1 434,5	1 712,8	1 591,2	1 208,8	1 016,0	824,1
	2 031,6	2 083,0	2 130,8	2 195,5	2 260,3	2 320,1	2 367,5	2 350,5	2 296,7	2 201,9	2 113,7	2 052,6
B-C	761,7	830,8	926,4	984,0	1 275,1	1 593,7	1 430,4	1 708,3	1 585,3	1 200,6	1 005,5	811,9
	2 023,7	2 076,3	2 125,3	2 191,7	2 258,3	2 319,6	2 368,4	2 350,9	2 295,6	2 198,3	2 107,8	2 045,2
C-D	548,0	640,6	757,5	843,4	1 162,1	1 505,6	1 361,6	1 632,6	1 487,6	1 062,8	829,0	607,8
	653,9	831,5	1 029,0	1 353,2	1 752,8	2 197,2	2 608,2	2 454,3	2 013,9	1 389,2	954,7	722,5
D-Add	548,0	640,6	757,5	843,4	1 162,1	1 505,6	1 361,6	1 632,6	1 487,6	1 062,8	829,0	607,8
	647,0	824,4	1 022,2	1 347,3	1 748,8	2 196,2	2 610,4	2 455,2	2 011,5	1 383,4	947,6	715,4

Temperature

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interno-Add	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Add-A	19,1	19,2	19,4	19,6	19,8	20,0	20,1	20,0	19,9	19,6	19,3	19,1
A-B	19,0	19,2	19,3	19,5	19,8	19,9	20,1	20,0	19,9	19,6	19,3	19,1
B-C	17,8	18,2	18,5	19,0	19,5	19,9	20,2	20,1	19,7	19,0	18,4	17,9
C-D	17,7	18,1	18,5	19,0	19,4	19,9	20,2	20,1	19,7	19,0	18,3	17,9
D-Add	0,9	4,3	7,4	11,5	15,4	19,0	21,8	20,8	17,6	11,9	6,3	2,3
Add-Esterno	0,8	4,2	7,3	11,4	15,4	19,0	21,8	20,8	17,6	11,8	6,2	2,2

Verifica formazione di condensa interstiziale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Interf. A/B												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. B/C												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. C/D												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Interf. D/E												
Gc [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ma [Kg/m²]	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Verifica di condensa interstiziale:

Quantità massima di vapore accumulato mensilmente

Gc: 0,0000 kg/m²

Quantità ammissibile di vapore accumulato mensilmente in un'interfaccia

Gc,max: 0,5000 kg/m²

Quantità di vapore residuo Ma: 0,0000 kg/m²

Esito della verifica di condensa interstiziale: Condensa assente

DIAGRAMMI DI PRESSIONE E TEMPERATURA

