

**E' importante
sapere che ...**

Trasmittanza termica U

In termotecnica la **trasmittanza termica** - indicata con g - è una grandezza fisica che **misura la quantità di calore scambiato da un materiale o un corpo per unità di superficie e unità di temperatura e definisce la capacità isolante di un elemento.**

Nel SI si misura in W/m^2K

Trasmittanza termica dinamica (o periodica) U_{dyn}

È la capacità che ha un elemento di **sfasare il flusso termico** che lo attraversa nell'arco delle 24h, deve essere almeno $< 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ (secondo DPR2/4/2009n.59)

La norma permette solamente per le coperture una U_{dyn} fino a $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ma con un valore così alto lo sfasamento è bassissimo!

Sfasamento termico (φ_i)

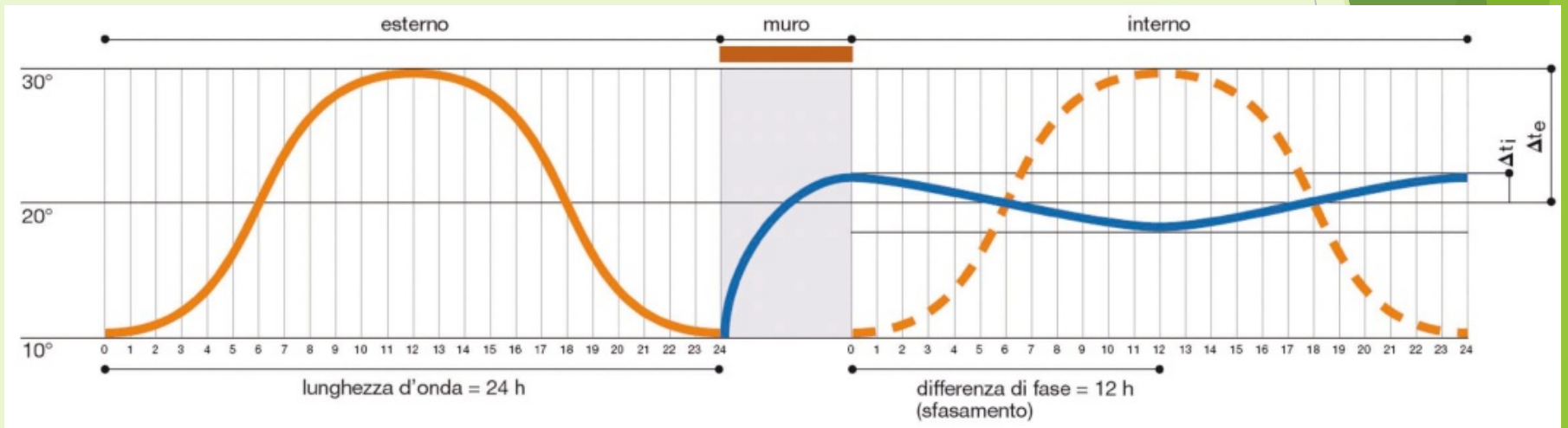
Lo **sfasamento** (φ_i) è l'arco di tempo (ore) che serve all'onda termica per fluire attraverso un materiale edile dall'esterno all'interno (UNI EN ISO 13786).

Maggiore è lo sfasamento più lungo sarà il tempo di passaggio del calore dall'esterno all'interno dell'edificio.

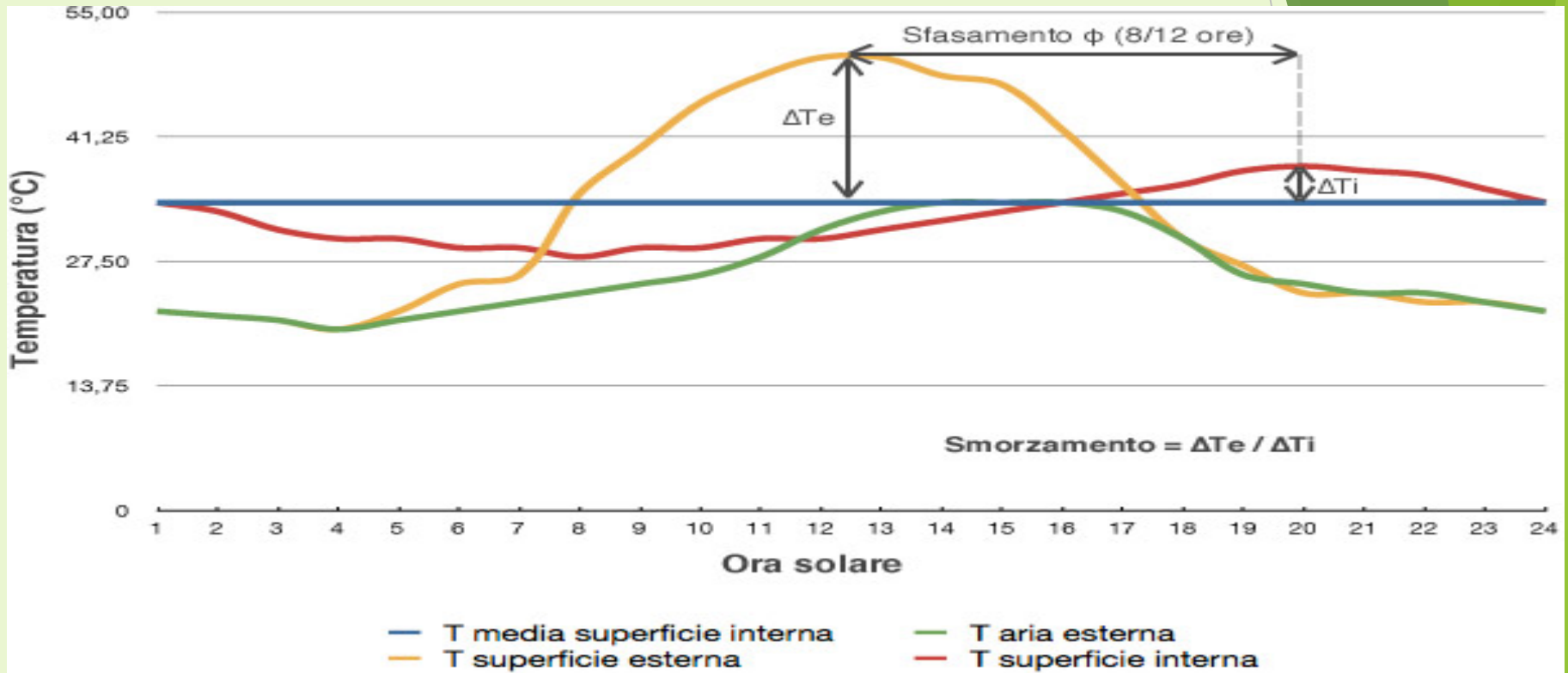
Lo sfasamento dunque è la **differenza di tempo che intercorre tra l'ora in cui si ha la massima temperatura all'esterno e l'ora in cui si ha la massima temperatura all'interno**; non deve essere inferiore alle 8/12 ore.

Lo smorzamento esprime il rapporto tra la variazione massima della temperatura esterna ΔT_e e quella della temperatura interna ΔT_i in riferimento alla temperatura media della superficie interna.

Sfasamento termico (φ_i)



Sfasamento termico (ϕ_i)



Quando si osserva il risultato di sfasamento di una stratigrafia: potrebbero essere indicate quante ore impiega il flusso termico a passare la stratigrafia per alzare la temperatura interna di 1 °...

Questo sfasamento però - che non rispetta la normativa - è anche di 2-3 ore più alto rispetto a quello reale!

Il fattore di decremento (attenuazione)

Molte ore di sfasamento permettono ai picchi di temperatura di arrivare solo durante le ore serali, quando cioè la temperatura esterna è già scesa ed è possibile fare "ventilazione notturna".

La massa termica interna contribuisce al raffrescamento estivo grazie alla capacità di assorbire (accumulare) energia.

La parete migliore, dal punto di vista del comfort estivo (ma anche invernale), è quella con capacità termica areica interna più alta. E' sempre la parete esterna (piuttosto che quelle interne) ad influire veramente sulla temperatura interna e quindi sul comfort abitativo.

Il fattore di decremento (attenuazione)

Per contenere o evitare il surriscaldamento estivo e quindi eliminare impiantistiche onerose sia in installazione sia in mantenimento, **devo progettare strutture con caratteristiche ben precise:**

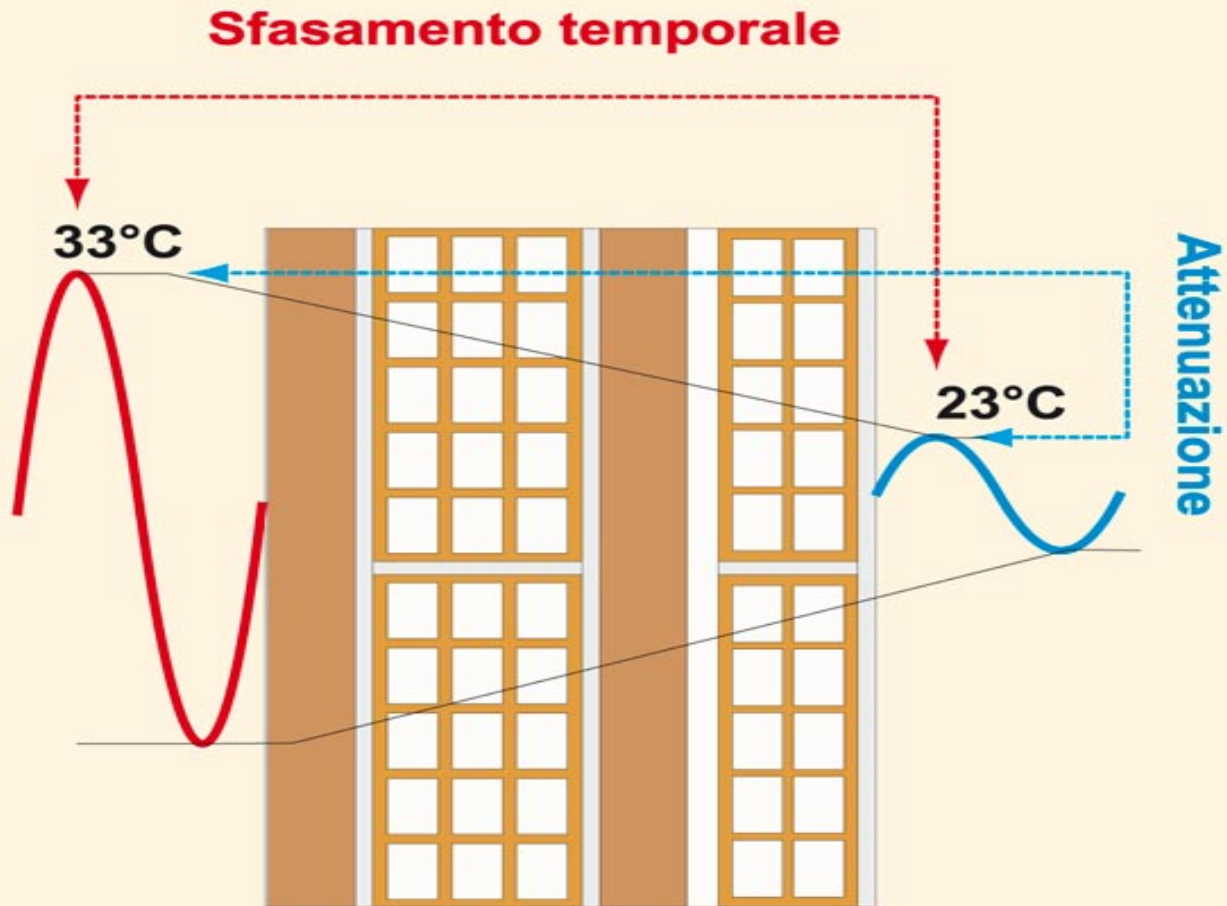


Il fattore di decremento (o fattore di attenuazione) è U_{dyn} / U .

Il decreto n. 59 del 2 Aprile 2009 all'articolo 2 richiede, per le pareti più esposte all'irraggiamento:

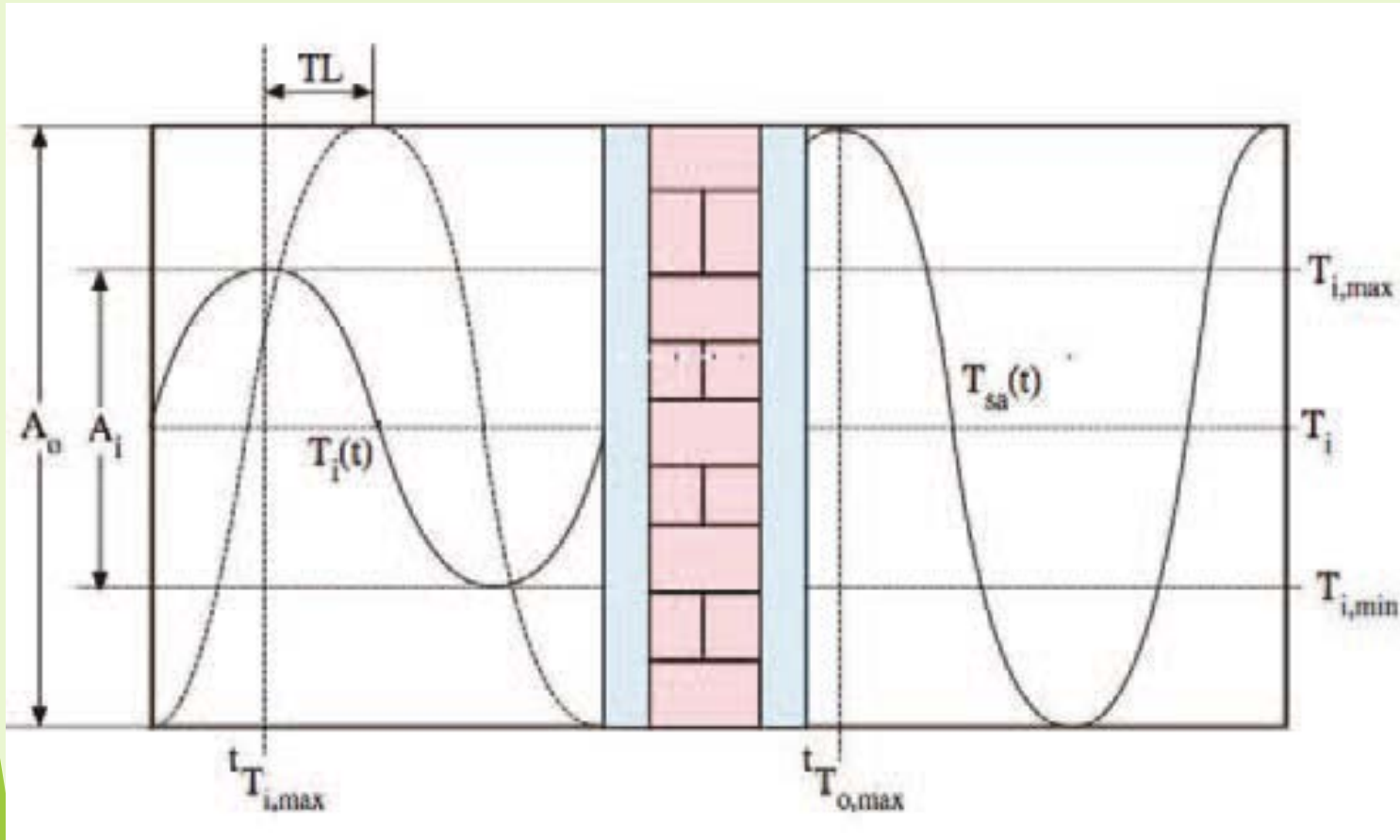
massa superficiale > 230 kg/mq
trasmissione termica periodica (YIE) $U_{dyn} < 0,12 \text{ W/mqK}$

Il fattore di decremento (attenuazione)



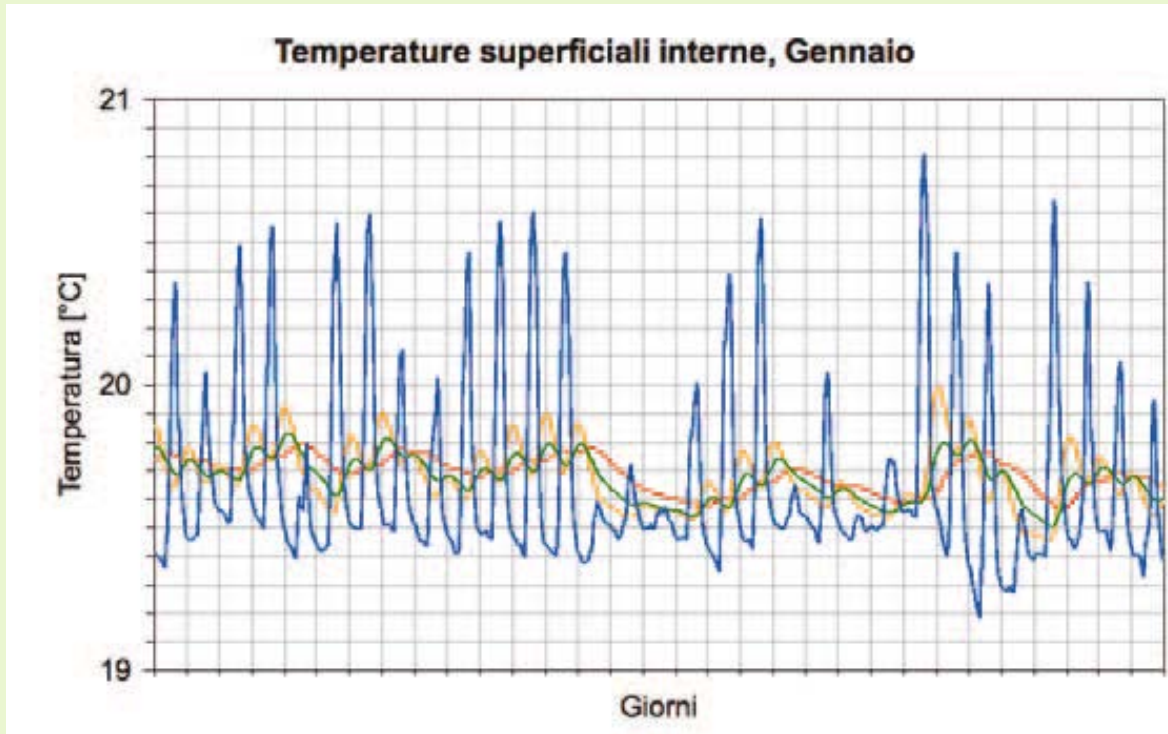
Parete leggera e pesante

Con $U=0,29$ [W/m²K]



Parete leggera e pesante

Con $U=0,29$ [W/m²K]



— $T_{sup\ int}$ leggera
— $T_{sup\ int}$ ambiente

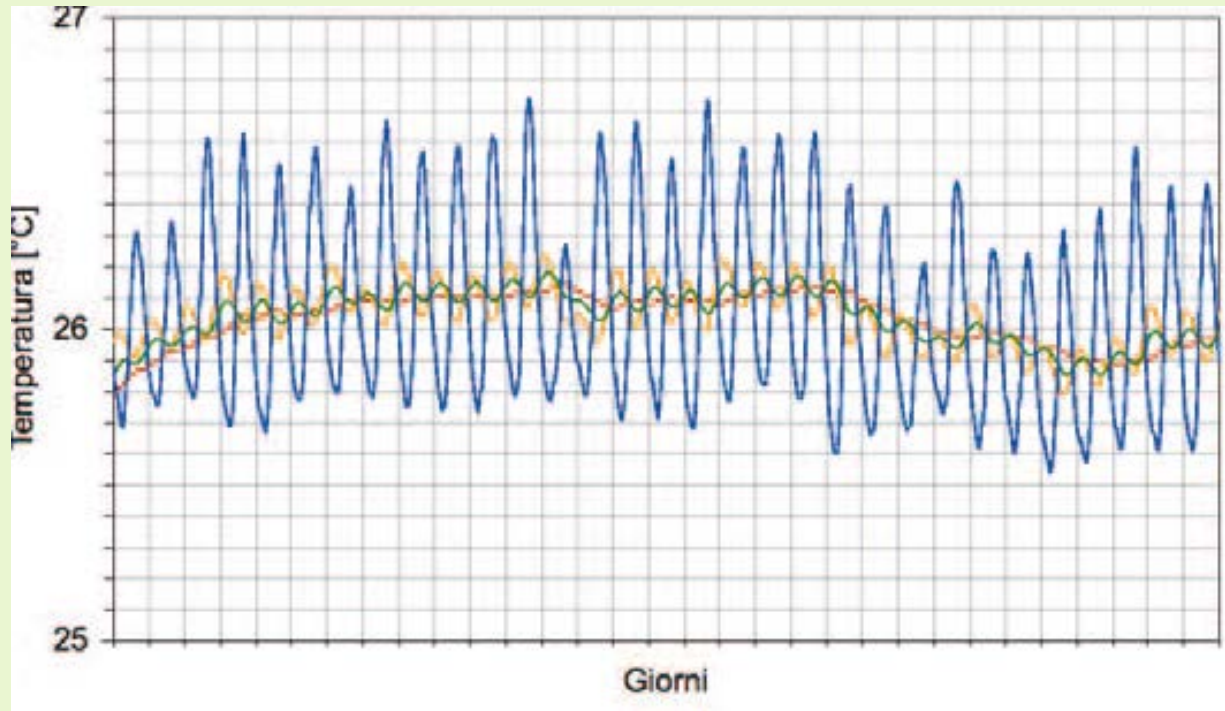
— $T_{sup\ int}$ pesante monostrato
— $T_{sup\ int}$ pesante doppiostrato

Temperature superficiali “interne” orarie calcolate per i diversi campioni (Gennaio).

Emerge, dalla lettura del grafico, che la parete leggera rileva un’oscillazione significativa della temperatura superficiale “interna” **rispetto** al valore costante di quella dell’aria “interna”, sia in inverno che in estate.

Parete leggera e pesante

Con $U=0,29$ [W/m²K]



— $T_{\text{sup int}}$ leggera
— $T_{\text{sup int}}$ ambiente

— $T_{\text{sup int}}$ pesante monostrato
— $T_{\text{sup int}}$ pesante doppiostrato

Temperature superficiali “interne” orarie calcolate per i diversi campioni (Luglio).

È da sottolineare come la suscettibilità superficiale interna della soluzione leggera, alla variabilità delle condizioni climatiche esterne, sussiste nonostante il modello di simulazione preveda la forzante “temperatura dell’aria costante” a diretto contatto con la superficie considerata: una simile condizione attenua fortemente il fenomeno rispetto alla realtà.

Inerzia termica e capacità areica

Il fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti di energia ci dice quanto è bravo un edificio ad utilizzare i carichi termici sia solari che interni per diminuire la richiesta di riscaldamento.

Il fattore di utilizzazione dipende dall'inerzia termica della casa.

Quindi, il fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti è funzione del rapporto apporti/perdite e dell'inerzia termica dell'edificio.

Naturalmente l'inerzia termica della casa è importante nel periodo del riscaldamento (volano termico, temperature interne costanti, comfort) ma lo è anche di più nel periodo di climatizzazione, cioè in estate.

Inerzia termica e capacità areica

Inerzia termica (S)

L'inerzia termica s è collegata alla capacità termica c (J/kgK) e alla densità ρ (kg/m³), ed indica la proprietà specifica dei materiali di assorbire e di accumulare calore.

L'unità di misura SI è J/m³K $S=c \rho$

La capacità termica di un materiale è:

la quantità di calore che deve ricevere un materiale affinché la sua temperatura si innalzi di 1°K. Più denso è un materiale e più ha capacità termica.

Legno: densità 400 kg/mc, capacità termica 600 kJ/mc K

Mattone: densità 1.400 kg/mc, capacità termica 1.200 kJ/mc K

Mattone d'argilla: densità 1800 kg/mc, capacità termica 1300 kJ/mc K

Cemento: densità 2.000 kg/mc, capacità termica 2.000 kJ/mc K

Inerzia termica e capacità areica

Conoscere la stratigrafia permette il calcolo della capacità termica areica della struttura.

Le qualità della struttura edile che migliorano la capacità termica areica sono:

- la densità dei materiali (kg/mc)
- lo spessore dei materiali
- la capacità termica specifica del materiale

ATTENZIONE!

Lo spessore dei materiali da costruzione ha un ruolo importante fino ai 12 cm se deve ricevere il calore da un solo lato.

Pareti e solai con spessori pieni superiori a 12-16 cm sono inutili da questo punto di vista, **però una parete ovest investita dal sole e scaldata dall'interno** - perché l'ambiente è abitato e vissuto - **richiede di almeno il doppio dello spessore per poter accumulare.**

Inerzia termica e capacità areica

Questa capacità dell'edificio non ci fa solo risparmiare sul riscaldamento, aiutandoci a mantenere temperature più costanti, ma ci regala un eccellente comfort in estate.

In Italia (dove non prevale il freddo) questo è un aspetto di primaria importanza!

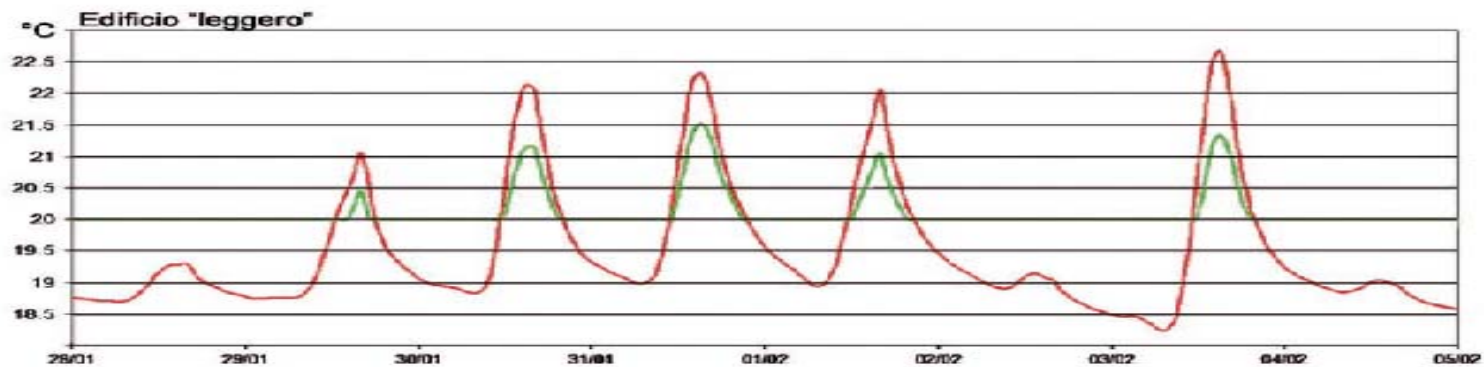
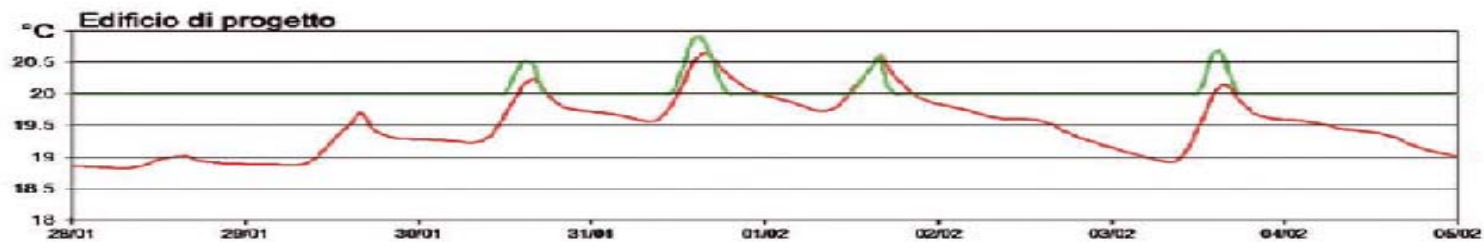
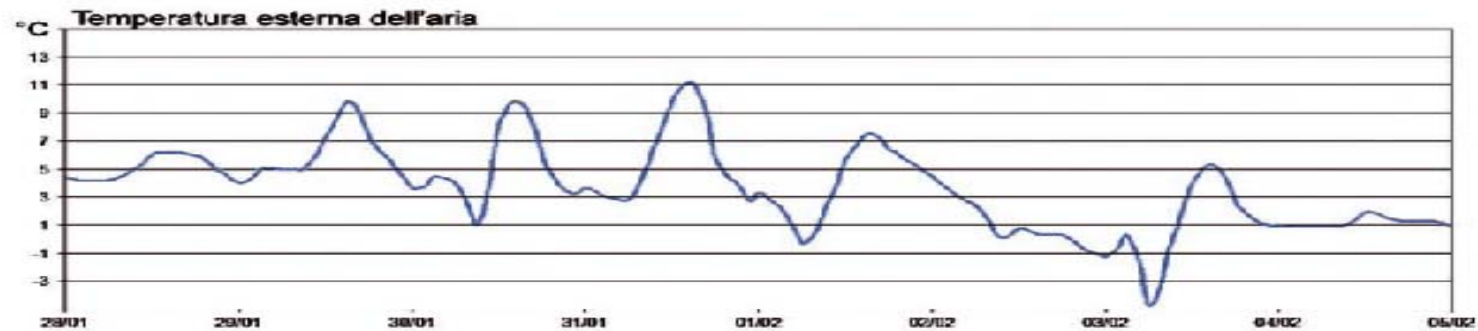
Eppure moltissimi progetti non ne tengono conto...

Dobbiamo progettare preoccupandoci di avere un buon sfasamento, per non lasciare entrare il calore esterno nell'edificio.

Ma questo non è abbastanza!

Se le mie strutture hanno bassa capacità termica areica interna, non ho comunque buone capacità di accumulo di energia, perché è **solo nelle strutture** che posso "scaricare" il calore che entra dall'esterno e produciamo in casa.

Inerzia termica e capacità areica



Legenda:
— T superficiale interna
— T aria interna

Inerzia termica e capacità areica

Senza considerare che la temperatura percepita è differente da quella reale, in quanto aumenta al variare dell'umidità

INDICI DI CALORE DATI DAL RAPPORTO TEMPERATURA / UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA

Temperature in Celsius	Umidità relativa								
	25%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
38	42	43	47	54	57	*	*	*	*
37	40	42	45	49	54	55	58	*	*
36	39	40	43	47	51	56	57	58	*
35	37	38	42	45	48	51	54	57	*
34	36	37	41	43	47	49	52	55	58
33	34	36	38	42	44	47	50	52	55
32	33	34	37	39	42	45	47	50	52
31	31	33	35	38	40	43	45	48	50
30	31	31	34	36	38	41	43	46	48
29	29	30	32	34	37	38	41	44	46
28	28	29	31	33	35	37	39	41	45
27	27	28	29	31	33	35	37	39	41
26	26	27	28	29	31	33	35	37	39
25	25	26	27	28	30	32	33	35	37
24	24	25	26	27	28	30	32	33	35
23	23	23	24	25	27	28	30	32	33

* = va oltre la capacità dell'atmosfera terrestre di trattenere vapore acqueo.