



# L'innovazione tecnologica nell'isolamento termo-acustico di facciata

***Claudia Setti***

*Responsabile Formazione Tecnica*

*Weber Saint-Gobain*

- LA CONDUTTIVITÀ (O CONDUCIBILITÀ) TERMICA
- LA RESISTENZA TERMICA
- LA RESISTENZA TERMICA GLOBALE
- I COEFFICIENTI DI SCAMBIO TERMICO LIMINARE
- LA TRASMITTANZA TERMICA

# conduttività (o conducibilità) termica

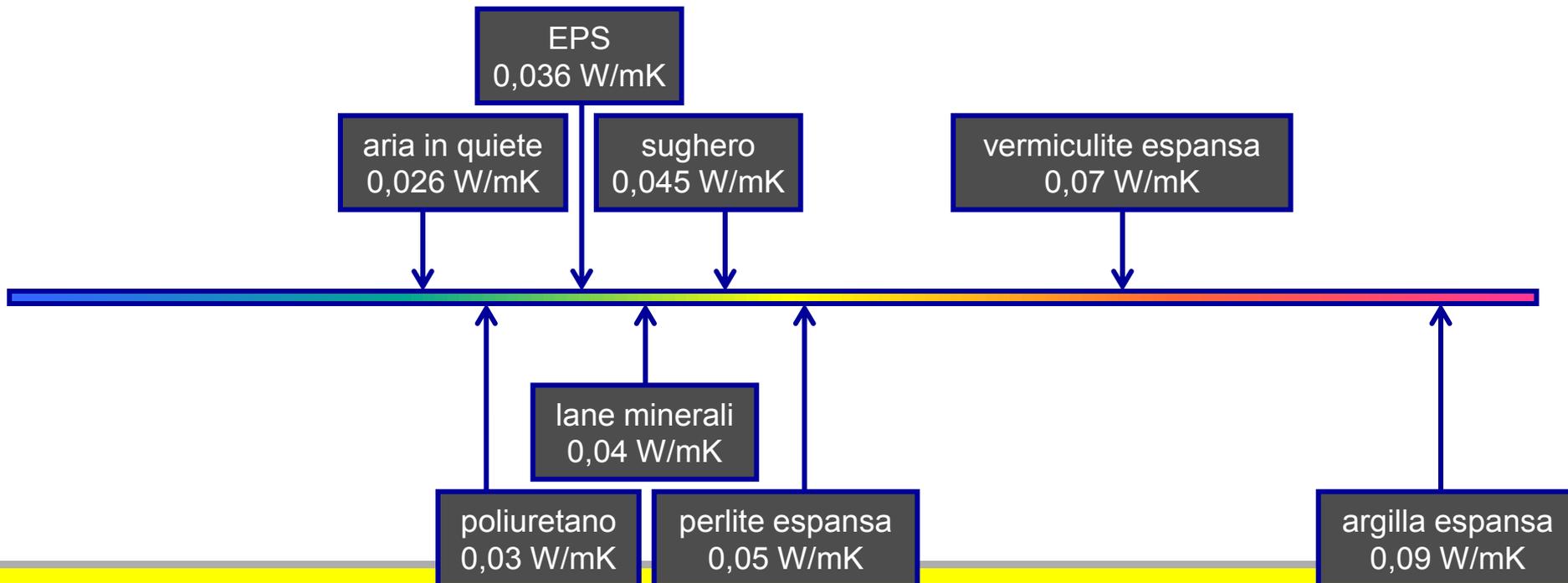
cos'è: l'attitudine di un **materiale** a trasmettere il calore

da cosa dipende: dalla natura del materiale stesso e dalla sua densità

simbolo:  $\lambda$  (lambda)

unità di misura: W/mK

valori di riferimento: I MATERIALI DA COSTRUZIONE



# conduttività (o conducibilità) termica

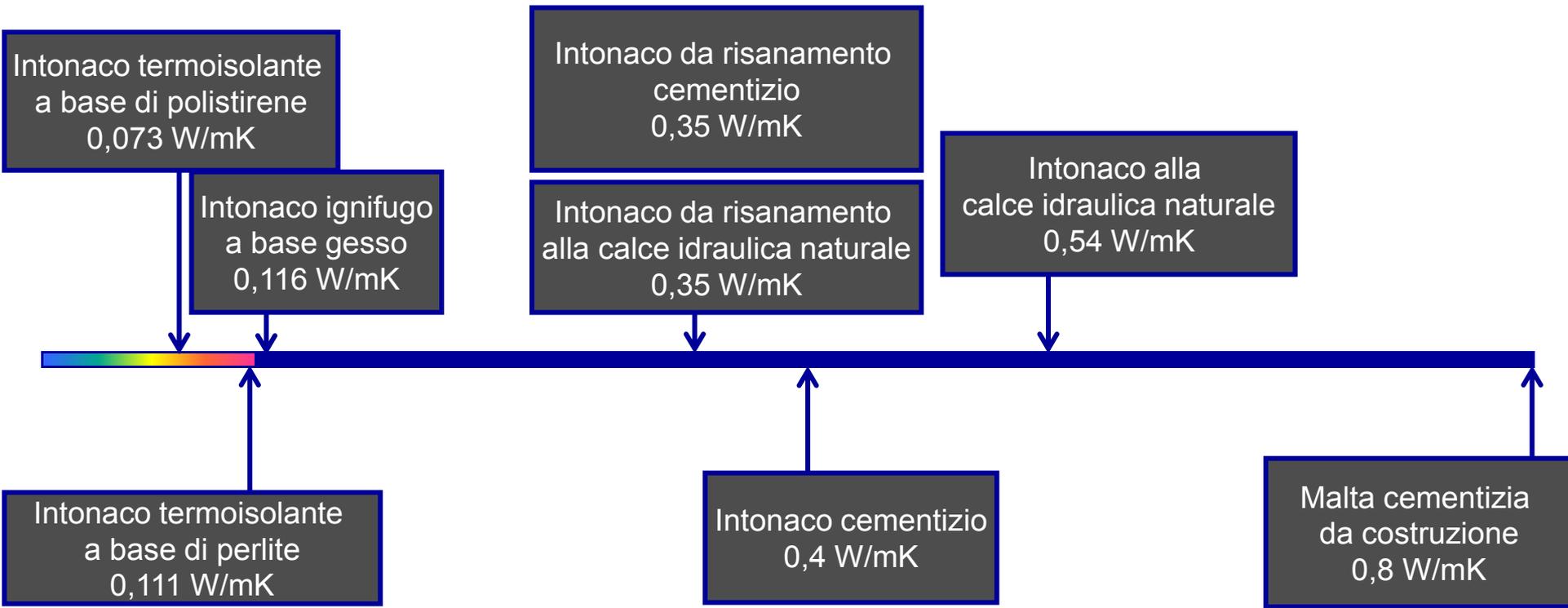
cos'è: l'attitudine di un **materiale** a trasmettere il calore

da cosa dipende: dalla natura del materiale stesso e dalla sua densità

simbolo:  $\lambda$  (lambda)

unità di misura: W/mK

valori di riferimento: I PRODOTTI SUL MERCATO



# resistenza termica

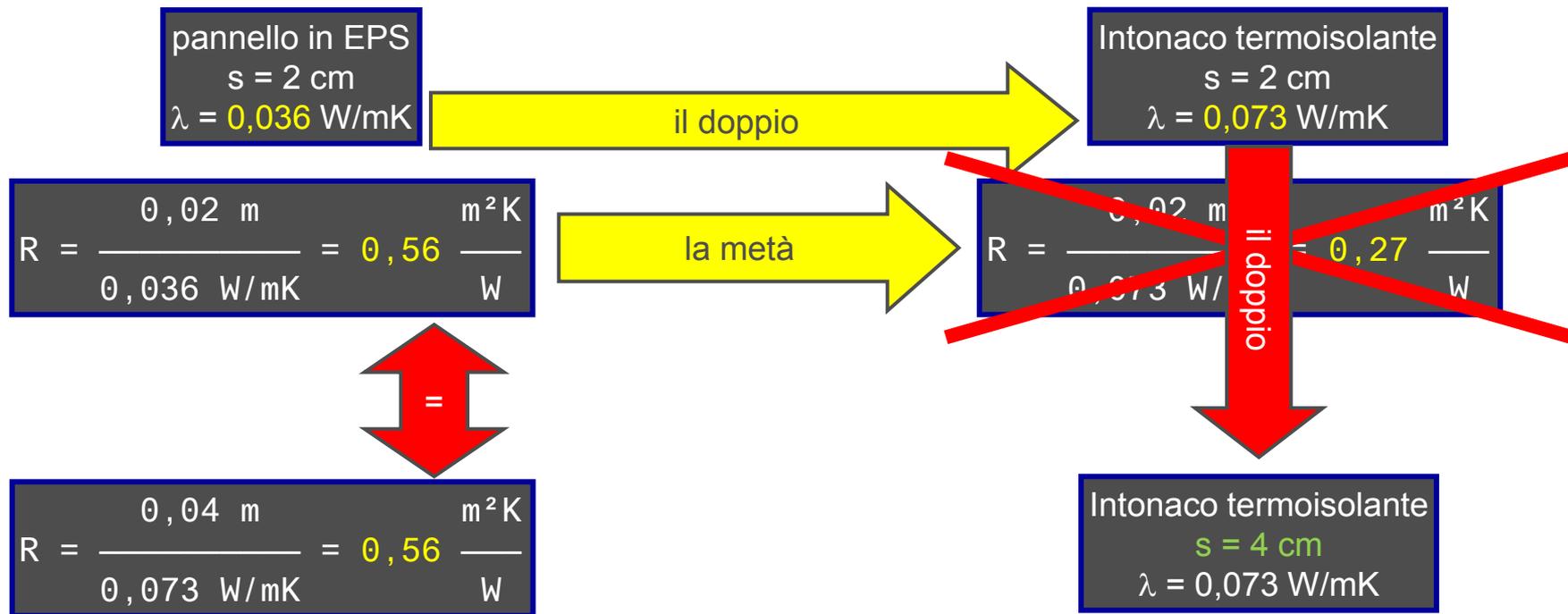
cos'è: l'attitudine di uno **strato** ad opporsi alla trasmissione del calore

da cosa dipende: dallo spessore e dalla conduttività termica del materiale

simbolo:  $R = s/\lambda$

unità di misura:  $m^2K/W$

esempi di calcolo: confronto tra EPS e intonaco termoisolante a base di polistirene



# resistenza termica globale

cos'è: l'attitudine di una **parete** ad opporsi alla trasmissione del calore

da cosa dipende: dalle resistenze termiche di tutti gli strati che compongono la parete

simbolo:  $R_{\text{tot}} = \sum_n R_n = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

unità di misura:  $\text{m}^2\text{K/W}$

esempio di calcolo: parete (35 cm) isolata nell'intercapedine ed intonacata su ambo i lati

tipo di materiale	spessore	conduttività termica	resistenza termica	resistenza termica globale
INTONACO INT.	0,01 m	0,4 W/mK	0,025 $\text{m}^2\text{K/W}$	4,6 $\text{m}^2\text{K/W}$
LATERIZIO	0,12 m	0,36 W/mK	0,333 $\text{m}^2\text{K/W}$	
CASSAVUOTA	0,06 m	0,026 W/mK	2,308 $\text{m}^2\text{K/W}$	
ISOLANTE EPS	0,06 m	0,036 W/mK	1,667 $\text{m}^2\text{K/W}$	
LATERIZIO	0,08 m	0,36 W/mK	0,222 $\text{m}^2\text{K/W}$	
INTONACO EST.	0,02 m	0,4 W/mK	0,050 $\text{m}^2\text{K/W}$	

# coefficienti di scambio termico liminare

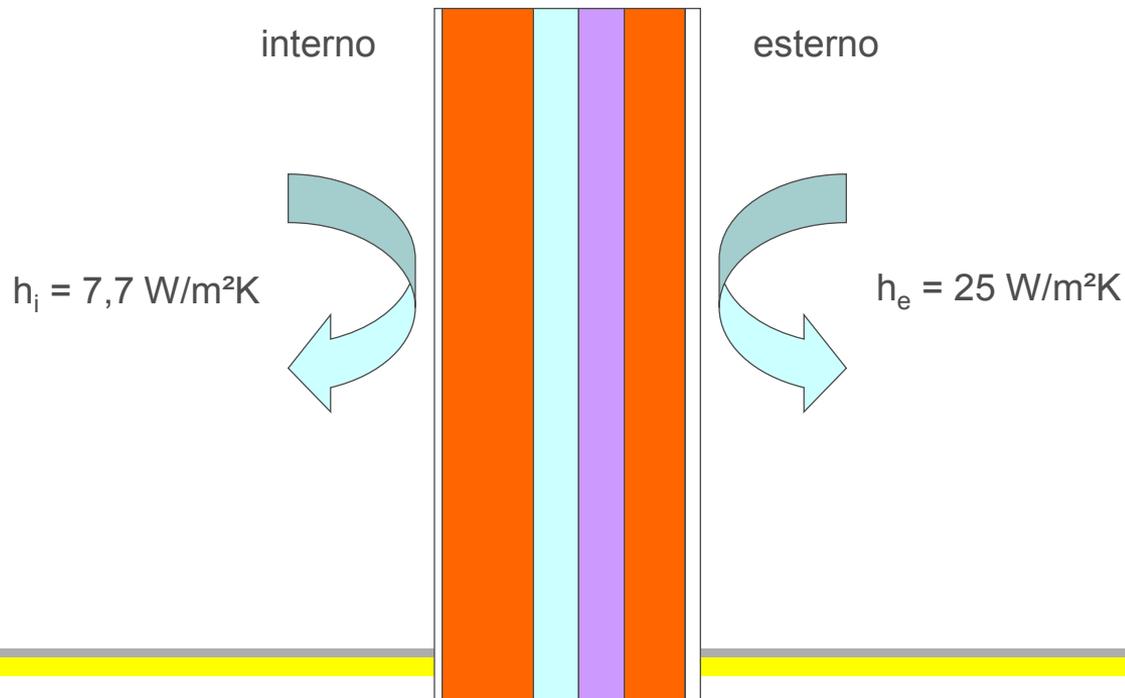
cosa sono: indicano il calore scambiato da una **parete** con l'ambiente esterno

da cosa dipendono: sono valori fissati dalla norma UNI-CTI 10344-93

simboli:  $h_i$  (coefficiente di scambio liminare interno);  $h_e$  (c.s.l. esterno)

unità di misura:  $W/m^2K$

valori:  $h_i = 7,7 W/m^2K$ ;  $h_e = 25 W/m^2K$



# trasmissione termica

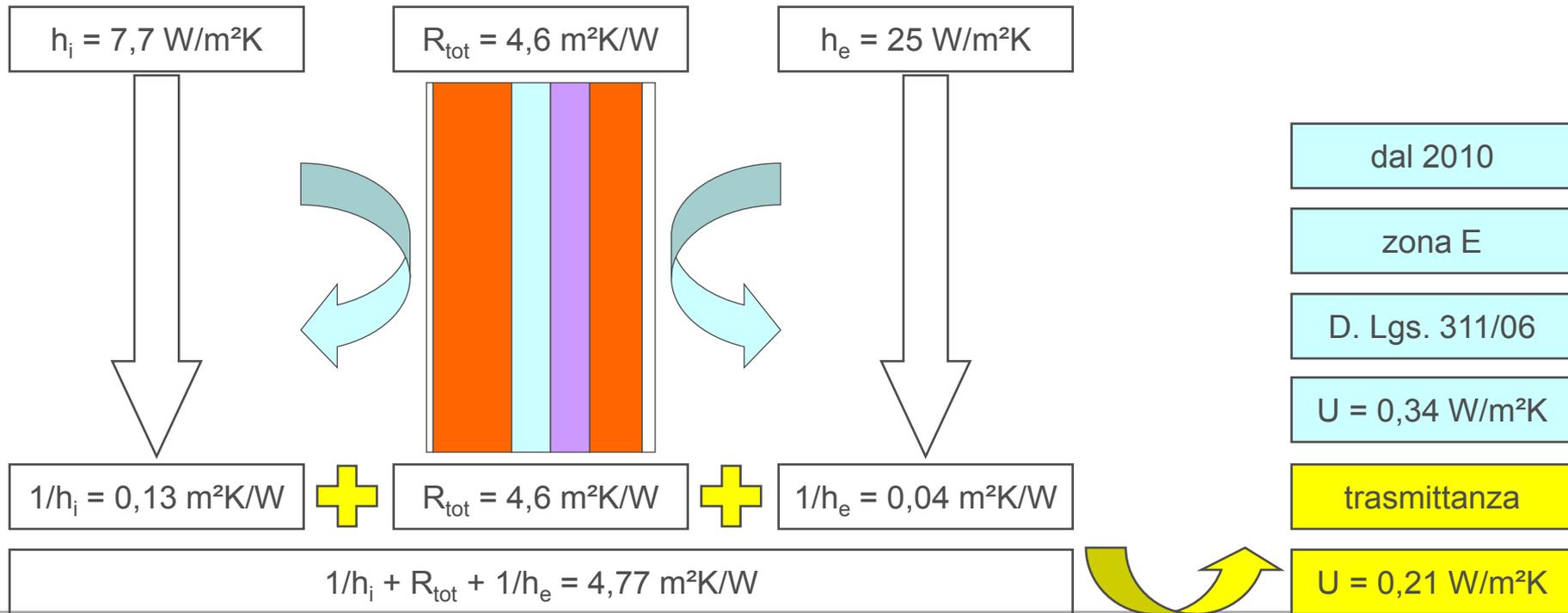
cos'è: la tendenza di una **parete** a lasciarsi attraversare da un flusso termico

da cosa dipende: dalla resistenza termica globale e dai coeff. di scambio termico limite

simbolo: U oppure  $K = 1:(1/h_i + R_{tot} + 1/h_e)$

unità di misura:  $m^2K/W$

esempio di calcolo: parete (35 cm) isolata nell'intercapedine ed intonacata su ambo i lati



riepilogando...

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{s_1}{\lambda_1} + \frac{s_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{s_n}{\lambda_n} + \frac{1}{h_e}} < 0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$$

aumentare lo spessore  
degli strati che  
compongono la parete

diminuire il  $\lambda$  dei materiali  
(quindi usare materiali più  
isolanti)



Riqualificazione energetica degli  
edifici e soluzioni d'isolamento  
della facciata

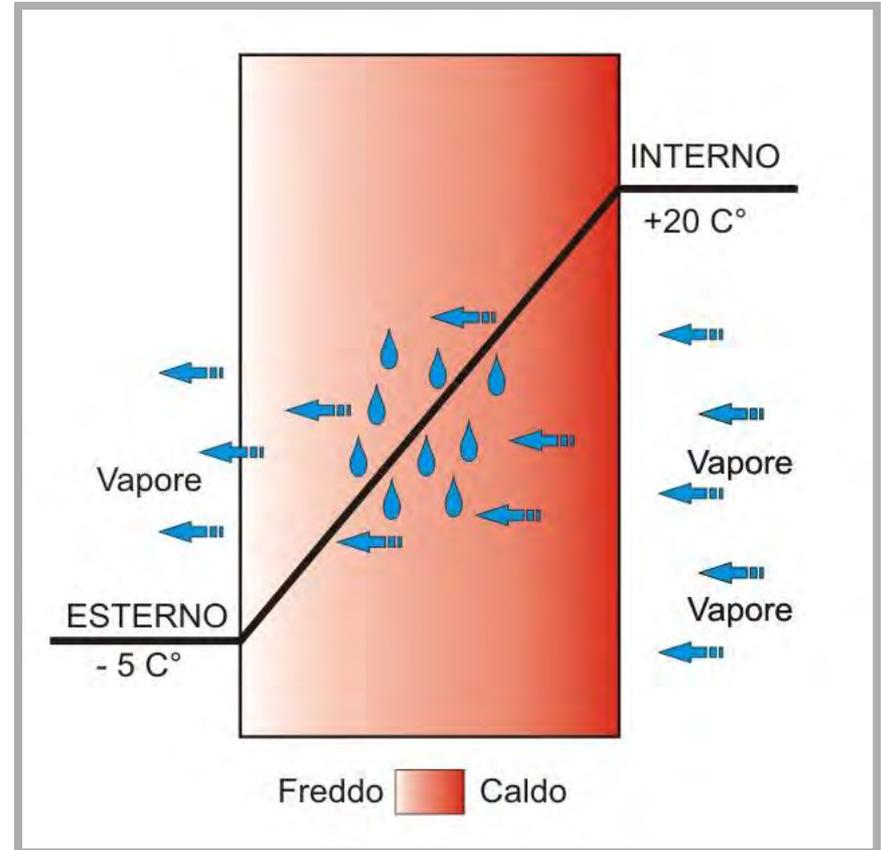
# Riqualificazione energetica degli edifici e soluzioni d'isolamento della facciata

## ■ Muratura monostrato in (termo)laterizi o blocchi di laterizio+EPS

◆ Ottima prestazione inerziale

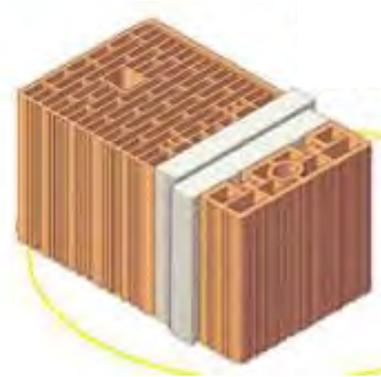


za a l  
ente s  
spento  
dità c

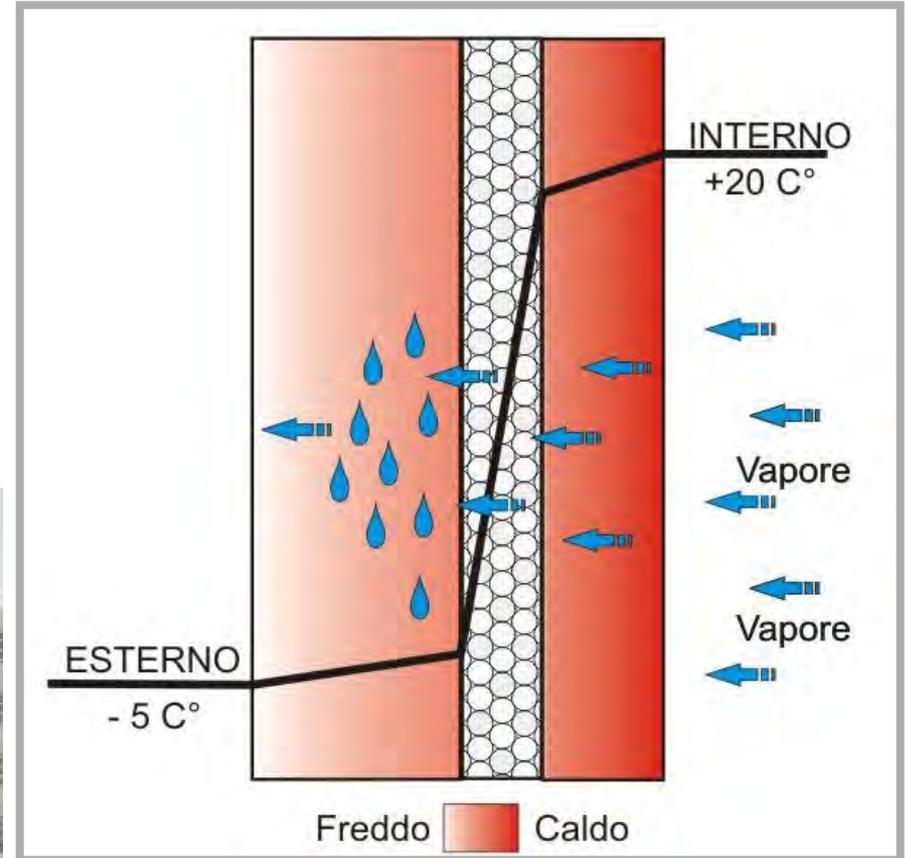


# Riqualificazione energetica degli edifici e soluzioni d'isolamento della facciata

## ■ Muratura multistrato “a cassavuota”



▲ Prestazione inerziale

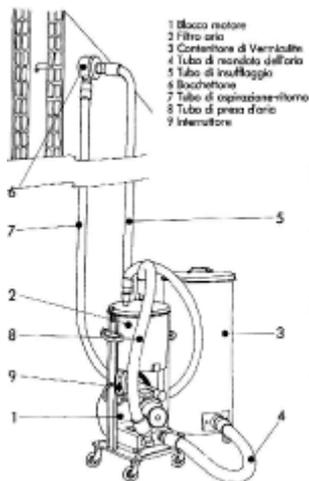


# Riqualificazione energetica degli edifici e soluzioni d'isolamento della facciata

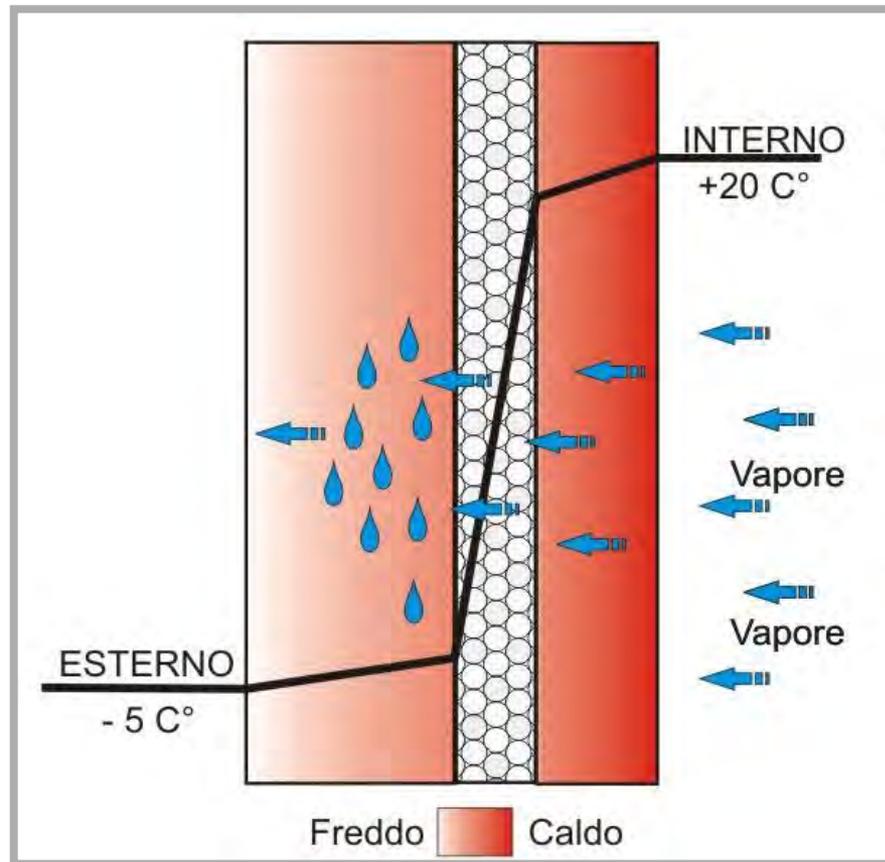
## Insufflaggio in intercapedine (materiali vari: fibra di cellulosa, lana di vetro, ...)



l'intercapedine  
uce  
ali.



io  
ti term  
densa  
sti e pr  
ata/st



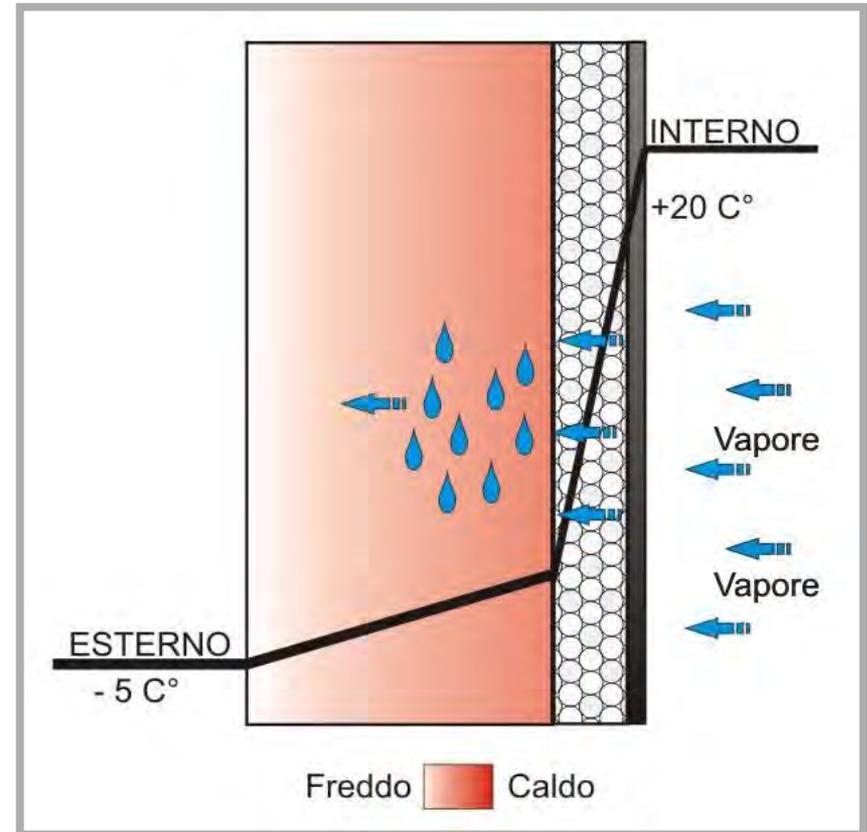
# Riqualificazione energetica degli edifici e soluzioni d'isolamento della facciata

## ■ Isolamento dall'interno mediante controparete

◀ Rapi



interstiziale  
utile interna.

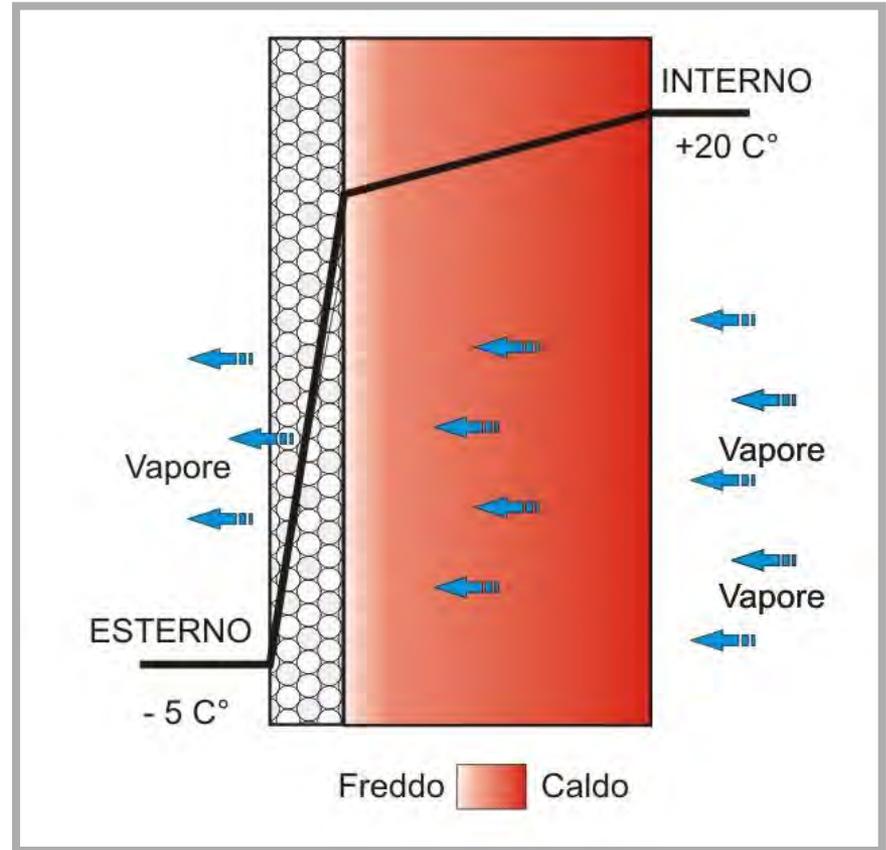


# Riqualificazione energetica degli edifici e soluzioni d'isolamento della facciata

## ■ Isolamento dall'esterno: l'intonaco termico



ale traspirante  
nerali  
o irregolari  
ano/macchina.

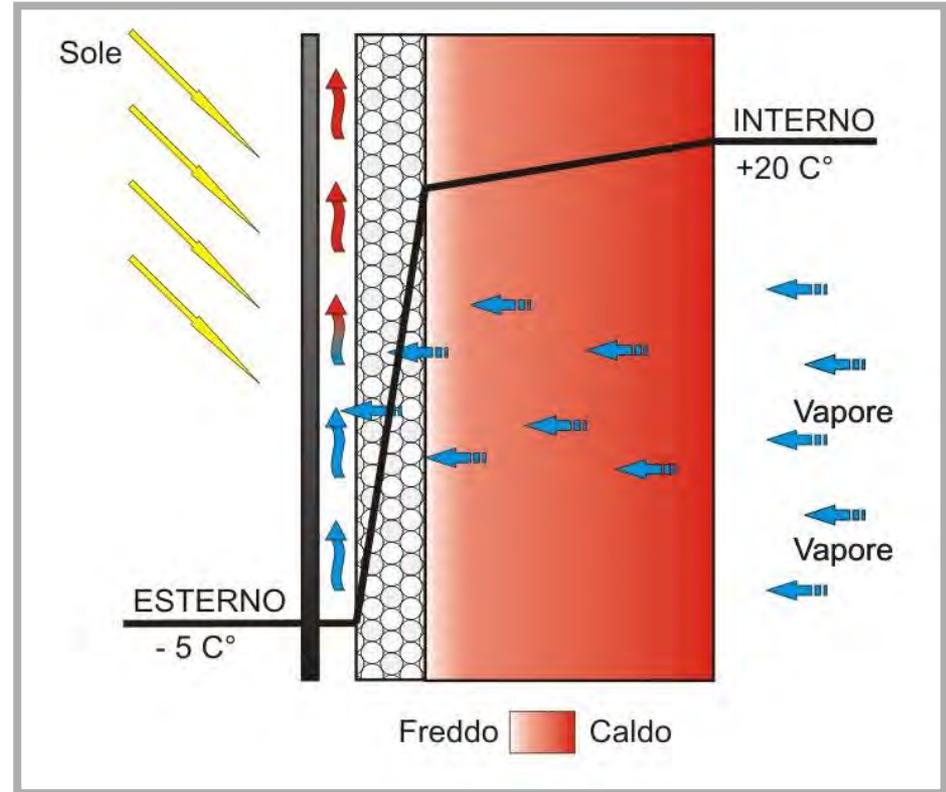


# Riqualificazione energetica degli edifici e soluzioni d'isolamento della facciata

## ■ Isolamento dall'esterno: la "facciata ventilata"



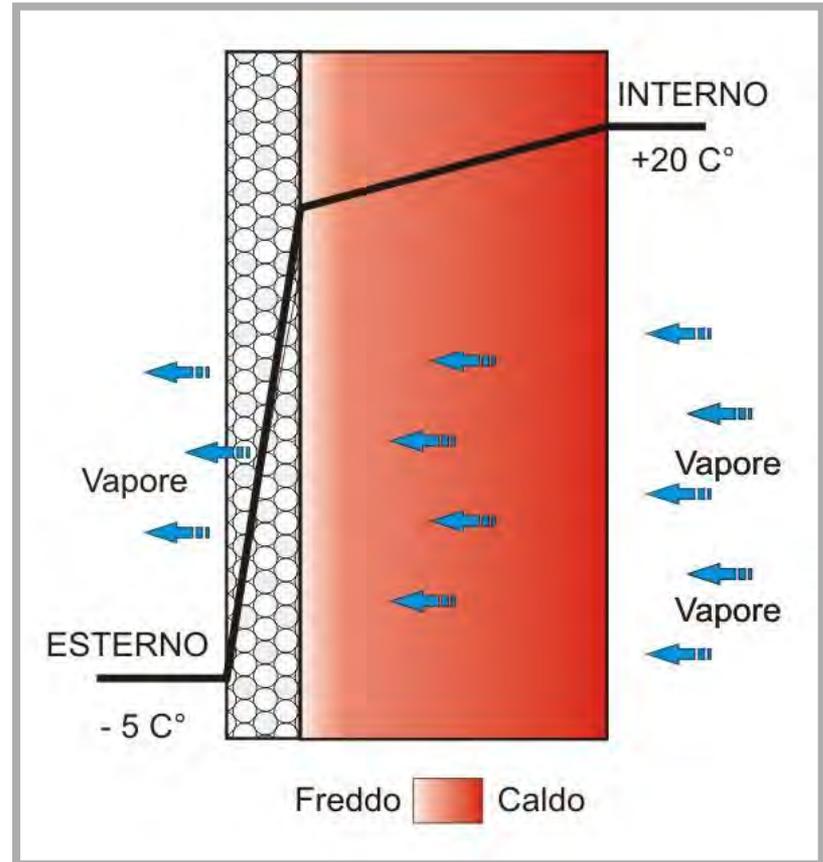
enza estiva  
azioni inerziali  
na ponti termici  
na condensa  
mento acustico



## ■ Isolamento dall'esterno: i sistemi "a cappotto"

☀️ BRECI

↘️ Prestazione invernale max



- Diagnosi e preparazione del supporto**
- Scelta dei pannelli isolanti**
- Incollaggio dei pannelli isolanti**
- Ancoraggio meccanico**
- Profili accessori di rinforzo**
- Rasatura armata**
- Decorazione e protezione**

# Diagnosi e preparazione del supporto

# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- Presenza di acqua
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

# Diagnosi e preparazione del supporto

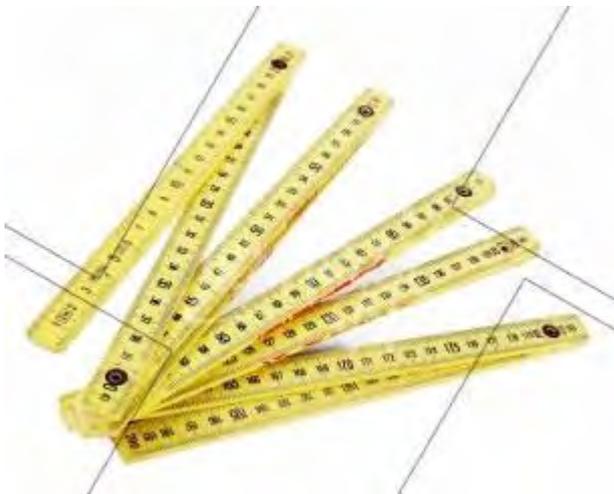
- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- Presenza di acqua
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

## ○ Verifica della planarità:

- ◆ Incollaggio e tassellatura: max 1cm ogni 2m
- ◆ Solo incollaggio: max 1cm ogni metro

## ○ Risoluzione:

- ◆ Pre-intonacatura



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- **Resistenze meccaniche**
- Presenza di acqua
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

- **Resistenza a trazione dell'elemento portante:**

- ◆ Minima: 80 kPa
- ◆ Consigliata: 200 kPa



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

- Umidità da risalita d'acqua per capillarità



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

- Umidità da risalita d'acqua per capillarità
- **Soluzione 1:**
  - ◀ Disintonacare 1m oltre la macchia di umidità



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti



○ Umidità da risalita d'acqua per capillarità

○ **Soluzione 1:**

- ▶ Disintonacare 1m oltre la macchia di umidità
- ▶ Lavare la superficie con acqua a bassa pressione



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti



○ Umidità da risalita d'acqua per capillarità

○ **Soluzione 1:**

- ▶ Disintonacare 1m oltre la macchia di umidità
- ▶ Lavare la superficie con acqua a bassa pressione
- ▶ Applicare mano anti-sale totalmente coprente



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti



## ○ Umidità da risalita d'acqua per capillarità

### ○ **Soluzione 1:**

- ◆ Disintonacare 1m oltre la macchia di umidità
- ◆ Lavare la superficie con acqua a bassa pressione
- ◆ Applicare mano anti-sale
- ◆ Applicare intonaco deumidificante



- Impastare in betoniera 8-10 minuti
- Staccare da terra per circa 5 cm
- Staggiare senza comprimere
- Lasciar maturare
- Rivestire con finiture compatibili (altamente traspiranti)

# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti



○ Umidità da risalita d'acqua per capillarità

○ **Soluzione 1:**

- ◆ Disintonacare 1m oltre la macchia di umidità
- ◆ Lavare la superficie con acqua a bassa pressione
- ◆ Applicare mano anti-sale
- ◆ Applicare intonaco deumidificante
- ◆ Finitura traspirante



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti



## ○ Umidità da risalita d'acqua per capillarità

### ○ **Soluzione 1:**

- ◆ Disintonacare 1m oltre la macchia di umidità
- ◆ Lavare la superficie con acqua a bassa pressione
- ◆ Applicare mano anti-sale
- ◆ Applicare intonaco deumidificante
- ◆ Finitura traspirante
- ◆ Rivestimento colorato o pittura traspiranti



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

- Umidità da risalita d'acqua per capillarità
- **Soluzione 2:**
  - ◀ Disintonacare 1m oltre la macchia di umidità



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

○ Umidità da risalita d'acqua per capillarità

○ **Soluzione 2:**

- ▶ Disintonacare 1m oltre la macchia di umidità
- ▶ Lavare la superficie con acqua a bassa pressione



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti



○ Umidità da risalita d'acqua per capillarità

○ **Soluzione 2:**

- ◆ Disintonacare 1m oltre la macchia di umidità
- ◆ Lavare la superficie con acqua a bassa pressione
- ◆ Applicare mano anti-sale totalmente coprente di intonaco da risanamento



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti



## ○ Umidità da risalita d'acqua per capillarità

### ○ Soluzione 2:

- ◆ Disintonacare 1m oltre la macchia di umidità
- ◆ Lavare la superficie con acqua a bassa pressione
- ◆ Applicare mano anti-sale
- ◆ Applicare intonaco da risanamento alleggerito ad alto potere evaporante



- Impastare in betoniera per 15 minuti
- Staccare da terra per circa 5 cm
- Staggiare senza comprimere
- Applicare in spessore di almeno 3 cm
- Lasciar maturare
- Rivestire con finiture compatibili (altamente traspiranti)

# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti



○ Umidità da risalita d'acqua per capillarità

○ **Soluzione 2:**

- ◆ Disintonacare 1m oltre la macchia di umidità
- ◆ Lavare la superficie con acqua a bassa pressione
- ◆ Applicare mano anti-sale
- ◆ Applicare intonaco da risanamento alleggerito
- ◆ Finitura traspirante



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti



## ○ Umidità da risalita d'acqua per capillarità

### ○ Soluzione 2:

- ◆ Disintonacare 1m oltre la macchia di umidità
- ◆ Lavare la superficie con acqua a bassa pressione
- ◆ Applicare mano anti-sale
- ◆ Applicare intonaco da risanamento alleggerito
- ◆ Finitura traspirante
- ◆ Rivestimento colorato o pittura traspiranti



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

- Infiltrazione
- **Risoluzione:**



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

## ○ Acqua da dilavamento:

- ◀ Lavorazioni con utilizzo d'acqua



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

## ○ **Acqua da dilavamento:**

- ◆ Lavorazioni con utilizzo d'acqua
- ◆ Acqua piovana



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- **Presenza di acqua**
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

- **Acqua da dilavamento:**
  - ◀ Lavorazioni con utilizzo d'acqua
  - ◀ Acqua piovana
- **Risoluzione:**



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- Presenza di acqua
- **Attacchi batterici**
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

○ Alghe, muffe, funghi

○ Risoluzione:



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- Presenza di acqua
- Attacchi batterici
- **Pulizia del sottofondo**
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

- **Sostanze che impediscono l'adesione del collante**

- ◆ Disarmanti, oli, grassi



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- Presenza di acqua
- Attacchi batterici
- **Pulizia del sottofondo**
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

## ○ Sostanze che impediscono l'adesione del collante

- ◆ Disarmanti, oli, grassi
- ◆ Polvere, smog



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- Presenza di acqua
- Attacchi batterici
- **Pulizia del sottofondo**
- Stato del sottofondo
- Presenza impianti

## ○ Sostanze che impediscono l'adesione del collante

- ◆ Disarmanti, oli, grassi
- ◆ Polvere, smog
- ◆ Vecchi plastici in fase di distacco



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- Presenza di acqua
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- **Stato del sottofondo**
- Presenza impianti

## ○ Caratteristiche da verificare:

- ◀ Capacità d'assorbimento d'acqua



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- Presenza di acqua
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- **Stato del sottofondo**
- Presenza impianti

## ○ Caratteristiche da verificare:

- ◆ Capacità d'assorbimento d'acqua
- ◆ Adesione (distacchi, fessurazioni)



# Diagnosi e preparazione del supporto

- Condizioni geometriche
- Resistenze meccaniche
- Presenza di acqua
- Attacchi batterici
- Pulizia del sottofondo
- Stato del sottofondo
- **Presenza impianti**

## ○ Installazioni impiantistiche:

- ◆ Tubazioni gas
- ◆ Cavi elettrici e telefonici
- ◆ Scatole di derivazione
- ◆ Pluviali e grondaie



# Diagnosi e preparazione del supporto

## ■ Condizioni termoigrometriche per l'applicazione:

- Stoccare i materiali in luoghi idonei secondo le indicazioni del produttore.
- Temperatura di applicazione compresa tra 5 e 30°C.
- Non applicare in presenza di pioggia, vento, sole battente o rischio di gelo nelle 24 ore successive all'applicazione.
- Proteggere la facciata con ombreggianti e protettivi.
- Applicare lo strato decorativo in condizioni termoigrometriche costanti.

