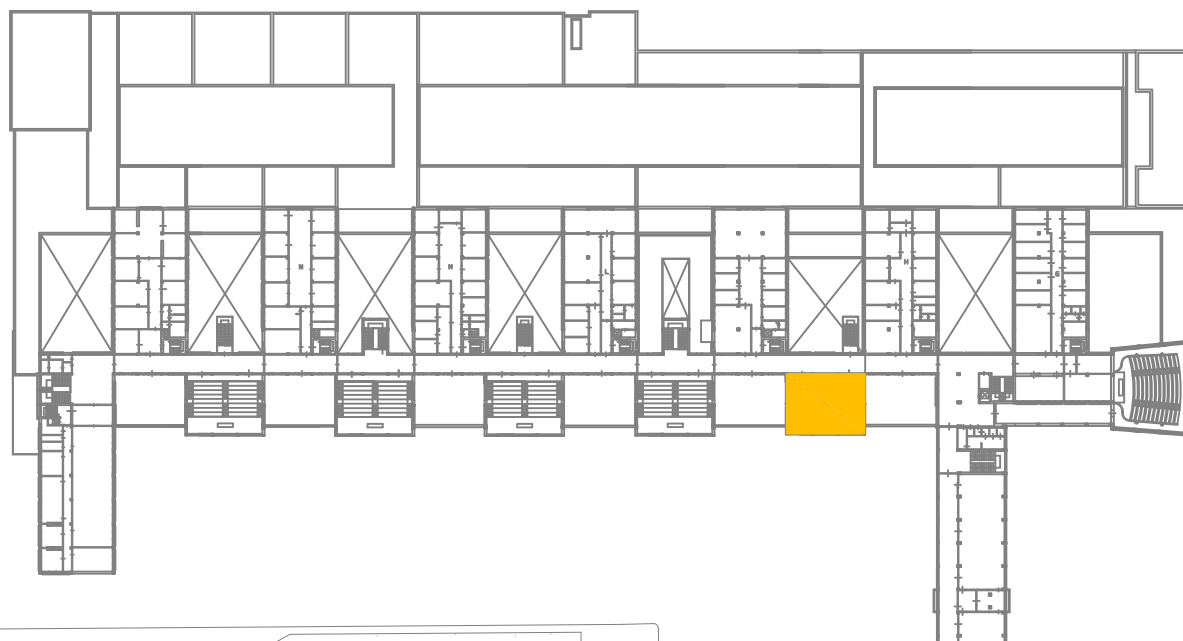




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO



LAVORI PER L'EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E ADEGUAMENTO IMPIANTISTICO DELL'AULA F130 - EDIFICIO 8

PROGETTAZIONE:
Area Tecnica

Progetto impianto di climatizzazione e opere edili:
arch. Daniela Romano

Progetto impianto elettrico:
ing. Giovanni Signorino

Coordinatore della sicurezza in fase di
progettazione:
arch. Rosalba Musumeci

Responsabile Unico del Procedimento:
arch. Rosalba Musumeci

PROGETTO ESECUTIVO

CLIMATIZZAZIONE

C01

Relazione ai sensi dell'art. 28 della legge 10/91. Calcolo esecutivo dei flussi termici estivi e invernali.

data Aprile 2020

scala

Il Dirigente dell'Area Tecnica
(ing. Antonio Sorce)

Il Rettore
(prof. Fabrizio Micari)

RELAZIONE TECNICA DI CUI ALL'ARTICOLO 28 DELLA LEGGE 9 GENNAIO 1991, N. 10, ATTESTANTE LA RISPONDENZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI.

1. INFORMAZIONI GENERALI

- Comune di: Palermo
- Provincia: Palermo
- Progetto per la realizzazione di: Lavori di manutenzione straordinaria e di riqualificazione energetica.
Aula F130 Corpo Centrale di Ingegneria, Parco d'Orleans
- Sito in: Palermo
- Classificazione dell'edificio in base alla categoria di cui all'articolo 3 del regolamento:
 - E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche e assimilabili
- Committente: Università degli Studi di Palermo
- Progettista degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio: Arch. Daniela Romano
- Direttore degli impianti termici e dell'isolamento termico dell'edificio: Arch. Daniela Romano

2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI)

Vedi piante prospetti e sezioni.

3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al regolamento) (GG) : 751

Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna secondo norma UNI 5364 e successivi aggiornamenti (°C) : 5,00

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

Impianto termico : 1 aula

Volume delle parti di edificio abitabili o agibili al lordo delle strutture che li delimitano (V) (m³) : 1352,00

Superficie esterna che delimita il volume (S) (m²) : 692,86

Rapporto S/V (1/m) : 0,51

Superficie utile dell'edificio (m²) : 169 mq

Valore di progetto della temperatura interna (°C) : 20,00

Valore di progetto dell'umidità relativa interna (%) : 50,00

5. DATI RELATIVI ALL'IMPIANTO TERMICO

5.1 Impianti termici

a) Descrizione impianto

- **Tipologia:** impianto a tutta aria a parziale ricircolo
- **Sistemi di generazione:** condizionatore autonomo monoblocco
- **Sistemi di termoregolazione:**

Regolazione automatica mediante microprocessore che si basa sulle condizioni ambiente e su quelle dell'aria esterna rilevate dalle sonde di bordo e comprende anche un controllo limite sulla temperatura di mandata dell'aria. In particolare la regolazione automatica comprende:

- il controllo di qualità dell'aria mediante sonda CO2 integrata e le serrande di aria esterna (immissione/espulsione) motorizzate e modulanti.
- il controllo temperatura e umidità ambiente, temperatura limite di immissione, compensazione automatica del set-point;
- la gestione automatica dell'aria di rinnovo: la serranda aria esterna con regolazione modulante consente l'introduzione automatica di aria di rinnovo e comprende la funzione freecooling, che permette il raffrescamento della zona servita senza l'attivazione dei compressori.

b) Specifiche dei generatori di energia

RAFFREDDAMENTO

Potenzialità frigorifera circa kW 59
Potenzialità sensibile circa kW 38
Potenza assorbita compressori kW 12
alle seguenti condizioni:
Temperatura aria esterna °C (D.B.) °C 34.0
Temperatura aria esterna °C (W.B.) °C 25.5
Temperatura aria ambiente (D.B.) °C 26.0
Temperatura aria ambiente (W.B.) °C 19.5
Percentuale di aria esterna 47%
Potenza assorbita compressori circa 13 Kw
EER CON 47% ARIA ESTERNA 4,69

RISCALDAMENTO

Potenzialità termica circa kW 53
Potenza assorbita compressori circa kW 9
alle seguenti condizioni:
Temperatura aria ambiente (D.B.) °C 20.0
Temperatura aria ambiente (W.B.) °C 16.0
Temperatura aria esterna °C (D.B.) °C 7.00
Temperatura aria esterna °C (W.B.) °C 6.00
Percentuale di aria esterna 4000 mc/h
COP NOMINALE CON 47% ARIA ESTERNA. 5,78
Circuiti refrigeranti Nr 1.00

(Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse dai generatori di calore convenzionali, quali ad esempio: macchine frigorifere, pompe di calore, gruppi di cogenerazione di energia termica ed elettrica, le prestazioni delle macchine diverse dai generatori di calore sono fornite

indicando le caratteristiche normalmente utilizzate per le specifiche apparecchiature, applicando, ove esistenti, le vigenti norme tecniche.)

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

- **Tipo di conduzione prevista:** intermittente
- **Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone, ciascuna avente caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi:**
Sonde di temperatura ed umidità poste sulla mandata e sulla espulsione dell'aria all'interno del condizionatore autonomo monoblocco.
Descrizione sintetica dei dispositivi: sonde a bordo macchina che rilevano temperatura e umidità dell'aria in mandata e in ripresa, sonde di rilevazione dell'anidride carbonica

d) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione (tipologia, conduttività termica, spessore):

Lastra isolante in elastomero espanso per la coibentazione esterna dei canali dell'aria posti all'esterno, coefficiente di conducibilità a 0°C non superiore a 0.036 W/m*K, fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo 7000, classe 1 di reazione al fuoco, campo di impiego da -40°C a +85°C, posa a mezzo di collante specifico, finitura con nastri adesivi ed angolari in lamiera per il fissaggio della coibentazione, compreso ogni altro onere ed accessorio per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

Spessore all'esterno spessore mm 32,

Spessore all'interno: mm 13

6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Impianto termico:1 aula

a) Involucro edilizio e ricambi d'aria:

- **Caratteristiche termiche, igrometriche e di massa superficiale dei componenti opachi dell'involucro edilizio, confronto con i valori limite riportati all'allegato C del decreto legislativo:**
Vedi allegati alla presente relazione
- **Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio, confronto con i valori limite riportati all'allegato C del decreto legislativo, classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni:**
Vedi allegati alla presente relazione
- **Valutazione dell'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate:**
infissi in alluminio a taglio termico dotati di vetro camera stratificato, del tipo basso-emissivo e selettivo in modo da evitare in fase invernale la dispersione dell'energia termica interna dell'aula e tali da riflettere verso l'esterno, durante la stagione estiva, almeno il 55% della radiazione solare incidente sui vetri, senza peraltro ridurne in modo sensibile la trasmissione luminosa, ossia con fattore di trasmissione luminosa superiore al 70%.
- **Attenuazione dei ponti termici (provvedimenti e calcoli):**
- **Trasmittanza termica (U) degli elementi divisorii tra unità immobiliari confinanti (distinguendo pareti verticali e solai), confronto con il valore limite riportato al comma 10 dell'allegato I al decreto legislativo, verifica termo igrometrica:**
Vedi allegati alla presente relazione
- **Interventi di riduzione della spesa energetica per la climatizzazione estiva ed invernale.**

In vista dei lavori di sostituzione del controsoffitto e della conseguente necessità di installare il ponteggio, è opportuno e conveniente, come di seguito dettagliatamente verrà esposto, prevedere contestualmente ai lavori di installazione dell'impianto anche altri interventi di riduzione della spesa energetica che di seguito vengono elencati :

1) l'isolamento del solaio e delle travi di copertura con pannelli di lana di vetro di spessore adeguato, di classe antincendio A1, ossia incombustibili, collocati in modo da eliminare anche il ponte termico fra solaio e pareti, ossia estendendo alle pareti verticali, per un breve tratto, l'isolamento stesso.

2) la sostituzione degli infissi attualmente esistenti ed ormai obsoleti con infissi in alluminio a taglio termico dotati di vetro camera stratificato, del tipo basso-emissivo e selettivo in modo da evitare in fase invernale la dispersione dell'energia termica interna dell'aula e tali da riflettere verso l'esterno, durante la stagione estiva, almeno il 55% della radiazione solare incidente sui vetri, senza peraltro ridurne in modo sensibile la trasmissione luminosa.

Le normative per il contenimento dei consumi energetici D. lgs. 19/08/2005 e succ. mod. ed int. ed in particolare l' art. 4 del D.P.R. 59/09, ex allegato I del DPR 311/2006, prevede che, nel caso di manutenzione straordinaria dell'involucro edilizio, si debbano rispettare i parametri di trasmittanza previsti per gli edifici di nuova costruzione e ridotti del 10% per gli edifici pubblici (vedi al riguardo art. 15, lettera a D.P.R. 59/09).

Si elencano pertanto di seguito le trasmittanze modificate indicando il valore calcolato prima degli interventi previsti ed inoltre parametri imposti dalla legge

Infissi:

Trasmittanza di progetto..... 2,34 W/mq °K

Fattore solare di progetto..... < 45%

Trasmissione luminosa.....>70%
 Trasmittanza massima per legge in zona B:..... 2,70 W/mq °K
 Trasmittanza infissi attuali5,91 W/mq °K

Solaio di copertura:

Trasmittanza di progetto..... 0,33 W/mq °K
 Trasmittanza massima per legge in zona B:..... 0,34 W/mq °K
 Trasmittanza attuale2,33 W/mq °K

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

Portata d'aria di ricambio (G) solo nei casi di ventilazione meccanica controllata (m³/h): circa 4000 mc/h nelle condizioni di massimo affollamento

Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso (solo se previste dal progetto) m³/h: circa 4000 mc/h nelle condizioni di massimo affollamento

- Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto

Rendimento di produzione	(%)	220,45
Rendimento di regolazione	(%)	96,00
Rendimento di distribuzione	(%)	95,00
Rendimento di emissione	(%)	92,00
Rendimento globale	(%)	184,97
Rendimento globale limite	(%)	80,40

8. VALUTAZIONI SPECIFICHE PER L'UTILIZZO DI FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA

Indicare le tecnologie che, in sede di progetto, sono state valutate ai fini del soddisfacimento del fabbisogno energetico mediante ricorso a fonti rinnovabili di energia o assimilate.

Come si è detto sopra si è scelto di alimentare l'impianto con un condizionatore autonomo monoblocco in versione pompa di calore aria-aria, per installazioni esterna, in versione "roof top per ambienti ad alto affollamento" .

Le funzioni principali che consentono un drastico contenimento dei consumi energetici sono le seguenti:

1) Regolazione automatica mediante microprocessore che si basa sulle condizioni ambiente e su quelle dell'aria esterna rilevate dalle sonde di bordo e comprende anche un controllo limite sulla temperatura di mandata dell'aria. In particolare la regolazione automatica comprende:

- il controllo di qualità dell'aria mediante sonda CO2 integrata e le serrande di aria esterna (immissione/espulsione) motorizzate e modulanti che consente di risparmiare sui volumi di cambio dell'aria.
- il controllo temperatura e umidità ambiente, temperatura limite di immissione, compensazione automatica del set-point;

- gestione automatica dell'aria di rinnovo: la serranda aria esterna con regolazione modulante consente l'introduzione automatica di aria di rinnovo e comprende la funzione freecooling, che permette il raffrescamento della zona servita senza l'attivazione dei compressori.

2) Recupero termodinamico. Il ventilatore di estrazione spilla parte dell'aria di ripresa e la espelle sullo scambiatore esterno a pacco alettato effettuando il recupero energetico termodinamico. Aumenta in questo modo l'efficienza stagionale di produzione del circuito ad espansione diretta, senza le perdite di carico

7) Controllo elettronico della pressione dello scambiatore esterno. Esso riduce in modo automatico la velocità dei ventilatori al diminuire del carico termico.

8) Ventilatore di mandata di tipo plug-fun in modo che la portata d'aria in mandata può rimanere costante in tutte le condizioni di carico termico e di modo di funzionamento, senza un inutile aggravio dei consumi energetici di ventilazione:

9) Due modalità di lavoro del condizionatore, a 'portata costante' ed a 'portata d'aria variabile'. Con la seconda modalità la portata d'aria in mandata varia in funzione del carico termico, fino ad un valore minimo compatibile con il sistema di distribuzione e diffusione dell'aria prescelto. La ventilazione rimane attiva anche quando il carico è soddisfatto.

Si elencano di seguito i dati prestazionali di massima:

RAFFREDDAMENTO

Potenzialità frigorifera circa kW 59

Potenzialità sensibile circa kW 38

Potenza assorbita compressori kW 12

alle seguenti condizioni:

Temperatura aria esterna °C (D.B.) °C 34.0

Temperatura aria esterna °C (W.B.) °C 25.5

Temperatura aria ambiente (D.B.) °C 26.0

Temperatura aria ambiente (W.B.) °C 19.5

Percentuale di aria esterna 47%

Potenza assorbita compressori circa 13 Kw

EER CON 47% ARIA ESTERNA 4,69

RISCALDAMENTO

Potenzialità termica circa kW 53

Potenza assorbita compressori circa kW 9

alle seguenti condizioni:

Temperatura aria ambiente (D.B.) °C 20.0

Temperatura aria ambiente (W.B.) °C 16.0

Temperatura aria esterna °C (D.B.) °C 7.00

Temperatura aria esterna °C (W.B.) °C 6.00

Percentuale di aria esterna 4000 mc/h

COP NOMINALE CON 47% ARIA ESTERNA. 5,78

Circuiti refrigeranti Nr 1.00

- COMPRESSORE
N° compressori minimo: 2.00
Tipo compressori: scroll
Gradini capacità minima: 3.00

- VENTILATORI ZONA TRATTAMENTO (MANDATA)
Tipo plug fan
Portata aria mandata circa 8000-8500 mc/h
Max pressione statica mandata circa Pa 800

9. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (elenco indicativo)

Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termoigrometriche e massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio.

Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio e loro permeabilità all'aria.

CARATTERISTICHE TERMICHE DEL COMPONENTE FINESTRATO

Codice : FIN2
 Descrizione : finestre
 Tipo : CF Componente finestrato

Serramento	Ag	Af + Ap	Lg	Kg	Kf + Kp	Kl	Kw
Singolo	2,92	0,75	24,00	1,5930	2,6000	0,0800	2,3220

Conduttanza superficiale interna	W/m²K :	7,700
Conduttanza superficiale esterna	W/m²K :	25,000
Resistenza termica totale	m²K/W :	0,431
Trasmittanza totale	W/m²K :	2,322

LEGENDA

Ag	Area del vetro	
Af	Area del telaio	
Ap	Area del pannello	
Lg	Lunghezza della superficie vetrata	
Kg	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato	W/m²K
Kf	Trasmittanza termica del telaio	W/m²K
Kp	Trasmittanza termica del pannello	W/m²K
Kl	Trasmittanza lineica (nulla in caso di singolo vetro)	W/m²K
Kw	Trasmittanza termica totale del serramento	W/m²K

VERIFICA IGROMETRICA UNI EN ISO 13788

Codice : FIN2
Descrizione : finestre
Tipo : CF Componente finestrato

CONDIZIONI AL CONTORNO

Temperatura esterna : Media mensile (UNI 10349)
Umidità relativa esterna : Media mensile (UNI 10349)
Temperatura interna °C : UNI13788 NA.1.2
Classe di umidità : 3 - Alloggi con basso indice di affollamento
Media delle temp. est. minime annuali °C : 0

**VERIFICA CONDENSAZIONE SUPERFICIALE
UNI EN ISO 13788 5.4**

Fattore di temperatura, fRsi : 0,698
Fattore di temperatura massimo, fRsi max : 0,636
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. (fRsi max <= fRsi)
Verifica: positiva

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DELLA STRUTTURA EDILIZIA

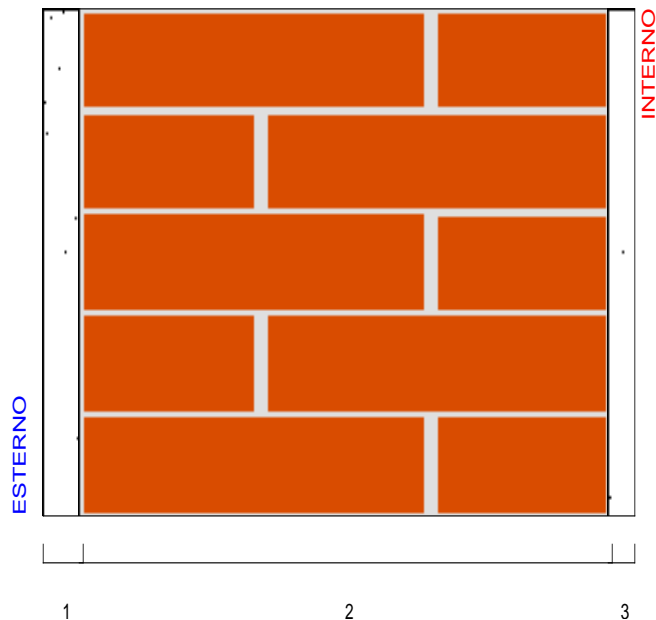
Codice : MURO
 Descrizione : muro esterno
 Tipo : VE Verticale verso l'esterno

Caratteristiche degli strati (dall'esterno verso l'interno):

Codice	Descrizione	s m	λ W/mK	C W/m²K	ρ kg/m³	$\delta a \cdot 10^{12}$ kg/s·m·Pa	$\delta u \cdot 10^{12}$ kg/s·m·Pa	R m²K/W
	Ambiente esterno							
	Resistenza superficiale esterna							0,040
01 INT08	Intonaco calce e cemento	0,03000	0,900	30,000	1800	5,00	12,00	0,033
02 MUR18	Muratura in tufo (interno)	0,40000	1,700	4,250	2300	24,00	24,00	0,235
03 INT07	Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,700	35,000	1400	18,00	18,00	0,029
	Resistenza superficiale interna							0,130
	Ambiente interno							

Totali struttura:

Spessore totale m : 0,450
 Resistenza termica totale m²K/W : 0,467
 Trasmittanza termica totale W/m²K : 2,1600
 Capacità termica areica kJ/m²·K : 723,710
 Massa totale / superficiale / frontale kg/m² : 1002 / 920 / 500



VERIFICA IGROMETRICA UNI EN ISO 13788

Codice : MURO
 Descrizione : muro esterno
 Tipo : VE Verticale verso l'esterno

CONDIZIONI AL CONTORNO

Temperatura esterna : Media mensile (UNI 10349)
 Umidità relativa esterna : Media mensile (UNI 10349)
 Temperatura interna °C : 20
 Valore costante di umidità % : 55
 Umidità relativa massima accettabile % : 80

PROPRIETA' DEI MATERIALI

Materiali	Spessore m	R m ² K/W	Rv(μ)	Sp.eq.(sd) m
Resistenza superficiale estern		0,04		
Intonaco calce e cemento	0,03	0,033	38	1,14
Muratura in tufo (interno)	0,4	0,235	8	3,20
Intonaco di calce e gesso	0,02	0,029	10	0,20
Resistenza superficiale intern		0,25		

**VERIFICA CONDENSAZIONE SUPERFICIALE
 UNI EN ISO 13788 5.3**

Mese critico : GENNAIO
 Fattore di temperatura, fRsi : 0,574
 Fattore di temperatura massimo, fRsi max : 0,489
 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. (fRsi max ≤ fRsi)

Verifica: positiva
**VERIFICA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE
 UNI EN ISO 13788 6.4**

Non si verifica condensazione in nessuna interfaccia per nessun mese.
 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

Verifica: positiva

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DELLA STRUTTURA EDILIZIA

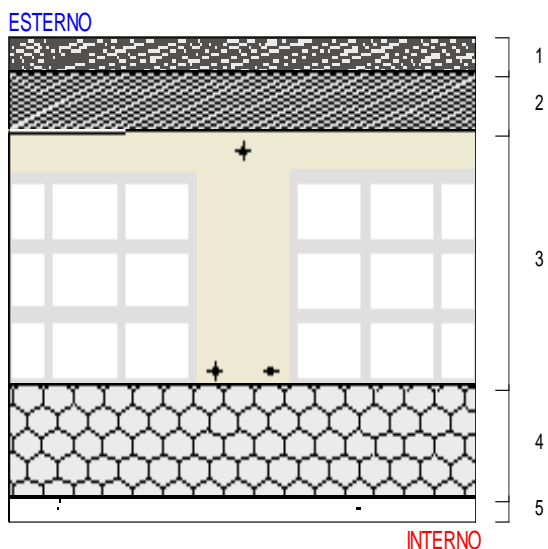
Codice : SOLAIO
 Descrizione : solaio
 Tipo : SE Solaio verso l'esterno

Caratteristiche degli strati (dall'esterno verso l'interno):

Codice	Descrizione	s m	λ W/mK	C W/m²K	ρ kg/m³	$\delta a \cdot 10^{12}$ kg/s·m·Pa	$\delta u \cdot 10^{12}$ kg/s·m·Pa	R m²K/W
	Ambiente esterno							
	Resistenza superficiale esterna							0,040
01 BVA03	Bitume	0,03000	0,170	5,667	1200	0,01	0,01	0,176
02 CLS107	CLS in genere (par. di scant.)	0,05000	1,240	24,800	1700	1,90	2,90	0,040
03 SOL03	Soletta in laterizio	0,20000	0,940	4,700	1800	24,00	24,00	0,213
04 ISO15	Fibre vet.: pannelli rigidi	0,09000	0,038	0,422	100	150,00	150,00	2,368
05 INT07	Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,700	35,000	1400	18,00	18,00	0,029
	Resistenza superficiale interna							0,100
	Ambiente interno							

Totali struttura:

Spessore totale	m :	0,390
Resistenza termica totale	m²K/W :	2,966
Trasmittanza termica totale	W/m²K :	0,3360
Capacità termica areica	kJ/m²·K :	5,224
Massa totale / superficiale / frontale	kg/m² :	518 / 490 / 28



VERIFICA IGROMETRICA UNI EN ISO 13788

Codice : SOLAIO
 Descrizione : solaio
 Tipo : SE Solaio verso l'esterno

CONDIZIONI AL CONTORNO

Temperatura esterna : Media mensile (UNI 10349)
 Umidità relativa esterna : Media mensile (UNI 10349)
 Temperatura interna °C : UNI13788 NA.1.2
 Classe di umidità : 3 - Alloggi con basso indice di affollamento
 Umidità relativa massima accettabile % : 80

PROPRIETA' DEI MATERIALI

Materiali	Spessore m	R m²K/W	Rv(μ)	Sp.eq.(sd) m
Resistenza superficiale estern		0,04		
Bitume	0,03	0,176	20000	600,00
CLS in genere (par. di scant.)	0,05	0,04	99	4,95
Soletta in laterizio	0,2	0,213	8	1,60
Fibre vet.: pannelli rigidi	0,09	2,368	1	0,09
Intonaco di calce e gesso	0,02	0,029	10	0,20
Resistenza superficiale intern		0,25		

**VERIFICA CONDENSAZIONE SUPERFICIALE
 UNI EN ISO 13788 5.3**

Mese critico : GENNAIO
 Fattore di temperatura, fRsi : 0,920
 Fattore di temperatura massimo, fRsi max : 0,336
 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. (fRsi max ≤ fRsi)
Verifica: positiva

**VERIFICA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE
 UNI EN ISO 13788 6.4**

Non si verifica condensa in nessuna interfaccia per nessun mese.
 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
Verifica: positiva

VERIFICA TRASMITTANZA TERMICA DELLE STRUTTURE (D.L. 311 del 26/12/2006)

Tutti i valori sono espressi in W/m^2K - valori limite dall'1 gennaio 2008

Allegato C2 - Trasmittanza termica delle strutture verticali opache

Valore limite della trasmittanza termica U delle strutture verticali opache.		0,540	
MURO - muro esterno	VE	2,140	No

Allegato C3 - Trasmittanza termica delle strutture orizzontali opache. Coperture

Valore limite della trasmit. termica U delle strut. orizz. opache. Coperture		0,420	
SOLAIO - solaio	SE	0,337	Sì

Allegato C4 - Trasmittanza termica delle chiusure trasparenti

Valore limite della trasm. termica U delle chiusure trasparenti comprensive di infissi.		3,600	
FIN2 - finestre	CF	2,322	Sì

Valore limite della trasmittanza termica U dei vetri.		3,400	
FIN2 - finestre	CF	1,593	Sì

Verifica trasmittanza termica: negativa

VERIFICA MASSA SUPERFICIALE DELLE STRUTTURE (D.L. 311 del 26/12/2006 Allegato I - c.9, lett. b)

Zona termica:	B
Mese di massima insolazione:	Giugno
Valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale (W/m ²):	322,69

Tutti i valori sono espressi in kg/m²

Valore minimo di massa superficiale delle strutture esterne opache.	230
---	-----

SOLAIO - solaio	SE	490	Sì
MURO - muro esterno	VE	920	Sì

Verifica Massa Superficiale: positiva

TRASMITTANZA TERMICA MEDIA						
Impianto termico	:	1	aula			
Locale	Esposizione		U medio (W/m²K)	% P.T. (%)	U limite (W/m²K)	Verifica
000001 5.58	SE	Sud-Est	2,140	0,00	0,540	No
	NE	Nord-Est	2,140	0,00	0,540	No
	SO	Sud-Ovest	2,140	0,00	0,540	No
	OR	Esterno, orizzontale	0,337	0,00	0,420	Si

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

UNI 7357:

Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici

UNI 10344:

Riscaldamento degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia.

UNI EN ISO 13370:

Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Scambi di energia termica tra terreno ed edificio. Metodo di calcolo.

UNI 10349:

Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati Climatici.

UNI 10379:

Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato. Metodo di calcolo e verifica.

UNI 10348:

Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo.

UNI EN ISO 13788:

Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale. Metodo di calcolo.

UNI EN ISO 10077-1:

Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo semplificato.

UNI EN ISO 14683:

Ponti termici in edilizia. Coefficiente di trasmissione termica lineica. Metodi semplificati e valori di riferimento.

UNI EN 832:

Prestazione termica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento. Edifici residenziali.

UNI EN ISO 13789:2001

Prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione - Metodo di calcolo

CTI - Sottocomitato n.6 - Riscaldamento e ventilazione - Giugno 2003.

Raccomandazione per l'utilizzo della norma UNI 10348 ai fini del calcolo del fabbisogno di energia primaria e del rendimento degli impianti di riscaldamento e/o di produzione acqua calda per usi igienico - sanitari.

UNI/TS 11300-2

Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria

10. DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto, iscritto a (indicare albo, ordine o collegio professionale di appartenenza, nonché provincia, numero dell'iscrizione) essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 15, commi 1 e 2, del decreto legislativo di attuazione della direttiva 2002/91/CE

dichiara

sotto la propria personale responsabilità che:

- a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute del decreto attuativo della direttiva 2002/91/CE;
- b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data

Firma

CALCOLI FLUSSI TERMICI ESTIVI

Pagina 1

DATI GENERALI DI PROGETTO**Dati generali**

Edificio :
 Ubicazione :

 Committente : Università degli Studi di Palermo
 Progettazione edile :
 Impresa edile :
 Direzione lavori :
 Progettazione termotecnica : Arch. Daniela Romano
 Direzione lavori isolamento : Arch. Daniela Romano
 Installatore :

Caratteristiche geografiche del luogo di edificazione

Località : PALERMO
 Altezza s.l.m. (m) : 14,00
 Località di riferimento : PALERMO

Dati Caratteristici fisici e geoclimatici della località effettiva

Temperatura b.s. esterna ore 15 (°C) : 34,00
 Temperatura b.u. esterna ore 15 (°C) : 26,32
 Latitudine nord : 38,12
 Escursione termica giornaliera (°C) : 6,50
 Escursione termica annua (°C) : 27,00
 Velocità del vento (m/s) : 3,60
 Fattore di foschia : 1,00

Condizioni di progetto

Mese calcolo rientrate : 7 (Luglio)

Dati climatici ambiente esterno

Ora	:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Temp. b.s.	(°C) :	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	29,0	29,6	30,4	31,2
Temp. b.u.	(°C) :	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,2	25,3	25,6	25,8
Umid rel.	(%) :	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9	76,9	73,9	71,1	68,2	65,5
Ora	:	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Temp. b.s.	(°C) :	32,4	33,5	34,0	33,5	33,3	33,0	32,0	30,9	30,2	29,4	28,7	28,0
Temp. b.u.	(°C) :	26,1	26,3	26,3	26,3	26,1	25,8	25,8	25,8	25,4	25,0	24,9	24,7
Umid rel.	(%) :	61,1	57,2	55,0	57,2	57,0	56,8	61,7	67,0	68,7	70,4	73,5	76,7

RIENTRATE DI CALORE NEI LOCALI

Locale : 000001 5.58
 Piano : 0
 Impianto : 1 aula
 Zona : 1 aula
 Superficie in pianta (m²) : 169,53
 Superficie disperdente totale (m²) : 693,02
 Peso del loc. sul pavimento (kg/m²) : 525
 Volume netto (m³) : 946,15
 Temperatura interna (°C) : 26
 Ora attivazione impianto: (h) : 8
 Numero ore giornaliere di attivazione impianto:(n) : 10
 Umidità relativa (%) : 50
 Infiltrazioni naturali (vol/h) : 0,00
 Numero persone mediamente presenti : 160
 Grado di attività (1 - 11) Seduto,lavoro leggero, scuola

Rientrate di calore nel locale W alle ore: 15

Espos.	Struttura	Trasmittanza W/m ² K	Area (m ²)	coeff. Colore irr.	Carico W
SE	FIN2 finestre	2,3440	18,06	r x(0,46)	1495
	MURO muro esterno	2,1600	100,67	M	1883
NE	FIN2 finestre	2,3440	7,34	r x(0,46)	407
	MURO muro esterno	2,1600	41,51	M	828
SO	FIN2 finestre	2,3440	7,34	r x(0,46)	1052
	MURO muro esterno	2,1600	41,35	M	471
OR	SOLAIO solaio	0,3360	195,61	S	1176
NC	SOLAIO solaio	0,3360	192,36	S	259
NC	MURO muro esterno	2,1600	88,78	M	767
Totali			693,02		8339

RIENTRATE DI CALORE NEI LOCALI

Locale : 000001 5.58

Carichi interni	Sensibili W	Latenti W
Carico dovuto alle persone	10080	8640
Apparecchi elettrici	0	
Illuminazione	3391	
Presenza motori elettrici	350	
Carichi interni sensibili	0	
Carichi interni latenti		0
Totali	13821	8640

Rientrate di calore alle varie ore del giorno

Ora	Q trasm. W	Q irr. W	Q infiltrazione Sens. W	Lat. W	Carichi interni Sens. W	Lat. W	Sens. W	Q totale Lat. W	W	R=Qs/Qt
08	3904	2579	0	0	13821	8640	20304	8640	28944	0,7015
09	3954	2925	0	0	13821	8640	20700	8640	29340	0,7055
10	4044	3051	0	0	13821	8640	20916	8640	29556	0,7077
11	3997	3036	0	0	13821	8640	20853	8640	29493	0,7071
12	4026	3025	0	0	13821	8640	20872	8640	29512	0,7072
13	4964	2842	0	0	13821	8640	21626	8640	30266	0,7145
14	5608	2579	0	0	13821	8640	22007	8640	30647	0,7181
15	5998	2341	0	0	13821	8640	22160	8640	30800	0,7195
16	6197	2076	0	0	13821	8640	22094	8640	30734	0,7189
17	6498	1778	0	0	13821	8640	22097	8640	30737	0,7189

Riepilogo delle condizioni di massimo carico

Ora	:	15
Rientrate di calore per trasmissione	W :	5998
Rientrate di calore per irraggiamento	W :	2341
Rientrate di calore per ventilazione	W :	24695*
Carichi interni	W :	22461
Rientrate di calore totali	W :	30800
Rapporto rientrate/superficie in pianta	:	181,68
Rapporto rientrate/volume netto	:	32,55

* Energia necessaria per portare l'aria da 34°C con 50% U.R a circa 26°C con 60%

DATI RIEPILOGATIVI LOCALI														
Locale	Descrizione	Ora		Q trasm.		Q irr.		Q infiltrazione		Carichi interni		Q totale		R=Qs/Qt
				W		W		Sens.	Lat.	Sens.	Lat.	Sens.	Lat.	
000001	5.58	15	5998	2341	0	0	13821	8640	22160	8640	30800	0,7195		

Mese calcolo rientrate : 7 (Luglio)

Nota: I dati sono relativi all'ora di massimo carico di locale.

DATI RIEPILOGATIVI IMPIANTO

IMPIANTO: 1		aula					
Locale		Volume (m³)	Ora max carico	Q sens. W	Q latente W	Q totale W	R=Qs/Qt
000001	5.58	946,2	15	22160	8640	30800	0,7195
Totali		946,2	15	22160	8640	30800	0,7195
Mese calcolo rientrate		: 7 (Luglio)					

Nota: I dati sono relativi rispettivamente all'ora di massimo carico di locale o di impianto.

ANDAMENTO ORARIO DELLE POTENZE ESTIVE DELL'IMPIANTO

Codice impianto: 1 aula

Ora	Trasm.	Irragg.	Infiltrazioni		Altri Carichi		Totali			
	W	W	Qs W	Ql W	Qs W	Ql W	Qs W	Ql W	Qtot W	R=Qs/Qt
1	3882	267	0	0	0	0	4149	0	4149	1,0000
2	3681	241	0	0	0	0	3922	0	3922	1,0000
3	3403	197	0	0	0	0	3600	0	3600	1,0000
4	3288	184	0	0	0	0	3472	0	3472	1,0000
5	2980	158	0	0	0	0	3138	0	3138	1,0000
6	2869	1773	0	0	0	0	4641	0	4641	1,0000
7	2752	2149	0	0	0	0	4901	0	4901	1,0000
8	3904	2579	0	0	13821	8640	20304	8640	28944	0,7015
9	3954	2925	0	0	13821	8640	20700	8640	29340	0,7055
10	4044	3051	0	0	13821	8640	20916	8640	29556	0,7077
11	3997	3036	0	0	13821	8640	20853	8640	29493	0,7071
12	4026	3025	0	0	13821	8640	20872	8640	29512	0,7072
13	4964	2842	0	0	13821	8640	21626	8640	30266	0,7145
14	5608	2579	0	0	13821	8640	22007	8640	30647	0,7181
15	5998	2341	0	0	13821	8640	22160	8640	30800	0,7195
16	6197	2076	0	0	13821	8640	22094	8640	30734	0,7189
17	6498	1778	0	0	13821	8640	22097	8640	30737	0,7189
18	4811	1296	0	0	0	0	6107	0	6107	1,0000
19	4992	965	0	0	0	0	5957	0	5957	1,0000
20	4957	774	0	0	0	0	5732	0	5732	1,0000
21	4926	635	0	0	0	0	5560	0	5560	1,0000
22	4942	495	0	0	0	0	5436	0	5436	1,0000
23	4550	394	0	0	0	0	4943	0	4943	1,0000
24	4240	337	0	0	0	0	4577	0	4577	1,0000

Mese calcolo rientrate : 7 (Luglio)

CALCOLI FLUSSI TERMICI INVERNALI

Pagina 1

DATI GENERALI DI PROGETTO

Dati generali

Descrizione progetto :
 Ubicazione edificio :
 Committente : Università degli Studi di Palermo
 Progettazione edile :
 Progettazione tecnica : Arch. Daniela Romano
 Installazione :

Caratteristiche luogo di edificazione

Ubicazione edificio : PALERMO
 Altezza s.l.m. (m) : 14,00
 Gradi giorno : 751
 Zona Climatica : B

Dati geoclimatici

Località climatica di riferimento : PALERMO
 Temperatura esterna di progetto (°C) : 5,00
 Conduttività termica del terreno (W/mK) : 2,00
 Temperatura del terreno (°C) : 12,50
 Durata periodo di riscaldamento (giorni) : 121
 Velocità del vento (m/s) : 3,60

Situazione ambientale : Edificio in complesso urbano

Correzione della temperatura esterna (°C) : 0

Temperatura esterna di progetto adottata (°C) : 5,00

LISTA STRUTTURE EDILIZIE

Codice	Descrizione	Tipo	Peso (kg/m ²)	Spessore m	Trasmittanza W/m ² K	Colore
FIN2	finestre	CF	0,00	0,000	2,3440	
MURO	muro esterno	VE	1002,00	0,450	2,1600	M
SOLAIO	solaio	SE	518,00	0,390	0,3360	S

CARATTERISTICHE TERMICHE DEL COMPONENTE FINESTRATO

Codice : FIN2
 Descrizione : finestre
 Tipo : CF Componente finestrato

Serramento	Ag	Af + Ap	Lg	Kg	Kf + Kp	Kl	Kw
Singolo	2,92	0,75	24,00	1,5930	2,6000	0,0800	2,3220

Conduttanza superficiale interna	W/m²K :	7,700
Conduttanza superficiale esterna	W/m²K :	25,000
Resistenza termica totale	m²K/W :	0,431
Trasmittanza totale	W/m²K :	2,322

LEGENDA

Ag	Area del vetro	
Af	Area del telaio	
Ap	Area del pannello	
Lg	Lunghezza della superficie vetrata	
Kg	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato	W/m²K
Kf	Trasmittanza termica del telaio	W/m²K
Kp	Trasmittanza termica del pannello	W/m²K
Kl	Trasmittanza lineica (nulla in caso di singolo vetro)	W/m²K
Kw	Trasmittanza termica totale del serramento	W/m²K

VERIFICA IGROMETRICA UNI EN ISO 13788

Codice : FIN2
Descrizione : finestre
Tipo : CF Componente finestrato

CONDIZIONI AL CONTORNO

Temperatura esterna : Media mensile (UNI 10349)
Umidità relativa esterna : Media mensile (UNI 10349)
Temperatura interna °C : UNI13788 NA.1.2
Classe di umidità : 3 - Alloggi con basso indice di affollamento
Media delle temp. est. minime annuali °C : 0

**VERIFICA CONDENSAZIONE SUPERFICIALE
UNI EN ISO 13788 5.4**

Fattore di temperatura, fRsi : 0,698
Fattore di temperatura massimo, fRsi max : 0,636
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. (fRsi max <= fRsi)
Verifica: positiva

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DELLA STRUTTURA EDILIZIA

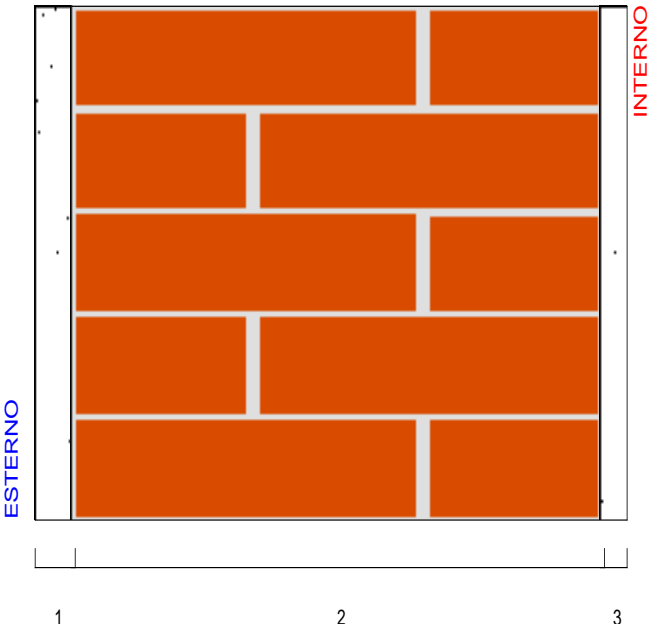
Codice : MURO
Descrizione : muro esterno
Tipo : VE Verticale verso l'esterno

Caratteristiche degli strati (dall'esterno verso l'interno):

Codice	Descrizione	s m	λ W/mK	C W/m²K	ρ kg/m³	$\delta a \cdot 10^{12}$ kg/s·m·Pa	$\delta u \cdot 10^{12}$ kg/s·m·Pa	R m²K/W
	Ambiente esterno							
	Resistenza superficiale esterna							0,040
01 INT08	Intonaco calce e cemento	0,03000	0,900	30,000	1800	5,00	12,00	0,033
02 MUR18	Muratura in tufo (interno)	0,40000	1,700	4,250	2300	24,00	24,00	0,235
03 INT07	Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,700	35,000	1400	18,00	18,00	0,029
	Resistenza superficiale interna							0,130
	Ambiente interno							

Totali struttura:

Spessore totale	m :	0,450
Resistenza termica totale	m²K/W :	0,467
Trasmittanza termica totale	W/m²K :	2,1600
Capacità termica areica	kJ/m²·K :	723,710
Massa totale / superficiale / frontale	kg/m² :	1002 / 920 / 500



VERIFICA IGROMETRICA UNI EN ISO 13788

Codice : MURO
 Descrizione : muro esterno
 Tipo : VE Verticale verso l'esterno

CONDIZIONI AL CONTORNO

Temperatura esterna : Media mensile (UNI 10349)
 Umidità relativa esterna : Media mensile (UNI 10349)
 Temperatura interna °C : 20
 Valore costante di umidità % : 55
 Umidità relativa massima accettabile % : 80

PROPRIETA' DEI MATERIALI

Materiale	Spessore m	R m ² K/W	Rv(μ)	Sp.eq.(sd) m
Resistenza superficiale estern		0,04		
Intonaco calce e cemento	0,03	0,033	38	1,14
Muratura in tufo (interno)	0,4	0,235	8	3,20
Intonaco di calce e gesso	0,02	0,029	10	0,20
Resistenza superficiale intern		0,25		

**VERIFICA CONDENSAZIONE SUPERFICIALE
 UNI EN ISO 13788 5.3**

Mese critico : GENNAIO
 Fattore di temperatura, fRsi : 0,574
 Fattore di temperatura massimo, fRsi max : 0,489
 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. (fRsi max ≤ fRsi)

Verifica: positiva
**VERIFICA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE
 UNI EN ISO 13788 6.4**

Non si verifica condensazione in nessuna interfaccia per nessun mese.
 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

Verifica: positiva

VERIFICA IGROMETRICA - GLASER -

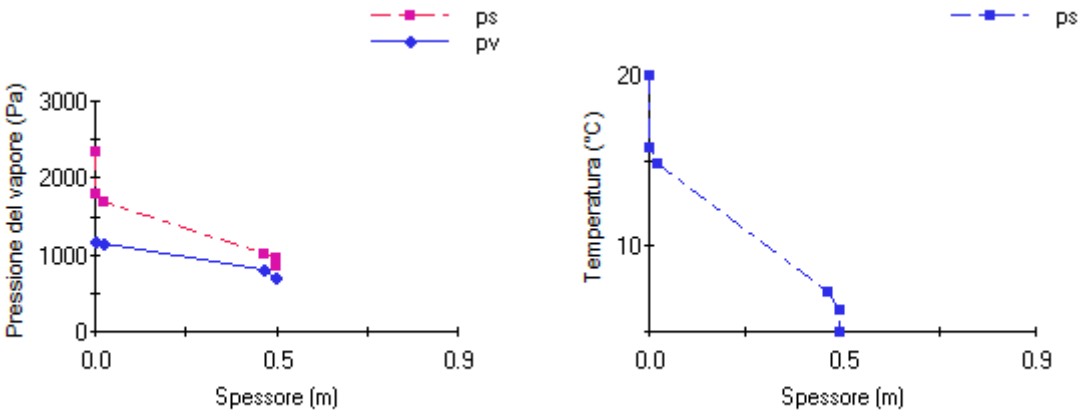
Codice : MURO
Descrizione : muro esterno
:
Tipo : VE Verticale verso l'esterno

Condizioni al contorno	T interna [K]	P interna [Pa]	T esterna [K]	P esterna [Pa]
Invernale	20,00	1169	5,00	698
Estiva	20,00	1169	20,00	1286

Caratteristiche degli strati (dall'esterno verso l'interno):

Codice Descrizione	s m	λ W/mK	C W/m²K	ρ kg/m³	δa·10 ¹² kg/s·m·Pa	δu·10 ¹² kg/s·m·Pa	R m²K/W	T °C	ps Pa	pv Pa
Ambiente esterno								5,0	872	698
Resistenza superficiale esterna							0,040	5,0	872	698
01 INT08Intonaco calce e cemento	0,03000	0,900	30,000	1800	5,00	12,00	0,033	6,3	954	698
02 MUR18Muratura in tufo (interno)	0,40000	1,700	4,250	2300	24,00	24,00	0,235	7,3	1026	817
03 INT07Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,700	35,000	1400	18,00	18,00	0,029	14,9	1694	1147
Resistenza superficiale interna							0,130	15,8	1798	1169
Ambiente interno								20,0	2338	1169

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale. La differenza minima di pressione tra quella di saturazione e quella reale è pari a dP [Pa]: 209



CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DELLA STRUTTURA EDILIZIA

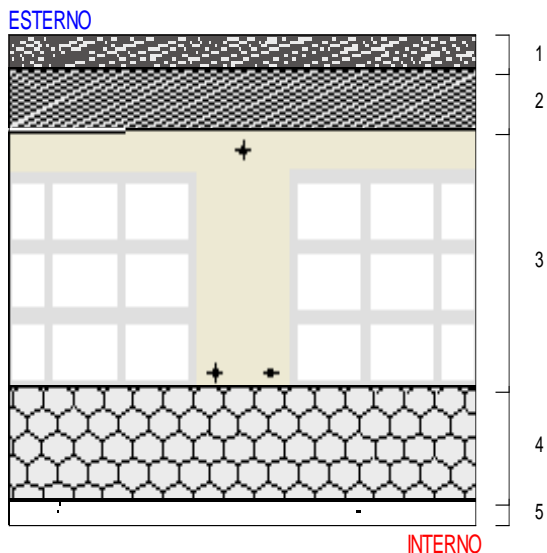
Codice : SOLAIO
 Descrizione : solaio
 Tipo : SE Solaio verso l'esterno

Caratteristiche degli strati (dall'esterno verso l'interno):

Codice	Descrizione	s m	λ W/mK	C W/m ² K	ρ kg/m ³	$\delta a \cdot 10^{12}$ kg/s·m·Pa	$\delta u \cdot 10^{12}$ kg/s·m·Pa	R m ² K/W
	Ambiente esterno							
	Resistenza superficiale esterna							0,040
01 BVA03	Bitume	0,03000	0,170	5,667	1200	0,01	0,01	0,176
02 CLS107	CLS in genere (par. di scant.)	0,05000	1,240	24,800	1700	1,90	2,90	0,040
03 SOL03	Soletta in laterizio	0,20000	0,940	4,700	1800	24,00	24,00	0,213
04 ISO15	Fibre vet.: pannelli rigidi	0,09000	0,038	0,422	100	150,00	150,00	2,368
05 INT07	Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,700	35,000	1400	18,00	18,00	0,029
	Resistenza superficiale interna							0,100
	Ambiente interno							

Totali struttura:

Spessore totale	m :	0,390
Resistenza termica totale	m ² K/W :	2,966
Trasmittanza termica totale	W/m ² K :	0,3360
Capacità termica areica	kJ/m ² ·K :	5,224
Massa totale / superficiale / frontale	kg/m ² :	518 / 490 / 28



VERIFICA IGROMETRICA UNI EN ISO 13788

Codice : SOLAIO
 Descrizione : solaio
 Tipo : SE Solaio verso l'esterno

CONDIZIONI AL CONTORNO

Temperatura esterna : Media mensile (UNI 10349)
 Umidità relativa esterna : Media mensile (UNI 10349)
 Temperatura interna °C : UNI13788 NA.1.2
 Classe di umidità : 3 - Alloggi con basso indice di affollamento
 Umidità relativa massima accettabile % : 80

PROPRIETA' DEI MATERIALI

Materiale	Spessore m	R m ² K/W	Rv(μ)	Sp.eq.(sd) m
Resistenza superficiale estern		0,04		
Bitume	0,03	0,176	20000	600,00
CLS in genere (par. di scant.)	0,05	0,04	99	4,95
Soletta in laterizio	0,2	0,213	8	1,60
Fibre vet.: pannelli rigidi	0,09	2,368	1	0,09
Intonaco di calce e gesso	0,02	0,029	10	0,20
Resistenza superficiale intern		0,25		

**VERIFICA CONDENSAZIONE SUPERFICIALE
 UNI EN ISO 13788 5.3**

Mese critico : GENNAIO
 Fattore di temperatura, fRsi : 0,920
 Fattore di temperatura massimo, fRsi max : 0,336
 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale. (fRsi max ≤ fRsi)

Verifica: positiva
**VERIFICA CONDENSAZIONE INTERSTIZIALE
 UNI EN ISO 13788 6.4**

Non si verifica condensazione in nessuna interfaccia per nessun mese.
 La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

Verifica: positiva

VERIFICA IGROMETRICA - GLASER -

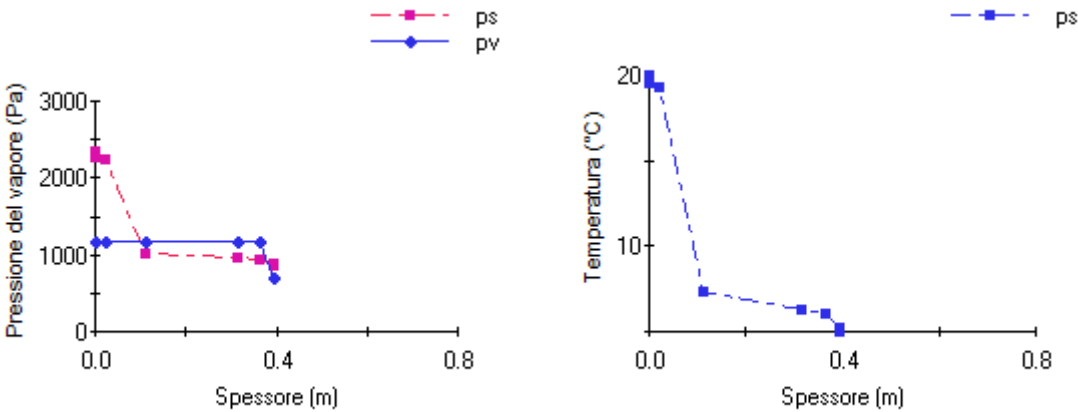
Codice : SOLAIO
Descrizione : solaio
:
Tipo : SE Solaio verso l'esterno

Condizioni al contorno	T interna [K]	P interna [Pa]	T esterna [K]	P esterna [Pa]
Invernale	20,00	1169	5,00	698
Estiva	20,00	1169	20,00	1286

Caratteristiche degli strati (dall'esterno verso l'interno):

Codice	Descrizione	s m	λ W/mK	C W/m²K	ρ kg/m³	δa·10 ¹² kg/s·m·Pa	δu·10 ¹² kg/s·m·Pa	R m²K/W	T °C	ps Pa	pv Pa
	Ambiente esterno								5,0	872	698
	Resistenza superficiale esterna							0,040	5,0	872	698
01	BVA03Bitume	0,03000	0,170	5,667	1200	0,01	0,01	0,176	5,2	885	698
02	CLS107CLS in genere (par. di scan	0,05000	1,240	24,800	1700	1,90	2,90	0,040	6,1	941	1164<
03	SOL03Soletta in laterizio	0,20000	0,940	4,700	1800	24,00	24,00	0,213	6,3	954	1168<
04	ISO15Fibre vet.: pannelli rigidi	0,09000	0,038	0,422	100	150,00	150,00	2,368	7,4	1028	1169<
05	INT07Intonaco di calce e gesso	0,02000	0,700	35,000	1400	18,00	18,00	0,029	19,4	2246	1169
	Resistenza superficiale interna							0,100	19,5	2266	1169
	Ambiente interno								20,0	2338	1169

La struttura è soggetta a fenomeni di condensa. La quantità stagionale di condensato è pari a 0,382 kg/mq, tale quantità può rievaporare durante la stagione estiva.



SUPERFICI DISPERDENTI/CALCOLO DISPERSIONI TERMICHE LOCALI

Locale : 000001 5.58 Piano : 0
 Impianto termico : 1 aula
 Zona termica : 1 aula
 Categoria d'uso : E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche
 Temperatura interna di progetto (°C) : 20,00
 Impianto di ventilazione meccanica 1
 Ricambi d'aria ventilazione (vol/h) : 4,33
 Superficie in pianta locale (m²) : 169,53
 Volume netto locale (m³) : 946,15

Dispersioni del locale

Esp.	Struttura		Trasmit. (W/m²K)	Area (m²)	Dt (°C)	coeff. esp.	dispers. (W)	H (W/K)	cod. ostr.	Fs	A eq. (m²)
SE	FIN2	finestre	2,3440	18,06	15,0	1,10	698	41,94			7,657
SE	MURO	muro esterno	2,1600	100,67	15,0	1,10	3588	217,45			5,219
NE	FIN2	finestre	2,3440	7,34	15,0	1,20	310	17,04			3,112
NE	MURO	muro esterno	2,1600	41,35	15,0	1,20	1608	89,32			2,144
SO	FIN2	finestre	2,3440	7,34	15,0	1,05	271	17,04			3,112
SO	MURO	muro esterno	2,1600	41,35	15,0	1,05	1407	89,32			2,144
OR	SOLAIO	solaio	0,3360	195,61	15,0	1,00	986	65,73			1,893
NC	SOLAIO	solaio	0,3360	192,36	7,5	1,00	485	64,63			
NC	MURO	muro esterno	2,1600	88,78	7,5	1,00	1438	191,77			

Totale			692,86		10791
--------	--	--	--------	--	-------

Superficie disperdente totale	(m²):	692,86
Potenza dispersa per trasmissione	(W):	10791
Maggiorazione dispersioni per trasmissione	(W):	108
Margine di sicurezza	(W):	109
Potenza dispersa per Vicini Assenti	(W):	0
Potenza totale dispersa per trasmissione	(W):	11008
Potenza dispersa per ventilazione	(W):	21441
Potenza recuperata	(W):	16081
Potenza totale dispersa	(W):	16368

Contributi dovuti a sorgenti interne energia	(MJ/mese):	1256,00
Capacità termica	(MJ/°C):	833,107

Sistema di regolazione: Solo zona con regolatore
 Tipologia di prodotto: Regolatore modulante (banda proporzionale 1°C)
 Terminale di erogazione: Bocchette in sistemi di aria calda
 Rendimento di emissione: 0,92

TOTALI ZONE/IMPIANTO

Codice	Descrizione	Volume (m ³)	Trasm. (W)	Magg. (W)	Marg. (W)	VA (W)	Ventil. (W)	Recup. (W)	Totale (W)
1	1 aula aula	946,2 946,2	10791 10791	108 108	109 109	0 0	21441 21441	16081 16081	16368 16368
		946,2	10791	108	109	0	21441	16081	16368

RIEPILOGO DISPERSIONI

Locale	Volume m ³	Imp.	Zona	Vent.	T. (°C)	Ric. (n/h)	Trasm. (W)	Magg. (W)	Marg. (W)	VA (W)	Ventil. (W)	Recup. (W)	Totale (W)
000001 5.58	946,2	1	1	1	20,0	4,33	10791	108	109	0	21441	16081	16368
Totali	946,2						10791	108	109	0	21441	16081	16368

DISPERSIONI DELL'EDIFICIO RIPARTITE PER STRUTTURA

Impianto termico : 1 aula

Le dispersioni sono espresse in (W) e non tengono conto di eventuali maggiorazioni

Codice	Ucd W/m ² K	Area (m ²)	N	N E	E	S E	S	S O	O	N O	T	OR	Altro	Totale
MURO	2,1600	272	-	1608	-	3588	-	1407	-	-	-	-	1438	8041
SOLAIO	0,3360	388	-	-	-	-	-	-	-	-	-	986	485	1471
FIN2	2,3440	33	-	310	-	698	-	271	-	-	-	-	-	1279
Totali		693		1918		4286		1678				986	1923	10791

TRASMITTANZA TERMICA MEDIA

Impianto termico : 1 aula

Locale	Esposizione	U medio (W/m ² K)	% P.T. (%)	U limite (W/m ² K)	Verifica
000001 5.58	SE Sud-Est	2,140	0,00	0,540	No
	NE Nord-Est	2,140	0,00	0,540	No
	SO Sud-Ovest	2,140	0,00	0,540	No
	OR Esterno, orizzontale	0,337	0,00	0,420	Si

RIEPILOGO DISPERSIONI PER IMPIANTO

Imp	Zona	Locale	Volume m ³	Vent.	T. Ric. (°C) (n/h)	Trasm. (W)	Magg. (W)	Marg. (W)	VA (W)	Ventil. (W)	Recup. (W)	Totale (W)
1	1	000001 5.58	946,2	1	20,0 4,3	10791	108	109	0	21441	16081	16368
Totali			946,2			10791	108	109	0	21441	16081	16368

COEFFICIENTE DI DISPERSIONE VOLUMICO DI PROGETTO (UNI 10379)

Potenza termica dispersa per trasmissione	(W)	:	10899
Volume lordo delle parti di edificio riscaldato	(m ³)	:	1352,00
Temperatura interna di progetto	(°C)	:	20,00
Temperatura esterna minima di progetto	(°C)	:	5,00
Coefficiente di dispersione volumico di progetto	(W/m³·K)	:	0,537

VALORI LIMITE IMPIANTO (D.L. 192 del 19/08/2005 - D.M. 27/07/2005 n°178)

Gradi giorno della località	:	751
V = Volume lordo delle parti di edificio riscaldato	(m³) :	1352,00
S = Superficie disperdente che delimita il volume V	(m²) :	692,86
Rapporto S/V	(1/m) :	0,512
Cd per S/V <= 0.2	(W/m³·K) :	0,425
Cd per S/V >= 0.9	(W/m³·K) :	1,005
Coefficiente dispersione volumico limite, Cdlim	(W/m³·K) :	0,684
Potenza utile nominale	(kW) :	63,000
Rendimento globale medio stagionale minimo, ng	(%) :	80,40

RIEPILOGO VERIFICHE EDIFICIO/IMPIANTO

Coefficiente di dispersione volumico	(W/m ³ ·K) :	0,537
Coefficiente di dispersione volumico limite	(W/m ³ ·K) :	0,684

Verifica: positiva

Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto

· di produzione	(%) :	220,45
· di distribuzione	(%) :	95,00
· di regolazione	(%) :	96,00
· di emissione	(%) :	92,00

Rendimento globale medio stagionale	(%) :	184,97
-------------------------------------	-------	--------

Rendimento globale medio stagionale minimo	(%) :	80,40
--	-------	-------

Verifica: positiva**VERIFICA TRASMITTANZA TERMICA DELLE STRUTTURE (D.L. 311 del 26/12/2006)**Tutti i valori sono espressi in W/m²K - valori limite dall'1 gennaio 2010**Allegato C2 - Trasmittanza termica delle strutture verticali opache**

Valore limite della trasmittanza termica U delle strutture verticali opache.

	0,43	EDIFICI PUBBLICI
MURO - muro esterno	VE	2,140 No

Allegato C3 - Trasmittanza termica delle strutture orizzontali opache. Coperture

Valore limite della trasmit. termica U delle strut. orizz. opache. Coperture

	0,34	EDIFICI PUBBLICI
SOLAIO - solaio	SE	0,337 Sì

Allegato C4 - Trasmittanza termica delle chiusure trasparenti

Valore limite della trasm. termica U delle chiusure trasparenti comprensive di infissi.

	2,7	EDIFICI PUBBLICI
FIN2 - finestre	CF	2,322 Sì

Valore limite della trasmittanza termica U dei vetri.

	3,400
FIN2 - finestre	CF 1,593 Sì

VERIFICA MASSA SUPERFICIALE DELLE STRUTTURE (D.L. 311 del 26/12/2006 Allegato I - c.9, lett. b)

Zona termica:	B
Mese di massima insolazione:	Giugno
Valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale (W/m²):	322,69

Tutti i valori sono espressi in kg/m²

Valore minimo di massa superficiale delle strutture esterne opache.	230
---	-----

SOLAIO - solaio	SE	490	Sì
MURO - muro esterno	VE	920	Sì

Verifica Massa Superficiale: positiva