

PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI IN FASE ESTIVA: COMFORT TERMICO E CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

Quaderno Tecnico AIPE - Volume 44



PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI IN FASE ESTIVA: COMFORT TERMICO E CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

Quaderno Tecnico AIPE - Volume 44

Testi a cura di AIPE | Associazione Italiana Polistirene Espanso | Marco Piana

AIPE - Associazione Italiana Polistirene Espanso

Via Giovanni da Procida, 11 – 20149 Milano

Telefono: + 39 02 33 60 65 29

Mail: aipe@epsass.it

Sito: www.aipe.biz

INDICE

01 Premessa	pag.04
02 Norme e leggi di riferimento	pag.05
03 Parametri e simboli	pag.08
04 Caratteristiche dei materiali	pag.10
05 Prestazione energetica degli edifici e comfort termico	pag.19
06 Conclusioni	pag.20
07 Chi è AIPE	pag.21

1. PREMESSA

Cambiamenti climatici, risparmio energetico e comfort abitativo rappresentano probabilmente la trilogia del prossimo futuro, legando sempre più il rapporto fra progettista, scelte materiche e sistemi costruttivi.

Il periodo invernale è stato affrontato ormai da molti anni, giungendo ad una consapevolezza progettuale definita e precisa, in particolare per tutte le opere di ristrutturazione che saranno il driver dei prossimi anni dopo l'avvento della direttiva EPBD – Case Green.

I periodi estivi o le zone climatiche calde non sono entrati nella fase di piena e consapevole gestione da parte del progettista, ma questo è ampiamente giustificato dalla complessità di calcolo, rispetto al periodo invernale.

La progettazione affronta il periodo estivo utilizzando due parametri, che sono fondamentali, ma non sono i soli a dettare le scelte dei materiali e dei sistemi costruttivi: inerzia e sfasamento.

È certamente indubbio che l'attuale normativa preveda almeno il calcolo di una trasmittanza termica periodica e di una minima massa della parete opaca, ma non si deve dimenticare l'apporto degli schermi e dell'energia entrante dai componenti trasparenti.

Come si può constatare il sistema di gestione più utilizzato nel periodo estivo in mancanza di un impianto di condizionamento è l'oscuramento totale delle finestre a Sud e la ventilazione notturna per la fuoriuscita dell'energia accumulata con la finalità di ridurre i consumi energetici e mantenere un comfort termico accettabile.

Quindi clima-energia-benessere in realtà da sempre riferimenti progettuali ricercati, diventano oggi obbligatori.

2. NORME E LEGGI DI RIFERIMENTO

L'argomento oggetto del presente documento è stato affrontato con modalità differenti in funzione delle prestazioni e delle caratteristiche da ricercare.

Sono disponibili tutte le **norme per il calcolo e la valutazione dei parametri** per considerare le variazioni di temperature del clima esterno nel periodo estivo che influenzano il comportamento dell'edificio e di conseguenza il benessere termico degli ambienti interni.

Considerato il "comfort" come uno stato di soddisfazione soggettivo, sono state elaborate norme che lo considerano introducendo un nuovo approccio definito "**comfort adattivo**".

Questo rappresenta la modalità previsionale che tiene conto delle condizioni in cui il soggetto si trova ad operare, ovvero "attività svolta e indumenti utilizzati"

- **UNI EN ISO 7730:** Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale
- **UNI EN ISO 13786:** Prestazione termica dei componenti per edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo
- **UNI EN ISO 52016-1:** Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo
- **UNI EN 16798-1:** Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo
- **UNI 10349:** Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata
- **DM 26 giugno 2015:** Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici CAM Edilizia, DM 23 giugno 2022 e successive revisioni.

Devono essere anche ricordati i programmi di calcolo messi a punto da specializzate società per l'utilizzo delle norme sopra ricordate per definire i parametri di riferimento al fine di stabilire come le strutture degli edifici interferiscono con il benessere termico degli utenti.

Il benessere termico degli ambienti interni è correlato e influenzato dalla tipologia della struttura adottata per realizzare l'edificio e ovviamente dal clima esterno.

Per comprendere in dettaglio le correlazioni fra ambiente interno ed esterno si ricorre ad un'analisi oraria in regime dinamico dei fabbisogni energetici che determinano le temperature interne (aria e radiante) e che influenzano il comfort abitativo.

La norma per il calcolo è la **UNI EN ISO 52016-1** che permette di effettuare il calcolo orario in regime dinamico, utilizzando i dati climatici orari derivati dalla **norma UNI 10349** per la località in cui è situato l'edificio.

UNI EN ISO 52016-1 —————► **calcolo orario dinamico**

UNI 10349 —————► **dati climatici ambiente esterno per località per mese/ora**

Il calcolo viene effettuato considerando la struttura dell'edificio come una somma di:

- Resistenze
- Condensatori

che rappresentano le caratteristiche dei componenti con l'analogia elettrica ma che ne descrive il comportamento in regime dinamico.

Tenendo in conto:

- Ventilazione interna
- Carichi energia interna
- Apporti solari da finestre

La differenza sostanziale fra situazione invernale ed estiva è il calcolo con cui si eseguono le simulazioni. Il regime invernale solitamente viene simulato con un regime stazionario in quanto le temperature esterne sono più lineari e costanti, mentre il regime estivo può essere anche simulato in stazionario ma con l'approccio dinamico è possibile seguire con più precisione gli sbalzi di temperatura esterna e gli irraggiamenti solari derivanti dai componenti trasparenti.

Inverno —————► **regime stazionario**

$$Q = U \times A \times (\Delta T) \times t$$

$$Q/t = (A/\Sigma R) \times (\Delta T)$$

$$T_{int} \longrightarrow \Sigma R \longrightarrow \text{Test}$$

R = resistenza termica (m²/kW)

Q/t = potenza termica (W)

A = area considerata

ΔT = differenza di temperatura fra interno ed esterno

t = tempo considerato

Estate —————► **regime dinamico**

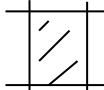
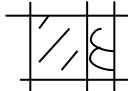
$$Q/t = (A/\Sigma R) \cdot (\Delta T) + mcT$$

$$T_{int} \xrightarrow{\uparrow C} \Sigma R \longrightarrow \text{Test}$$

C = mcT accumulo di energia

La **Trasmittanza Termica (U)** oppure la **Resistenza Termica (R)** sono i parametri che influiscono sul comportamento della struttura.

L'esempio più semplice da comprendere è il confronto fra due pareti non isolate e isolate e considerarne il comportamento in "regime statico" invernale ed estivo.

Parete		Inverno	Estate
		Calore uscente	Calore entrante
Non isolata		$Q = 22 \text{ w/m}^2$	$Q = 37 \text{ w/m}^2$
$U = 1 \text{ w/m}^2\text{K}$			
Isolata		$Q = 5 \text{ w/m}^2$	$Q = 9 \text{ w/m}^2$
$U = 0,25 \text{ w/m}^2\text{K}$			

Il comfort ambientale è strettamente correlato alla presenza o meno di impianti di climatizzazione.

Nel secondo caso le temperature sono libere e si allineano al clima esterno e alla struttura dell'edificio, ma anche al comportamento dell'utente. Nel caso in cui sia presente un impianto invece la situazione cambia radicalmente.

Questo può intervenire sia per modificare la temperatura dell'aria interna, la temperatura radiante delle pareti e sia sulla velocità della stessa aria.

In questa situazione oggi sono disponibili due approcci:

- **Utilizzo degli indici PMV e PPD, utilizzando la norma UNI EN 7730**
- **Utilizzando il "comfort adattivo" che supera il modello relativo ai due indici della prima soluzione e si basa sulla sensazione di comfort che l'utente percepisce e si adatta.** In questi casi **si applica la norma UNI EN 16798-1** che definisce gli intervalli di temperatura rispetto a quella ottimale e calcola un range di temperature che statisticamente sono considerate di comfort.

L'argomento relativo al comfort e al benessere termico è anche riportato nei criteri dei **CAM edilizia**.

Sono presenti **due criteri relativi a questo tema**:

- **Prestazione energetica in fase estiva e comfort termico.** Le indicazioni riportano l'utilizzo del metodo dinamico orario e calcolo della temperatura operante estiva **secondo la procedura descritta nella norma UNI EN ISO 52016-1**
- **Benessere termico.** Prevede che gli indici PMV (Voto Medio Previsto) e PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfatti) siano inclusi nella categoria B **secondo la norma UNI EN ISO 7730**.

Si ricorda infine la **norma UNI EN ISO 13786** che permette di calcolare le caratteristiche dinamiche dei componenti definendo i parametri sfasamento e attenuazione e che è stata utilizzata come base di calcolo nel programma predisposto da AIPE a tal fine.

3. PARAMETRI E SIMBOLI

Si utilizzano i seguenti parametri relativi ai componenti opachi per descrivere la prestazione estiva degli edifici:

- Conducibilità termica λ (W/mK)
- Trasmittanza termica U (W/m²K)
- Trasmittanza termica periodica Y_{ie} (W/m²K)
- Massa superficiale
- Temperatura operante superficiale
- Sfasamento
- Attenuazione
- Diffusività termica α (m²/s)
- Capacità termica c (KJ/m³K) oppure (KJ/m²K)
- Densità Φ (Kg/m³)

per i componenti trasparenti

- Trasmittanza termica
- Irraggiamento solare
- Ombreggiature

Anche il colore delle pareti influenza il fabbisogno di energia per il condizionamento e di conseguenza le temperature interne in assenza di impianti. Un **referimento normativo utile per comprendere quanto il calore sia influente può essere la UNI 10375**.

La UNI 10375 permette di calcolare in regime non stazionario la temperatura interna degli ambienti durante il periodo estivo in assenza di impianto di climatizzazione.

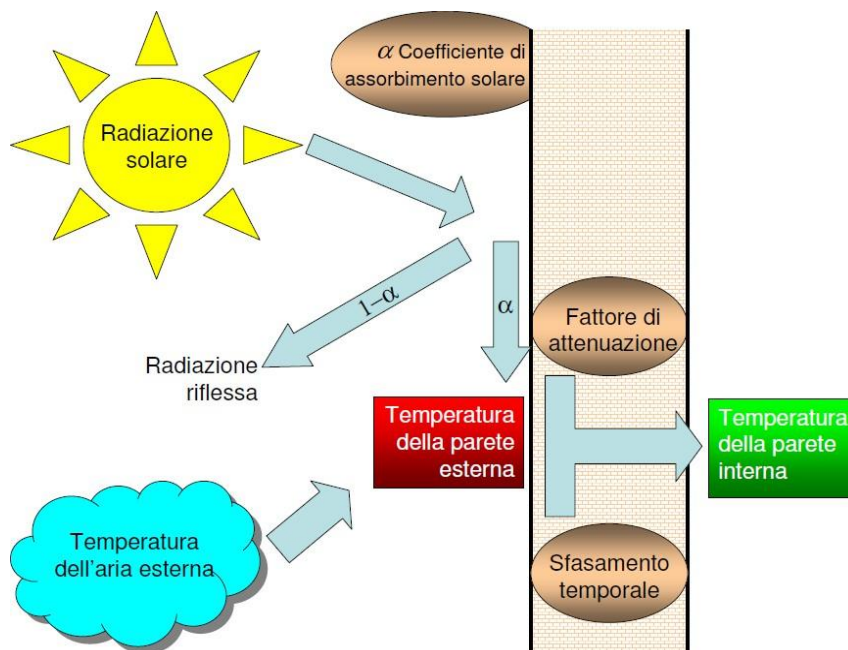
Calcolo basato sul metodo delle ammettenze per valutare il carico termico dell'ambiente, partendo dal flusso di calore che attraversa la parete all'ora t :

$$\dot{Q} = U \cdot A \left[(T_{e,t-\varphi} - T_{em}) \cdot f_a + T_{em} \right] \longrightarrow$$

temperatura superficiale esterna
(temperatura sole-aria):

$$T_e(t) = T_{ae}(t) + \alpha I(t) / h_e$$

- $T_{ae}(t)$ temperatura dell'aria esterna all'ora t
- $I(t)$ irradianza solare all'ora t
- h_e coefficiente superficiale di scambio termico
- α coefficiente di assorbimento



Il coefficiente di assorbimento può assumere valori differenti, ad esempio intonaci con tinta chiara $\alpha=0,3$ mentre un colore scuro $\alpha=0,9$, a parte pigmenti derivati da sostanze particolari.

Il valore del coefficiente determina l'assorbimento della energia radiante: maggiore è il valore, maggiore sarà l'assorbimento.

Per i materiali opachi i tre parametri più importanti per comprenderne il relativo comportamento estivo in condizioni di regime dinamico sono:

- **Inerzia termica (sfasamento – attenuazione)**
- **Diffusività termica**
- **Capacità termica**

L'inerzia termica è influenzata dalla massa e dal grado di isolamento della parete. Il parametro che sintetizza questa sinergia è la trasmittanza termica periodica Y_{ie} che è anche richiesta come valore nel decreto requisiti minimi.

La diffusività e la capacità sono invece due caratteristiche che coinvolgono le caratteristiche peculiari dei materiali in modo differente, in particolare il secondo prende in considerazione il parametro tempo.

Questi parametri creano la comprensione del funzionamento del materiale in regime dinamico.

Come esempio si riportano due materiali molto differenti fra loro e che permette di evidenziarne il funzionamento:

PARAMETRO	CALCESTRUZZO	EPS
Densità (ρ)	2400 Kg/m ³	20 Kg/m ³
Calore specifico (c)	1000 J/KgK	1340 J/KgK
Conduttività termica (λ)	2 w/mK	0,03 w/mK
Capacità termica (C)	2400 KJ/m ³ K	27 KJ/m ³ K
Diffusività (α)	1,0.10 ⁻⁶ m ² /s	0,5.10 ⁻⁶ m ² /s

La diffusività e la capacità termica si calcolano mediante le formule:

$$\alpha = \lambda / \rho \times c$$

c = calore specifico

C = capacità termica

$$C = \rho \times c \times \text{spessore}$$

$$C = m \times c \quad \text{Kg} \times \text{J/kg K}$$

I valori della tabella dimostrano come il calcestruzzo abbia una capacità termica elevata, ovvero grande accumulo di energia ma l'EPS, avendo una diffusività minore, garantisce che l'energia entrante sia frenata (isolante) nonostante abbia una capacità di accumulo limitata.

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

REGIME ESTIVO e INERZIA TERMICA

L'inerzia termica è una proprietà che influenza il comportamento termico dinamico della parete, cioè la capacità di reagire a sollecitazioni di temperatura variabili nel corso del tempo.

Questo requisito è tanto più importante quanto più elevata l'escursione giornaliera dei carichi interni (apporti interni variabili, grandi superfici vetrate non schermate).

Gli elementi di tamponamento dell'edificio, siano essi pareti o coperture, sono sempre soggette a sollecitazioni termiche che provocano un flusso di calore variabile nel tempo.

Nel periodo invernale: condizioni stazionarie, temperature e flussi di calore possono essere considerati costanti. In estate: le condizioni al contorno sono variabili (temperatura aria esterna e irraggiamento solare) per cui la struttura deve quindi essere analizzata con una **modalità «dinamica»**.

L'andamento giornaliero delle temperature esterne in estate può essere modellizzato tramite un'onda termica sinusoidale con periodo di 24 h che oscilla tra valori minimi e massimi.

L'inerzia termica è la capacità di accumulare calore e di cederlo in tempi successivi.

In edilizia misura l'attitudine della parete a ridurre (smorzamento) e ritardare (sfasamento) l'effetto di sollecitazioni dinamiche sul carico termico dell'ambiente, ovvero il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore

Sfasamento ϑ [h]:

- periodo di tempo (in ore) che intercorre fra la massima ampiezza dell'onda termica esterna e la massima ampiezza dell'onda termica interna (ovvero indica la differenza di tempo fra l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie esterna della struttura e l'ora in cui si registra la massima temperatura sulla superficie interna della stessa)
- definisce la capacità della struttura di ritardare il passaggio dell'onda termica dall'esterno all'interno (rappresenta il ritardo con cui l'elemento rilascia verso l'ambiente interno il calore accumulato)

ϑ è direttamente proporzionale alla capacità termica ed inversamente proporzionale alla conduttività, in particolare tanto più alta è la capacità quanto più lento sarà l'ingresso del calore, al contrario, tanto più alta è la conduttività quanto minore sarà il tempo necessario affinché il calore attraversi la struttura.

$$f_{a=\frac{Y_{IE}}{U}}$$

Fattore di attenuazione f_a :

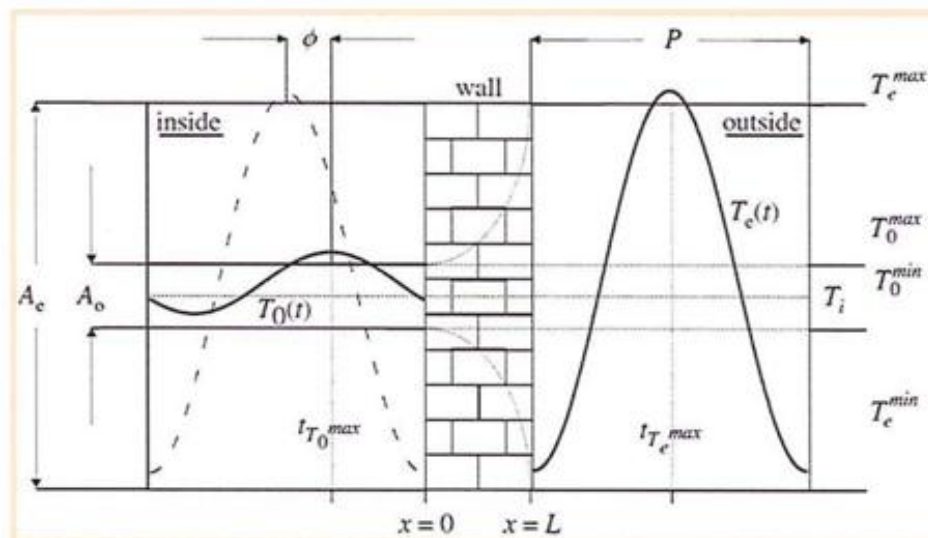
rapporto tra la massima ampiezza dell'onda termica sulla superficie interna e la massima ampiezza dell'onda termica sulla superficie esterna e indica la riduzione dei picchi massimi, ovvero la diminuzione d'ampiezza che subisce l'onda termica nel passare attraverso il componente e quindi la riduzione della temperatura operata dalla struttura nel tempo.

Ripercussioni pratiche sul sistema edificio-impianto:

- la riduzione dei valori di temperatura interna permette il dimensionamento d'impianti con potenza ridotta e quindi minore consumo
- con valori ottimali di sfasamento il calore entrerà nelle ore notturne durante le quali può essere smaltito con ricambi di aria, quando la temperatura esterna è meno elevata, ovvero sfruttamento della ventilazione notturna e delle correnti d'aria per la rimozione del calore accumulato dalle superfici.

L'inerzia termica di un componente è legata alla sua capacità di accumulo (massa), ma anche allo stesso isolamento termico.

A parità di M_s e di U , la trasmittanza termica periodica varia anche in funzione della tipologia costruttiva (stratigrafia, posizione dell'isolante da cui dipende principalmente l'attenuazione).



Yie = funzione di spessore, λ , ρ , capacità termica, stratigrafia

Una struttura con valori ottimali di Yie riesce a contenere gli effetti derivanti dall'oscillazione della temperatura esterna causati dall'irraggiamento solare e dalla temperatura dell'aria esterna

CONCLUSIONI (inerzia termica – YIE)

L'inerzia termica può essere praticamente definita come l'effetto combinato dell'accumulo termico e della resistenza termica della struttura. Queste due caratteristiche dipendono dalla massa frontale della parete e dalla conduttività dei materiali che la costituiscono.

Il valore della trasmittanza termica periodica dipende sia dalla **capacità di accumulo termico**, sia dal **grado di isolamento termico** della parete: pertanto il limite di YIE lascia al progettista la scelta tra agire sull'isolamento o sulla massa.

La soluzione tecnica migliore da adottare per una stratigrafia è quindi scegliere un sistema dotato contemporaneamente di sufficiente massa e bassa conduttività senza prediligere soltanto una di queste caratteristiche.

In particolare, all'aumentare della capacità cresce la quantità di energia immagazzinata e al diminuire della conduttività decresce anche la velocità con cui il calore viene ceduto.

PROGRAMMA DI CALCOLO AIPE**CALCOLO DEI PARAMETRI TERMICI DINAMICI DEI COMPONENTI EDILIZI
EN ISO 13786**

Prestazione termica dei componenti per edilizia. Caratteristiche termiche dinamiche.
Metodi di calcolo

Dati in ingresso:

- Tipo di componente (chiusura verticale, chiusura orizzontale inferiore ...)
 - Spessore s
 - Massa volumica ρ
 - Calore specifico C_p
 - Conducibilità termica λ
 - o Resistenza termica R
- } per ogni strato del componente

Si riportano alcuni esempi:**Valori EPS considerati**

$c_s = 1450 \text{ J/KgK}$ (UNI EN 10456) $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$

$\rho = 20 \text{ Kg/m}^3$

Il programma permette di ottenere i valori dei seguenti parametri:

- **TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA**
- **FATTORE DI ATTENUAZIONE**
-
- **SFASAMENTO**

Nella pagina successiva si riportano alcune tabelle esempio.

ISOLAMENTO IN INTERCAPEDINE

INSERIMENTO DATI

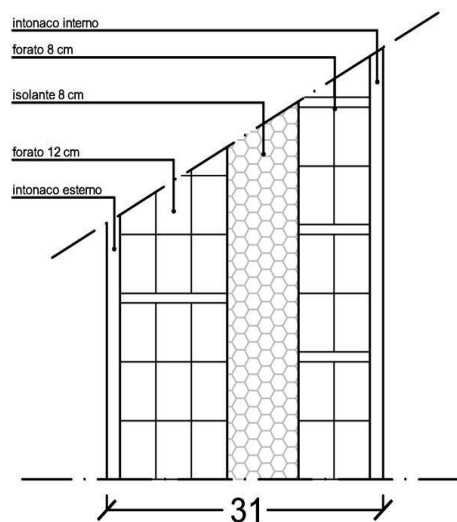
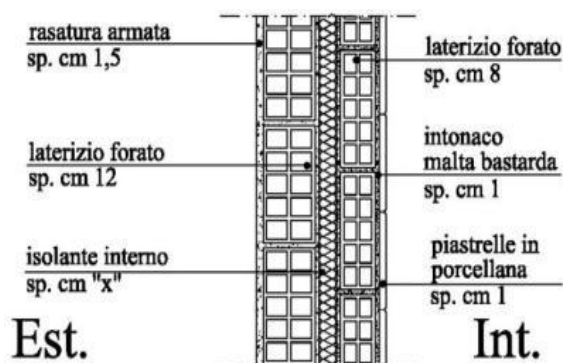
Tipo di componente		Chiusura verticale					
Stratigrafia (int-est)		s [cm]	ρ [kg/m ³]	c [J/kg°C]	λ [W/m°C]	R [m ² C/W]	opz. $\lambda \rightarrow R$
Strato limitare interno						0,13	
I	intonaco interno	1,5	1800	910	0,800		
II	laterizio interno	12,0	800	840	0,230		
III	EPS	8,0	20	1450	0,033		
IV	laterizio esterno	8,0	800	840	0,180		
V	intonaco esterno	2,0	1800	910	0,900		
VI							
VII							
VIII							
IX							
X							
Strato limitare esterno						0,04	

RISULTATI

Parametro	Modulo	Sfasamento
Ammettenza termica interna (Y_i)	3,484 W/(m ² K)	2,48 h
Ammettenza termica esterna (Y_{se})	4,684 W/(m ² K)	3,92 h
Trasmittanza termica periodica (Y_{pe})	0,006 W/(m ² K)	-10,13 h
Capacità termica areica interna (κ_i)	40,2 kJ/(m ² K)	
Capacità termica areica esterna (κ_{se})	65,3 kJ/(m ² K)	
Resistenza termica (R)	3,589 (m ² K)/W	
Trasmittanza termica (U)	0,278 W/(m ² K)	
Fattore di attenuazione (f)	0,346	
Spessore (s)	31,5 cm	
Massa superficiale (m)	225 kg/m ²	
Sfasamento (φ)	10,13 h	

Al fine di fornire riferimenti precisi per effettuare calcoli in regime dinamico sono riportati di seguito alcune stratigrafie in cui è utilizzato l'EPS come isolante termico.

DOPPIA PARETE CON ISOLAMENTO IN INTERCAPEDINE



$U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ $YIE = 0,096 \text{ W/m}^2\text{K}$

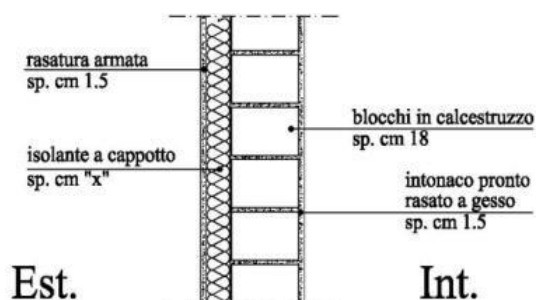
Sfasamento = 10,13 h

Fattore di attenuazione = 0,35

Massa superficiale = 225 Kg/m²

ISOLAMENTO A CAPPOTTO

	Stratigrafia	Spessore (cm)
E	Intonaco per K8	1
	EPS	10
	Laterizio per esterno	20
	Intonaco interno	1,5



$U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

$YIE = 0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sfasamento = 10 h

Fattore di attenuazione: 0,20 Massa superficiale = 197 Kg/m² Spessore tot 33 cm

SISTEMA COSTRUTTIVO AD ARMATURA DIFFUSA (SAAD)

PARETE VERTICALE PER STRUTTURA PORTANTE:

Impiego di pannelli (elementi-cassero) di grandi dimensioni

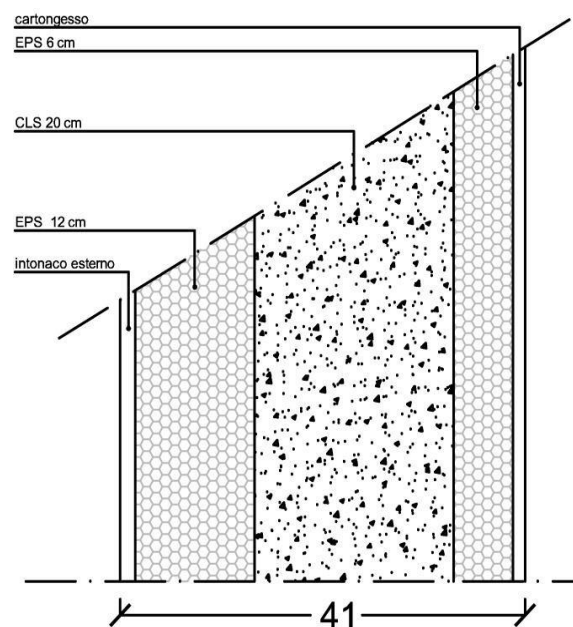
	stratigrafia	Spessore (cm)
E	Intonaco esterno	1,5
	EPS	12
	CLS	20
	EPS	6
I	cartongesso	1,2

$U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ $YIE = 0,003 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sfasamento = 13,57 h

Fattore di attenuazione = 0,019

Massa superficiale = 460 Kg/m²



PARETE VERTICALE PER STRUTTURA PORTANTE:

Impiego di elementi-cassero con moduli a incastro di piccole dimensioni

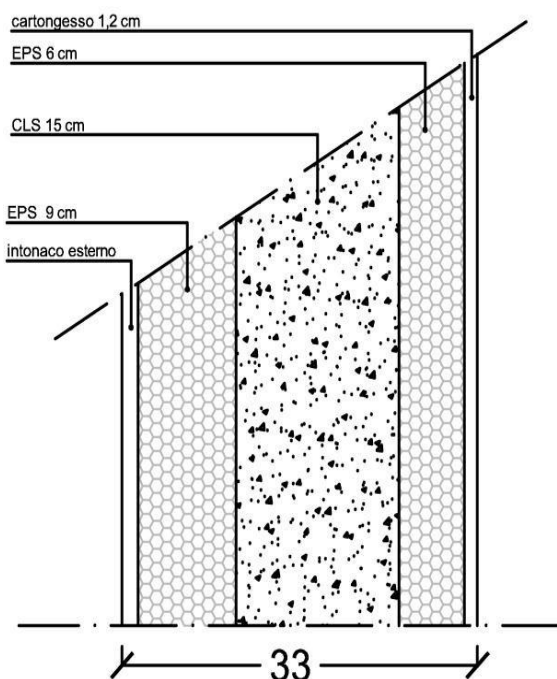
	Stratigrafia	Spessore (cm)
E	Intonaco esterno	1,5
	EPS	9
	CLS	15
	EPS	6
I	Cartongesso	1,2

$U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ $YIE = 0,007 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sfasamento = 10,91 h

Fattore di attenuazione = 0,036

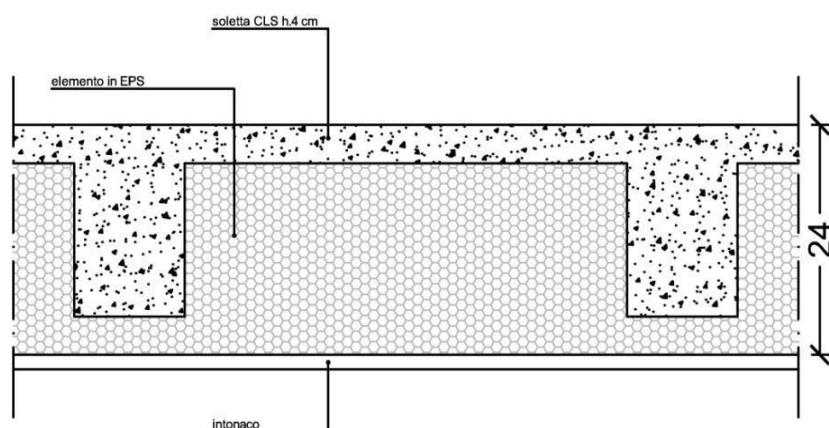
Massa superficiale = 355 Kg/m²



SOLAI

Solaio H 24 con elementi di alleggerimento in EPS e finitura dell'intradosso con intonaco

Stratigrafia	Spessore (cm)
Soletta CLS	4
Elemento in EPS (spessore totale: 4+16=20)	20
Intonaco	1,5



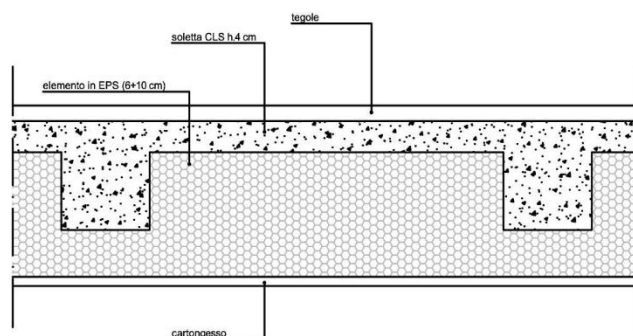
$U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ $YIE = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sfasamento = 6 h

Massa superficiale = 115 Kg/m

COPERTURA

	Stratigrafia	Spessore (cm)
E	Tegole	2
	Soletta CLS	4
	Elemento EPS (spessore totale: 6+10=16)	16
I	Cartongesso	1,5



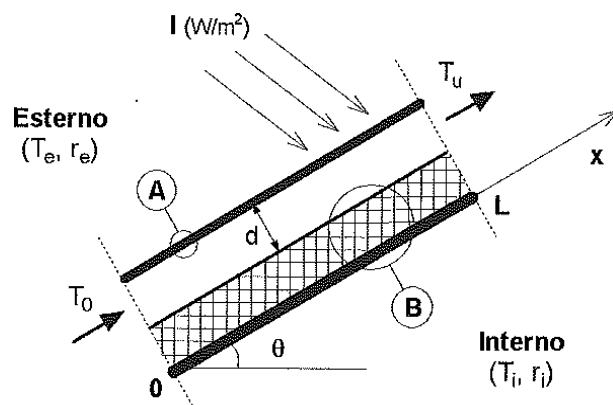
$U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$ $YIE = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sfasamento = 5 h

Massa superficiale = 150 Kg/m² Spessore tot 24 cm

COPERTURA VENTILATA

	stratigrafia	Spessore (cm)
I	Legno OSB	2
	EPS	15
	Legno OSB	2
	Intercapedine ventilata	10
E	Manto di copertura	1,3



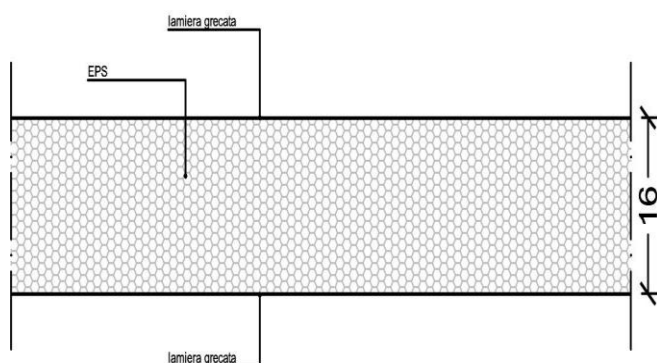
$$U = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$YIE = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Sfasamento} = 6 \text{ h}$$

$$\text{Fattore di attenuazione} = 0,66 \text{ Massa superficiale} = 53 \text{ Kg/m}^2 \text{ Spessore tot } 30 \text{ cm}$$

COPERTURA DI UN SOTTOTETTO NON ABITABILE



	stratigrafia	Spessore (cm)
E	Lamiera grecata	0,1
	EPS	16
I	Lamiera grecata	0,1

$$U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K} \quad YIE = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\text{Sfasamento} = 2 \text{ h}$$

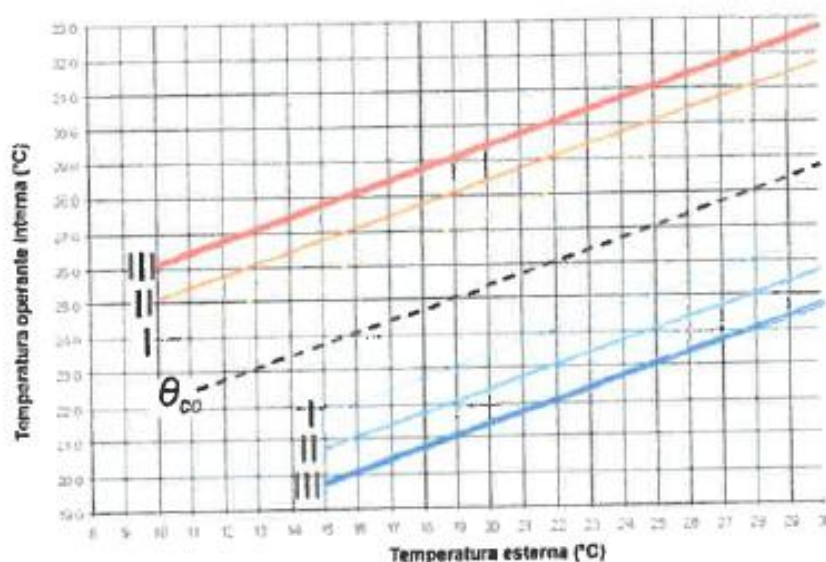
$$\text{Massa superficiale} = 9 \text{ Kg/m}^2 \text{ Fattore di attenuazione} = 0,99$$

5. PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI E COMFORT TERMICO

Le conclusioni dell'analisi portano alla evidente considerazione che prestazione energetica e comfort termico sono strettamente correlati.

I valori essenziali per un'analisi preliminare sono deducibili utilizzando il programma di calcolo messo a punto da AIPE sulla base della norma UNI EN ISO 13786.

Partendo da questi valori è possibile, utilizzando citate in precedenza, ottenere i grafici come prevede il "comfort adattivo" da norma UNI EN 15251, come di seguito riportato:



Nel grafico sono visualizzati i confini delle categorie previste di comfort I, II e III.

La **linea tratteggiata** indica la **zona di comfort** e le **linee rosse/blu** i **limiti di tale zona** secondo tre categorie di comfort definiti in UNI EN 16798 e in UNI EN 15251.

Secondo il modello adattivo, la **temperatura operativa ottimale (Φ_o)** viene determinata, in Europa, per temperature esterne tra 10°C e 30°C, mediante la seguente equazione:

$$\Phi_o = 0,33 * \Phi_m + 18,8$$

che dipende dal parametro Φ_m ovvero dalle oscillazioni di temperatura esterna.

La norma UNI EN 16798-1:2019 definisce degli intervalli di temperatura che oscillano attorno alla temperatura ottimale e statisticamente individua un range di temperatura di comfort.

Le suddivisioni delle 3 categorie sono le seguenti:

UNI EN 16798 – CLASSIFICAZIONE CATEGORIA

- **Categoria I**

Limite superiore:

$$\theta_0 = 0,33 * \theta_{rm} + 18,8 + 2$$

limite inferiore:

$$\theta_0 = 0,33 * \theta_{rm} + 18,8 - 3$$

- **Categoria II**

Limite superiore:

$$\theta_0 = 0,33 * \theta_{rm} + 18,8 + 3$$

limite inferiore:

$$\theta_0 = 0,33 * \theta_{rm} + 18,8 - 4$$

- **Categoria III**

Limite superiore:

$$\theta_0 = 0,33 * \theta_{rm} + 18,8 + 4$$

limite inferiore:

$$\theta_0 = 0,33 * \theta_{rm} + 18,8 - 5$$

6. CONCLUSIONI

Il comfort termico durante la stagione estiva deve essere analizzato e considerato come prestazione “soggettiva”. Ogni utente può adattarsi meglio o peggio alle temperature operanti all’interno dell’ambiente di vita. L’attività svolta e gli indumenti utilizzati possono variare moltissimo la sensazione di comfort benché ci sia lo sforzo da parte degli enti normatori di classificarne le temperature operanti ideali e ottimali.

Di certo esiste un riferimento cogente rappresentato dal DM 26 giugno 2015, requisiti minimi, in cui vengono indicati valori di due parametri per le pareti verticali:

- Massa superficiale superiore a 230 Kg/m² per pareti opache rivolte a Est-Sud-Ovest
- Trasmittanza termica periodica Y_{ie} inferiore a 0,10 W/m²K.

Per un’adeguata e corretta progettazione di un edificio durante la situazione estiva si opera con due strumenti di verifica = prestazioni energetiche e comfort adattivo, che mediante scelte materiche, permette di ottimizzare spesa energetica e benessere ambientale.

Come presentato nei paragrafi precedenti, la determinazione del comportamento estivo deve essere riferito alla reale stratigrafia materica delle pareti considerando anche l’ambiente interno.

Di conseguenza è molto complesso riportare esempi referenti a condizioni generiche senza riferimenti precisi.

7. CHI È AIPE

AIPE - Associazione Italiana Polistirene Espanso senza fini di lucro è stata costituita nel 1984 per promuovere e tutelare l'immagine del polistirene espanso sinterizzato (o EPS) di qualità e per svilupparne l'impiego.

Le aziende associate appartengono sia al settore della produzione delle lastre per isolamento termico che a quello della produzione di manufatti destinati all'edilizia ed all'imballaggio. Fanno parte di AIPE le aziende produttrici della materia prima, il polistirene espandibile, fra le quali figurano le più importanti industrie chimiche europee. Un gruppo di Soci è costituito dalle aziende fabbricanti attrezzature per la lavorazione del polistirene espanso sinterizzato e per la produzione di sistemi per l'edilizia.

A livello internazionale l'Associazione rappresenta l'Italia in seno a EUMEPS, l'organizzazione europea che raggruppa le associazioni nazionali dei produttori di EPS.

L'Associazione, inoltre, opera a stretto contatto con Enti e Istituzioni finalizzando la propria attività alla redazione di norme e protocolli nei settori edilizia, imballaggio ed economia circolare.

Collabora attivamente alla promozione della raccolta e riciclo dell'EPS in sinergia con COREPLA e con CORTEXA in qualità di partner tecnico per veicolare, diffondere e condividere la cultura dell'isolamento a cappotto di qualità. Sostiene e promuove la ricerca di nuovi progetti di riciclo a livello nazionale ed europeo e partecipa ad ICESP, la piattaforma italiana dei principali attori dell'economia circolare ed è coinvolta in circuiti virtuosi di alcune tipologie di manufatti, tra cui le cassette per il pesce e gli imballaggi in EPS.