

 MARIE

## Centro Edile per la Sicurezza e la Formazione

SISTEMI E MATERIALI  
INNOVATIVI PER  
L'ISOLAMENTO TERMICO  
DEGLI EDIFICI ESISTENTI

Il presente depliant è stato stampato su carta riciclata.



Programme cofinancé par le Fonds Européen  
de Développement Régional  
Programme cofinanced by the European  
Regional Development Fund



Regione Umbria



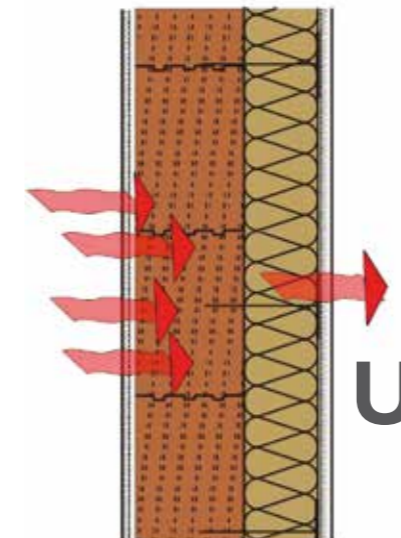
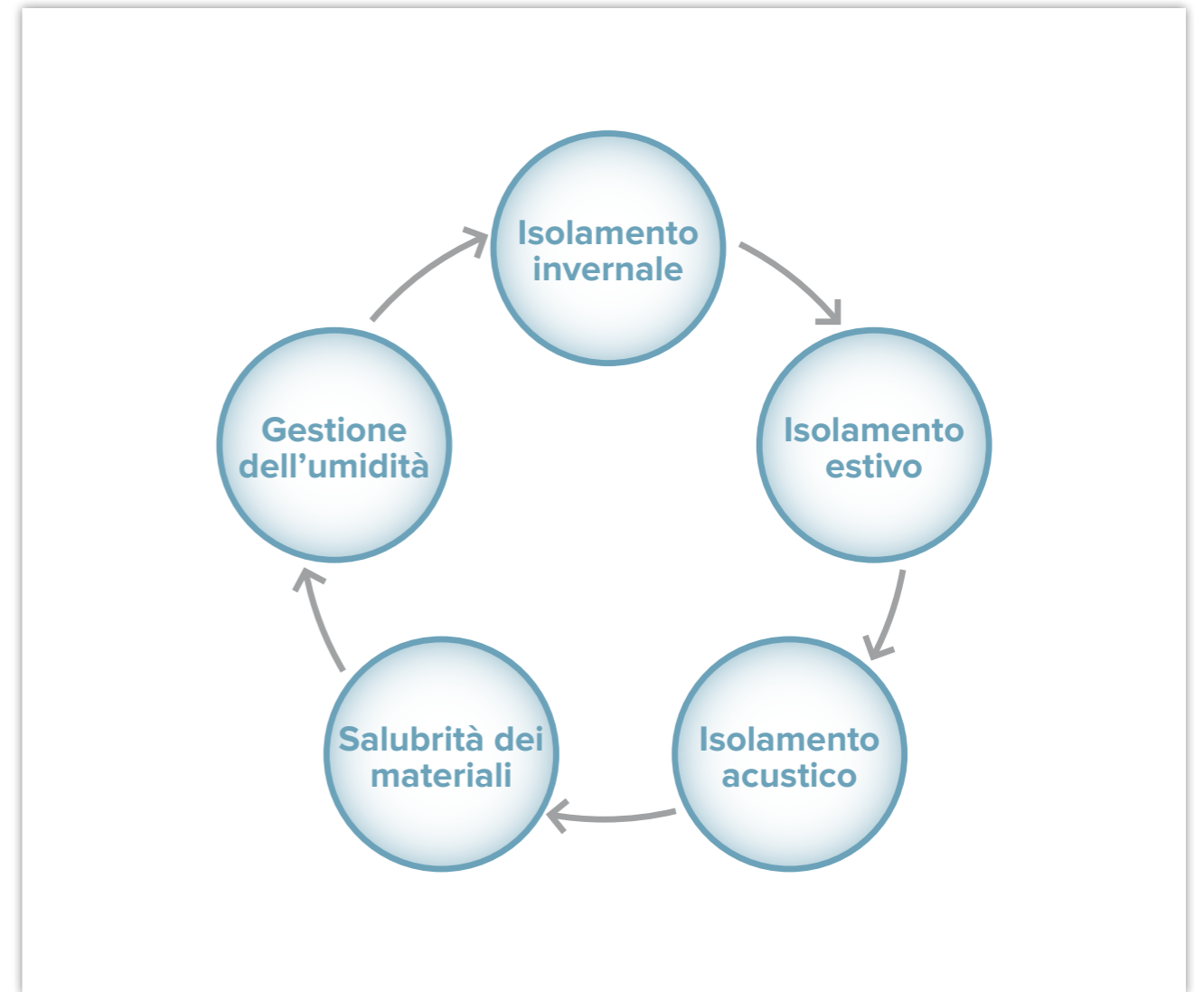
SISTEMI E MATERIALI  
INNOVATIVI PER  
L'ISOLAMENTO TERMICO  
DEGLI EDIFICI ESISTENTI.

**Centro Edile per la Sicurezza  
e la Formazione**



Si ringrazia il docente Arch. Denis Orlandi, Naturalia BAU





## Protezione dal freddo

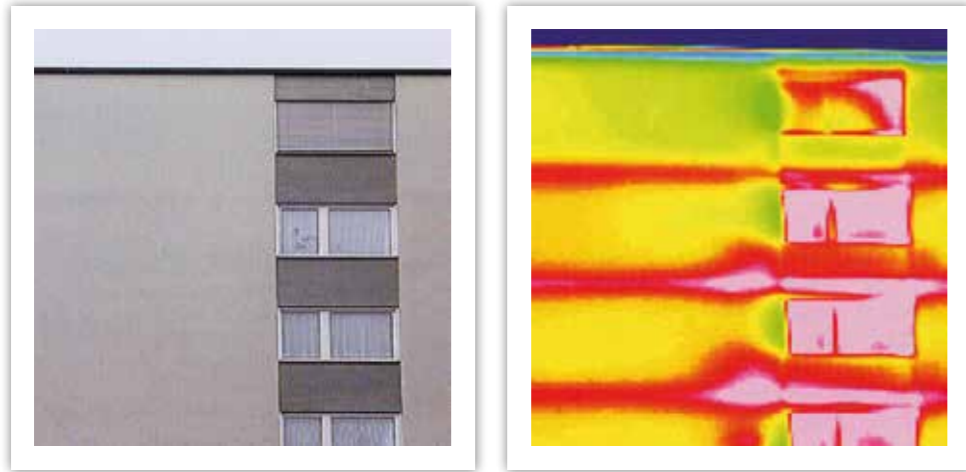
Trasmittanza termica  $U$  ( $= 1/\Sigma R$ )  
[W/m<sup>2</sup>K]

La resistenza termica è la capacità di un sistema di non far passare il calore, è data dalla sommatoria delle resistenze termiche dei componenti dei sistemi.  $U$

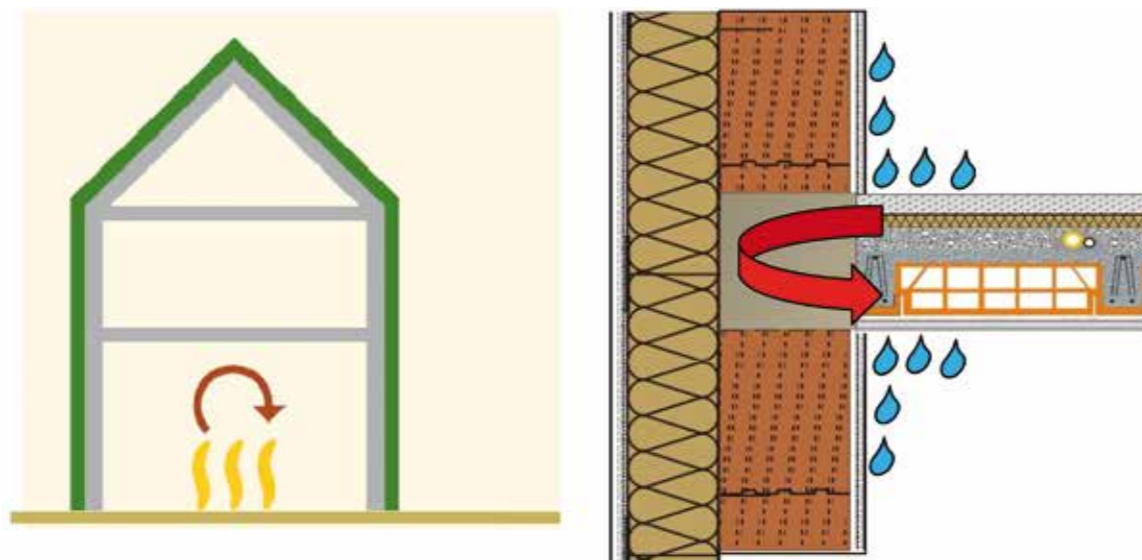
Più è basso più il sistema è coibentante.

$\lambda \rightarrow R \rightarrow U$  Valore di riferimento per la Normativa con DL 311

## Facciata di edificio recente (anni 80)



## Isolamento esterno o interno?



### É sempre preferibile coibentare le pareti dall'esterno:

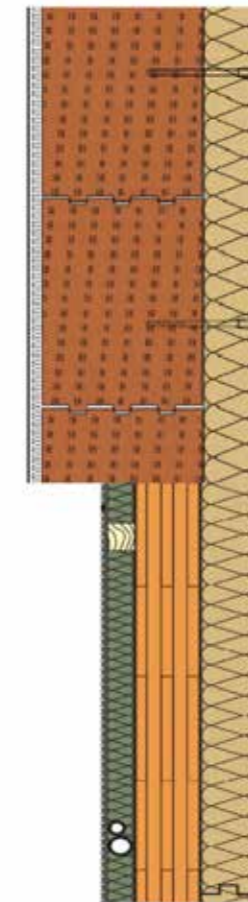
- Protezione dei ponti termici
- Maggiore inerzia termica dell'involucro
- Possibile migliore isolamento
- Migliore gestione delle condense interstiziali

## Sfasamento e...



Inerzia interna  
termica ed igrometrica  
=  
capacità della parete di  
gestire il calore prodotto  
dall'interno  
=  
Come misurarlo  
tecnicamente???

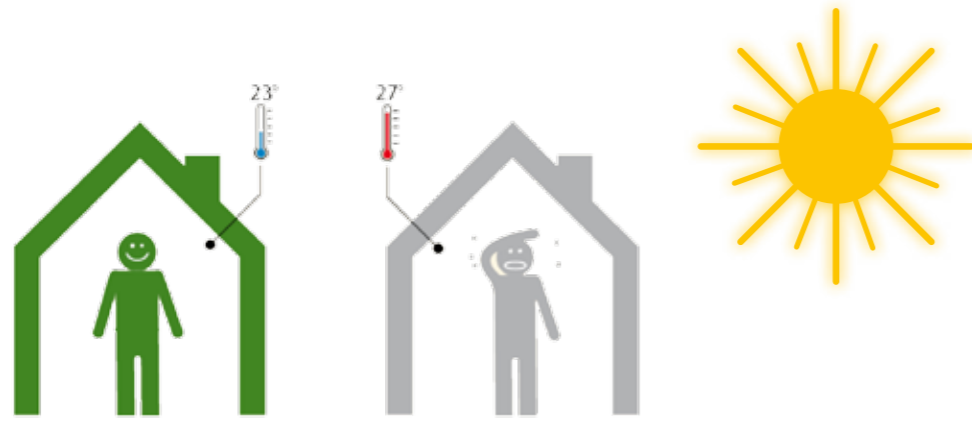
**CAPACITÀ TERMICA AREICA**



Sfasamento e  $U_{dyn}$  =  
capacità di non far entrare  
il calore dall'esterno



# Isolamento estivo: DPR 59/09 e DM 26/06/09



## DPR 59/09: Trasmittanza termica dinamica

- i. Relativamente a tutte le strutture verticali opache con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest / nord / nord-est, almeno una seguenti verifiche:
  - che il valore della massa superficiale sia superiore a 230 kg\*m<sup>2</sup>;
  - che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica Y<sub>Ie</sub> sia inferiore a 0,12 W/m<sup>2</sup> K;
- ii. Relativamente a tutte le strutture opache orizzontali e inclinate la verifica che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica Y<sub>Ie</sub> sia inferiore a 0,20 W/m<sup>2</sup>K.

$$U_{dyn} = Y_{Ie} < 0,2 \text{ W/m}^2\text{K, consigliato } U_{dyn} < 0,10$$

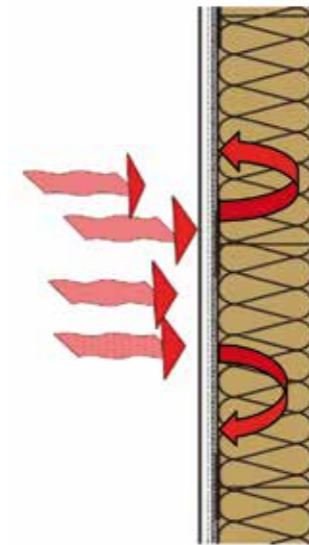
## DM 26/06: Linee guida per la certificazione, classi di prestazione estiva: sfasamento

Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità prestazionale
S > 12	Fa < 0,15	ottime	I
12 ≥ S > 10	0,15 ≤ Fa < 0,30	buone	II
10 ≥ S > 8	0,30 ≤ Fa < 0,40	medie	III
8 ≥ S > 6	0,40 ≤ Fa < 0,60	sufficienti	IV
6 ≥ S	0,60 ≤ Fa	madiocri	V

Nei casi in cui le coppie di parametri caratterizzanti l'edificio non rientrano coerentemente negli intervalli fissati in tabella, per la classificazione prevale il valore dello sfasamento.

Sfasamento (calore) > 6 consigliato > 10 ore

# UNI 13786 dati richiesti dei materiali:



$$\delta = \sqrt{\frac{\lambda T}{\pi \rho c}}$$

$$\xi = \frac{d}{\delta}$$

- δ = profondità di penetrazione periodica
- ξ = indice di spessore dello strato alla profondità di penetrazione
- λ = conduttività termica dei materiali
- ρ = massa
- c = calore specifico
- d = spessore del materiale

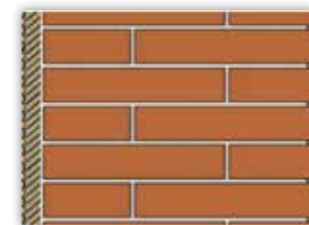
POS	MATERIALE	s [m]	λ [W/m·K]	ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	c [J/kg·K]	δ [m]	ξ
1	POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO	0,100	0,035	35	1250	0,148	0,674
2	FIBRA DI LEGNO - PAVATHERM	0,100	0,038	140	2100	0,060	1,677
3	MATTONI FORATI	0,100	0,4	750	840	0,132	0,757
4	CALCESTRUZZO - UNI 13786	0,100	1,8	2400	1000	0,144	0,696

# Sfasamento e capacità termica areica

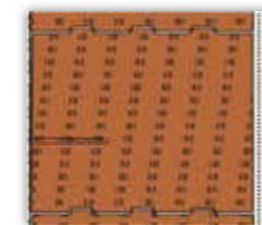
## CAPACITÀ TERMICA AREICA (kJ/m<sup>2</sup>K) indice K

= quanto calore assorbe lo strato superficiale interno, per metro quadrato di parete, all'aumentare di un grado della temperatura interna. Viene calcolato secondo la UNI 13786.

**Più calore viene assorbito dallo strato interno meglio è!**



CAPACITÀ TERMICA AREICA  
68  
(KJ/M2K)

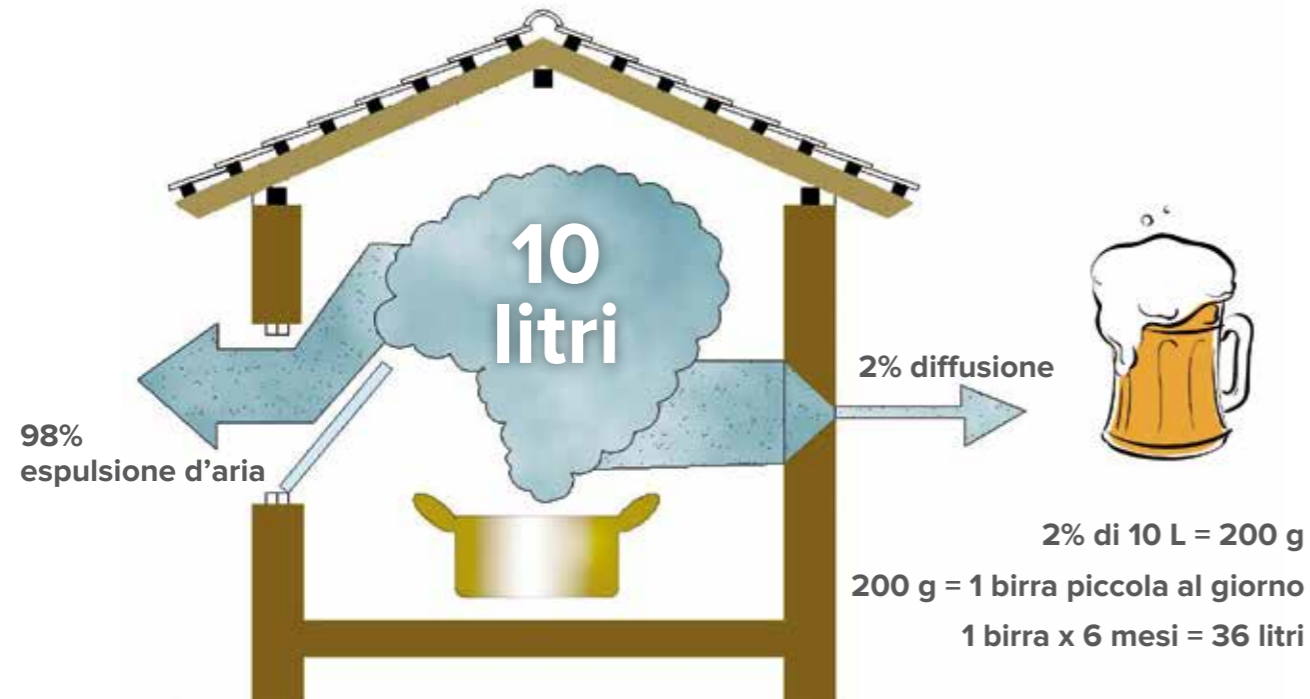


CAPACITÀ TERMICA AREICA  
75  
(KJ/M2K)

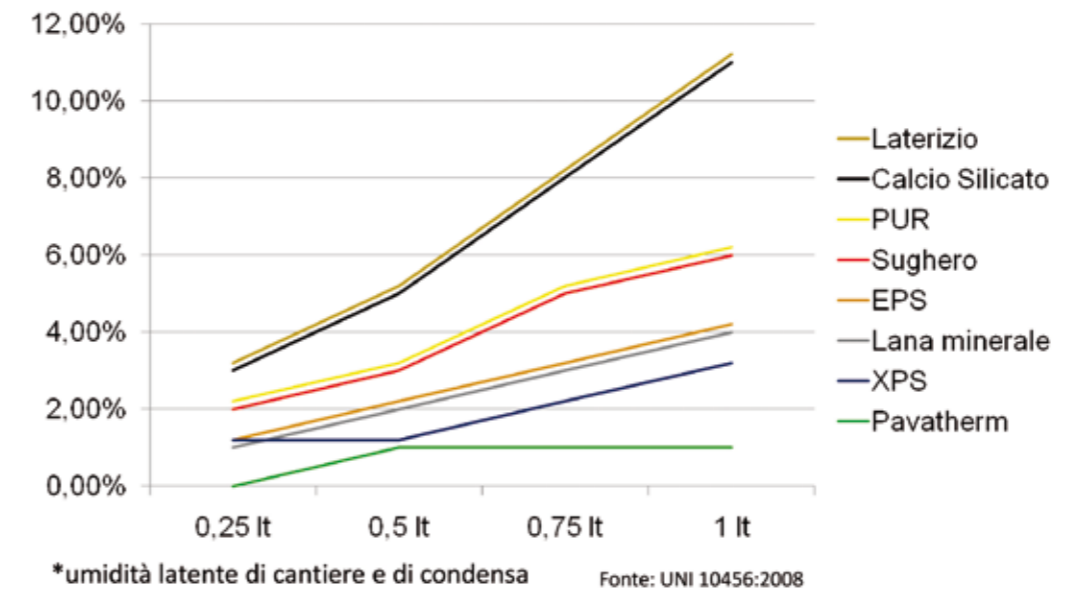


CAPACITÀ TERMICA AREICA  
50  
(KJ/M2K)

## Smaltimento dell'umidità



## Peggioramento del lambda degli isolanti causata da umidità\* (spessore di 10 cm)



## Protezione dall'umidità

**RESISTENZA AL PASSAGGIO DEL VAPORE:  $\mu$  [ - ]**

Il valore  $\mu$  di una materia edile è un parametro senza dimensione della materia stessa, che indica quante volte il materiale edile è più isolante al vapore, rispetto ad uno strato d'aria ferma dello stesso spessore.

**Più basso è il parametro  $\mu$ , maggiore sarà la traspirabilità al vapore del materiale!**

Valori $\mu$	
< 10	ottima traspirabilità
10 - 50	soddisfacente traspirabilità
50 - 500	scarsa traspirabilità
500 - 15.000	traspirabilità molto scarsa
> 15.000	nessuna traspirabilità
> 100.000	barriera al vapore

**Swisstherm  $\mu = 5$**   
**Intonaco in calce  $\mu = 10/15$**   
**Laterizio  $\mu = 10$**   
**XPS  $\mu = 150$**

## Protezione dall'umidità

**ACQUA NELLE STRUTTURE**



Acqua interna dovuta alla condensazione estiva.

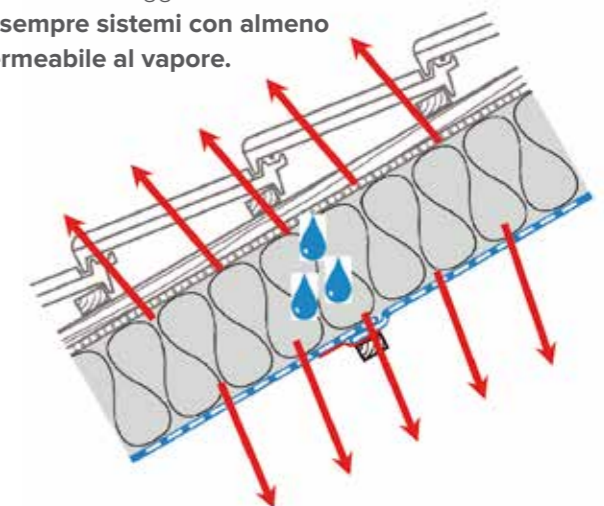
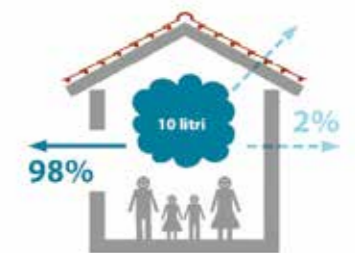
## Smaltimento umidità: pacchetti traspiranti

**UMIDITÀ INTERNA E NELLE STRUTTURE:**

I sistemi costruttivi devono poter smaltire umidità, verso l'esterno e verso l'interno.

Un pacchetto completamente traspirante fornisce maggiore sicurezza.

**Scegliere sempre sistemi con almeno un lato permeabile al vapore.**



## Per le ristrutturazioni interne?

### IL PACCHETTO NON È SEMPRE TRASPIRANTE



Barriera al vapore = rischio

È opportuno precisare che l'adozione di barriera al vapore deve essere sempre valutata con molta cautela, in quanto con la sua presenza spesso si possono verificare inconvenienti, tra i quali per esempio:

- si può verificare una riduzione dall'asciugamento estivo;
- nelle strutture con impermeabilizzazione sul lato esterno rispetto all'isolante l'eventuale umidità presente all'atto della costruzione (getti in opera) non ha più la possibilità di essere smaltita;
- la barriera può perdere con il tempo le sue caratteristiche.

In genere se la quantità di condensa formatasi risulta ammissibile, per una ulteriore riduzione, è sconsigliabile porre in opera uno strato barriera al vapore; è auspicabile invece una più accurata progettazione dell'involucro edilizio.

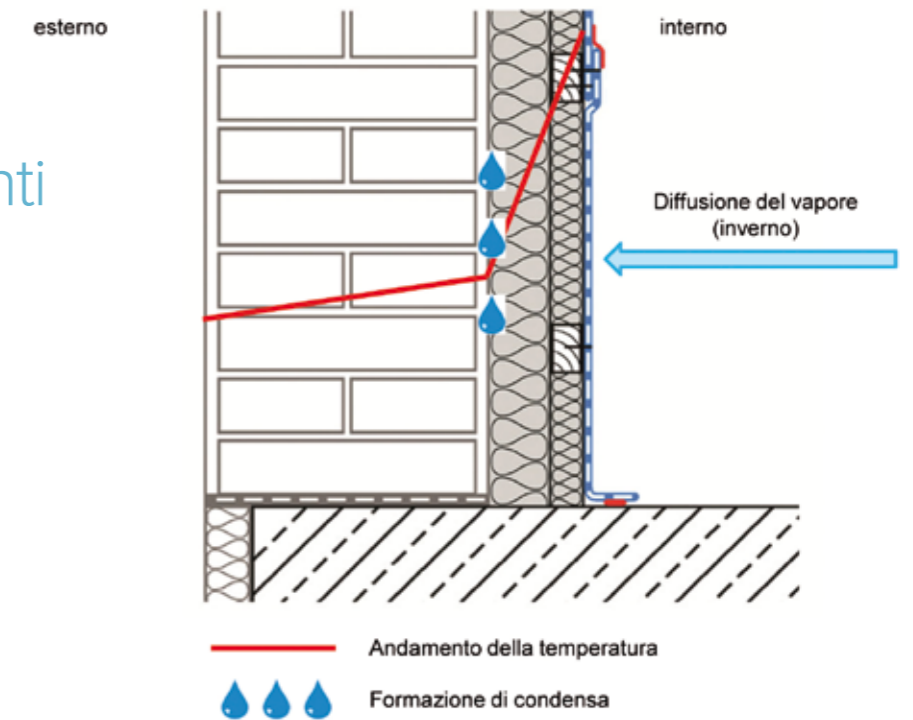
#### GESTIONE DELL'UMIDITÀ:

- 1) Materiali igroscopici, traspiranti e capillari
- 2) No intercapedini
- 3) Tenuta all'aria
- 4) Cura dei ponti termici
- 5) Smaltimento interno
- 6) Isolamento non oltre 60-80 mm



## Gestione dell'umidità, negli isolamenti dall'interno:

### APPROCCIO "CLASSICO", LA UNI 13788

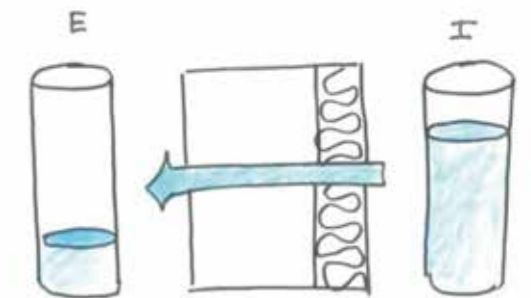


## Consigli dell'approccio "classico" con UNI 13788

È opportuno precisare che l'adozione di barriera al vapore deve essere sempre valutata con molta cautela, in quanto con la sua presenza spesso si possono verificare inconvenienti, tra i quali per esempio:

- si può verificare una riduzione dell'asciugamento estivo
- nelle strutture con impermeabilizzazione sul lato esterno rispetto all'isolante l'eventuale umidità presente all'atto della costruzione (getti in opera) non ha più la possibilità di essere smaltita
- la barriera può perdere con il tempo le sue caratteristiche

In genere se la quantità di condensa formatasi risulta ammissibile, per una ulteriore riduzione, è sconsigliabile porre in opera uno strato barriera al vapore; è auspicabile invece una più accurata progettazione dell'involucro edilizio.





# Limiti dell'approccio "classico" con UNI 13788

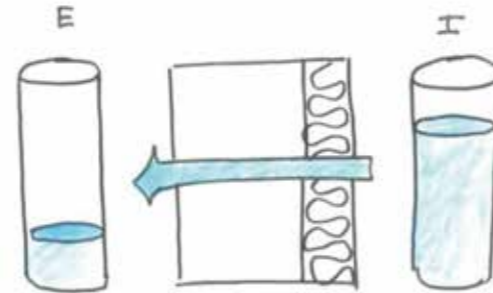
## SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma fornisce procedure di calcolo per determinare:

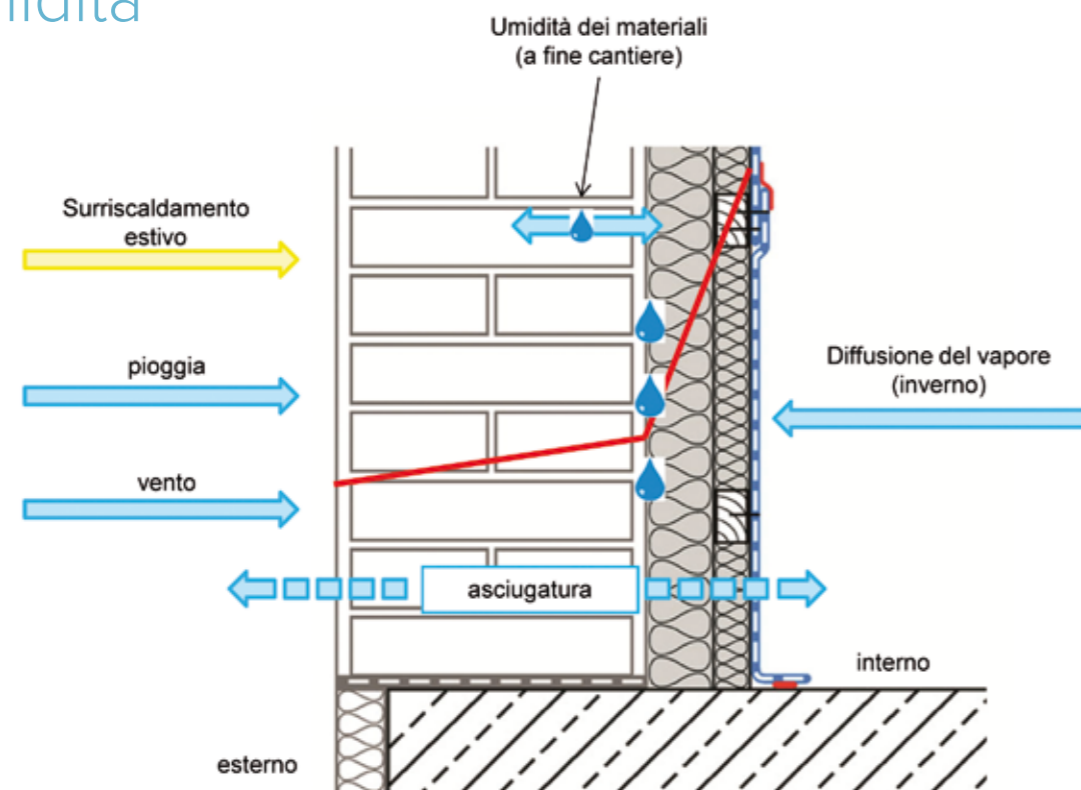
la valutazione di rischio di condensazione interstiziale ovata alla diffusione del vapore acqueo. Il metodo usato assume che l'umidità di costruzione si sia asciugata e non tiene conto di alcuni importanti fenomeni fisici, quali:

- la dipendenza della conduttività termica dal contenuto di umidità
- lo scambio di calore latente
- la variazione delle proprietà dei materiali in funzione del contenuto di umidità
- la risalita capillare e il trasporto di acqua liquida all'interno dei materiali
- il moto dell'aria attraverso fessure o intercapedini
- la capacità igroscopica dei materiali

Di conseguenza il metodo può essere solo a strutture nelle quali questi effetti sono trascurabili.



## Effetti non trascurabili nella gestione dell'umidità







[www.marie.regione.umbria.it](http://www.marie.regione.umbria.it)



**Regione Umbria**  
Giunta Regionale

Direzione Risorsa Umbria Federalismo, Risorse Finanziari e Strumentali  
Servizio Energia, Qualità dell'Ambiente, Rifiuti, Attività Estrattive

[www.regioneumbria.it](http://www.regioneumbria.it)



Centro Edile per la Sicurezza e la Formazione  
Via Pietro Tuzi, 11 - 06128 Perugia (PG)