



Presidenza del Consiglio dei Ministri

PROGETTO

RIQUALIFICAZIONE URBANA, SOCIALE E CULTURALE  
AREE DEGRADATE  
RIONE MURICELLE, STAZIONE, TRIBUNA E VASCLETTE

TITOLO

PALESTRA "SACRO CUORE"

Relazione Legge 10/91

FORMATO

A4

SCALA

/

PROGETTISTA



STUDIO PARIS ENGINEERING

Via G. Amercola, 48  
67051 AVEZZANO (AQ)  
Tel/fax 0853.1940207  
email: info@studioparisengineering.it



LIBRO FIRMA

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	09/09/2017	progetto definitivo - esecutivo	EN	TE	LP

ELABORATO

REL. EN. E. 03

# ALLEGATO 1

## RELAZIONE TECNICA DI CUI AL COMMA 1 DELL'ARTICOLO 8 DEL DECRETO LEGISLATIVO 19 AGOSTO 2005, N. 192, ATTESTANTE LA RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

### *Nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, edifici ad energia quasi zero*

Un edificio esistente è sottoposto a ristrutturazione importante di primo livello quando l'intervento ricade nelle tipologie indicate al paragrafo 1.4.1, comma 3, lettera a) dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005.

*Il seguente schema di 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 all'applicazione integrale del decreto legislativo 192/2005.*

### 1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di **CELANO**

Provincia **L'AQUILA**

Progetto per la realizzazione di (specificare il tipo di opere)

**RIQUALIFICAZIONE URBANA PALESTRA RIONE VASCLETTE**

Edificio pubblico	<input checked="" type="checkbox"/> sì	<input type="checkbox"/> no
Edificio a uso pubblico	<input type="checkbox"/> sì	<input checked="" type="checkbox"/> no

Sito in (specificare l'ubicazione o, in alternativa indicare che è da edificare nel terreno di cui si riportano gli estremi del censimento al Nuovo Catasto Urbano)

Mappale:

Sezione:

Foglio: **17**

Particella: **800**

Subalterni:

Richiesta Permesso di Costruire	n	del
Permesso di Costruire / DIA/ SCIA / CIL o CIA	n	del
Variante Permesso di Costruire/ DIA/ SCIA / CIL o CIA	n	del

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui al punto 1.2 dell'allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

E.6 (2) - Palestre e assimilabili

Numero delle unità immobiliari

Committente(i)

**COMUNE DI CELANO (AQ)**

Progettista(i) degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva - specificare se differenti), dell'isolamento termico e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio **ING. LIVIO PARIS**

Direttore(i) dei lavori degli impianti di climatizzazione (invernale ed estiva - specificare se differenti), dell'isolamento termico e del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio **DA DEFINIRE IN CORSO D'OPERA**

Progettista(i) dei sistemi di illuminazione dell'edificio **ING. LIVIO PARIS**

Direttore(i) dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio **DA DEFINIRE IN CORSO D'OPERA**

Tecnico incaricato per la redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica (APE) **DA DEFINIRE IN CORSO D'OPERA**

## **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 costituiti dai primi tre allegati obbligatori di cui al punto 8 della presente relazione.

## **3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'**

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) GG: 2 720

Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti) °C: -5,59

Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma °C : 28,51

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

### **Climatizzazione invernale**

Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano (V)	m <sup>3</sup>	2 116,80
Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato (S)	m <sup>2</sup>	1 218,00
Rapporto S/V	l/m	0,5754
Superficie utile climatizzata dell'edificio	m <sup>2</sup>	336,00
Valore di progetto della temperatura interna invernale	°C	20
Valore di progetto dell'umidità relativa interna invernale	%	50%
Presenza sistema di contabilizzazione del calore	◇ sì	◇ no
specificare se con metodo diretto o indiretto		

### **Climatizzazione estiva**

Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano (V)	m <sup>3</sup>	
Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato (S)	m <sup>2</sup>	1 218,00
Superficie utile climatizzata dell'edificio	m <sup>2</sup>	336,00
Valore di progetto della temperatura interna estiva	°C	
Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva	%	
Presenza sistema di contabilizzazione del freddo	◇ sì	◇ no
specificare se con metodo diretto o indiretto		

## Informazioni generali e prescrizioni

Presenza di reti di teleriscaldamento/raffreddamento a meno di 1000 m ☐ sì ☒ no

Se “sì” descrivere le opere edili ed impiantistiche previste necessarie al collegamento alle reti. Se non sono state predisposte opere inserire la motivazione:

Livello di automazione per il controllo la regolazione e la gestione delle tecnologie dell’edificio e degli impianti termici (BACS), classe: (min = classe B norma UNI EN 15232)

Adozione di materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture ☐ sì ☒ no

Se “sì” descrizione e caratteristiche principali:

Valore di riflettanza solare = > 0.65 per coperture piane

Valore di riflettanza solare = > 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 ☐ sì ☒ no

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

**NON NECESSARIE**

Adozione di misuratori d’energia (Energy Meter) ☐ sì ☐ no

Se “sì” descrizione e caratteristiche principali

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del calore ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta del freddo ☐ sì ☒ no

Adozione di sistemi di contabilizzazione diretta dell’A.C.S. ☐ sì ☒ no

Se “no” riportare le ragioni tecnico-economiche che hanno portato al non utilizzo e definire quale sistema di contabilizzazione è stato utilizzato:

**NON NECESSARIE**

Utilizzazione di fonti di energia rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento secondo i principi minimi di integrazione, le modalità e le decorrenze di cui all’allegato 3, del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28.

### *Produzione di energia termica*

Indicare la % di copertura tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, dei consumi previsti per:

- acqua calda sanitaria (%): 88,87
- acqua calda sanitaria, climatizzazione invernale, climatizzazione estiva (%): 61,46

### *Produzione di energia elettrica*

Indicare la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

- superficie in pianta dell'edificio a livello del terreno S (mq): **336 mq**
- potenza elettrica  $P=(1/K)*S$  : **6 kW (secondo quanto indicato nel D.lgs. 20/2011 allegato 3)**

Descrizione e potenza degli impianti alimentati da fonti rinnovabili:

Adozione sistemi di regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale	<input type="checkbox"/> sì	<input checked="" type="checkbox"/> no
---	-----------------------------	--

Adozione sistemi di compensazione climatica nella regolazione automatica della temperatura ambiente singoli locali o nelle zone termiche servite da impianti di climatizzazione invernale	<input type="checkbox"/> sì	<input checked="" type="checkbox"/> no
---	-----------------------------	--

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

Valutazione sull'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate sia esterni che interni presenti:

Verifiche di cui alla lettera b) del punto 3.3.4 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

Tutte le pareti opache verticali ad eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est:

Valore della massa superficiale parete  $M_s$ :  $> 230 \text{ kg/mq}$

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica  $Y_{IE}$   $< 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

Tutte le pareti opache verticali ed orizzontali:

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica  $Y_{IE}$   $< 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

Verifiche di cui alla lettera c) del punto 3.3.4 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005

## 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 impianto

Tipologia, Sistemi di generazione, Sistemi di termoregolazione, Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica, Sistemi di distribuzione del vettore termico, Sistemi di ventilazione forzata, Sistemi di accumulo termico, Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065)	<input checked="" type="checkbox"/> sì	<input type="checkbox"/> no
---	--	-----------------------------

Durezza totale dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore per potenza installata maggiore o uguale a 100 kW gradi francesi

Filtro di sicurezza	<input checked="" type="checkbox"/> sì	<input type="checkbox"/> no
---------------------	--	-----------------------------

#### b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria	<input type="checkbox"/> sì	<input checked="" type="checkbox"/> no
---	-----------------------------	--

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto	<input type="checkbox"/> sì	<input checked="" type="checkbox"/> no
--	-----------------------------	--

### **Caldaia/Generatore di aria calda**

Generatore di calore a biomassa

☐ sì

☒ no

Se "sì" verificare il rispetto del valore del rendimento termico utile nominale in relazione alle classi minime di cui alle pertinenti norme UNI-EN di prodotto.

Combustibile utilizzato: **GAS METANO**

Fluido termovettore: **ACQUA**

Sistema di emissione (specificare bocchette/pannelli radianti/ radiatori/ strisce radianti/ termoconvettori/ travi fredde/ ventilconvettori/ altro):

**BOCCHETTE MONTATE SU CANALE CIRCOLARE P: 300 mc  
(VEDI PLANIMETRIE ALLEGATE PER)**

Valore nominale della potenza termica utile kW

**CALDAIA A CONDENSAZIONE AD ALTO RENDIMENTO P:30 Kw**

**MARCA E MODELLO: ELCO THISION MINI 30**

Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% Pn **97,5**

Valore di progetto %

Rendimento termico utile al 30% Pn **106**

Valore di progetto %

Nel caso di generatori che utilizzino più di un combustibile indicare i tipi e le percentuali di utilizzo dei singoli combustibili

### **Pompa di calore :**

**MARCA E MODELLO: Elco AEROTOP MONO 07 M**

☒ elettrica

☐ a gas

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) **ESTERNO**

Lato esterno (specificare aria/acqua/suolo - sonde orizzontali/ suolo - sonde verticali/altro): **ARIA**

Fluido lato utenze (specificare aria/acqua/altro): **ACQUA**

Potenza termica utile riscaldamento **7.98 kW**

Potenza elettrica assorbita **2.258 kW**

Coefficiente di prestazione (COP) **5**

Indice di efficienza energetica (EER) **5**

### **Impianti di micro-cogenerazione**

Rendimento energetico delle unità di produzione PES =

$\geq 0$  (0,15 per impianti di cogenerazione)

Procedura di calcolo del PES:

### **Teleriscaldamento/teleraffrescamento**

Certificazione atta a comprovare i fattori di conversione in energia primaria in energia termica fornita al punto di consegna dell'edificio:

☐ sì

☒ no

Se sì indicare il protocollo

e i fattori di conversione

Valore nominale della potenza termica utile dello scambiatore di calore kW

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: //

Tipo di conduzione estiva prevista: //

Sistema di gestione dell'impianto termico: **CENTRALINA DI GESTIONE E CORDINAMENTO PER Sonda ESTERNA, CALDAIA A CONDENSAZIONE E POMPA DI CALORE**

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

Centralina climatica, Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore //

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

Numero di apparecchi, Descrizione sintetica delle funzioni, Numero dei livelli di programmazione della temperatura nelle 24 ore

### d) Dispositivi per la contabilizzazione del calore/freddo nelle singole unità immobiliari (solo per impianti centralizzati)

//

### e) Terminali di erogazione dell'energia termica

Numero di apparecchi (quando applicabile), Tipo, Potenza termica nominale (quando applicabile)

- UNITA' TERMOVENTILANTE (PALESTRA) AERMEC

- IMPIANTO A RADIATORI (SPOGLIATOI)

### f) Condotti di evacuazione dei prodotti della combustione

Descrizione e caratteristiche principali (indicare con quale norma è stato eseguito il dimensionamento)

**CANNA FUMARIA IN ACCIAIO INOX 130 h: 5 m. UNI EN 13384-1:2008 "Metodi di calcolo termico e fluido dinamico – Parte 1: Camini asserviti a un solo apparecchio".**

**UNI EN 1443/2005 "Camini – Requisiti generali".**

### 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)

**ISOLAMENTO ELASTOMERICO 0.004W/mK, SPESSORI SECONDO D.M.412.**

### i) Schemi funzionali degli impianti termici

In allegato inserire schema unifilare degli impianti termici con specificato:

- il posizionamento e la potenze dei terminali di erogazione;
- il posizionamento e tipo dei generatori;
- il posizionamento e tipo degli elementi di distribuzione,
- il posizionamento e tipo degli elementi di controllo;
- il posizionamento e tipo degli elementi di sicurezza.

## **5.2 Impianti fotovoltaici**

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali in allegato

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO P:6 kW INSTALLATO SU COPERTURA**

## **5.3 Impianti solari termici**

//

## **5.4 Impianti di illuminazione**

**ILLUMINAZIONE CON LAMPADE A LED**

## **5.5 Altri impianti**

Descrizione e caratteristiche tecniche di apparecchiature, sistemi e impianti di rilevante importanza funzionali e schemi funzionali in allegato.

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

## **6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI**

Si dichiara che l'edificio oggetto della presente relazione può essere definito "edificio ad energia quasi zero" in quanto sono contemporaneamente rispettati:

- tutti i requisiti previsti dalla lettera b), del comma 2, del paragrafo 3.3 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005, secondo i valori vigenti dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri edifici;
- gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili nel rispetto dei principi minimi di cui all'allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28.

### **a) Involucro edilizio e ricambi d'aria**

Trasmittanza termica (U) degli elementi divisorii tra alloggi o unità immobiliari confinanti (distinguendo pareti verticali e solai):

Confronto con il valore limite pari a 0,8 W/m²K

Verifica termoigrometrica

(Vedi allegati alla presente relazione)

Numeri di ricambi d'aria (media nelle 24 ore) - specificare per le diverse zone:

**23,4 m³/h x pp (secondo norma UNI10339)**

Portata d'aria di ricambio (G) solo nei casi di ventilazione meccanica controllata:

**23,4 m³/h x pp (secondo norma UNI10339)**

Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso - **N.1 RECUPERATORE DI CALORE PORTATA ARIA 1400 m³**

Efficienza delle apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto):

**70%**



## **b) Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e l'illuminazione**

Determinazione dei seguenti indici di prestazione energetica, espressi in kWh/m<sup>2</sup> anno, così come definite al paragrafo 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:

- $H'_T$ : coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente (UNI EN ISO 13789);  
Valore: 0,362  
Limite: 0,550  
Verifica  $H'_T < H'_{T,L}$  : Positiva
- $A_{sol,est} / A_{sup\ utile}$   
Valore: 0,0000  
Limite: 0,0400  
Verifica  $(A_{sol,est} / A_{sup\ utile})_{limite}$  : Positiva
- $EP_{H,nd}$ : indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio;  
Valore: 107,2743  
Limite: 114,0017  
Verifica  $EP_{H,nd} < EP_{H,nd,limite}$  : Positiva
- $EP_{C,nd}$ : indice di prestazione termica utile per la climatizzazione estiva dell'edificio (compreso l'eventuale controllo dell'umidità);  
Valore: 0,0000  
Limite: 0,0000  
Verifica  $EP_{C,nd} < EP_{C,nd,limite}$  : Positiva
- $EP_{gl,tot} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T$ : indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria totale)  
Valore: 129,1375  
Limite: 189,6790  
Verifica  $EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$ : Positiva
- $EP_{gl,nren} = EP_H + EP_W + EP_V + EP_C + EP_L + EP_T$ : indice della prestazione energetica globale dell'edificio (Energia primaria non rinnovabile)  
Valore: 49,7745  
Limite: 79,6671  
Verifica  $EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$ : Positiva
- $\eta_H$ : efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento;  
Valore: 0,9310  
Limite: 0,6510  
Verifica  $\eta_H > \eta_{H,limite}$  Positiva
- $\eta_W$ : efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria;  
Valore: 0,9010  
Limite: 0,8614  
Verifica  $\eta_W > \eta_{W,limite}$  : Positiva
- $\eta_C$ : efficienza media stagionale dell'impianto di raffrescamento (compreso l'eventuale controllo dell'umidità);  
Valore: 0,0000  
Limite: 0,0000  
Verifica  $\eta_C > \eta_{C,limite}$  :

## **c) Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria**

//

#### d) Impianti fotovoltaici

- connessione impianto (specificare grid connected/ stand alone): **GRIND CONNECTED (RETE ENEL)**
- tipo moduli (specificare silicio monocristallino/ silicio policristallino/ film sottile/ altro): **SILICIO MONOCRISTALLINO**
- tipo installazione (specificare integrati/ parzialmente integrati/ altro): **INTEGRATI**
- tipo supporto (specificare supporto metallico/su pensilina/parete esterna verticale/ altro): **SUPPORTO METALLICO**
- inclinazione (°) e orientamento: **SUD-EST**

Potenza installata e percentuale di copertura del fabbisogno annuo: **6 kW**.

#### ) Consuntivo energia

- energia consegnata o fornita ( $E_{del}$ ):	kWh	16 724,229
- energia rinnovabile ( $EP_{gl,ren}$ ):	kWh/m <sup>2</sup> anno	79,363
- energia esportata ( $E_{exp}$ ):	kWh	4 094,219
- energia rinnovabile in situ:	hWh <sub>t</sub>	24 007,482
	hWh <sub>e</sub>	2 658,480
- fabbisogno annuale globale di energia primaria ( $EP_{gl,tot}$ ):	kWh/m <sup>2</sup> anno	129,137

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

Schede in allegato

### 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.

- [ X ] Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi
  - [ X ] Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi
  - [ X ] Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari
  - [ X ] Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogia voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
  - [ X ] Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali
  - [ X ] Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e della loro permeabilità all'aria
  - [ X ] Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza
- Altri eventuali allegati non obbligatori .....

## 9. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto, **Ing. Livio Paris** iscritto all'ordine degli Ingegneri della Provincia di L'Aquila al n. 2761, con studio di progettazione in Avezzano, Via G. Amendola n.48 essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo 192/2005

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute dal decreto legislativo 192/2005 nonché dal decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005 ;
- b) il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi e le decorrenze di cui all'allegato 3, paragrafo 1, lettera c), del decreto legislativo 3 marzo 2011, n.28;
- c) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data, Novembre 2017

Firma

Ing. Livio Paris

# ALLEGATO A – CALCOLO DISPERSIONI TERMICHE

## Dati Generali Progetto

Descrizione progetto	RIQUALIFICAZIONE PALESTRA
Ambito di intervento	Ristrutturazione importante di primo livello
Metodologia di calcolo	
Procedura di calcolo	Nazionale - D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192, e successive modificazioni.
Edificio pubblico	Sì
Classificazione edificio	E.6 (2) - Palestre e assimilabili

## Dati Climatici

Provincia	L'Aquila
Comune	Celano
Zona climatica	E
Gradi giorno	2 720
Altezza sul livello del mare	[m] 800
Temperatura esterna di progetto invernale	[°C] -5,59
Temperatura esterna media annuale	[°C] 11,63
Fattore di correzione fg1	1,45
Fattore di correzione fg2	0,33
Fattore di correzione Gw	1,00

### Fattori di correzione per esposizione:

Nord	1,20
Nord – Est	1,20
Est	1,15
Sud – Est	1,10
Sud	1,00
Sud – Ovest	1,05
Ovest	1,10
Nord – Ovest	1,15

## Risultati per Ambiente

Impianto	Edificio Palestra
Zona	PALESTRA
Ambiente	PALESTRA
Categoria di destinazione d'uso	E.6 (2) - Palestre e assimilabili
Temperatura interna di progetto	[°C] 20
Superficie utile	[m²] 336,00
Volume netto	[m³] 2 116,80

Amb. Conf.	Esp.	Tipo	Codice	Descrizione	U [W/m²K] Ψ [W/mK]	Sup. [m²] Lungh. [m]	Te [°C]	ek	Ht [W/K]	Qt [W]
G		PV		PAVIMENTO	0,204	365,00	11,63	1,00	35,6291	911,75
D	NO	OP	MCO01(60)	Muratura perimetrale con cappotto sp.6cm	0,448	125,20	-5,59	1,15	64,5030	1 650,63
D	NO	TR	FIN01	Finestra 4.5*1.6 m	1,578	28,80	-5,59	1,15	52,2634	1 337,42
D	NE	OP	MCO01(60)	Muratura perimetrale con cappotto sp.6cm	0,448	90,00	-5,59	1,20	48,3840	1 238,15
D	SE	OP	MCO01(60)	Muratura perimetrale con cappotto sp.6cm	0,448	125,20	-5,59	1,10	61,6986	1 578,87
D	SE	TR	FIN01	Finestra 4.5*1.6 m	1,578	28,80	-5,59	1,10	49,9910	1 279,27
D	SO	OP	MCO01(60)	Muratura perimetrale con cappotto sp.6cm	0,448	74,70	-5,59	1,05	35,1389	899,20
D	SO	TR	FIN02	Finestra 1.3*1.2	1,796	6,24	-5,59	1,05	11,7674	301,13
D	SO	TR	FIN03	Finestra 1.8*1.7	1,630	6,12	-5,59	1,05	10,4744	268,04
D	SO	TR	FIN04	Finestra 0.6*0.7	2,352	2,94	-5,59	1,05	7,2606	185,80
D	OR(C)	OP	COP01	COPERTURA PALESTRA	0,202	365,00	-5,59	1,00	73,7300	1 886,75

Dispersioni per trasmissione	[W]	11 537,01
Dispersioni per ventilazione	[W]	4 022,37
Potenza di ripresa	[W]	9 072,00
Carico termico totale	[W]	24 631,37

### Risultati per Zona

Impianto		Edificio Palestra
Zona		PALESTRA
Categoria di destinazione d'uso		E.6 (2) - Palestre e assimilabili
Temperatura interna di progetto	[°C]	20
Ventilazione		Ibrida
Ricambio d'aria	[1/h]	0,0

Ambiente	Ti [°C]	Qtr [W]	Qve [W]	Qrh [W]	Qtot [W]
PALESTRA	20	11 537,01	4 022,37	9 072,00	24 631,37

Dispersioni totali per trasmissione	[W]	11 537,01
Dispersioni totali per ventilazione	[W]	4 022,37
Potenza di ripresa	[W]	9 072,00
Carico termico totale	[W]	24 631,37

### Risultati per Impianto

Impianto		Edificio Palestra
Considera		Vicini presenti
Categoria di destinazione d'uso		E.6 (2) - Palestre e assimilabili
Temperatura interna di progetto	[°C]	20

Zona	Qtr [W]	Qve [W]	Qrh [W]	Qtot [W]
PALESTRA	11 537,01	4 022,37	9 072,00	24 631,37

Dispersioni totali per trasmissione	[W]	11 537,01
Dispersioni totali per ventilazione	[W]	4 022,37
Potenza di ripresa	[W]	9 072,00
Carico termico totale	[W]	24 631,37

## ALLEGATO B - PRESTAZIONE ENERGETICA

Dati generali		
Ambito di intervento	Ristrutturazione importante di primo livello	
Procedura	Nazionale - D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192, e successive modificazioni.	
Zona climatica	E	
Gradi giorno	2 720	
Volume lordo	m <sup>3</sup>	2 116,80

Riscaldamento		Edificio di progetto	Edificio di riferimento
Durata della stagione (UNI/TS 11300-1:2014)		03/10 - 27/04	26/09 - 03/05
Durata della stagione (D.P.R. 412/1993)		15/10 - 15/04	15/10 - 15/04
Superficie disperdente	m <sup>2</sup>	1 218,00	
Superficie utile	m <sup>2</sup>	336,00	
Rapporto S/V	1/m	0,5754	
Rapporto Superficie trasparente / Superficie utile		0,196	
Fabbisogno di energia termica per riscaldamento	kWh	36 044,156	38 304,586
EPH,nd	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	107,274	114,002
EPH,nd,limite (2019/21)	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)		102,157
Qualità involucro		Alta	
Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento	kWh	16 203,927	24 912,385
Superficie calpestabile del volume riscaldato	m <sup>2</sup>	336,000	
EPH,nren	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	48,226	74,144
EPH,ren	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	67,000	100,985
EPH,tot	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	115,226	175,129
Rendimento del sottosistema di emissione, $\eta_e$		0,9528	
Rendimento del sottosistema di regolazione, $\eta_{rg}$		0,9747	
Rendimento del sottosistema di distribuzione, $\eta_d$		0,9868	
Efficienza dei sottosistemi di utilizzazione, $\eta_u$			0,810
Efficienza media stagionale impianto riscaldamento $\eta_h$		0,9310	0,6510
Verifica efficienza media stagionale		Positiva	
Copertura FER	%	58,1466	

Raffrescamento		Edificio di progetto	Edificio di riferimento
Durata della stagione (UNI/TS 11300-1:2014)		16/04 - 00/00	16/04 - 00/00
Fabbisogno di energia termica per raffrescamento	kWh	0,000	0,000
Superficie utile	m <sup>2</sup>	336,00	
EPC,nd	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	0,000	0,000
Verifica		Positiva	
Asol,est/ Asup,utile	kWh/m <sup>2</sup>	0,0000	
YIE	W/m <sup>2</sup> K	0,0000	
Qualità involucro		Alta	

Acqua calda sanitaria		Edificio di progetto	Edificio di riferimento
Superficie utile	m <sup>2</sup>	336,00	
Fabbisogno di energia termica per acs	kWh	4 211,394	4 211,394
Fabbisogno di energia primaria per acs	kWh	520,301	1 855,765
EPW,nren	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	1,548	5,523
EPW,ren	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	12,363	9,027
EPW,tot	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	13,912	14,550
Efficienza media stagionale impianto acs $\eta_w$		0,9010	0,8614
Verifica efficienza media stagionale		Positiva	
Copertura FER	%	88,8689	

Ventilazione		Edificio di progetto	Edificio di riferimento
Fabbisogno di energia termica per ventilazione	kWh	0,000	0,000
Superficie utile	m <sup>2</sup>	336,00	
EPV,nren	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	0,000	0,000
EPV,ren	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	0,000	0,000
EPV,tot	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	0,000	0,000

Globale		Edificio di progetto	Edificio di riferimento
EPgl,nren	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	49,775	79,667
EPgl,nren,rif,standard	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)		161,514
Verifica		Positiva	
Classe energetica		A4	
EPgl,ren	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	79,363	110,012
EPgl,tot	kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	129,137	189,679
Coefficiente medio globale di scambio termico, H't		0,36	0,55
Verifica H't		Positiva	
Asol,est/Asup,utile		0,0000	0,0400
Verifica Asol,est/Asup,utile		Positiva	
Emissioni di CO2	KgCO2/(m <sup>2</sup> ·a)	10,223	
Copertura FER	%	61,4562	

Consumi			
Fabbisogno di energia elettrica da rete per ausiliari riscaldamento	kWhe	242,257	
Fabbisogno di energia elettrica da rete per ausiliari acs	kWhe	0,000	
Fabbisogno di energia elettrica da rete per ausiliari ventilazione	kWhe	0,000	
Riscaldamento			
Energia elettrica da rete	kWh	4 315,341	
Gas naturale	Nm <sup>3</sup>	909,328	
Acqua calda sanitaria			
Energia elettrica da rete	kWh	46,212	

ALLEGATO C – COPERTURA FER (FONTI RINNOVABILI)

VERIFICA RISPETTO COPERTURA DA FONTI RINNOVABILI

Impianto                      Edificio Palestra

Energia primaria rinnovabile totale (riscaldamento), Qp,ren,tot	[Wh]	22 512
Energia primaria totale (riscaldamento), Qp,tot	[Wh]	38 716
Energia primaria rinnovabile totale (acs), Qp,ren,tot	[Wh]	4 154
Energia primaria totale (acs), Qp,tot	[Wh]	4 674
Energia primaria totale (raffrescamento), Qp,tot	[Wh]	0

COPERTURA GLOBALE DA FONTE RINNOVABILE

Quota di energia rinnovabile	[%]	61,46
Limite di legge	[%]	55,00
Verifica		Positiva

COPERTURA ACQUA CALDA SANITARIA DA FONTE RINNOVABILE

Quota di energia rinnovabile	[%]	88,87
Limite di legge	[%]	55,00
Verifica		Positiva



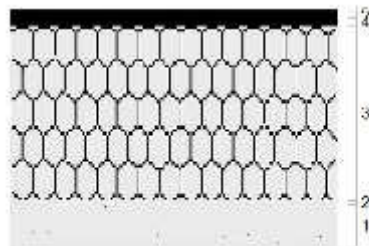
## ALLEGATO D – STRATIGRAFIA COMPONENTI

### COMPONENTE OPACO

Codice COP01  
 Descrizione COPERTURA PALESTRA  
 Note UNI/TR 11552:2014  
 Giacitura SE=Solaio esterno(flusso ascendente)  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,16500
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	24,339
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	24,339
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	6,499
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	16,020
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	4,754
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	4,954
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,202
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,167



### STRATIGRAFIA

	Codice materiale	Descrizione	d m	$\lambda$ W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c_p$ J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
1	INA01	Resistenza superficiale interna	0,03000	0,026	0,000	1,300	1 008	0,100
2	MET504	Aria in quiete a 293 K	0,00300	220,000	0,000	2	880	1,154
		Alluminio				700,000		0,000
3	ISO619	Polistirene espanso estruso, con pelle	0,12000	0,034	0,000	30,000	1 450	3,529
4	BIT501	Bitume puro	0,00600	0,170	0,000	1	1000	0,035
						050,000		
5	BIT501	Bitume puro	0,00600	0,170	0,000	1	1000	0,035
						050,000		
		Resistenza superficiale esterna						0,100

### VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo	2015
Verifica limiti come	Copertura orizzontale o inclinata verso l'esterno o gli ambienti non climatizzati
Zona climatica	E
Trasmittanza limite	0,250 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Trasmittanza termica	0,202 W/(m <sup>2</sup> ·K)
<b>Verifica</b>	Positiva

Codice COP01  
Descrizione COPERTURA PALESTRA

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno  
Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile  
Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile  
Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2  
Struttura leggera No  
Classe di umidità 3 - Alloggi con basso indice di affollamento  
Umidità relativa massima accettabile 80 %

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	2,32	3,62	7,42	10,32	15,22	20,12	21,72	21,62	16,12	11,92	7,12	2,02
$p_e$ [Pa]	588	650	707	896	1 144	1 342	1 612	971	1 256	1 033	878	585
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,12	21,72	21,62	18,00	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 376	1 379	1 267	1 327	1 357	1 342	1 612	971	1 429	1 393	1 452	1 386

### Proprietà dei materiali

Codice Materiale	Descrizione	d m	R m <sup>2</sup> ·K/W	μ	sd m
	Resistenza superficiale esterna		0,100		
BIT501	Bitume puro	0,00600	0,035	50 000	300,00000
BIT501	Bitume puro	0,00600	0,035	50 000	300,00000
ISO619	Polistirene espanso estruso, con pelle	0,12000	3,529	180	21,60000
MET504	Alluminio	0,00300	0,000	9 999 999	29
					999,99609
INA01	Aria in quiete a 293 K	0,03000	1,154	1	0,03000
	Resistenza superficiale interna		0,100		

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico Dicembre  
Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,950  
Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,736  
Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.  
**Verifica Positiva**

### Risultati di calcolo

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	2,32	3,62	7,42	10,32	15,22	20,12	21,72	21,62	16,12	11,92	7,12	2,02
$p_e$ [Pa]	588	650	707	896	1 144	1 342	1 612	971	1 256	1 033	878	585
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,12	21,72	21,62	18,00	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 376	1 379	1 267	1 327	1 357	1 342	1 612	971	1 429	1 393	1 452	1 386
$p_s$ [Pa]	1 720	1 724	1 584	1 659	1 696	1 677	2 015	1 214	1 786	1 741	1 815	1 732
$\theta_{si,min}$ [°C]	15,14	15,18	13,87	14,58	14,92	14,75	17,63	9,84	15,73	15,33	15,98	15,25
$f_{Rsi}$	0,73	0,71	0,51	0,44	-0,11	0,00	0,00	0,00	-0,21	0,42	0,69	0,74
$\theta_{si}$ [°C]	19,12	19,19	19,38	19,52	17,86	20,12	21,72	21,62	17,91	19,60	19,36	19,11

Codice	COP01
Descrizione	COPERTURA PALESTRA

### **Verifica della condensazione interstiziale (UNI EN ISO 13788 §6)**

Non si verifica condensazione in nessuna interfaccia per nessun mese.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

**Verifica** **Positiva**

### Risultati di calcolo

[illegible]

Codice COP01  
Descrizione COPERTURA PALESTRA

### VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

Riferimento normativo 2015  
Verifica limiti come Copertura orizzontale o inclinata verso l'esterno o gli ambienti non climatizzati  
Zona climatica E  
Località Celano  
Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:  
valore di progetto 286,000 W/m<sup>2</sup>  
valore di confronto 290,00 W/m<sup>2</sup>  
**Verifica richiesta No**

#### Verifica massa superficiale

Valore di progetto 24,339 kg/m<sup>2</sup>  
Valore di confronto 0 kg/m<sup>2</sup>  
**Verifica Non richiesta**

#### Verifica trasmittanza termica periodica

##### Risultati di calcolo

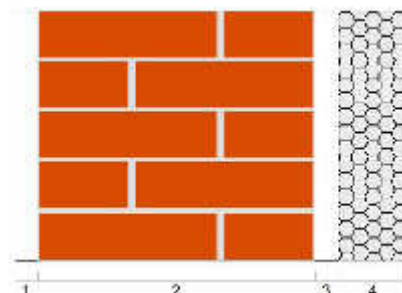
	Modulo	$\Delta t$ h
Matrice di trasferimento		
Z11	2,687	5,820
Z12	5,973 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-8,550
Z21	3,025 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-1,680
Z22	2,687	5,820
Ammettenze termiche		
Lato interno	0,450 W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,368
Lato esterno	1,070 W/(m <sup>2</sup> ·K)	4,600
Caratteristiche termiche dinamiche		
Trasmittanza termica periodica	0,167 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-3,450
Fattore di decremento	0,829	
Trasmittanza termica periodica		
valore di progetto	0,167 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
valore di confronto	0,180 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
<b>Verifica</b>	<b>Non richiesta</b>	

## COMPONENTE OPACO

Codice MCO01(60)  
 Descrizione Muratura perimetrale con cappotto sp.6cm  
 Note UNI/TR 11552:2014  
 Giacitura VE=Verticale esterno  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	0,34000
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	509,800
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	537,800
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	64,745
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	8,132
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	2,064
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	2,234
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,448
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,052



### STRATIGRAFIA

Codice materiale	Descrizione	d m	$\lambda$ W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	$\rho$ kg/m <sup>3</sup>	$c_p$ J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
1 #INT	Resistenza superficiale interna Intonaco interno	0,02000	0,700	0,000	1	1000	0,130 0,029
2 MUR516	Mattoni pieni, forati, leggeri (pareti esterne)	0,24000	0,992	0,000	400,000 2 000,000	840	0,242
3 #INT	Intonaco	0,02000	0,700	0,000	1 400,000	1000	0,029
4 ISO619	Polistirene espanso estruso, con pelle Resistenza superficiale esterna	0,06000	0,034	0,000	30,000	1 450	1,765 0,040

### VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo	2015
Verifica limiti come	Chiusure verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati
Zona climatica	E
Trasmittanza limite	1,800 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Trasmittanza termica	0,448 W/(m <sup>2</sup> ·K)
<b>Verifica</b>	Positiva

Codice MCO01(60)  
Descrizione Muratura perimetrale con cappotto sp.6cm

#### VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA

Riferimento normativo 2015  
Verifica limiti come Chiusure verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati  
Zona climatica E  
Località Celano  
Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:  
valore di progetto 286,000 W/m<sup>2</sup>  
valore di confronto 290,00 W/m<sup>2</sup>  
**Verifica richiesta No**

#### Verifica massa superficiale

Valore di progetto 509,800 kg/m<sup>2</sup>  
Valore di confronto 0 kg/m<sup>2</sup>  
**Verifica Non richiesta**

#### Verifica trasmittanza termica periodica

##### Risultati di calcolo

	Modulo	$\Delta t$ h
Matrice di trasferimento		
Z11	89,525	11,340
Z12	19,223 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-1,800
Z21	48,460 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-0,090
Z22	89,525	11,340
Ammettenze termiche		
Lato interno	4,657 W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,145
Lato esterno	0,542 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,570
Caratteristiche termiche dinamiche		
Trasmittanza termica periodica	0,052 W/(m <sup>2</sup> ·K)	-10,200
Fattore di decremento	0,116	
Trasmittanza termica periodica		
valore di progetto	0,052 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
valore di confronto	0,180 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
<b>Verifica</b>	<b>Non richiesta</b>	

## COMPONENTE OPACO

Codice S-01  
 Descrizione PAVIMENTO AL SUOLO  
 Note calcolo  
 Giacitura Pl=Pavimento interno(flusso discendente)  
 Origine dei dati Da stratigrafia

### RIEPILOGO

Spessore	m	1,02000
Massa superficiale	kg/m <sup>2</sup>	1 398,000
Massa totale	kg/m <sup>2</sup>	1 398,000
Capacità termica interna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	37,531
Capacità termica esterna	kJ/(m <sup>2</sup> ·K)	52,162
Resistenza termica dei materiali	m <sup>2</sup> ·K/W	1,712
Resistenza termica totale	m <sup>2</sup> ·K/W	2,052
Trasmittanza termica totale	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,487
Trasmittanza termica periodica	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,000



### STRATIGRAFIA

Codice materiale	Descrizione	d m	λ W/(m·K)	C W/(m <sup>2</sup> ·K)	ρ kg/m <sup>3</sup>	Cp J/(kg·K)	R m <sup>2</sup> ·K/W
1 PAV02	Resistenza superficiale interna Piastrelle di ceramica	0,01000	1,163	0,000	2 300,000	840	0,170 0,009
2 CLS579	CLS in genere (interno o esterno protetto)	0,05000	0,220	0,000	500,000	1000	0,227
3 SOT01	Sottofondo sabbia-cemento	0,02000	1,400	0,000	2 000,000	840	0,014
4 CLS594	CLS SC di argille espanse (sottofondi non aerati)	0,20000	0,500	0,000	1000,000	1000	0,400
5 CLS589	CLS in genere (interno o esterno protetto)	0,04000	0,650	0,000	1 500,000	1000	0,062
6 MSR516	Ciotoli e pietre frantumate	0,70000	0,700	0,000	1 500,000	1000	1,000
	Resistenza superficiale esterna						0,170

### VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo 2015  
 Verifica limiti come Pavimento verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra  
 Zona climatica E  
 Trasmittanza limite 0,300 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Trasmittanza termica 0,487 W/(m<sup>2</sup>·K)  
**Verifica** Negativa

Codice S-01  
Descrizione PAVIMENTO AL SUOLO

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno  
Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile  
Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile  
Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2  
Struttura leggera No  
Classe di umidità 4 - Alloggi con alto indice di affollamento, palestre, cucine, cantine, edifici riscaldati con sistemi a gas senza camino  
Umidità relativa massima accettabile 80 %

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	2,32	3,62	7,42	10,32	15,22	20,12	21,72	21,62	16,12	11,92	7,12	2,02
$p_e$ [Pa]	588	650	707	896	1 144	1 342	1 612	971	1 256	1 033	878	585
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,12	21,72	21,62	18,00	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 638	1 623	1 454	1 471	1 428	1 342	1 612	971	1 487	1 513	1 644	1 653

### Proprietà dei materiali

Codice Materiale	Descrizione	d m	R m²·K/W	$\mu$	Sd m
	Resistenza superficiale esterna		0,170		
MSR516	Ciotoli e pietre frantumate	0,70000	1,000	50	35,00000
CLS589	CLS in genere (interno o esterno protetto)	0,04000	0,062	8	0,32000
CLS594	CLS SC di argille espanse (sottofondi non aerati)	0,20000	0,400	65	13,00000
SOT01	Sottofondo sabbia-cemento	0,02000	0,014	22	0,44000
CLS579	CLS in genere (interno o esterno protetto)	0,05000	0,227	8	0,40000
PAV02	Piastrelle di ceramica	0,01000	0,009	188	1,88000
	Resistenza superficiale interna		0,170		

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico Dicembre  
Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,875  
Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,890  
Il componente è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.  
**Verifica Negativa**

### Risultati di calcolo

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	2,32	3,62	7,42	10,32	15,22	20,12	21,72	21,62	16,12	11,92	7,12	2,02
$p_e$ [Pa]	588	650	707	896	1 144	1 342	1 612	971	1 256	1 033	878	585
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	18,00	20,12	21,72	21,62	18,00	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 638	1 623	1 454	1 471	1 428	1 342	1 612	971	1 487	1 513	1 644	1 653
$p_s$ [Pa]	2 047	2 029	1 817	1 839	1 785	1 677	2 015	1 214	1 859	1 891	2 055	2 066
$\theta_{si,min}$ [°C]	17,88	17,74	16,00	16,19	15,72	14,75	17,63	9,84	16,36	16,62	17,94	18,02
$f_{Rsi}$	0,88	0,86	0,68	0,61	0,18	0,00	0,00	0,00	0,13	0,58	0,84	0,89
$\theta_{si}$ [°C]	17,79	17,95	18,43	18,79	17,65	20,12	21,72	21,62	17,77	18,99	18,39	17,75



Codice	S-01
Descrizione	PAVIMENTO AL SUOLO

### Verifica della condensazione interstiziale (UNI EN ISO 13788 §6)

Non si verifica condensazione in nessuna interfaccia per nessun mese.

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

**Verifica** **Positiva**

### Risultati di calcolo

[illegible]

Codice	S-01
Descrizione	PAVIMENTO AL SUOLO

# **VERIFICA MASSA SUPERFICIALE E TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA**

Riferimento normativo	2015
Verifica limiti come	Pavimento verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o contro terra
Zona climatica	E
Località	Celano
Irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione estiva Im,s:	
valore di progetto	286,000 W/m²
valore di confronto	290,00 W/m²
<b>Verifica richiesta</b>	<b>No</b>

## **Verifica massa superficiale**

Valore di progetto	1 398,000 kg/m²
Valore di confronto	0 kg/m²
<b>Verifica</b>	<b>Non richiesta</b>

## **Verifica trasmittanza termica periodica**

### **Risultati di calcolo**

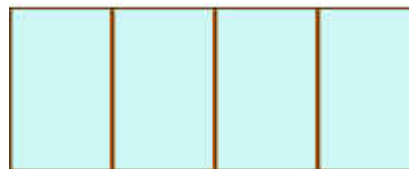
	Modulo	$\Delta t$ h
Matrice di trasferimento		
Z11	7 506,722	-11,590
Z12	2 750,737 W/(m²·K)	-1,300
Z21	28 472,756 W/(m²·K)	1,600
Z22	7 506,722	-11,590
Ammettenze termiche		
Lato interno	2,729 W/(m²·K)	1,714
Lato esterno	3,793 W/(m²·K)	1,190
Caratteristiche termiche dinamiche		
Trasmittanza termica periodica	0,000 W/(m²·K)	-10,700
Fattore di decremento	0,001	
Trasmittanza termica periodica		
valore di progetto	0,000 W/(m²·K)	
valore di confronto	0,180 W/(m²·K)	
<b>Verifica</b>	<b>Non richiesta</b>	

## COMPONENTE FINESTRATO

Codice FIN01  
Descrizione Finestra 4.5\*1.6 m  
Note UTENTE  
Origine dei dati Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)

### Caratteristiche del serramento:

Tipo di serramento			Finestra singola
Trasmittanza termica	Uw	W/(m²·K)	1,578
Trasmittanza solo vetro	Ug	W/(m²·K)	0,904



### Dimensioni del serramento:

Larghezza	m	4,50
Altezza	m	1,60

### Caratteristiche chiusure oscuranti:

Resistenza termica aggiuntiva	m²·K/W	0,12
Coefficiente di utilizzo della struttura fshut		0,60

### Dati apporti solari:

Emissività	$\epsilon$	0,100
Trasmittanza solare	g gl,n	0,67

## TELAIO

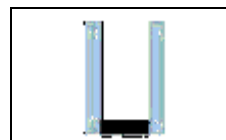
### Serramento interno:

Area vetro	Ag	m²	6,560
Area telaio	Af	m²	0,640
Area pannelli	Ap	m²	0,000
Perimetro vetro	Lg	m	20,840
Trasmittanza termica telaio	Uf	W/(m²·K)	5,882

## VETRO

### Serramento:

Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività termica [W/(m·K)]	Resistenza termica [m²·K/W]	Trasmittanza distanziatore [W/(m²·K)]
Resistenza superficiale interna			0,13	
Vetro 1	6,4	0,055		
Intercapedine 1 (Argon)	15,0			0,080
Vetro 2	6,4	0,055		
Resistenza superficiale esterna			0,04	



## RISULTATI

Resistenza	m²·K/W	0,634
Trasmittanza termica	W/(m²·K)	1,578
Resistenza termica aggiuntiva	m²·K/W	0,120
Trasmittanza totale	W/(m²·K)	1,427

## VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo		2015
Verifica limiti come		Verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati
Zona climatica		E
Trasmittanza limite	[W/(m²·K)]	1,800
Trasmittanza termica	[W/(m²·K)]	1,578
<b>Verifica trasmittanza</b>		<b>Positiva</b>

Codice FIN01  
Descrizione Finestra 4.5\*1.6 m

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno  
Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile  
Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile  
Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2  
Struttura leggera Sì  
Classe di umidità 3 - Alloggi con basso indice di affollamento  
Media delle temperature esterne minime annuali 0,0 °C

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	2,32	3,62	7,42	10,32	15,22	20,12	21,72	21,62	16,12	11,92	7,12	2,02
$p_e$ [Pa]	588	650	707	896	1 144	1 342	1 612	971	1 256	1 033	878	585
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,12	21,72	21,62	20,00	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 376	1 379	1 267	1 327	1 357	1 342	1 612	971	1 429	1 393	1 452	1 386

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico -  
Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,838  
Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,636  
Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.

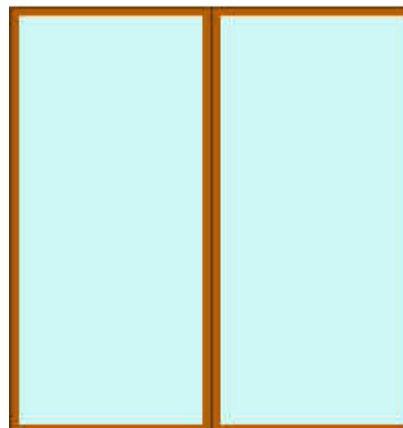
**Verifica** **Positiva**

### Risultati di calcolo

$\theta_e$  [°C] 0,00  
 $p_e$  [Pa] 580  
 $\theta_i$  [°C] 20,00  
 $p_i$  [Pa] 1 471  
 $p_s$  [Pa] 1 471  
 $\theta_{si,min}$  [°C] 12,73  
 $f_{Rsi}$  0,64  
 $\theta_{si}$  [°C] 16,77

## COMPONENTE FINESTRATO

Codice FIN02  
Descrizione Finestra 1.3\*1.2  
Note UTENTE  
Origine dei dati Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)



### Caratteristiche del serramento:

Tipo di serramento			Finestra singola
Trasmittanza termica	Uw	W/(m²·K)	1,796
Trasmittanza solo vetro	Ug	W/(m²·K)	0,904

### Dimensioni del serramento:

Larghezza	m	1,30
Altezza	m	1,20

### Caratteristiche chiusure oscuranti:

Resistenza termica aggiuntiva	m²·K/W	0,15
Coefficiente di utilizzo della struttura fshut		0,60

### Dati apporti solari:

Emissività	ε	0,100
Trasmittanza solare	g gl,n	0,67

## TELAIO

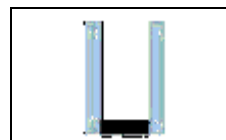
### Serramento interno:

Area vetro	Ag	m²	1,350
Area telaio	Af	m²	0,210
Area pannelli	Ap	m²	0,000
Perimetro vetro	Lg	m	6,920
Trasmittanza termica telaio	Uf	W/(m²·K)	5,882

## VETRO

### Serramento:

Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività termica [W/(m·K)]	Resistenza termica [m²·K/W]	Trasmittanza distanziatore [W/(m²·K)]
Resistenza superficiale interna			0,13	
Vetro 1	6,4	0,055		
Intercapedine 1 (Argon)	15,0			0,050
Vetro 2	6,4	0,055		
Resistenza superficiale esterna			0,04	



## RISULTATI

Resistenza	m²·K/W	0,557
Trasmittanza termica	W/(m²·K)	1,796
Resistenza termica aggiuntiva	m²·K/W	0,150
Trasmittanza totale	W/(m²·K)	1,567

## VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo	2015
Verifica limiti come	Verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati
Zona climatica	E
Trasmittanza limite	[W/(m²·K)] 1,800
Trasmittanza termica	[W/(m²·K)] 1,796
<b>Verifica trasmittanza</b>	<b>Positiva</b>

Codice FIN02  
Descrizione Finestra 1.3\*1.2

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno  
Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile  
Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile  
Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2  
Struttura leggera Sì  
Classe di umidità 3 - Alloggi con basso indice di affollamento  
Media delle temperature esterne minime annuali 0,0 °C

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	2,32	3,62	7,42	10,32	15,22	20,12	21,72	21,62	16,12	11,92	7,12	2,02
$p_e$ [Pa]	588	650	707	896	1 144	1 342	1 612	971	1 256	1 033	878	585
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,12	21,72	21,62	20,00	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 376	1 379	1 267	1 327	1 357	1 342	1 612	971	1 429	1 393	1 452	1 386

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico -  
Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,821  
Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,636  
Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.

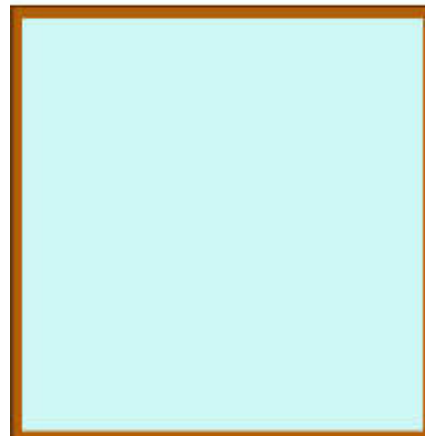
**Verifica** **Positiva**

### Risultati di calcolo

$\theta_e$  [°C] 0,00  
 $p_e$  [Pa] 580  
 $\theta_i$  [°C] 20,00  
 $p_i$  [Pa] 1 471  
 $p_s$  [Pa] 1 471  
 $\theta_{si,min}$  [°C] 12,73  
 $f_{Rsi}$  0,64  
 $\theta_{si}$  [°C] 16,42

## COMPONENTE FINESTRATO

Codice FIN03  
Descrizione Finestra 1.8\*1.7  
Note UTENTE  
Origine dei dati Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)



### Caratteristiche del serramento:

Tipo di serramento			Finestra singola
Trasmittanza termica	Uw	W/(m²·K)	1,630
Trasmittanza solo vetro	Ug	W/(m²·K)	0,904

### Dimensioni del serramento:

Larghezza	m	1,80
Altezza	m	1,70

### Caratteristiche chiusure oscuranti:

Resistenza termica aggiuntiva	m²·K/W	0,12
Coefficiente di utilizzo della struttura fshut		0,60

### Dati apporti solari:

Emissività	ε	0,100
Trasmittanza solare	g gl,n	0,67

## TELAIO

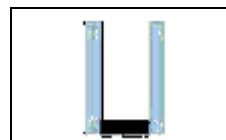
### Serramento interno:

Area vetro	Ag	m²	2,720
Area telaio	Af	m²	0,340
Area pannelli	Ap	m²	0,000
Perimetro vetro	Lg	m	6,600
Trasmittanza termica telaio	Uf	W/(m²·K)	5,882

## VETRO

### Serramento:

Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività termica [W/(m·K)]	Resistenza termica [m²·K/W]	Trasmittanza distanziatore [W/(m²·K)]
Resistenza superficiale interna			0,13	
Vetro 1	6,4	0,055		
Intercapedine 1 (Argon)	15,0			0,080
Vetro 2	6,4	0,055		
Resistenza superficiale esterna			0,04	



## RISULTATI

Resistenza	m²·K/W	0,613
Trasmittanza termica	W/(m²·K)	1,630
Resistenza termica aggiuntiva	m²·K/W	0,120
Trasmittanza totale	W/(m²·K)	1,470

## VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo	2015
Verifica limiti come	Verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati
Zona climatica	E
Trasmittanza limite	[W/(m²·K)] 1,800
Trasmittanza termica	[W/(m²·K)] 1,630
<b>Verifica trasmittanza</b>	<b>Positiva</b>

Codice FIN03  
Descrizione Finestra 1.8\*1.7

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno  
Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile  
Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile  
Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2  
Struttura leggera Sì  
Classe di umidità 3 - Alloggi con basso indice di affollamento  
Media delle temperature esterne minime annuali 0,0 °C

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	2,32	3,62	7,42	10,32	15,22	20,12	21,72	21,62	16,12	11,92	7,12	2,02
$p_e$ [Pa]	588	650	707	896	1 144	1 342	1 612	971	1 256	1 033	878	585
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,12	21,72	21,62	20,00	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 376	1 379	1 267	1 327	1 357	1 342	1 612	971	1 429	1 393	1 452	1 386

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico -  
Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,834  
Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,636  
Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.

**Verifica** **Positiva**

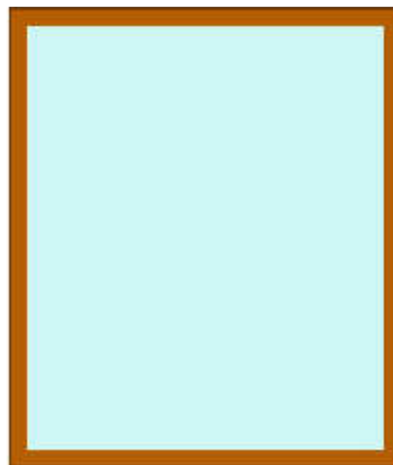
### Risultati di calcolo

$\theta_e$  [°C] 0,00  
 $p_e$  [Pa] 580  
 $\theta_i$  [°C] 20,00  
 $p_i$  [Pa] 1 471  
 $p_s$  [Pa] 1 471  
 $\theta_{si,min}$  [°C] 12,73  
 $f_{Rsi}$  0,64  
 $\theta_{si}$  [°C] 16,68



## COMPONENTE FINESTRATO

Codice FIN04  
Descrizione Finestra 0.6\*0.7  
Note UTENTE  
Origine dei dati Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)



### Caratteristiche del serramento:

Tipo di serramento			Finestra singola
Trasmittanza termica	Uw	W/(m²·K)	2,352
Trasmittanza solo vetro	Ug	W/(m²·K)	0,904

### Dimensioni del serramento:

Larghezza	m	0,60
Altezza	m	0,70

### Caratteristiche chiusure oscuranti:

Resistenza termica aggiuntiva	m²·K/W	0,22
Coefficiente di utilizzo della struttura fshut		0,70

### Dati apporti solari:

Emissività	ε	0,100
Trasmittanza solare	g gl,n	0,80

## TELAIO

### Serramento interno:

Area vetro	Ag	m²	0,350
Area telaio	Af	m²	0,070
Area pannelli	Ap	m²	0,000
Perimetro vetro	Lg	m	2,360
Trasmittanza termica telaio	Uf	W/(m²·K)	5,882

## VETRO

### Serramento:

Descrizione	Spessore [mm]	Conduttività termica [W/(m·K)]	Resistenza termica [m²·K/W]	Trasmittanza distanziatore [W/(m²·K)]
Resistenza superficiale interna			0,13	
Vetro 1	6,4	0,055		
Intercapedine 1 (Argon)	15,0			0,110
Vetro 2	6,4	0,055		
Resistenza superficiale esterna			0,04	



## RISULTATI

Resistenza	m²·K/W	0,425
Trasmittanza termica	W/(m²·K)	2,352
Resistenza termica aggiuntiva	m²·K/W	0,220
Trasmittanza totale	W/(m²·K)	1,791

## VERIFICA DI TRASMITTANZA TERMICA

Riferimento normativo		2015
Verifica limiti come		Verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati
Zona climatica		E
Trasmittanza limite	[W/(m²·K)]	1,800
Trasmittanza termica	[W/(m²·K)]	2,352
<b>Verifica trasmittanza</b>		<b>Positiva</b>

Codice FIN04  
Descrizione Finestra 0.6\*0.7

## VERIFICA IGROMETRICA

### Condizioni al contorno

Ambiente confinante Esterno  
Temperatura esterna UNI 10349 - Media mensile  
Umidità relativa esterna UNI 10349 - Media mensile  
Temperatura interna UNI EN ISO 13788 N.A. 1.2  
Struttura leggera Sì  
Classe di umidità 3 - Alloggi con basso indice di affollamento  
Media delle temperature esterne minime annuali 0,0 °C

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
$\theta_e$ [°C]	2,32	3,62	7,42	10,32	15,22	20,12	21,72	21,62	16,12	11,92	7,12	2,02
$p_e$ [Pa]	588	650	707	896	1 144	1 342	1 612	971	1 256	1 033	878	585
$\theta_i$ [°C]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,12	21,72	21,62	20,00	20,00	20,00	20,00
$p_i$ [Pa]	1 376	1 379	1 267	1 327	1 357	1 342	1 612	971	1 429	1 393	1 452	1 386

### Verifica della temperatura superficiale (UNI EN ISO 13788 §5)

Mese critico -  
Fattore di temperatura,  $f_{Rsi}$  0,782  
Fattore di temperatura massimo,  $f_{Rsi,max}$  0,636  
Il componente non è soggetto a fenomeni di condensa superficiale.

**Verifica** **Positiva**

### Risultati di calcolo

$\theta_e$  [°C] 0,00  
 $p_e$  [Pa] 580  
 $\theta_i$  [°C] 20,00  
 $p_i$  [Pa] 1 471  
 $p_s$  [Pa] 1 471  
 $\theta_{si,min}$  [°C] 12,73  
 $f_{Rsi}$  0,64  
 $\theta_{si}$  [°C] 15,63

## Simboli e unità di misura

Simbolo	Quantità	Unità di misura
$c_p$	capacità termica specifica	J/(kg·K)
$A_g$	area (vetro)	m <sup>2</sup>
$A_f$	area (telaio)	m <sup>2</sup>
$A_p$	area (pannello)	m <sup>2</sup>
$C$	conduttanza unitaria	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$d$	spessore	m
$f_{Rsi}$	fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna	-
$f_{Rsi,max}$	fattore di temperatura di progetto in corrispondenza alla superficie interna per il mese critico	-
$g_c$	densità di flusso di vapore (condensazione)	Kg/m <sup>2</sup>
$g_{ev}$	densità di flusso di vapore (evaporazione)	Kg/m <sup>2</sup>
$U_f$	trasmissione termica (telaio)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_g$	trasmissione termica (elemento vetrato)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$\Psi_g$	trasmissione termica (lineare del distanziatore)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_p$	trasmissione termica (pannello)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$U_w$	trasmissione termica (totale del serramento)	W/(m <sup>2</sup> ·K)
$L_g$	lunghezza perimetrale della superficie vetrata	m
$M_a$	massa di vapore per unità di superficie accumulata in corrispondenza di un'interfaccia	Kg/m <sup>2</sup>
$p_i$	pressione parziale del vapore (aria interna)	Pa
$p_e$	pressione parziale del vapore (aria esterna)	Pa
$R$	resistenza termica di progetto (da superficie a superficie)	m <sup>2</sup> ·K/W
$R_{si}$	resistenza superficiale (interna)	m <sup>2</sup> ·K/W
$R_{se}$	resistenza superficiale (esterna)	m <sup>2</sup> ·K/W
$s_d$	spessore equivalente di aria per la diffusione del vapore	m
$\lambda$	conduttività utile di calcolo	W/(m·K)
$\mu$	fattore di resistenza igroscopica	-
$\rho$	massa volumica	Kg/m <sup>3</sup>
$\theta_i$	temperatura (aria interna)	°C
$\theta_e$	temperatura (aria esterna)	°C
$\Delta t$	sfasamento	h