

**chiacchierata sul fabbisogno energetico
dell'involucro edilizio**

**applicazione con il foglio di calcolo
ProCasaClima 2013 vers. 1.3**

UNA BREVISSIMA INTRODUZIONE

Parlando di energia....

Partiamo da dove eravate rimasti....

LA TRASMITTANZA TERMICA

U

[W/mqK]

«watt, su metro quadro e grado kelvin»

....che cos'è?

....in concreto, cosa ce ne facciamo?

(adesso ci arriviamo!)

....vediamo intanto qualcosa che già sapete >>>

Per ciascuna stratigrafia degli edifici che state progettando consideriamo:

- d = lo spessore di ogni strato [m]
- λ = la conduttività termica di ogni strato [W/mK]

Lo spessore, diviso per la conduttività, ci dà la RESISTENZA TERMICA di ogni strato del pacchetto. Quindi, se vogliamo calcolare la RESISTENZA TERMICA [mqK/W] dell'intero pacchetto, facciamo:

$$R = r_{s_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_n}{\lambda_n} + \dots + r_{s_e}$$

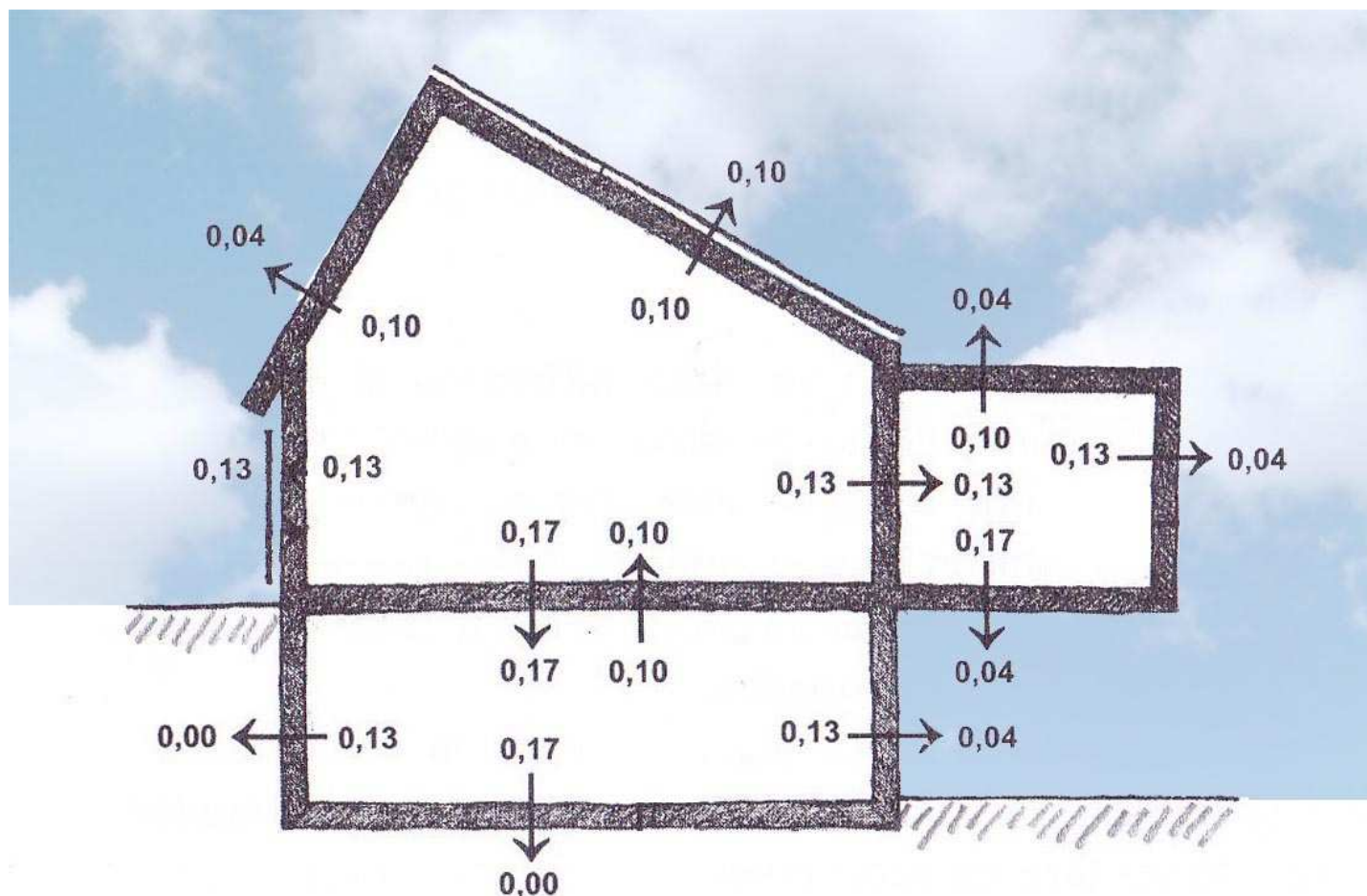
E l'inverso della RESISTENZA TERMICA ci dà la TRASMITTANZA TERMICA [W/mqK]:

$$U = \frac{1}{R}$$

Che cosa sono «rsi» ed «rse»? Le resistenze superficiali esterne e interne che dipendono dal tipo di chiusura considerata (solaio verso il basso, parete, solaio di copertura) e se ventilata o non ventilata.

NO PANIC! Calcolando U all'interno del programmino, vi suggerisce lui i valori di «rsi» ed «rse».

Ecco uno specchietto di tutte le RESISTENZE SUPERFICIALI (dette anche «liminari» o «adduttive»), «rsi» ed «rse» da inserire, assieme alle RESISTENZE di ciascuno strato di pacchetto, nel calcolo della RESISTENZA TERMICA:



Adattamento da: "appunti di fisica tecnica"
(le guide pratiche del master casaclima - bolzano university press)

Quindi, per calcolare la TRASMITTANZA, (oltre allo spessore dei vari strati) uso:

IL LAMBDA (conduttività)

λ

[W/mK]

«watt, su metro lineare e grado kelvin»

cosa mi rappresenta ?!!

MEMO



a cosa guardo, se voglio stabilire la capacità di un materiale di
proteggermi dal FREDDO ?

- λ [**W/mK**] **conduttività**






a cosa guardo, se voglio stabilire la capacità di un materiale di
proteggermi dal CALDO ?

- ρ [**kg/mc**] **massa**
- c [**J/kgK**] **calore specifico**

Esempio, dalla scheda tecnica della FIBRA di LEGNO: Pavatherm Pavatex

<i>Pannello coibente in fibre di legno secondo UNI EN 13171</i>	T3 - CS(10\Y)20 - TR2,5 - WS2,0 - MU5 - AF100
<i>Spessori</i>	30 / 40 / 60 / 80 / 100 / 120 / 140 mm
<i>Formato</i>	102 x 60 cm
<i>Esecuzione</i>	a spigolo vivo
<i>Capacità termica massica (c)</i>	2.100 J/kgK 
<i>Resistenza al passaggio del vapore (μ)</i>	3
<i>Massa volumica (densità)</i>	ca. 110 kg/m ³ 
<i>Comportamento al fuoco (classificazione europea)</i>	E
<i>Conduttività termica dichiarata (λ_D)</i>	0,038 W/(mK) 
<i>Resistenza al 10% di compressione</i>	50 kPa

Esempio, dalla scheda tecnica della LANA di ROCCIA: Flumroc Compact

Caratteristiche fisiche del materiale	Simbolo		Descrizione/Valore rilevato	Norma/Disposizione
Peso specifico apparente medio	ρ_a		ca. 90 kg/m ³	EN 1602
Peso specifico apparente, zona compressa	ρ_a		ca. 150 kg/m ³	EN 1602
Conduttività termica	λ_D		0.035 W/(m K)	Promemoria SIA 2001
Capacità termica specifica			830 J/(kg K)	
Resistività, coefficiente di diffusione	μ		ca. 1	EN 12086
Classificazione fuoco	CH		A1	AICAA
	EU		A1	EN 13501-1
Certificato svizzero della protezione antincendio			No. 18833	AICAA
Temperatura d'applicazione massima			250 °C*	
Punto di fusione della lana di roccia			> 1000 °C	UNI 4102 parte 17
Resistenza alla trazione perpendicolarmente al piano del pannello	σ_{mt}		≥ 7.5 kPa	UNI EN 1607
Sollecitazione di compressione con deformazione elastica del 10 %	σ_{10}		≥ 20 kPa	UNI EN 826
Certificato di conformità			No. K1-0751-CPD-087.0	
Qualità AS			Applicazione in abbinamento con acciai austenitici	AGI Q 132

Esempio, dalla scheda tecnica della SCHIUMA di POLYSO (famiglia dei poliuretani): Stiferite GT

Caratteristica [Norma]	Descrizione	Simbolo [Unità di misura]	Valore Per alcune caratteristiche varia in funzione dello spessore (mm)									
			20	30	40	50	60	70	80	90	100	120
Conducibilità Termica media iniziale [EN 12667]	Valore determinato alla temperatura media di 10 °C	$\lambda_{90/90,1}$ [W/mK]	0,022									
Conducibilità Termica Dichiarata [UNI EN 13165 Annessi A e C]	Valore determinato alla temperatura media di 10 °C	λ_D [W/mK]	0,024									
Trasmittanza Termica Dichiarata	$U_D = \lambda_D / d$	U_D [W/m ² K]	1.20	0.80	0.60	0.48	0.40	0.34	0.30	0.27	0.24	0.20
Resistenza Termica Dichiarata	$R_D = d / \lambda_D$	R_D [m ² K/W]	0.83	1.25	1.67	2.08	2.50	2.92	3.33	3.75	4.17	5.00
Resistenza a compressione [EN 826]	Determinata al 10% di schiacciamento	$\sigma_{10} \text{ o } \sigma_m$ [kPa]	150	150	140	150	150	150	130	130	130	130
Massa volumica pannello	Valore medio comprensivo del peso dei rivestimenti.	ρ [Kg/m ³]	36									
Spessore nominale [EN 823]	Misura	d_N [mm]	Standard da 20 a 120 mm									
Calore Specifico		C_p [J/kg°C]	1453									
Fonoisolamento acustico a parete [UNI EN ISO 140-3] [UNI EN ISO 717-1]	Stratigrafia: ○ 15 mm intonaco ○ Foratina da 12 ○ Pannello STIFERITE GT di spessore 40 mm ○ 10 mm intercapedine d'aria ○ Foratina da 8 ○ 15 mm intonaco	R_w [dB]	54									
Fattore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua [EN 12086]	Valore	μ	148 ± 24									

Esempio, dalla scheda tecnica del granulato di VETRO CELLULARE: TechnoPor

TECHNOPor Granulato in vetro cellulare specifiche					
Caratteristica	Unità	Standard	ordine speciale		
		PERIMETER 50	FÜLL 100	DRUCK 50	STRABENBAU ¹⁾
Dimensioni del granulo, non compattato	mm	30/50	30/100	30/50	typ. 30/50
Peso specifico	kg/m ³	~ 170	~ 130	~ 220	~ 150 bis ~ 250
Assorbimento dell'acqua (granulo)	vol. %	≤ 7	≤ 7	≤ 7	≤ 7
Contenuto di umidità bilanciato	M %	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01 ²⁾	-
Lambda, granulo	W/mK	0,045 ²⁾	0,050 ²⁾	0,055 ²⁾	-
Lambda, riporto a secco ≤ 25 cm	W/mK	0,085	0,08	0,09 ²⁾	-
Lambda, riporto a secco > 25 cm	W/mK	0,075	0,07	0,08 ²⁾	-
Capacità termica	J/m ³ K	~ 144500	~ 110500	~ 187000 ²⁾	-
Capacità termica specifica	J/kgK	~ 850	~ 850	~ 850 ²⁾	-
Altezza minima di applicazione, non compattato	cm	15	15	15	15
Fattore di compattamento, tipico	fattore	da 1,1 a 1,3:1	da 1,0 a 1,4:1	da 1,1 a 1,3:1	da 1,2 a 1,3:1
Contenuto cavità, riporto compattato	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Angolo di declivio	°	~ 45	~ 45	~ 45	~ 45
Punto di rammollimento (granulo)	° C	ca. 700	ca. 700	ca. 700	ca. 700
Comportamento al fuoco (granulo)	classe	A1	A1	A1	A1
Formazione di condensa e di gocce		non rilevante	non rilevante	non rilevante	non rilevante
Resistenza al gelo (riporto)		si	si	si	si
Modulo di deformazione, sottofondo poco resistente ai carichi, E _{V2}	MN/m ²	~ 45 ³⁾	-	~ 50 ³⁾	~ 50
Modulo di deformazione, sottofondo molto resistente ai carichi, E _{V2}	MN/m ²	da ~ 80 a ~ 120 ³⁾		da ~ 120 a ~ 500 ³⁾	da ~ 120 a ~ 500
Resistenza alla compressione del granulo	N/mm ²	~ 6 ⁵⁾	~ 2 ⁵⁾	~ 10 ⁵⁾	da ~ 3 a ~ 12 ⁵⁾
Sollecitazione di compressione riporto	N/mm ²	0,50 ⁴⁾	-	-	-

il nostro obiettivo, adesso, è arrivare al

fabbisogno di

energia termica (o «energia ideale»)

dell'involucro edilizio

in *regime invernale*

POI

diremo qualcosa anche
(ma molto più in sintesi, perché la cosa si complica)

sul *regime estivo*

anche lui ci interessa molto per garantire il comfort dei nostri edifici
e il software CasaClima ci permette di stimarlo!!

mauna cosa per volta: adesso ragioniamo sull' **INVERNO**, quindi....

quindi, ora, ci servono soltanto
i **LAMBDA** e gli **SPESSORI**
dei materiali che abbiamo impiegato in **TUTTI i diversi pacchetti** del nostro progetto

così, per **CIASCUN pacchetto**, calcoliamo

LA TRASMITTANZA

che è il nostro punto di partenza

NB: l'excell di CasaClima ha pre-caricato un archivio di materiali generici (es: *fibra di legno*)
corredati dei relativi **LAMBDA**,
con cui calcolare la trasmittanza
ma anche della **MASSA, CALORE SPECIFICO, MU**,
con cui calcolare i «parametri estivi»
quindi il calcolo possiamo lasciarlo fare a lui (...visto che è il suo mestiere)

SE: nel progetto ho impiegato dei materialicon nome e cognome (es: *Pavatherm*)
bene!! posso facilmente inserire i dati tecnici specifici di quei materiali
(li trovo nelle loro schede tecniche) personalizzando il calcolo
....tra poco lo vediamo nella pratica

LA TRASMITTANZA

concretamente, che cos'è ?!!

per rispondere, possiamo guardare a come è espressa:

$$\frac{W}{mq \cdot K}$$

qualche idea?....

Se SI, bravi! Se NO,

chiediamoci un momento per cosa sta la «**W**»

(Se SI per tuttipotevo risparmiarmi una slidepazienza, scusatemi!)

MEMO

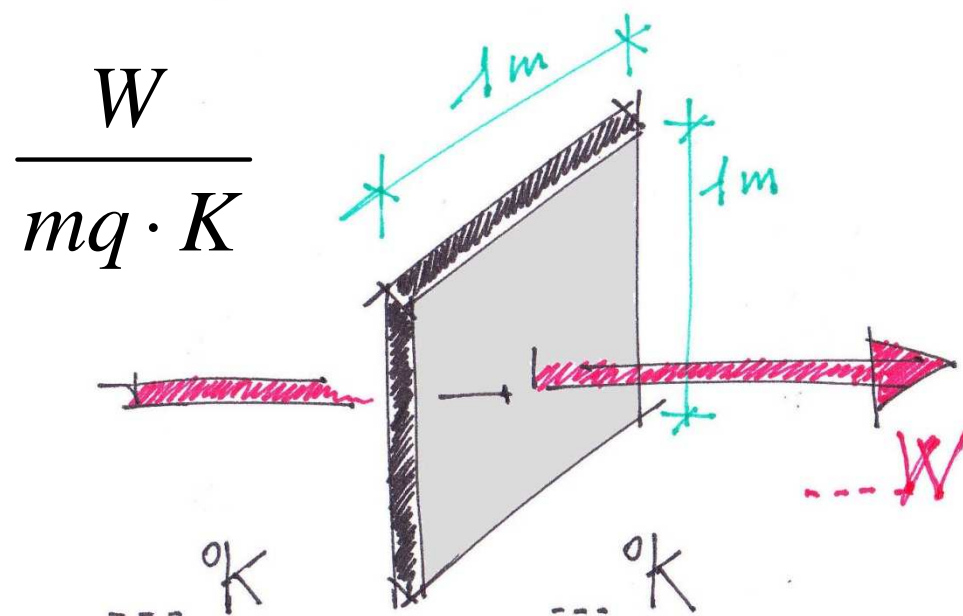
POTENZA (lavoro in una unità di tempo)
si misura in [**W**] (watt) o in [**kW**] (kilowatt)

ENERGIA (lavoro)
si misura in [**Wh**] (wattora) o in [**kWh**] (kilowattora)

$$potenza = \frac{energia}{tempo} \Leftrightarrow kW = \frac{kW \cdot h}{h}$$

$$energia = potenza \cdot tempo \Leftrightarrow kWh = kW \cdot h$$

quindi, evidentemente, la **TRASMITTANZA** è una POTENZA TERMICA....



« è la **POTENZA TERMICA (W)**

.... che passa attraverso 1 mq di **SUPERFICIE (mq)**
(cioè dalla faccia interna a quella esterna di un qualsiasi pacchetto costruttivo)

.... per ogni grado kelvin (**K**) di **DIFFERENZA di TEMPERATURA**
tra la faccia interna e quella esterna »

Quindi ragioniamoci un attimo....

- Voglio fare un CALCOLO sull' INVOLUCRO.
- L'involucro è una scatola fatta di tante superfici disperdenti (opache e trasparenti).
- Di ogni superficie (chiamala come vuoi: pacchetto, frontiera, ecc) ho calcolato la TRASMITTANZA (o dispongo dei dati che mi servono per farla calcolare al programmino: spessori e λ).

Quali altri dati devo comunicare al programmino, affinché possa «usare» la trasmittanza di ogni pacchetto per fare un calcolo sull'involucro? Quelli che ho appena visto:

1. L'estensione (in **MQ**) di ciascun pacchetto disperdente (inclusi quelli trasparenti, cioè i serramenti)
2. La differenza di temperatura ΔT (in °K) fra l'interno dell'edificio e l'ambiente esterno

Il n. 1 è facile!

Mi basta aprire il cad del progetto, e misurare le AREE LORDE complessive di tutte le frontiere disperdenti che si caratterizzano per:

- Diversa tipologia di frontiera (parete verso l'esterno, solaio con ambiente esterno sottostante, solaio con ambiente esterno soprastante = copertura)
- Diverso affaccio (verso l'ambiente esterno, verso un vano non riscaldato, contro al terreno)
- Diverso orientamento (punti cardinali verso cui sono rivolte le pareti)
- Diversa stratigrafia (qualsiasi differenza negli strati che compongono il pacchetto, anche se non c'è variazione delle tre voci sopra)

Queste AREE vanno prese al LORDO dei muri in pianta (e di muri e solai in sezione).

Le finestre vanno considerate «vuoto per pieno», cioè NON si sottrae la loro area dalle pareti in cui esse si aprono: dirò al programmino le misure e l'ubicazione di ogni finestra, e sarà LUI a compiere questa sottrazione (anche se si trattasse di una parete interamente vetrata).

Il n. 2 dipende dai DATI CLIMATICI del capoluogo della provincia in cui devo realizzare l'intervento (salvo per l'Alto Adige, di cui si fa riferimento ai dati comunali), MA i dati sono precaricati, quindi

basta dire al programmino qual è il capoluogo (o il comune)
al resto pensa lui!....

Il dato climatico più importante in questo senso sono i **GRADIGIORNO**

Per i più precisi: i GRADIGIORNO si definiscono come la somma delle differenze positive tra la temperatura di comfort interno (20°C, di legge) e la temperatura esterna media mensile.

Questo limitatamente al periodo di riscaldamento del sito di progetto (che comprende tutti i giorni dell'anno in cui, su base statistica, la temperatura esterna media scende al disotto dei 12°C).

ma la cosa essenziale da tenere presente è che

i GRADIGIORNO sono
l'indicatore di «quanto freddo fa» nel sito di progetto

Infatti, sulla base dei GRADIGIORNO, l'Italia è stata divisa in 6 diverse ZONE CLIMATICHE (dalla A alla F), per le quali la legge nazionale (DLgs 311/2006, DPR 59/2009, L 90/2013) impone prescrizioni diverse, ad esempio sulla trasmittanza massima delle frontiere scambianti.

Perciò, comunicando al programmino:

- Le diverse stratigrafie (secondo le specifiche fisiche che abbiamo detto, leggi «trasmittanza»)
- La superficie di ciascuna stratigrafia
- La collocazione geografica dell'edificio

Lo metto nelle condizioni di compiere, per ogni stratigrafia di progetto, questo calcolo:

POTENZA TERMICA DISPERSA per TRASMISSIONE

$$Q = U \times S \times \Delta T$$

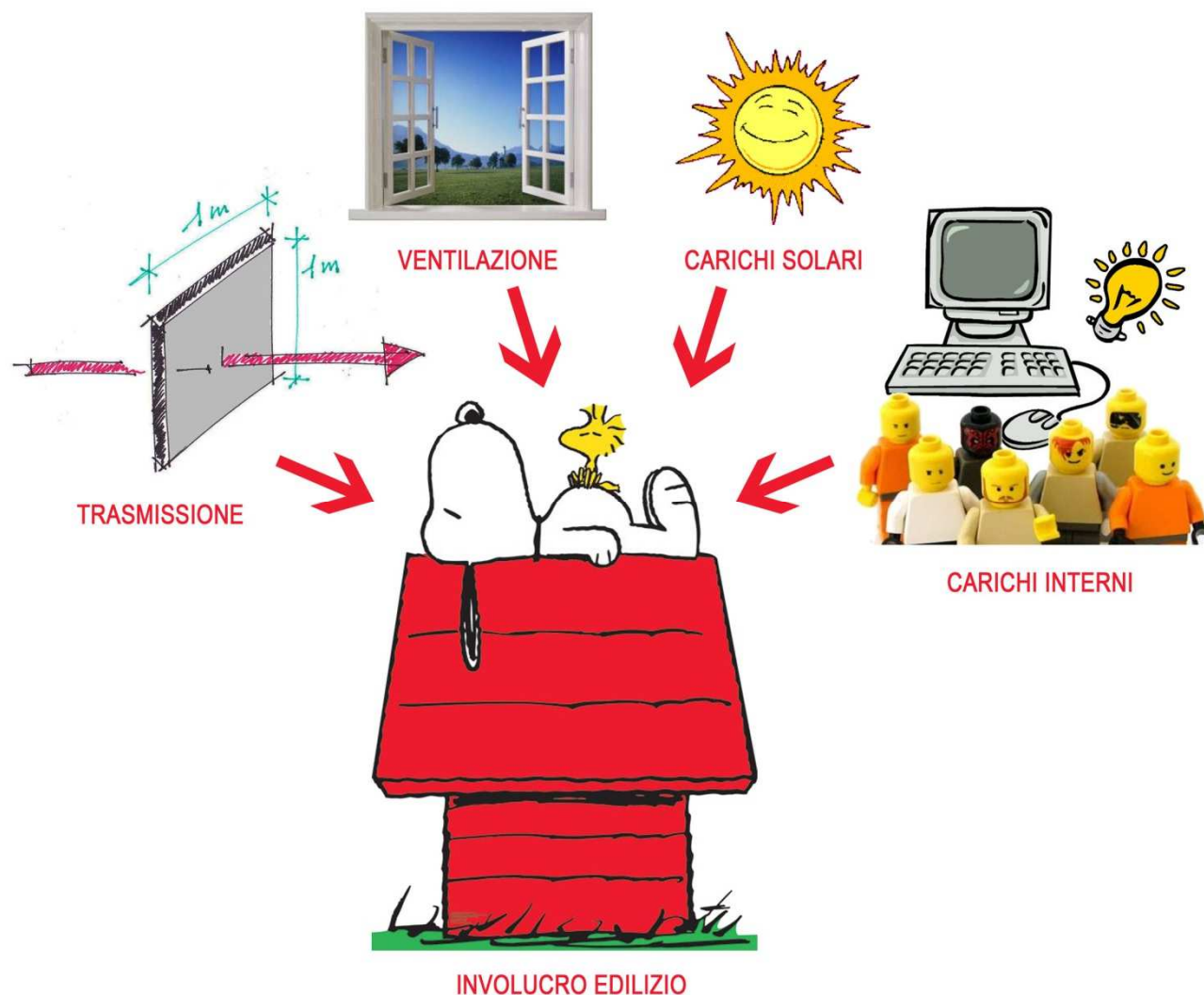
Questa è ancora una POTENZA (non più riferita all'unità di superficie e a un ΔT unitario, ma alla superficie di ogni pacchetto e con il ΔT di progetto).

Noi per arrivare al FABBISOGNO, però, dobbiamo arrivare a un dato di ENERGIA (non di potenza).

E ci stiamo arrivando.... O meglio: ci facciamo arrivare il programmino!

Prima però dobbiamo allargare un po'le nostre considerazioni, perché attraverso l'involucro la potenza termica non viene dissipata solo per TRASMISSIONE,e non viene solo DISSIPATA, ma anche ACQUISITA PASSIVAMENTE**idee in proposito??....**

Gli apporti, nel bilancio energetico dell'involucro sono 4:
2 positivi e 2 negativi



Gli apporti, nel bilancio energetico dell'involucro sono 4:
2 positivi e 2 negativi

$$Q_{totale} = +Q_t + Q_v - Q_s - Q_i$$

Q_t = perdite per trasmissione attraverso l'involucro
(quelle appena menzionate: $Q = U \times S \times \Delta T$)

Q_v = perdite per ventilazione (ricambio dell'aria interna per
via naturale -aperta le finestre- o meccanica -vedi oltre-)

Q_s = guadagni solari

Q_i = carichi interni (apparecchiature elettriche, illuminazione,
calore corporeo degli abitanti)

$$Q_{totale} = +Q_t + Q_v - Q_s - Q_i$$

vale chiaramente in regime

INVERNALE

che è quello che adesso ci sta interessando

Se la considerassimo dal punto di vista ESTIVO, i segni cambierebbero tutti e la logica si invertirebbe: la TRASMISSIONE di calore all'esterno e la VENTILAZIONE degli ambienti diventerebbero un beneficio, mentre i carichi SOLARI e quelli INTERNI diventerebbero un aggravio al calore interno.

abbiamo parlato di Q_t ;
per considerare nel calcolo anche

Q_v , Q_s , Q_i

basta fornire al programmino qualche informazione in più rispetto a quelle già menzionate

per Q_v , Q_s , Q_i
NON
ci interessa conoscere come il programmino svolga il calcolo



MA....



occorre fare due precisazioni
per sapere come controllare il FABBISOGNO dell'involucro agendo su **Qv** e **Qs**
(ovviamente: CONTENENDOLO quanto più possibile!!)

su **Qi** invece NON agiamo affatto (è completamente gestito dal programmino)

Qv

perdite per VENTILAZIONE si *possono* minimizzare
sostituendo la ventilazione naturale (= apertura delle finestre per ricambiare l'aria viziata)
con una VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

Qs

guadagni SOLARI si *possono* massimizzare
con un'oculata scelta del FATTORE SOLARE del vetro
(*ma vanno anche previste delle schermature, per l'estate!*)

Qs

UNA FINESTRA, come qualsiasi altra frontiera scambiante, ha una TRASMITTANZA. Anzi: nel suo caso ce ne sono tre: quella del VETRO (U_g), del TELAIO (U_f), e del «distanziale» (Ψ_g).

Il programmino di CasaClima (sempre con l'aiuto del suo archivio materiali!) ci porta a indicare: le tre trasmittanze, lo spessore medio del telaio visto in prospetto, il numero di ante, e un valore chiamato

G

Il fattore G è il FATTORE SOLARE. Indica quale percentuale della potenza termica irradiata dal sole sulla superficie del vetro passa attraverso il vetro entrando all'interno dell'involucro.

I VETRI SELETTIVI sono quelli con un G molto basso (<40%). Le vetrocamere selettive hanno una pellicola (detta coating) sulla faccia interna della lastra esterna. Le vetrocamere bassoemissive sono realizzate con lo stesso criterio ma il coating è posto sulla faccia esterna della lastra più interna.

La strategia migliore, per massimizzare gli apporti invernali, senza «cuocere» durante l'estate, è quella di scegliere vetrocamere con un G più elevato possibile, prevedendo delle schermature solari MOBILI per l'estate (tutte cose che il programma permette di fare facilmentese il progetto lo prevede).

Ma, se si hanno schermature FISSE, e/o le finestre stanno sotto sporti profondi (>2 volte la distanza verticale fra lo sporto e l'asse della finestra) in calcolo vanno considerate costantemente obreggiate.

Qv

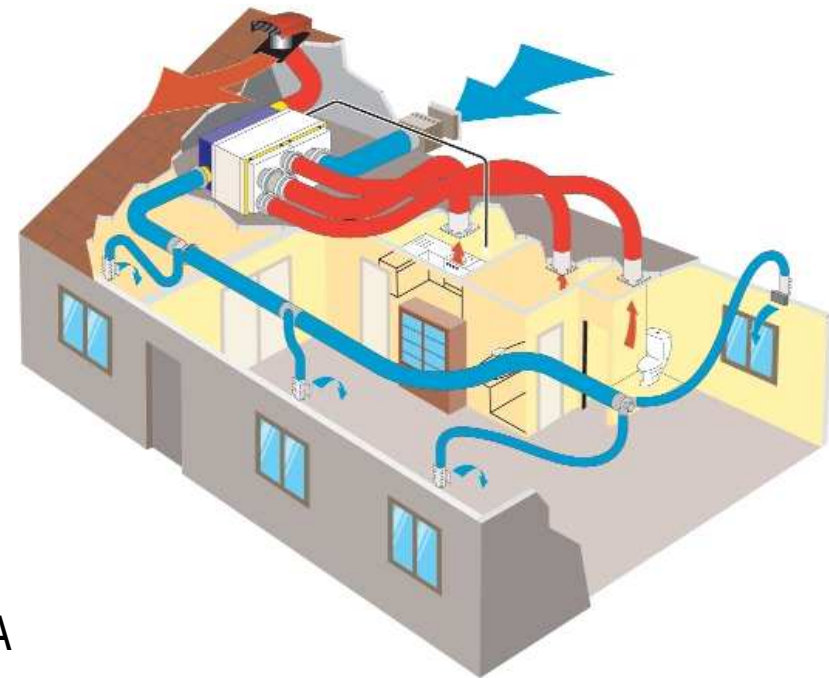
<http://www.zehnder.it/comfo-systems/Animazione-sistema,163.html>

la Ventilazione Meccanica Controllata (VMC)

Attraverso una macchina a recupero termico, e le dovute canalizzazioni attraverso l'edificio, la VMC permette di immettere continuamente aria pulita nei locali, estraendo quella viziata. Immaginiamo il funzionamento invernale: viene captata l'aria esterna (fredda ma salubre); nella macchina, l'aria esausta estratta dai locali cede il proprio carico di calore all'aria nuova, che viene messa in mandata. L'aria esausta viene invece espulsa (in copertura).

La VMC richiede canalizzazioni (ϕ min = 75 mm) e bocchette per la mandata (di norma negli ambienti residenziali) e la ripresa (in ambienti di servizio) distribuite in tutto il fabbricato, oltre ovviamente alla macchina.

Rispetto al VOLUME NETTO dell'edificio (che può essere inserito nel programmino o calcolato da lui a partire dal lordo), per ambienti residenziali la VMC deve ricambiare da 0,3 a 0,5 VOLUMI d'ARIA OGNI ORA



In conclusione, il programmino mette insieme tutti i Q (potenze dissipate o guadagnate) che interessano l'involucro edilizio.

ma dobbiamo arrivare a un **FABBISOGNO**,
quindi **ENERGIA**, non potenza!

$$\text{energia} = \text{potenza} \cdot \text{tempo} \Leftrightarrow \text{kWh} = \text{kW} \cdot h$$

Quindi, bisogna dare un tempo: ore (24) e giorni (derivano dai dati climatici):

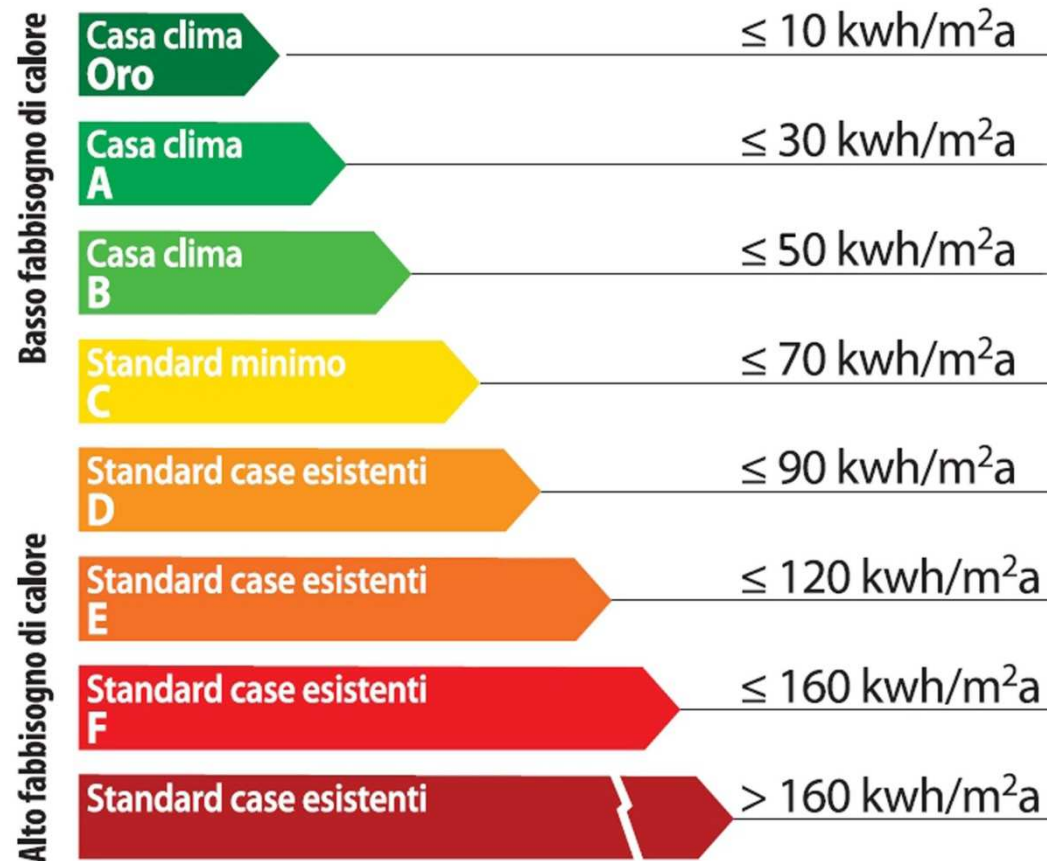
$$E_i = Q_{totale} \cdot 24_{ore} \cdot N_{giorni}$$

Questa è l'ENERGIA TERMICA, o ENERGIA IDEALE per il riscaldamento dell'involucro edilizio.

Questo fabbisogno viene «spalmato» (parametrato) sull'unità di superficie (cioè sui MQ) in modo da renderlo confrontabile con quelli degli altri edifici, e da incasellarlo in una classe energetica. Sono:

[kWh / mqa]

Quindi la classificazione energetica CASACLIMA riguarda il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento dell'involucro edilizio. In base al fabbisogno in [kWh/mqa] gli edifici si collocano in 6 classi:



NB: le classi (né per CasaClima né secondo altri protocolli) NON hanno niente a che vedere con i valori di trasmittanza delle chiusure [W/mqK], ma dipendono soltanto dal fabbisogno di energia [kWh/mqa].

UNA PRECISAZIONE

nella quale non ci addentreremo,altrimenti il discorso diventerebbe eterno!

La certificazione e classificazione energetica nazionale (DLgs 192/2005 e DPR 59/2009) e le certificazioni regionali (ES. Emilia Romagna secondo DAR 156/2008) considerano un fabbisogno energetico **DIVERSO** da quello che considera CasaClima

CasaClima: ENERGIA TERMICA (o «IDEALE») per l'involucro

Nazionale: ENERGIA PRIMARIA per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria


Come si arriva da energia «IDEALE» (E_i) a energia PRIMARIA?

In estrema sintesi: si calcolano il fabbisogno termico dell'involucro, e quello per la produzione di acqua calda sanitaria. Quindi si prendono in considerazione gli impianti termici con i quali vengono soddisfatte queste richieste di energia, e si filtrano i fabbisogni termici calcolati attraverso i «RENDIMENTI» degli impianti in progetto. Infine, sulla base di un coefficiente, che varia in funzione del COMBUSTIBILE USATO (detto meglio: «vettore energetico», per ES: gas metano, pellets, elettricità, ecc), si trasforma il fabbisogno in ENERGIA PRIMARIA (E_p). L'Energia Primaria, quindi, è un valore, in un certo senso, astratto, che permette però di confrontare la prestazione di edifici alimentati con vettori energetici diversi. Il fatto che essa sia filtrata attraverso i rendimenti degli impianti, però, fa sì che un edificio con un mediocre involucro possa avere una buona performance in Energia Primaria: basta che l'impianto che lo alimenta sia molto prestazionale. Invece CasaClima, che si attiene all'involucro, rappresenta una garanzia sulle elevate prestazioni dell'INVOLUCRO stesso.


certificato CasaClima di un'abitazione di altissima eccellenza certificata in classe «gold»
con un fabbisogno di **Ei** per l'involucro in regime invernale di 1 kWh/mq



bozza di certificato energetico regionale incentrato sull'Energia Primaria per riscaldamento e ACS
 $E_p = 20 \text{ kWh/mca}$ (parametrato su mc, secondo legge nazionale, poiché non residenziale)



Attestato di CERTIFICAZIONE ENERGETICA



Regione EMILIA ROMAGNA
Contenuto conforme Allegato 7 - D.G.R n°156 del 4 Marzo 2008 Emilia Romagna
Unione europea

Data di emissione _____

Comune di BOLOGNA (BO)

Numero di protocollo ABCDE-1123-3456

Validità fino al _____

Zona climatica E

Gradi giorno 2259

Classe energetica

Efficienza energetica elevata

A	≤ 8
B	≤ 16
C	≤ 30
D	≤ 44
E	≤ 60
F	≤ 80
G	> 80

Prestazione energetica inefficiente

C 20.0 kWh/m²a

Dati sull'immobile

Nome Intestatario _____

Indirizzo Via P.zza Corso Viale

Foglio-Particella-sub 123-4-5

Oggetto dell'intervento nuova costruzione

Categoria di appartenenza E.4(1)

Anno di costruzione 2007

Progettista nome e cognome...

Direttore Lavori nome e cognome...

Costruttore Edil StimaTfm srl

Soggetto certificatore (n°) Paolo Rossi

Dati generali

Tipologia impianto riscaldamento Teleriscaldamento

Vettore energetico GPL

Volume lordo riscaldato 67049



Superficie utile riscaldata 12983

Trasmittanza termica media	Involucro	Copertura	Basamento	Serramenti
W/m²K	1.04	1.72	0.41	3.36

Principali indicatori di prestazione energetica

Fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione invernale	EP_H 19.6 kWh/m³a (limite = 10.8)	Fabbisogno specifico di energia primaria per l'acqua calda sanitaria	EP_W 0.4 kWh/m³a (limite = 0.1)
Fabbisogno energetico specifico dell'involucro (climatizzazione invernale)	E_H 14.9 kWh/m³a	Fabbisogno energetico specifico totale per usi termici (riscaldamento e acqua calda)	EP_T 20.0 kWh/m³a
Fabbisogno energetico specifico dell'involucro (climatizzazione estiva)	E_C 4.9 kWh/m³a	Contributo energetico specifico da fonti rinnovabili	E_{FER} 0.0 kWh/m³a

Emissioni di gas ad effetto serra

  CO_{2eq} 4.5 kg/m³a

ultimi nanosecondi.... per qualche accorgimento sull' «ESTIVO»

Non occorre fare altre operazioni specifiche:
l'impostazione dell'involucro nel software è unica, e vale sia per l' INVERNALE che per l' ESTIVO

Lo trattiamo a parte (e per cenni!!)
dopo aver sviluppato tutto il ragionamento sul solo invernale
perché«è arrivato dopo»

Tutte le case, da sempre e per legge, hanno un impianto di riscaldamento
INVECE, solo di recente (trascurando gli obblighi per edifici terziari ecc)
si è cominciato a trattare il problema del raffrescamento

Nella legge italiana si sta strutturando ora, e NON è ancora cogente,
il calcolo del fabbisogno energetico in regime ESTIVO

Ma in molte regioni italiane, il problema **ESTIVO** è chiaramente maggiore di quello **INVERNALE**!

Il nostro programmino (da quest'anno) ci fornisce anche il
fabbisogno di

energia termica (o «energia ideale»)
dell'involucro edilizio
in regime estivo

gli accorgimenti pratici per controllarlo,
riguardano sempre le quattro «voci» che già conosciamo:

Qt Qv Qs Qi
brevissimamente....

Qt

Se il «parametro di qualità» invernale di un pacchetto è la trasmittanza,
l'estivo ne ha più d'uno:

SFASAMENTO [ore]

quante ore impiega il carico termico, incidente sulla superficie
esterna dell'involucro, a migrare al suo interno?

L'ideale è che ci metta **12 ore (o più)**

Così, il carico termico (il CALDO!) delle 2 di pomeriggio invaderà l'ambiente interno alle 2 di notte,
quando la temperatura dell'aria è più bassa,
quindi è possibile «scaricarlo» mediante
una buona ventilazione naturale!
(meglio se trasversale attraverso l'edificio)

Qt

Se il «parametro di qualità» invernale di un pacchetto è la trasmittanza,
l'estivo ne ha più d'uno:

ATTENUAZIONE

(adimensionale)

quanto si mitiga («attenua») quel carico termico mentre migra
attraverso il pacchetto da fuori a dentro?

L'ideale è che sia **<0,15 (più basso = migliore)**

Concretamente.... Se ho un pacchetto da 20 cm di fibra di legno, e mi trovo uno Sfasamento di 24 ore?.... Sono fregato, perché il caldo delle 2 pm di ieri mi arriverà in casa alle 2 pm di oggi?....

NO!

Perché, mentre il carico termico percorre il pacchetto, si «attenua»!

Qt

Se il «parametro di qualità» invernale di un pacchetto è la trasmittanza,
l'estivo ne ha più d'uno:

....ce ne sarebbe anche un altro, importante,
ma i nomi comincerebbero ad assomigliarsi pericolosamente....
Meglio non confondere troppo le idee!



MEMO

nell'excell di CasaClima

**tutti questi «parametri di qualità» sono riportati
nella scheda relativa al calcolo di ciascun pacchetto
(nella casella gialla a destra)**

quali scelte (arch & tecno) devo fare
per contenere il fabbisogno estivo, ai fini dei **Qt**?

Qt

(memo quello che si è detto all'inizio?)

Devo scegliere **materiali** col valore più **elevato** possibile di:

- **CALORE SPECIFICO** [J/kgK]
- **MASSA** [kg / mc]

sinonimo di:

capacità di accumulare il calore nelle ore più calde
cedendolo nelle ore notturne
(sfasamento)

(la fibra di legno, in termini di calore specifico è ottima, e può raggiungere valori di massa assai elevati)

Qv

(carichi di ventilazione)

per l'estate, l'ideale è aver previsto la possibilità di una ventilazione naturale notturna (meglio se trasversale)

sulla ventilazione notturna
il programma CasaClima ci chiede due semplici spunte
(nella scheda «ventilazione» all'inizio del calcolo)

Qs

(carichi solari)



per ridurre il fabbisogno estivo, senza nuocere a quello invernale,
la scelta migliore sono le

schermature mobili davanti alle superfici trasparenti

incluse soluzioni poco impattanti (o anche interessanti) architettonicamente,
come i «**raffstore**» (tipo **veneziane**) o **tende esterne** variamente avvolgibili,
purchè si tratti di sistemi ESTERNI

Invece, intervenire su «**altri**» sistemi,
come il fattore **G del vetro**, **aggetti profondi**, o **ombreggiamenti fissi**
comporta la scelta su CHI sacrificare a CHI, tra l'ESTIVO e l'INVERNALE,
che può funzionare nei climi o CALDI o FREDDIforse meno in quelli un po' più ambivalenti

(nel software sono alcuni click sulle due «schede» FINESTRE e OMBREGGIAMENTI)

Qi

(carichi interni)

....ovvero: stare in dieci in una stanza con il forno e la luce elettrica accesi, dopo un'abbuffata di fagioli e cotiche, alle 2 del pomeriggio di ferragosto, non è una mossa intelligente. A conferma del fatto che il concetto di «carichi interni» è assai intuitivo.... E fissato in modo standard dal software.

concludendo anche l'estivo con un MEMO, che NON vogliamo approfondire:

fabbisogno di «energia ideale» in *regime estivo*

nell'output del suo calcolo, il software ce lo esprime come somma di due fabbisogni:

- fabbisogno per raffrescamento SENSIBILE
- fabbisogno per DEUMIDIFICAZIONE

Il primo è dovuto alla semplicemente alla temperatura (elevata), cioè al «CALORE SENSIBILE». Il secondo è dovuto al «CALORE LATENTE», cioè alla percezione di calore acuita dalla quantità di VAPORE ACQUEO presente nell'aria (detta anche *umidità relativa*).

fogli di calcolo e applicativi
(li sperimentiamo in un applicazione pratica qui e adesso insieme)

- **XLS ProCasaClima 2013 versione 1.3**

Ci limitiamo alla parte involucro, arrivando all'output sul fabbisogno termico (*ideale*) estivo ed invernale.

- **XLS Bilancio energetico semplicatissimo per LCA1**

Alcuni di voi hanno previsto (o potrebbero voler prevedere) coperture fotovoltaiche.

Per permettervi di stimare se e in che percentuale questi sistemi, specie in associazione ad una pompa di calore, possano coprire la domanda energetica dei vostri edifici, ho preparato un minuscolo excel, che tiene conto del fabbisogno termico (*ideale*) per il riscaldamento e raffrescamento (come dati di input, si utilizzano i due output del calcolo di ProCasaClima 2013), del fabbisogno per la produzione di acqua calda sanitaria, e di una plausibile richiesta elettrica per illuminazione + forza motrice.

Questo potrebbe permettervi di stimare se abbiate progettato un edificio «autosufficiente» (anche come valore aggiunto per la presentazione del vostro progetto di LCA).

- **Pvgis**

Semplice calcolo online della produzione elettrica di un campo fotovoltaico, a partire dalla potenza installata (necessario per compilare il secondo excel qua sopra).

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

*«...ma se in vece fossimo riusciti ad annoiarvi,
credete che non s'è fatto apposta»*

grazie!

arch. federico arieti

federico.arieti@alice.it

federico.arieti@e2project.it

federico.arieti (skype)

349 79 42 421

