



Il contributo dei massetti a basso spessore all'efficientamento energetico dei sistemi di riscaldamento a pavimento.

Ing. Valerio Gulia  
Project Manager  
Lazio/Umbria/Molise



Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.

# MASSETTI & EFFICIENZA ENERGETICA



Per l'Efficienza della mia Casa mi hanno sempre parlato di:

- Cappotto Termico
- Caldaia a Condensazione
  - Pompa di calore
- Impianto Radiante a Pavimento
  - Fotovoltaico
  - Geotermia
  - Vetri Termici

COSA MI PUO' DARE IL MASSETTO?

# NORME DI RIFERIMENTO

UNI EN  
13813



## UNI EN 13813

Massetti e materiali per massetti - Definizioni

**Massetto di Supporto:** Strato, non strutturale di materiale per massetto posato in cantiere, direttamente sul relativo sottofondo e ad esso aderente o non aderente oppure posato su uno strato intermedio o su uno strato isolante al fine di raggiungere uno o più degli obiettivi sotto specificati:

- ottenere un livello determinato
- ripartire il carico degli elementi sovrastanti
- ricevere la pavimentazione finale



---

# NORME DI RIFERIMENTO



**UNI EN  
13813**

## **UNI EN 13813**

Massetti e materiali per massetti - Definizioni

La norma specifica i requisiti per i materiali per massetti da utilizzare nella costruzione di pavimentazioni in interni, ovvero anche quelli utilizzati in caso di pavimenti radianti.

**Nel testo non vi è uno specifico richiamo alle  
applicazioni sui sistemi di riscaldamento a pavimento.**

# NORME DI RIFERIMENTO

**UNI EN  
1264**

*UNI EN 1264<sup>1</sup>. Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture*

Nella norma per i sistemi radianti annegati sono riportate le indicazioni sui massetti all'interno della parte 4 intitolata "Installazione". Nel paragrafo 4.1.2.8.2 sono descritte le prescrizioni per i massetti: un estratto è rappresentato in Figura 1.

The thickness of the screed is calculated according to relevant standard taking into account loading capacity and flexural strength class. National Standards should be used until a European Standard is available.

The nominal thickness above the heating pipes (covering height) shall be, for manufacturing reasons at least three times the maximum grain of the loading material, but at least 30 mm.

**Note** The above mentioned nominal thickness of 30 mm refers to customary cement screed. Special system screeds may allow lower thickness according to the recommendations of the supplier.

*Figura 1. Estratto UNI EN 1264-4. Descrizione caratteristiche massetti.*

Lo spessore del massetto dovrà essere calcolato secondo le indicazioni riportate negli standard di riferimento. Qualora non vi siano riferimenti nazionali si potranno utilizzare norme europee.

Lo spessore nominare del massetto sopra le tubazioni dovrà essere di almeno 30 mm.

**Nota:** Lo spessore di 30 mm si riferisce ai massetti cementizi. Massetti speciali potranno avere spessori inferiori in accordo con le indicazioni del produttore.

# NORME DI RIFERIMENTO

UNI TR  
11619

## La norma UNI/TR 11619:2016

A livello italiano è stata pubblicata nel 2016 la norma UNI/TR 11619:2016 dal titolo “**Sistemi radianti a bassa temperatura - Classificazione energetica**”.

La norma descrive il calcolo dell'indice di efficienza definito RSEE (Radiant System Energy Efficiency), che rappresenta un **indicatore complessivo che coinvolge la stratigrafia, i componenti del sistema radiante, le logiche di regolazione e gli ausiliari.**

Determinazione dell'indice globale RSEE:

1. Valutazione dell'efficienza di **emissione**
2. Valutazione dell'efficienza di **regolazione**
3. Valutazione del bilanciamento e dell'efficienza dei **circolatori**
4. Calcolo dell'indice di efficienza globale del sistema RSEE.

# MASSETTI vs SISTEMI RADIANTI

## Cosa pensa il Mercato



La mancanza di indicazioni tecniche precise ha creato una **voragine tecnica** ed una **pericolosa generalizzazione**.

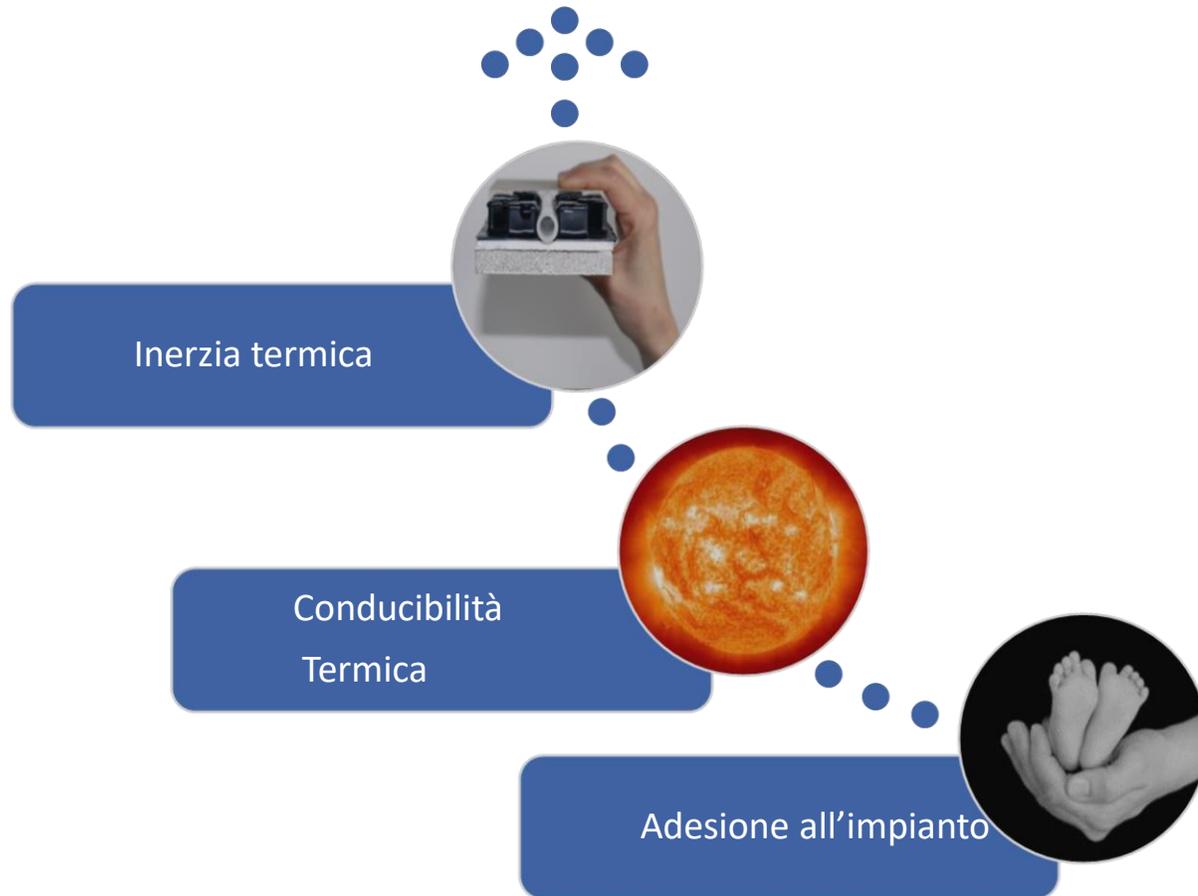
*Pensiero comune è...*

- Tutti i massetti sono più o meno **idonei** per sistemi radianti
- I Massetti hanno prestazioni **poco «interessanti»**
- Dal massetto **NON** si possa ottenere una **reale prestazione di efficienza**.

# MASSETTI vs SISTEMI RADIANTI

## La Corretta Scelta del Massetto

*Se Teoricamente conosco che determinate prestazioni sono migliori di altre*



# MASSETTI vs SISTEMI RADIANTI

## La Corretta Scelta del Massetto

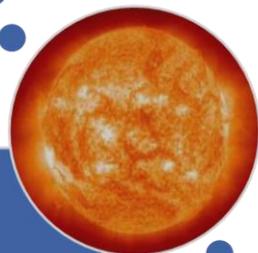
*Se Teoricamente conosco che determinate prestazioni sono migliori di altre*

*Perché una corretta scelta di un Massetto*

Inerzia termica



Conducibilità Termica



Adesione all'impianto



*Non dovrebbe garantirmi  
Un miglioramento dell'efficiamento  
energetico?*



# MASSETTI vs SISTEMI RADIANTI

## La Corretta Scelta del Massetto

Perché è importante muoversi con attenzione?

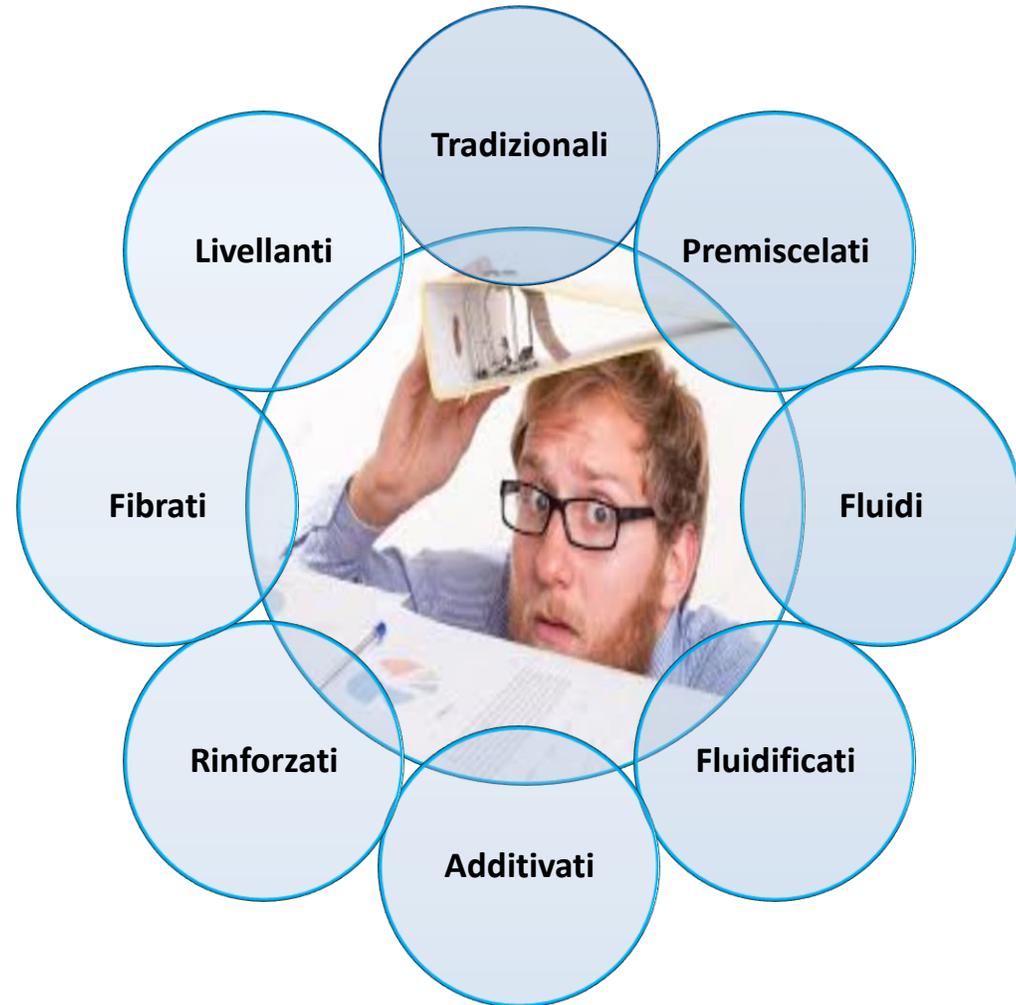


- Perché i **massetti NON sono tutti uguali**.
- Perché il mercato dei massetti è **complesso e nasconde molte «trappole»**
- Perché le **prestazioni** teoriche spesso variano da quelle reali in opera.

# LA SCELTA DEL MASSETTO

## Un Mercato Complesso

*Un mercato molto complesso*



---

# MASSETTI vs SISTEMI RADIANTI

## La Corretta Scelta del Massetto

Da dove Iniziamo?



Dai Massetti che hanno  
«almeno»  
una **Scheda Tecnica!!!**

# QUALI MASSETTI?

## Documentazione Tecnica



Tradizionale realizzato  
in cantiere



Tradizionale  
Premiscelato



Tradizionale Additivato



Autolivellante  
Cementizio



Autolivellante  
Anidritico



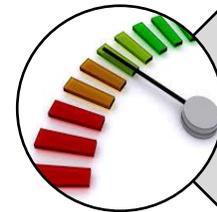
Livelline

# LA SCELTA DEL MASSETTO

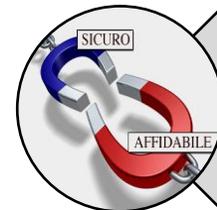
## Come valutare le Performance



Il miglior **punto di partenza** per una **Valutazione Tecnica** del massetto da è la valutazione **TEORICA** delle prestazioni tenendo conto di:

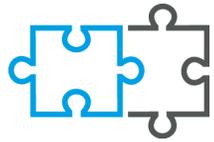


PRESTAZIONI PRINCIPALI



INDICE AFFIDABILITA' DELLE  
PRESTAZIONI

# PRESTAZIONI PRINCIPALI



**Capacità adesione all'impianto**

Ottimizzare il trasferimento del calore all'interno del tubo vs il massetto e vs l'ambiente



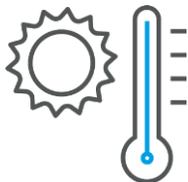
**Stabilità dimensionale**

Evitare effetto «Curling», ridurre formazione di fessure , garantire durabilità nel tempo



**Resistenze meccaniche**

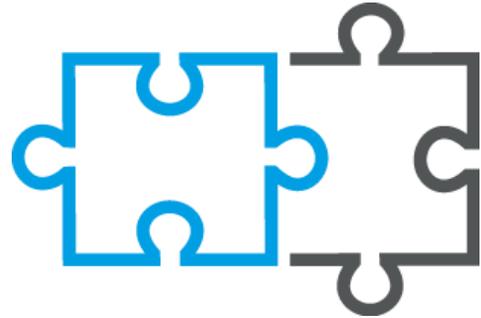
Maggiori resistenza meccaniche = riduzione degli spessori = minore inerzia termica



**Conducibilità termica**

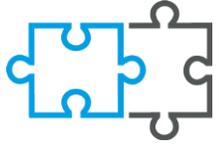
Maggiore velocità nel trasferimento del calore dal massetto all'ambiente

# 1. CAPACITÀ di ADESIONE all'IMPIANTO



Per verificare la miglior soluzione per garantire una ottimale adesione all'impianto dobbiamo verificare la **modalità di applicazione del massetto:**

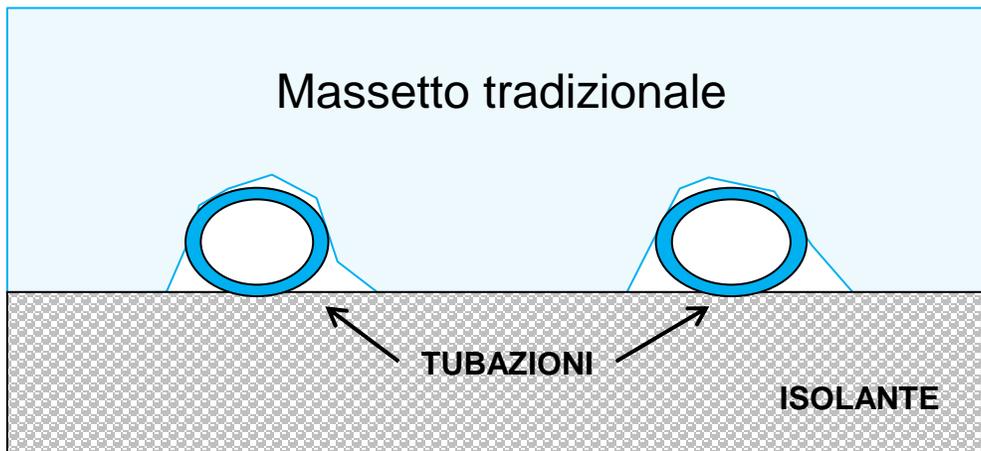
- Massetti ad applicazione TERRA UMIDA
- Massetti AUTOLIVELLANTI



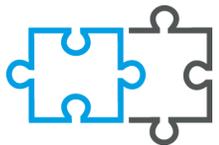
# 1. CAPACITÀ di ADESIONE all'IMPIANTO

## MASSETTO AD APPLICAZIONE «TERRA UMIDA»

- FATTO IN CANTIERE (tradizionale)
- PREMISCELATO (Fibrati, Rinforzati, Fluidificati, Additivati, ecc...)

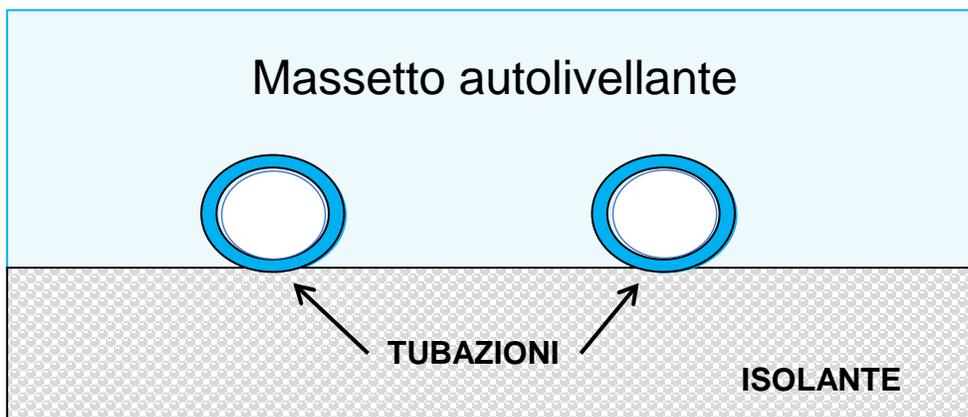


**Percentuale adesione < 70%**

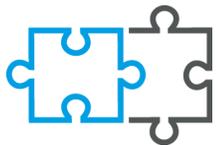


# 1. CAPACITÀ di ADESIONE all'IMPIANTO

**APPLICAZIONE «FLUIDA» AUTOLIVELLANTE**



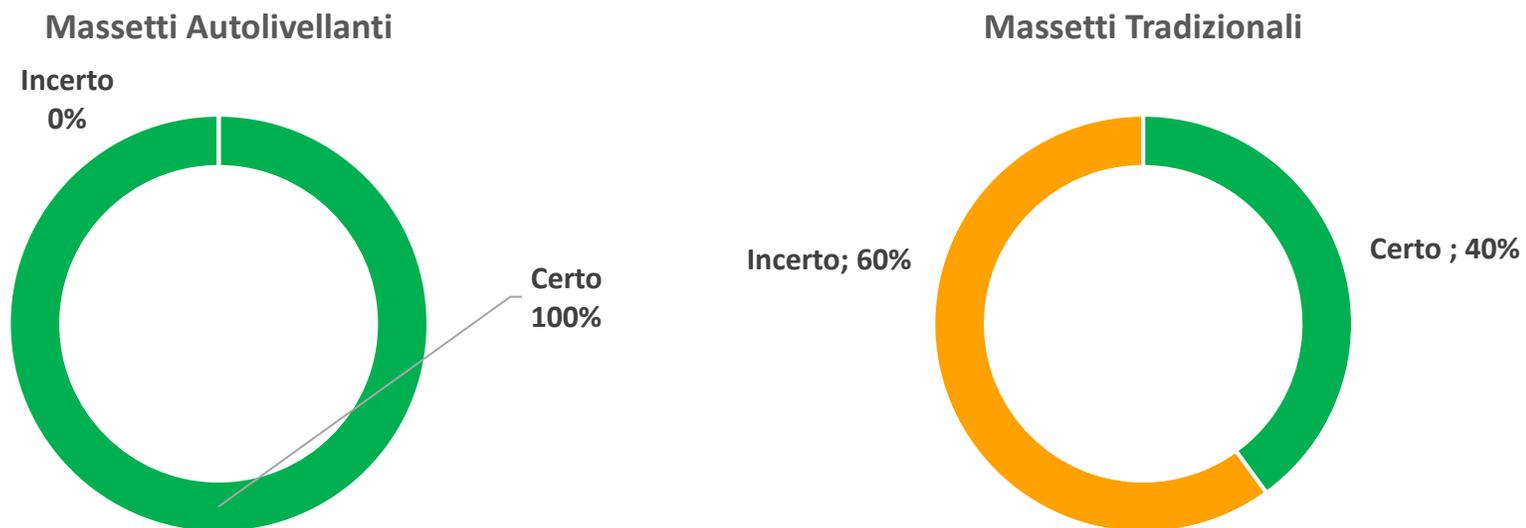
**Percentuale adesione 100%**



# 1. CAPACITÀ di ADESIONE all'IMPIANTO

Quale Caratteristica? = **FLUIDITA' & GRANULOMETRIA**

## Indice Affidabilità Performance Teorica



## 2. STABILITA' DIMENSIONALE



Per selezionare la miglior soluzione e garantire una ottimale stabilità dimensionale verificare **la tipologia del legante utilizzato**

- Cemento
- Solfato di calcio



## 2. STABILITA' DIMENSIONALE

**Confronto comportamento In fase di maturazione**

**CEMENTO**

**SOLFATO DI CALCIO**



## 2. STABILITA' DIMENSIONALE

### Confronto comportamento In fase di maturazione

#### CEMENTO

Forte ritiro in fase di presa

Rischio fessurazioni elevato

Instabilità dimensionale

Alta sensibilità alle condizioni climatiche

Rischio effetto «scodella»



**Necessario utilizzo di rete elettrosaldata, fibre, gel o altro** nonché il **sezionamento** del massetto ogni **30-40mq** e sui passaggi porta

#### SOLFATO DI CALCIO



## 2. STABILITA' DIMENSIONALE

### Confronto comportamento In fase di maturazione

#### CEMENTO

Forte ritiro in fase di presa

Rischio fessurazioni elevato

Instabilità dimensionale

Alta sensibilità alle condizioni climatiche

Rischio effetto «scodella»



**Necessario utilizzo di rete elettrosaldata, fibre, gel o altro** nonché il **sezionamento** del massetto ogni **30-40mq** e sui passaggi porta

#### SOLFATO DI CALCIO

Ritiro nullo

Rischio fessurazioni contenuto

Solidifica in maniera stabile

Sensibilità alle condizioni climatiche contenuta

NO effetto «scodella»



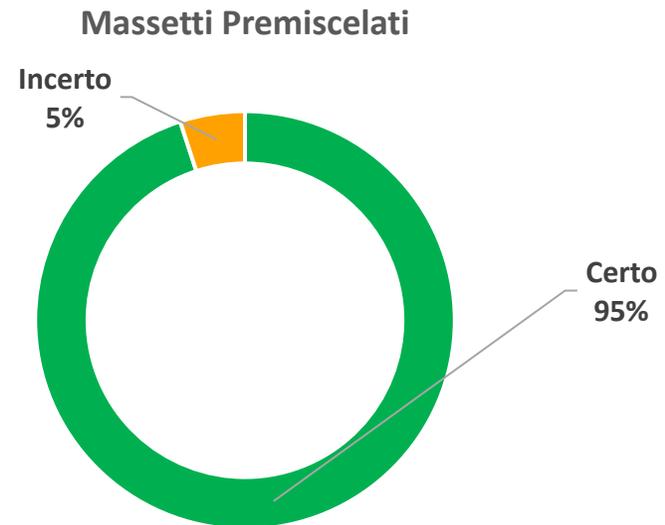
**Nessun utilizzo di rete elettrosaldata e/o altri supporti meccanici e eliminazione pressoché totale dei giunti di frazionamento**



## 2. STABILITA' DIMENSIONALE

Quale Caratteristica? = **QUALITA' DEL LEGANTE**

Indice Affidabilità Performance Teorica



### 3. RESISTENZE MECCANICHE

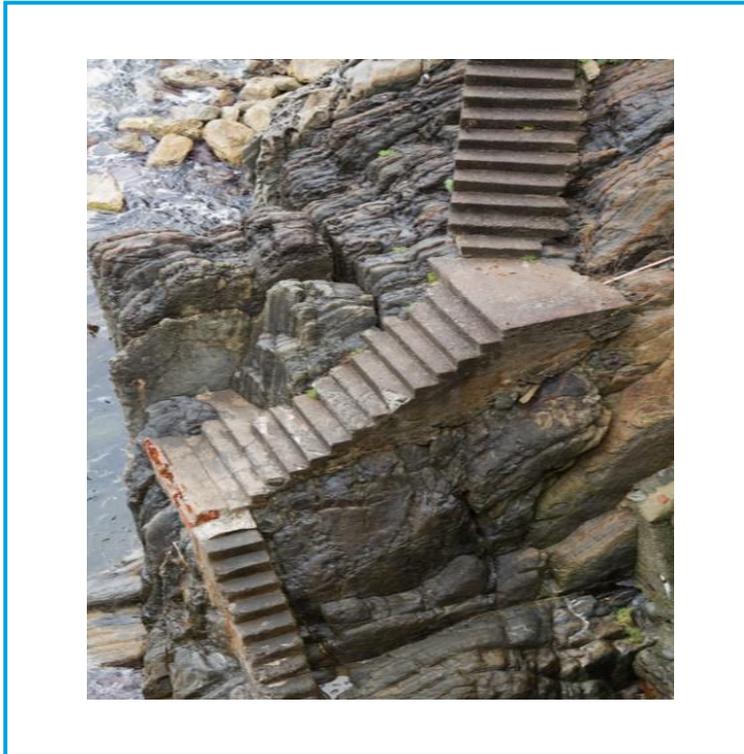


Avere certezza delle **prestazioni meccaniche** del manufatto «in Opera» per:

- Garantire carichi previsti dalla destinazione d'uso
- Minore spessore possibile=Minore Inerzia termica



## 3.1 RESISTENZE MECCANICHE



Il Concetto di **Prestazioni Meccaniche** è tra gli **aspetti più complessi e tortuosi** del mercato dei massetti:

La varietà di prodotti, Modi di Applicazione, Leganti utilizzati, ci portano ad avere un **ventaglio molto ampio di Prestazioni «Teoriche»**:

- **MINIME** ( **C**10-15 N/mm<sup>2</sup> ; **F** 2- 3 N/mm<sup>2</sup>)
- **MEDIE** ( **C**15-20 N/mm<sup>2</sup> ; **F** 3 - 4 N/mm<sup>2</sup>)
- **ALTE** ( **C**20-25 N/mm<sup>2</sup> ; **F** 4 - 5 N/mm<sup>2</sup>)
- **MASSIME** ( **C**>25 N/mm<sup>2</sup> ; **F** >5 N/mm<sup>2</sup>)



## 3.2 SPESSORE DI APPLICAZIONE



Che il concetto **Prestazione/Spessore** sia abbastanza nebuloso lo si evince dalle informazioni che possiamo trovare nelle schede tecniche di prodotto relativamente agli spessori minimi di applicazione:

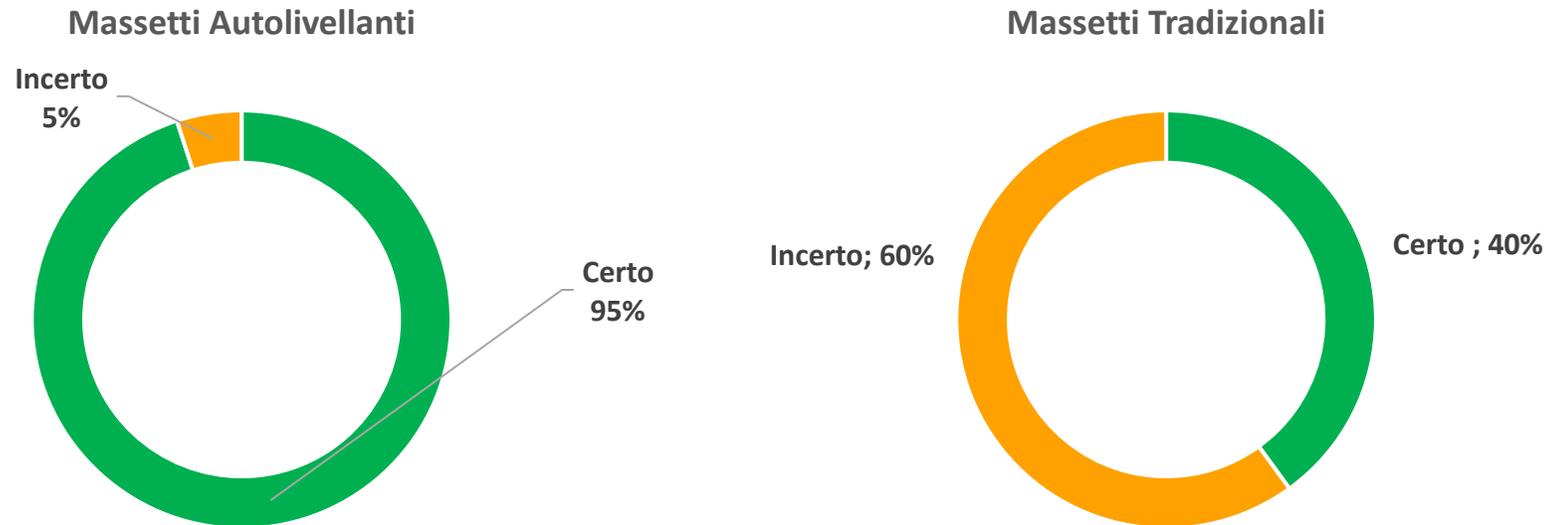
- **Info non chiare**
- **Scarse specifiche sullo spessore dei massetti in funzione del supporto**
- **Scarse informazioni sulle resistenze al carico finali**
- ***Pochissime certificazioni di Sistema***



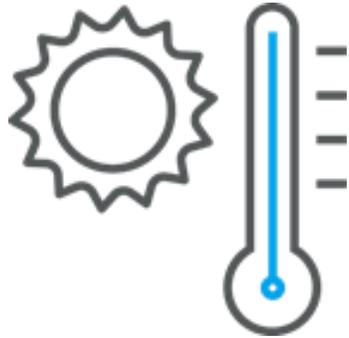
### 3. RESISTENZE MECCANICHE

Quale Caratteristica? = **RESISTENZE A COMPRESSIONE E FLESSIONE**

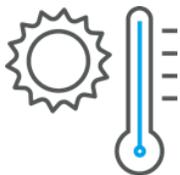
#### Indice Affidabilità Performance Teorica



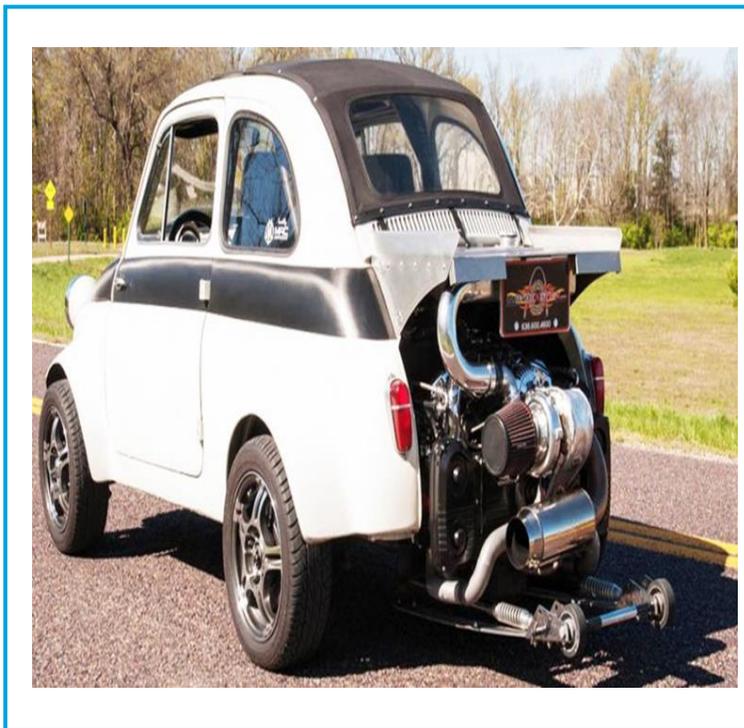
## 4. CONDUCEBILITA' TERMICA



**Ottimizzare l'efficienza del impianto** e condurre velocemente il calore prodotto verso l'ambiente



## 4. CONDUCEBILITA' TERMICA

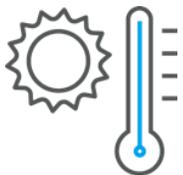


Il Concetto di **Conducibilità Termica** è tra gli **aspetti commerciali più Abusati**.

Spesso si descrivono , senza certificati, prestazioni teoriche ( VALORI TABELLARI) che NON trovano riscontro nel risultato finale del prodotto in opera.

- Le Conducibilità Media dei massetti:

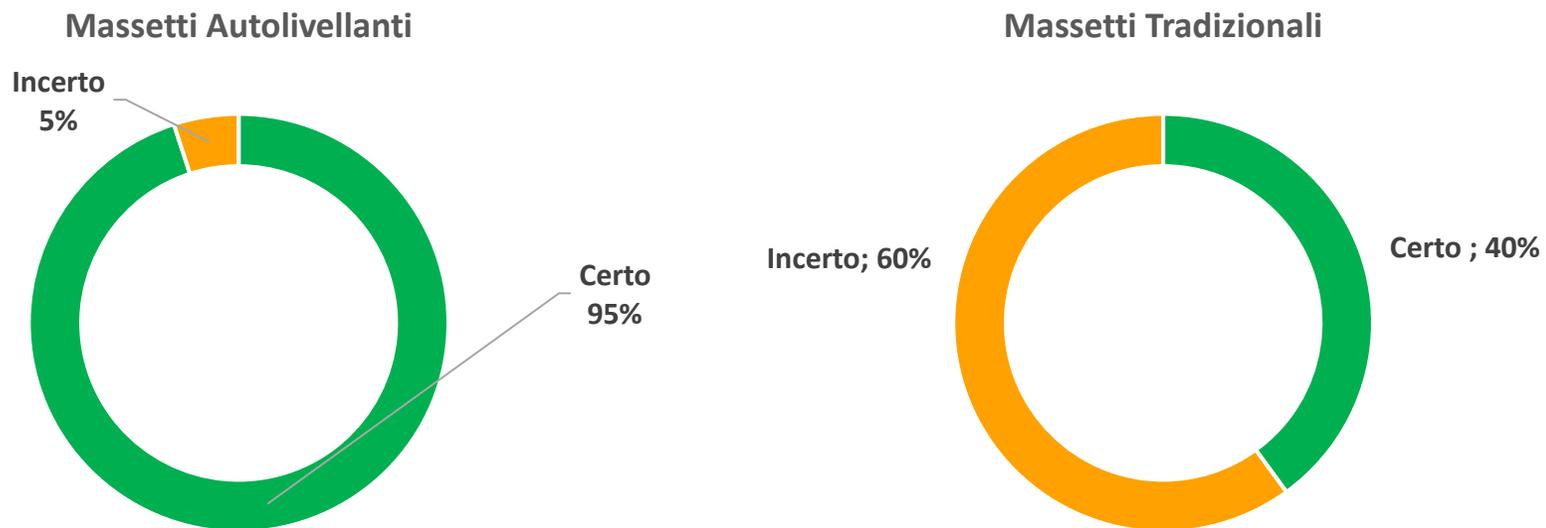
**Varia da**  
**< 0,8W/mk**  
**a**  
**>di 1,6W/mk**



## 4. CONDUCIBILITA' TERMICA

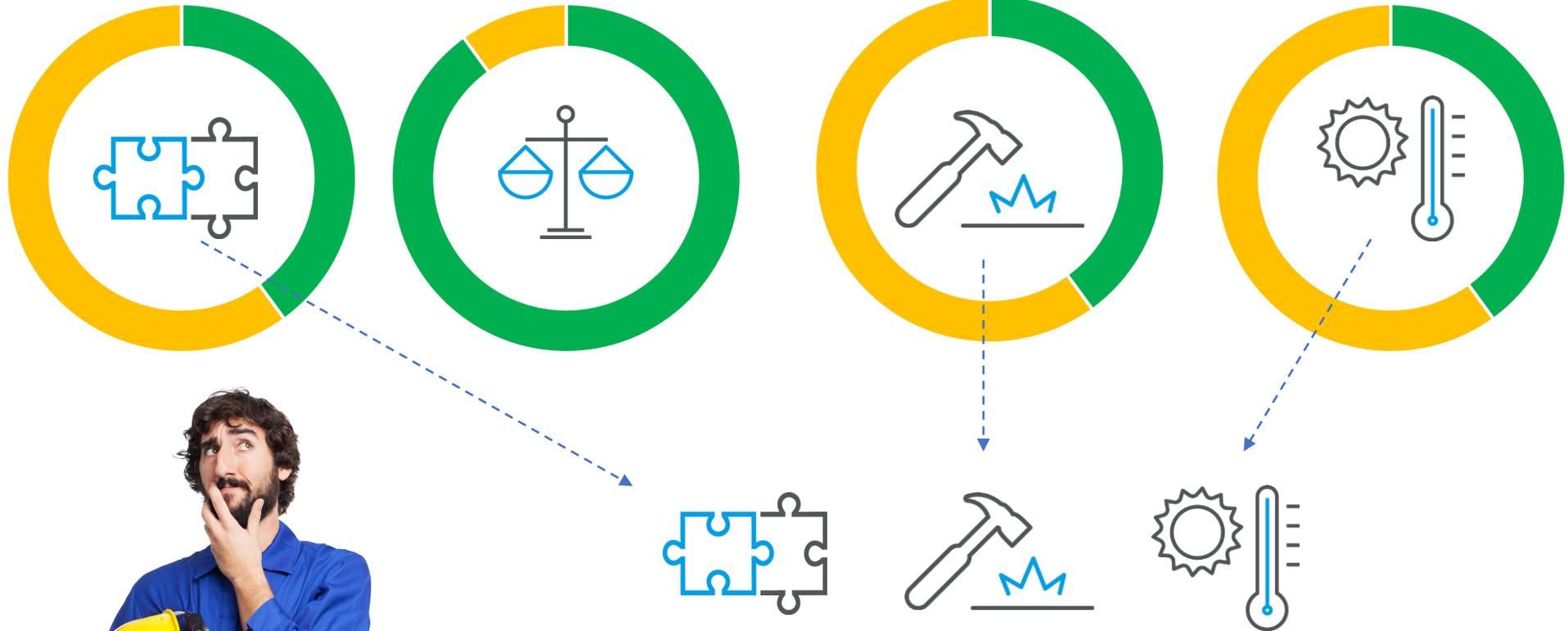
Quale Caratteristica? = **MASSA**

Indice Affidabilità Performance Teorica



# MASSETTI TRADIZIONALI

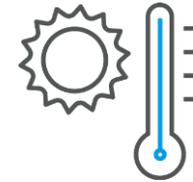
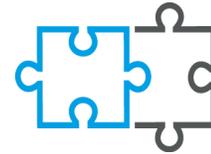
## PRESTAZIONI TEORICHE



***Perché tanta INCERTEZZA sulle prestazioni dei MASSETTI TRADIZIONALI?***

# MASSETTI TRADIZIONALI

## PRESTAZIONI TEORICHE



Nei Massetti Tradizionali le Prestazioni **TEORICHE** e **REALI** possono differire in maniera significativa a causa delle seguenti attività:



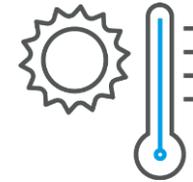
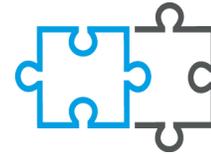
COMPATTAZIONE



ADDITIVAZIONE

# MASSETTI TRADIZIONALI

## PRESTAZIONI TEORICHE



Nei Massetti Tradizionali le Prestazioni **TEORICHE** e **REALI** possono differire in maniera significativa a causa delle seguenti attività:



COMPATTAZIONE



ADDITIVAZIONE

# PRESTAZIONI MASSETTI TRADIZIONALI

## Teoria vs Realtà



### COMPATTAZIONE

L'attività di compattazione dei massetti tradizionali è **operazione primaria** della loro applicazione, essa incide su:

- **Resistenze Meccaniche**
- **Massa/Peso**
- **Conducibilità termica**

# COMPATTAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

## Un Dettaglio Fondamentale

Che tale attività sia **fondamentale** e che influisca in maniera netta sul risultato finale è **espressamente indicato** in tutte le pubblicazioni tecniche presenti sul mercato:



**Le Schede tecniche di prodotto specificano  
che:**

***I provini destinati alle prove meccaniche sono  
realizzati nei nostri laboratori interni secondo  
la norma in vigore e seguendo una procedura  
che  
consente il raggiungimento della massima  
compattazione possibile***

# COMPATTAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

## Un Dettaglio Fondamentale

Che tale attività sia **fondamentale** e che influisca in maniera netta sul risultato finale è **espressamente indicato** in tutte le pubblicazioni tecniche presenti sul mercato:



### Le Norme di riferimento

**La norma vigente è una norma di prodotto, ma il prodotto non è il risultato in opera!**

Tanto che le norme in vigore già ci indicano tolleranze e correttivi: DIN 18560

#### **Per spessori < 40 mm**

R flessione  $\geq 80\%$  Rfl media  
R min  $\geq 70\%$  classe di resistenza

#### **Per spessori > 40 mm**

R compressione  $\geq 70\%$  R media  
Rc minima  $\geq 60\%$  classe di resistenza (EN 13813)

# COMPATTAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

## Un Dettaglio Fondamentale

Che tale attività sia **fondamentale** e che influisca in maniera netta sul risultato finale è **espressamente indicato** in tutte le pubblicazioni tecniche presenti sul mercato:



### Associazioni di Categoria : **CON/PAVIPER**

La marcatura CE si riferisce quindi ai “Materiali per Massetti” e non al massetto inteso come opera. Questo è importante per comprendere che i controlli “di conformità” previsti dalla Norma di prodotto UNI EN 13813 si riferiscono alla “qualifica e verifica interna” delle prestazioni del mix design di un massetto e non vadano confusi con il controllo di accettazione, il controllo in fase di getto e il controllo sui massetti induriti.

### **10.5 Controllo su massetti induriti in fase di contenzioso**

Si evidenzia che non esistono correlazioni dirette attendibili tra le resistenze meccaniche di progetto (nominali) e quelle riscontrabili attraverso l'esecuzione di prove non distruttive, o distruttive, sul manufatto indurito.

# COMPATTAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

## Un Dettaglio Fondamentale

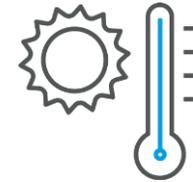
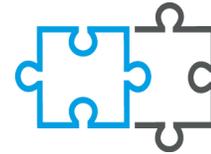
Come posso calcolare il corretto spessore del massetto per ottenere le resistenze al carico puntuale e distribuito previste in cantiere?



| UTILIZZO E/O CAMPI D'IMPEGO   | CARICHI DI SERVIZIO<br>in conformità a DIN 18500.2<br>in conformità a DIN 1033-3 |                    | SPESSORI DI APPLICAZIONE<br>del massetto in virtù della categoria<br>e delle resistenze meccaniche |            |            |
|---|--|--------------------|--|------------|------------|
|   | CARICO PER UNITÀ<br>DI SUPERFICIE  | CARICO<br>UNITARIO | CAF-C25-F5   | CAF-C30-F6 | CAF-C35-F7 |
| Stanze e corridoi in edifici abitativi, posti letto in ospedali, camere d'albergo, compresi i relativi bagni e cucine   | 2 kN/m <sup>2</sup>  |                    | 30 mm  | 30 mm      | 30 mm      |
| Corridoi in edifici uso uffici, superfici ufficio, ambulatori medici, locali di stazioni, sale comuni, compresi i corridoi, le superfici degli spazi commerciali fino a comprendere superfici di base di 50 m <sup>2</sup> in edifici abitativi, in edifici uso uffici e in edifici analoghi  | 2 kN/m <sup>2</sup>  | 2 kN               | 40 mm  | 35 mm      | 35 mm      |
| Superfici per uffici con carico maggiore  | 3 kN/m <sup>2</sup>  | 2 kN               | 45 mm  | 40 mm      | 40 mm      |
| Corridoi negli ospedali, negli alberghi, negli ospizi per anziani, nei collegi, ecc.; cucine e locali di cura comprese sale operatorie senza attrezzatura pesante.  | 3 kN/m <sup>2</sup>  | 3 kN               | 50 mm  | 45 mm      | 45 mm      |
| Superfici con tavoli, ad es. locali scolastici, caffè, ristoranti, refettori, sale di lettura, stanze di ricevimento  | 4 kN/m <sup>2</sup>  | 3 kN               | 50 mm  | 45 mm      | 45 mm      |
| Superfici con seggiole fisse, ad es. in chiese, teatri, cinema, sale congressi, aule, sale riunione, sale d'aspetto.  | 4 kN/m <sup>2</sup>  | 4 kN               | 55 mm  | 50 mm      | 50 mm      |
| Superfici liberamente percorribili, ad es. aree museali, spazi espositivi, aree di entrata in edifici pubblici ed alberghi; superfici destinate a grandi assembramenti ad es. in edifici quali le sale concerto, le terrazze e le aree di entrata; superfici di negozi di commercio al dettaglio e grandi magazzini; superfici di fabbriche e di officine con attività leggera. | 5 kN/m <sup>2</sup>  | 4 kN               | 55 mm  | 55 mm      | 50 mm      |

# MASSETTI TRADIZIONALI

## PRESTAZIONI TEORICHE



Nei Massetti Tradizionali le Prestazioni **TEORICHE** e **REALI** possono differire in maniera significativa a causa delle seguenti attività:



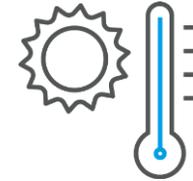
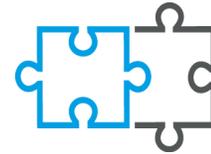
COMPATTAZIONE



ADDITIVAZIONE

# MASSETTI TRADIZIONALI

## PRESTAZIONI TEORICHE



Nei Massetti Tradizionali le Prestazioni **TEORICHE** e **REALI** possono differire in maniera significativa a causa delle seguenti attività:



COMPATTAZIONE



ADDITIVAZIONE

---

# PRESTAZIONI MASSETTI TRADIZIONALI

## Teoria vs Realtà



### ADDITIVAZIONE

L'additivazione dei massetti tradizionali avviene spesso in maniera manuale.

Le prestazioni dichiarate però impongono modalità di preparazione molto precise

# ADDITIVAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

Sappiamo cosa significa?



## VANTAGGI

- Ottima lavorabilità durante la preparazione dell'impasto utilizzando una quantità minima d'acqua;
- Aumento delle caratteristiche di resistenza a trazione e alla compressione;
- Miglioramento della microstruttura del conglomerato con aumento della conducibilità termica;

# ADDITIVAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

## Sappiamo cosa significa?



### VANTAGGI

- Ottima lavorabilità durante la preparazione dell'impasto utilizzando una quantità minima d'acqua;
- Aumento delle caratteristiche di resistenza a trazione e alla compressione;
- Miglioramento della microstruttura del conglomerato con aumento della conducibilità termica;

### Lavorazione:

| Massetto a struttura composita > 25 mm<br>Massetti galleggianti > 35 mm | 400 ml di additivo |
|---|--------------------|
| Cemento CEM II approvato  | 62,5 kg            |
| Inerte 0 - 8 (curva granulometrica A/B 0-8)                             | 310 kg             |

Aggiungere all'acqua 400 ml di additivo. Riempire a metà la miscelatrice con sabbia e 62,5 kg di cemento. Aggiungere la soluzione acquosa di Retanol precedentemente preparata. Aggiungere altra sabbia nella miscelatrice ed eventualmente acqua fino al raggiungimento di una consistenza plastica. Far mescolare per ca. 2 minuti. **NOTA:** ... non va mai mescolato ad altri additivi, scuotere la tanica a intervalli regolari. Non aggiungere acqua e non reimpastare quando la malta è già in presa. ....

**NOTA:** Una quantità di cemento inferiore a 312 kg non farà agire l'additivo adeguatamente,

# ADDITIVAZIONE MASSETTI TRADIZIONALI

## Sappiamo cosa significa?



### Schede Tecniche di Prodotto:

#### Esempio di Modalità di utilizzo:

Preparare un bidone con ca. 10 litri d'acqua. Scuotere bene la tanica prima dell'uso.

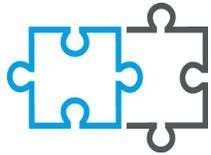
Aggiungere all'acqua **400 ml di additivo**.

Riempire a metà la miscelatrice con sabbia utilizzando inerti con **curva granulometrica A/B 0-8 mm** secondo la normativa in vigore e **62,5 kg** di cemento. Aggiungere la soluzione acquosa di additivo precedentemente preparata con altra sabbia e acqua nella betoniera fino al raggiungimento di una consistenza plastica. Far mescolare per ca. 2 minuti. Ricordarsi **di scuotere la tanica ad intervalli regolari**

Una quantità di cemento **inferiore a 312 kg non farà agire l'additivo**, le resistenze e i tempi di [...]

# PRESTAZIONI TEORICHE

## La Scelta Ottimale



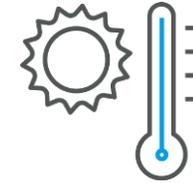
MASSETTI  
AUTOLIVELLANTI



SOLFATO  
DI CALCIO



> C 25  
> F 5

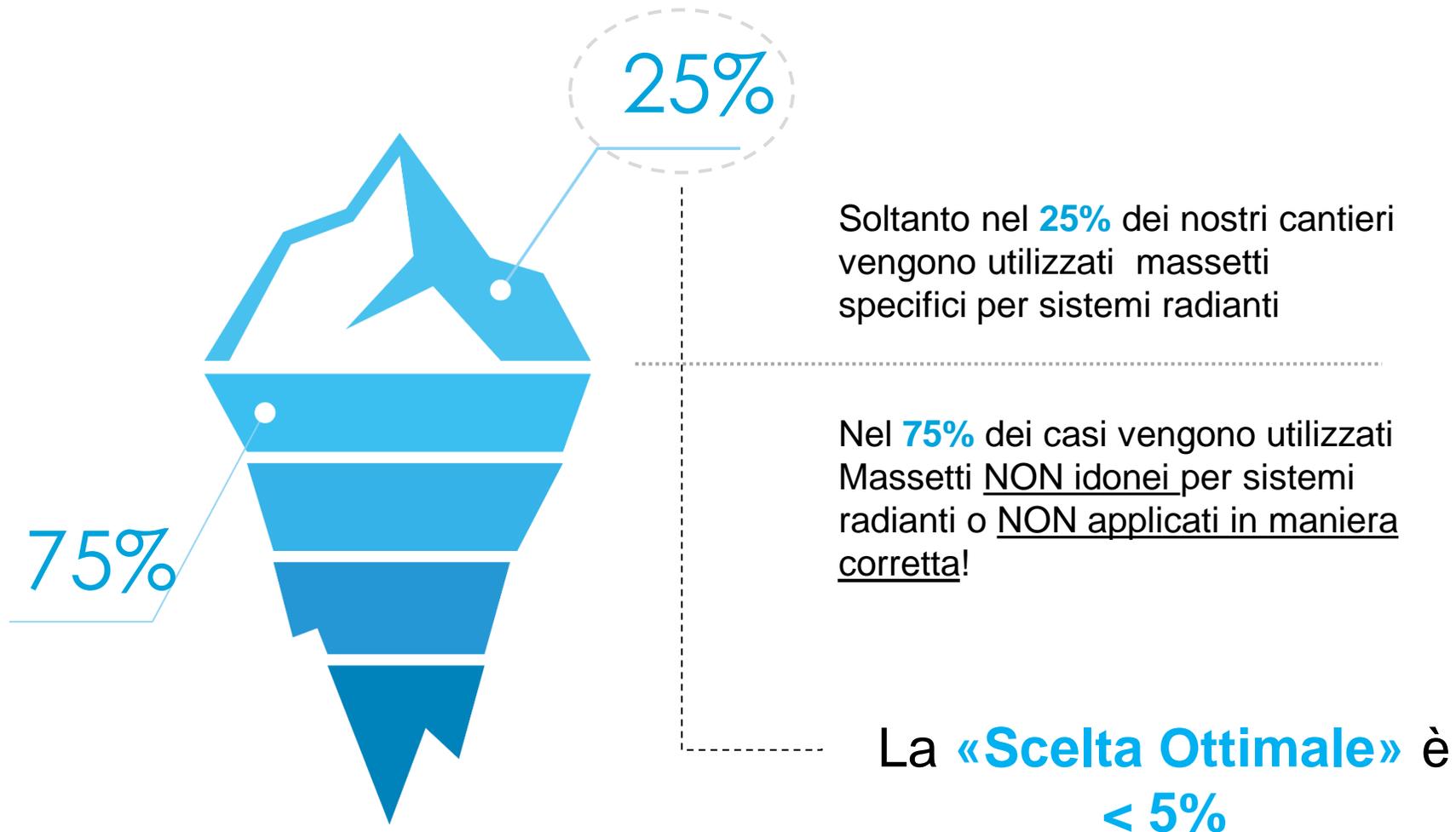


> 1,6 W/mk

Per i Massetti tradizionali Prestazioni fortemente influenzate dalla fase applicativa

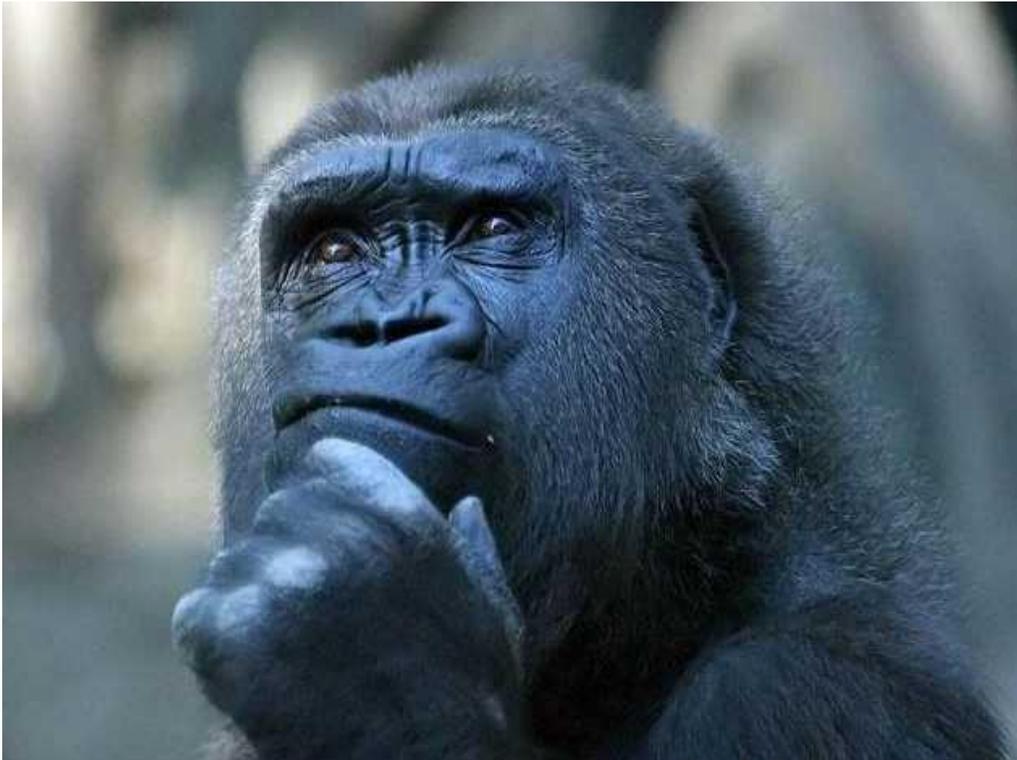
# MASSETTI vs SISTEMI RADIANTI

## La Situazione Attuale



---

## GARANZIA PRESTAZIONI



Ma come posso avere la **Garanzia della Prestazioni** del massetto che ho scelto?

*Cercando di ridurre al minimo tutte le attività che aggiungono variabili al risultato finale del prodotto*

---

# GARANZIA PRESTAZIONI



## Il Metodo «KNAUF»

### Prestazioni e Indicazioni di Applicazioni Certificate in Opera

Esempio di come Knauf certifica gli spessori di Applicazione.

### ***SUPERLIVELLINA NE 499***

*Lo Spessore del Massetto non è più un problema*

---

# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»

### 1. Studio della stratigrafia da esaminare



Riproduzione  
della **peggior condizione**  
possibile di cantiere

# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il «metodo» Knauf

### 2. Realizzazione in Opera della Stratigrafia



#### **SOTTOFONDO ALLEGGERITO**

**265Kg/mcubo**

Realizzato da azienda di sottofondi

#### **IMPIANTO RADIANTE**

**Pannello «Bugnato»**

**Isolante con densità 100 kPa**

Installato da Idraulico

#### **MASSETTO**

**Superlivellina NE 499**

**10 mm sopra impianto**

Applicato da massettista «esterno»

Realizzazione Stratigrafia  
Es: SUPERLIVELLINA NE 499

# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»

### 2. Realizzazione in Opera della Stratigrafia



### Applicazione di **SUPERLIVELLINA NE 499** in opera!

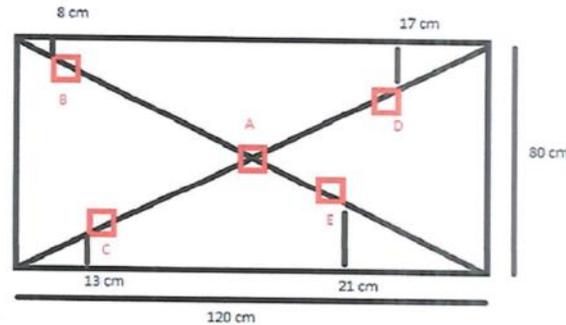
- Prodotto **acquistato in rivendita**
- **Squadra** applicazione **esterna**
- **Lavorazione come in cantiere**
- **Attrezzature** da cantiere

# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»

### 3. Test Punzonamento su Piastra

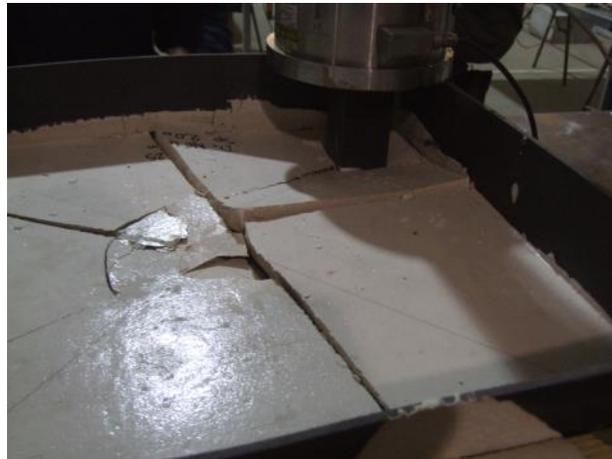
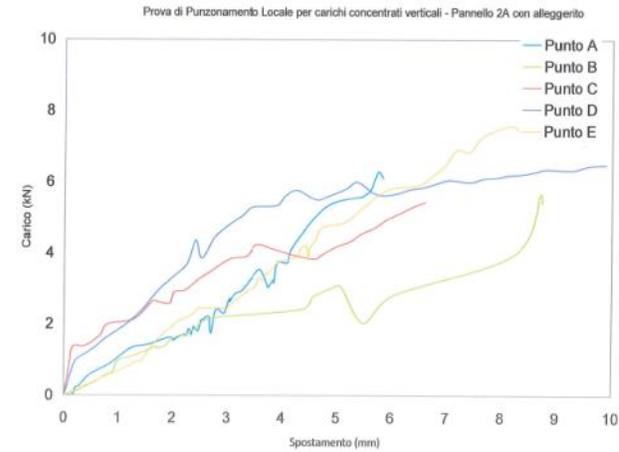
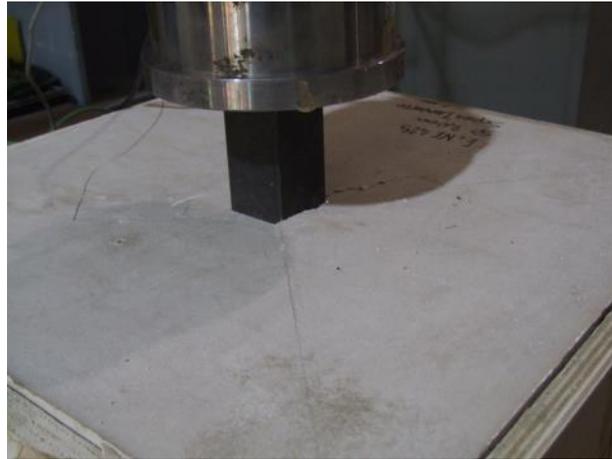
SCHEMA DI CARICO UTILIZZATO



- **12 campioni**
- **5 prove** di punzonamento per campione
- Test di carico **anche sugli angoli**
- **60 Misurazioni**
- Il test si interrompe per:
  - ❖ **Rottura del massetto**
  - ❖ **Flessione > 1 mm/ml**
- **Nessuna misurazione** deve essere al di **sotto il limite** previsto da norma

# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»



---

# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»

### 4. Realizzazione Certificato



Il test viene realizzato e **certificato** da un **ente terzo accreditato** dal ministero delle infrastrutture

# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»

### 5. Pubblicazione Certificato



Le prove hanno evidenziato un **comportamento omogeneo** sia nell'individuazione dei carichi medi di prima fessurazione che **durante la fase di carico** successiva.

Tutti i grafici hanno evidenziato una prima fase lineare fino alla prima fessurazione.

**Valori di carico medio di prima fessurazione = 3,30 kN**

In base a quanto previsto dalle **NTC 2018** il **sistema rispetta** le prescrizioni stabilite per le seguenti categorie di edifici che prevedono un carico limite concentrato pari a **2 kN**:

- **Cat. A – Ambienti ad uso Residenziale**
- **Cat. B - Uffici**

---

# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»

### 5. Pubblicazione Certificato



All'interno del certificato sono **dettagliati i risultati di ogni singola prova** inerenti:

- Misurazioni di **punzonamento per singola prova**
- **Massa nel prodotto** applicato in opera
- **Resistenza a Compressione** del prodotto applicato **in opera**
- **Resistenza a Flessione** prodotto applicato **in opera**

# GARANZIA PRESTAZIONI

## Il metodo «Knauf»

Dettaglio singole misurazioni test di carico

| PROVA DI PUNZONAMENTO LOCALE PER CARICHI CONCENTRATI VERTICALI<br>D.M. 14-01-2008 |                        |                 |                                   |                      |
|---|------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|
| CAMPIONE  | Spessore massetto (mm) | Punto di carico | Carico di prima fessurazione (kN) | Data esecuzione test |
| Pannello n° 2B  | 10                     | A               | 3,46                              | 21/10/16             |
|   | 10                     | B               | 3,37                              | 21/10/16             |
|   | 10                     | C               | 4,21                              | 21/10/16             |
|   | 10                     | D               | 2,41                              | 21/10/16             |
|   | 10                     | E               | 3,43                              | 21/10/16             |

Massa e Resistenze meccaniche

| DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A FLESSIONE E A COMPRESIONE<br>norma UNI EN 13892-2 ; 2005 |                        |                 |                    |                        |                              |
|--|------------------------|-----------------|--------------------|------------------------|------------------------------|
| <b>Resistenza a flessione</b>  |                        |                 |                    |                        |                              |
| Campione n.  | Massa volumica (kg/m³) | Dimensioni (mm) | F <sub>f</sub> (N) | R <sub>f</sub> (N/mm²) | R <sub>f</sub> medio (N/mm²) |
| 1  | 1950                   | 40 x 40 x 160   | 3388               | 7,56                   | 8,30                         |
| 2  | 1920                   | 40 x 40 x 160   | 4057               | 8,58                   |                              |
| 3  | 1880                   | 40 x 40 x 160   | 4105               | 8,75                   |                              |
| <b>Resistenza a compressione</b>   |                        |                 |                    |                        |                              |
| Campione n.  |                        | Dimensioni (mm) | F <sub>c</sub> (N) | R <sub>c</sub> (N/mm²) | R <sub>c</sub> medio (N/mm²) |
| 1  |                        | 40 x 40         | 51010              | 31,88                  | 31,89                        |
| 2  |                        | 40 x 40         | 52190              | 32,62                  |                              |
| 3  |                        | 40 x 40         | 52970              | 33,11                  |                              |
| 4  |                        | 40 x 40         | 50550              | 31,59                  |                              |
| 5  |                        | 40 x 40         | 50230              | 31,39                  |                              |
| 6  |                        | 40 x 40         | 49200              | 30,75                  |                              |

NOTE:

---

## GARANZIA PRESTAZIONI

### Il metodo «Knauf»

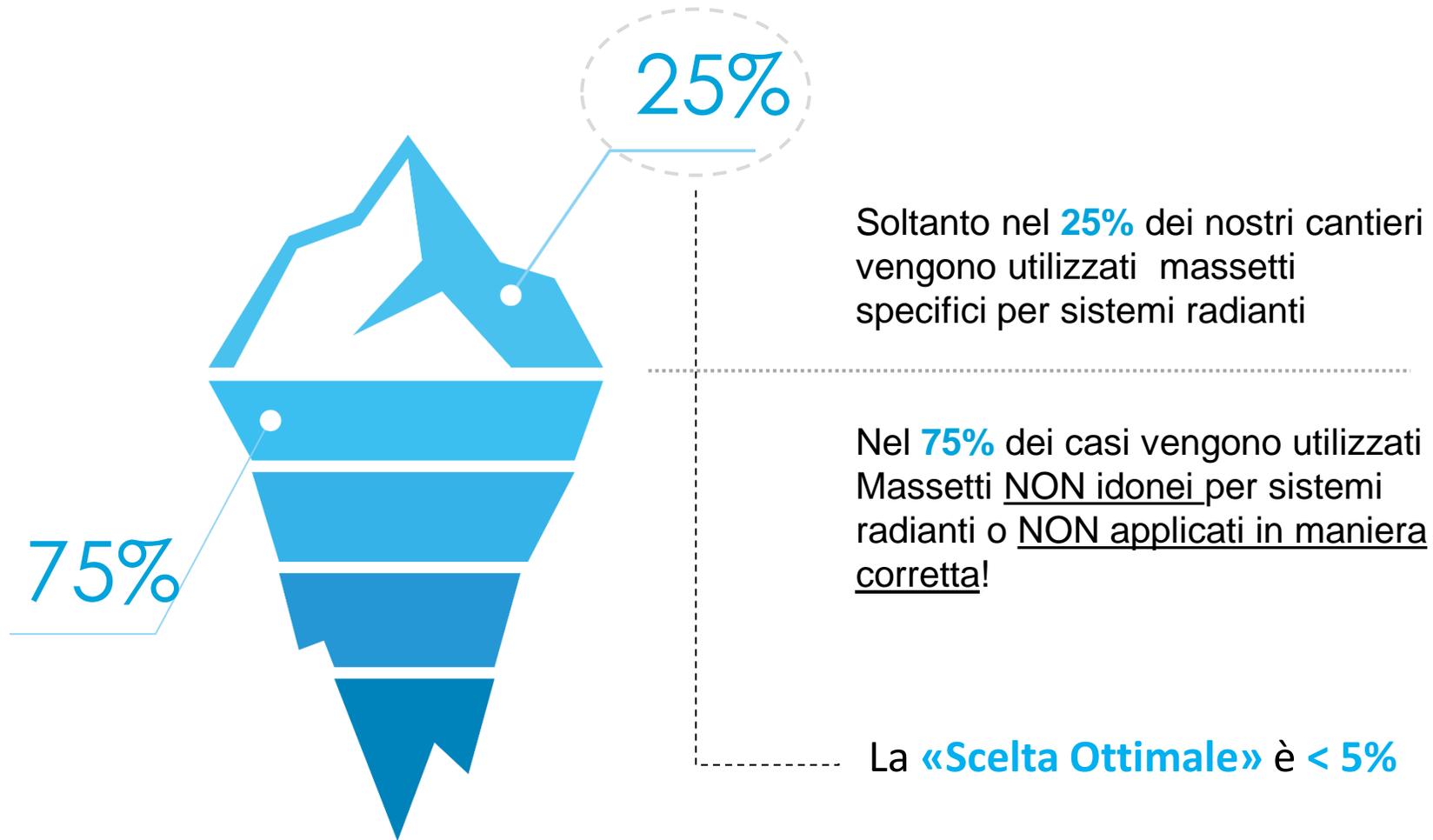


Ogni massetto Knauf è in possesso dei seguenti certificati:

- **Resistenza a compressione**
- **Resistenza a Flessione**
- **Conducibilità Termica**
- **Bio-Compatibilità**
- **Resistenze carichi superficiali**  
(Livelline)

# MASSETTI vs SISTEMI RADIANTI

## La Situazione Attuale



---

# LA CORRETTA SCELTA DEL MASSETTO

## Quali Risultati?



Una scelta che darà  
**risultati sorprendenti**

# PRESTAZIONE ENERGETICA SISTEMI RADIANTI

Quanto contribuisce la scelta corretta del Massetto

The Knauf logo is displayed in a white rectangular box. It features the word "KNAUF" in a bold, blue, sans-serif font, with the letters "K" and "A" being significantly larger than the others.The ANIT logo is displayed in a white rectangular box. It includes the text "ANIT" in a large, bold, black font, followed by "Associazione Nazionale per l'Isolamento Termico e acustico" in a smaller, black font. To the right of the text is a green graphic element consisting of two curved shapes that form a stylized arrow pointing downwards.

ANIT

---

## DESCRIZIONE DELLO STUDIO E OBIETTIVI



- **Analisi e confronto delle soluzioni** presenti sul mercato per la posa su impianto radiante in termini di prestazioni
- **Verifica e calibrazione dei risultati** tra prova di campo e calcoli predittivi
- **Determinazione della miglior soluzione di massetto** da applicare sui sistemi radianti e valorizzazione dei benefici in termini di risparmio energetico

## SCELTA DEI MASSETTI



Tradizionale  
confezionato in  
cantiere



Tradizionale  
Premiscelato



Tradizionale  
Additivato



Autolivellante  
Cementizio



Autolivellante  
Anidritico



Livelline

# APPLICAZIONE DEI MASSETTI



Tradizionale  
Premiscelato



Autolivellante  
Cementizio



Autolivellante  
Anidritico



Livelline

- Utilizzo Acqua come indicato sulla scheda tecnica
- Attrezzature e tempi di miscelazione come indicati sulla scheda tecnica
- Applicazione con le attrezzature indicate sulla scheda tecnica
- **TRADIZIONALE:** Compattazione massima possibile in cantiere con utilizzo di fratazzo apposito.

# RICERCA IN CAMPO

## Caratteristiche dei Massetti

|                                |                   | Spessori «convenzionali» |                             |   | «Livelline» Basso Spessore  |   |
|--------------------------------|-------------------|--------------------------|-----------------------------|---|---|---|
|                                |                   | Tipologia di massetto    |                             |   |   |   |
|                                |                   |                          |                             |  |  |  |
|                                |                   | Massetto tradizionale    | Autolivellante tradizionale | FE 80   | NE 425  | NE 499  |
| Conduttività termica           | W/mK              | 1.0 - 1.3                | 1.3                         | 1.9   | 1.4   | 1.3   |
| Spessore massetto <sup>1</sup> | m                 | 0.045                    | 0.03                        | 0.03  | 0.02  | 0.01  |
| Avvolgimento tubo              | %                 | 70%                      | 100%                        | 100%  | 100%  | 100%  |
| Calore specifico               | J/kgK             | 1000                     | 1000                        | 1200  | 1000  | 1000  |
| Densità                        | kg/m <sup>3</sup> | 1600 - 2000              | 2000                        | 2150  | 1800  | 1800  |

I valori delle caratteristiche termiche dei massetti autolivellanti **Knauf** sono relativi a prodotti premiscelati che consentono di garantire la costanza delle prestazioni certificate da laboratori accreditati. I parametri del massetti tradizionale ed autolivellante sono stati ricavati dalla letteratura.

## RICERCA IN CAMPO

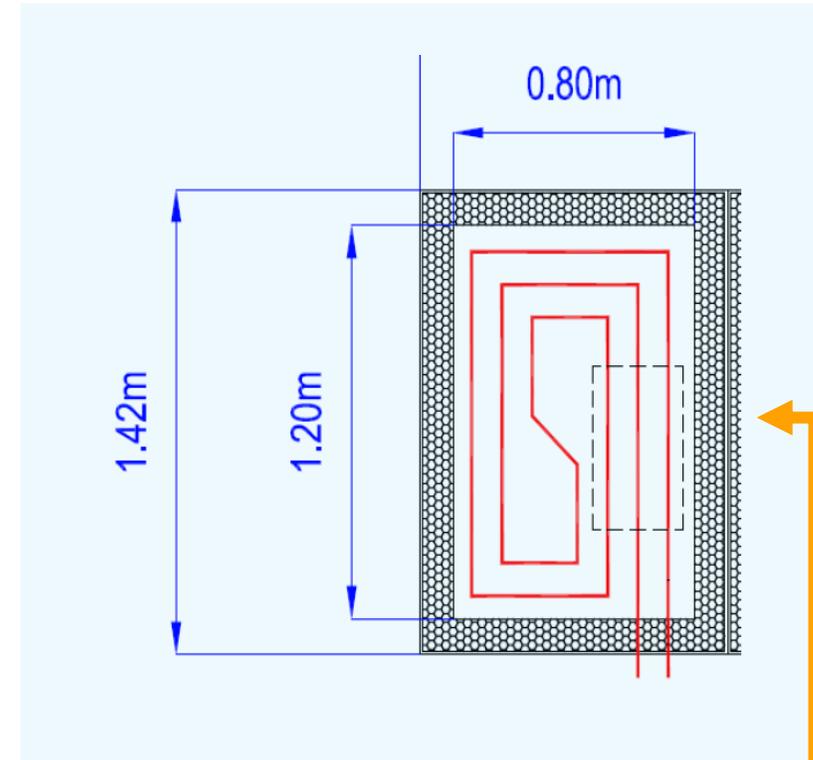
5 campioni realizzati in scala 1:1

### Impianto radiante di tipo tradizionale

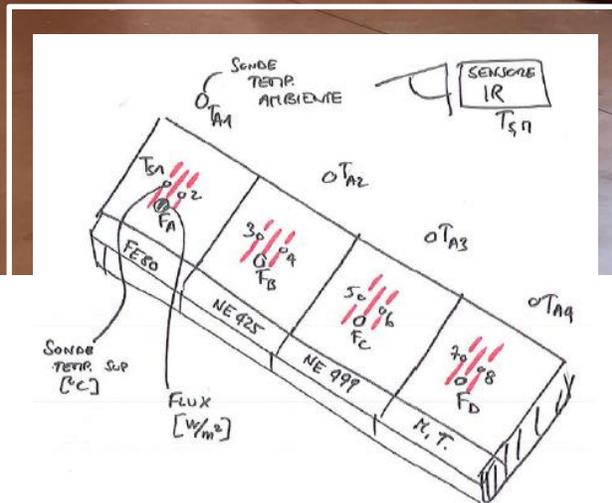
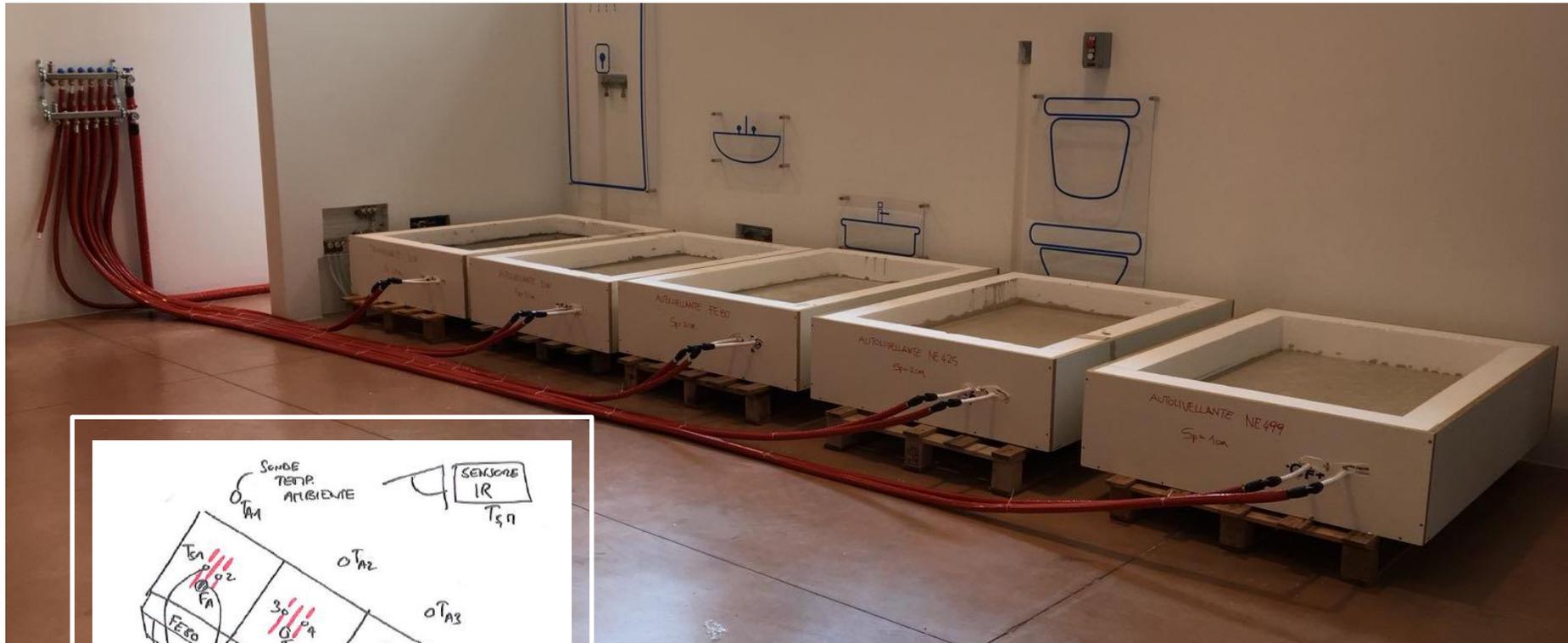
- Generatore Pompa di Calore Aria/Acqua
- Portata: 120 l/mim
- Temperatura Mandata Caldo: 35°C
- Temperatura Mandata Freddo: 15°C

### Moduli

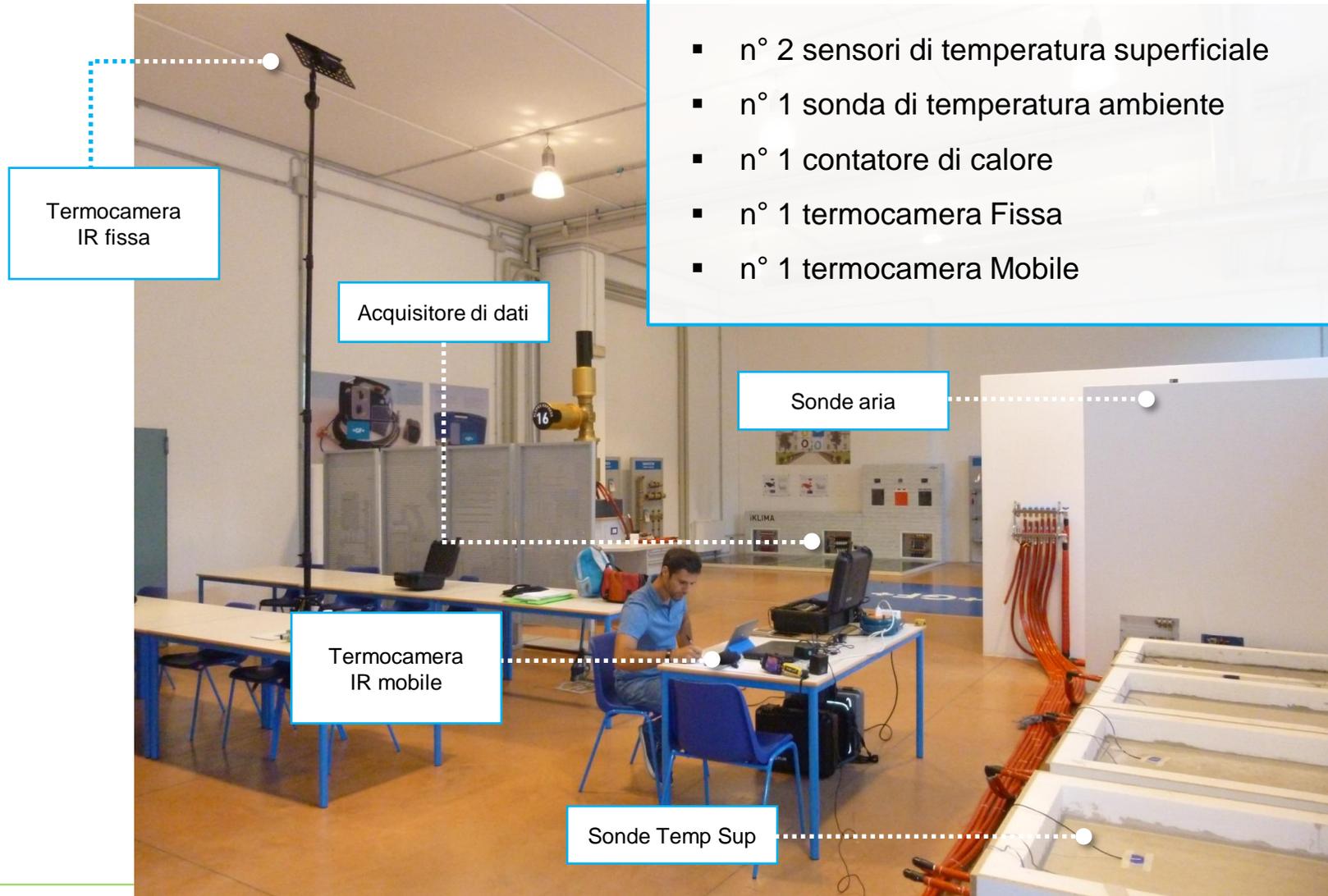
Passo dei tubi 10 cm, anello di guardia in isolamento termico da 10 cm di spessore di altezza pari alla struttura complessiva. Durante la prova è stato necessario riprodurre in superficie l'area di 50x30 individuata in figura per monitorare in modo univoco un'area da correlare ai calcoli agli elementi finiti.



# RICERCA IN CAMPO



# RICERCA IN CAMPO



Termocamera  
IR fissa

Acquisitore di dati

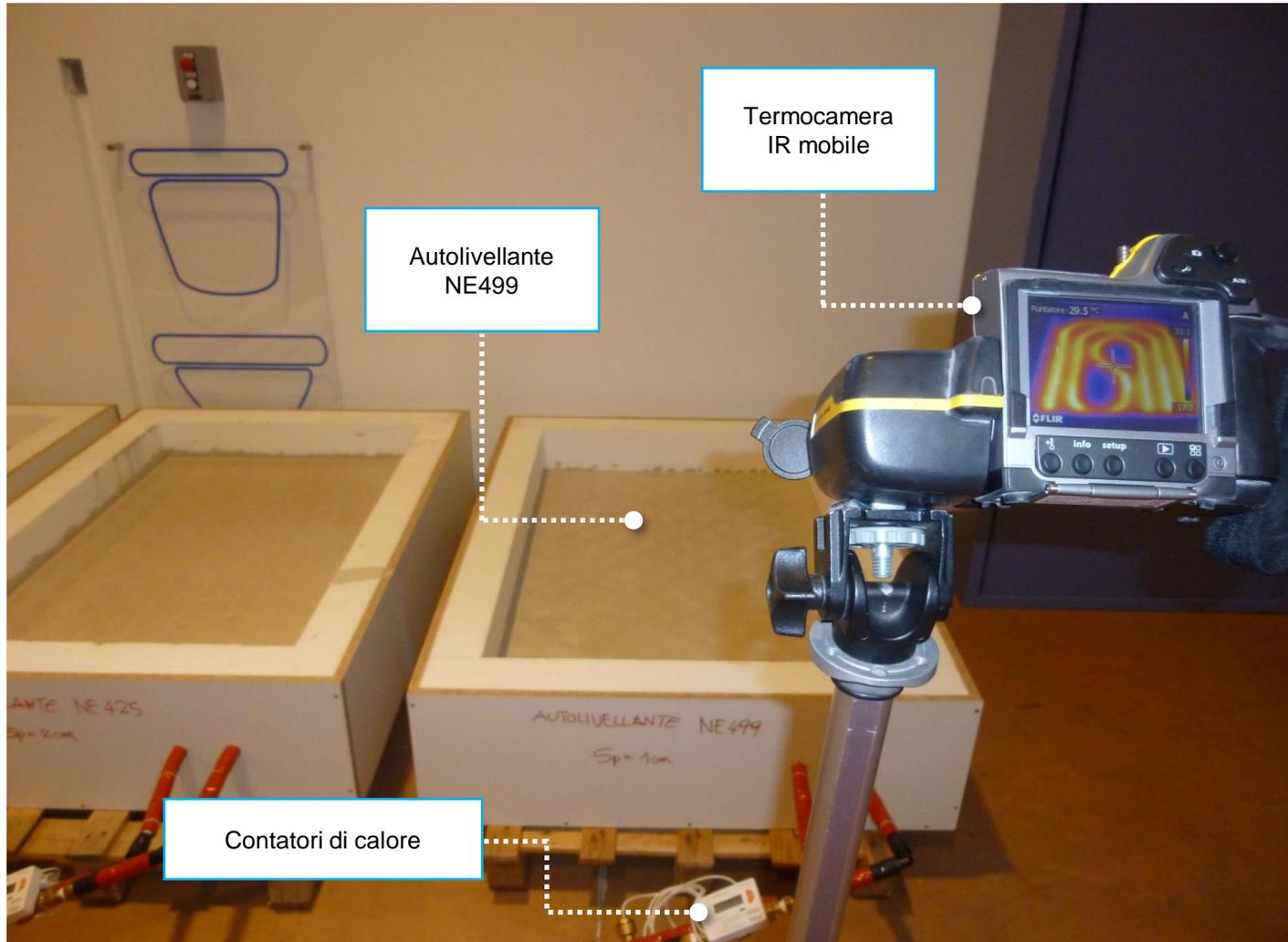
Termocamera  
IR mobile

Sonde Temp Sup

Sonde aria

- n° 2 sensori di temperatura superficiale
- n° 1 sonda di temperatura ambiente
- n° 1 contatore di calore
- n° 1 termocamera Fissa
- n° 1 termocamera Mobile

## RICERCA IN CAMPO



# RICERCA IN CAMPO

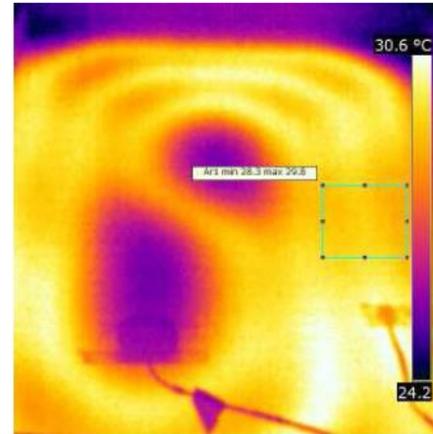


# RICERCA IN CAMPO

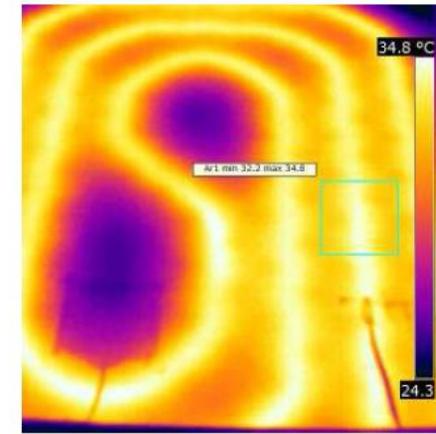
La campagna di misura mostra **evidenti differenze** dei vari campioni in termini di **velocità di riscaldamento e raffreddamento**.

Si riportano i risultati dei dati relativi alla strumentazione termografica che mostra il valore della temperatura media della superficie comprendente area con tubazione e senza come da esempi di immagini termografiche

## Esempi di misure termografiche realizzate



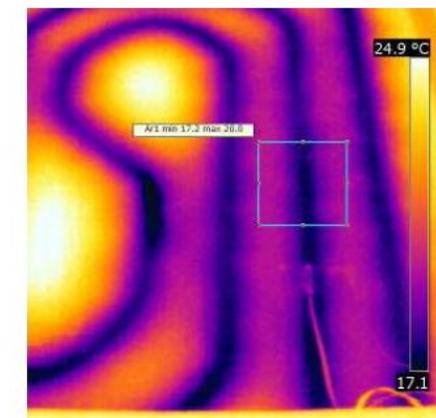
Ore 12:05 - Massetto tradizionale  
Temperatura media area = 29,1°C



Ore 12:05 - NE499  
Temperatura media area = 33,3°C

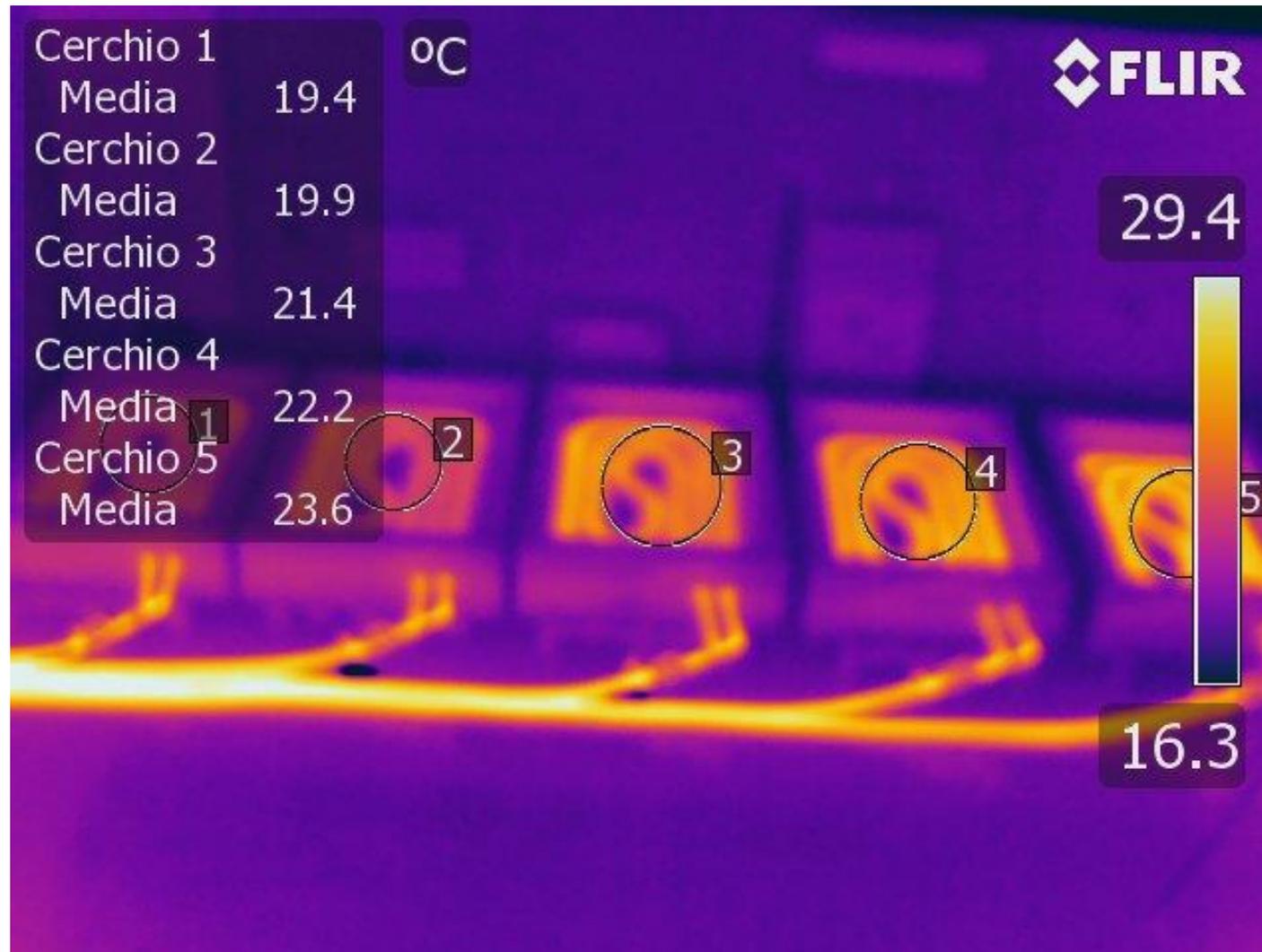


Ore 15:15 - Massetto tradizionale  
Temperatura media area = 23,6°C



Ore 15:15 - NE499  
Temperatura media area = 18,8°C

## RICERCA IN CAMPO



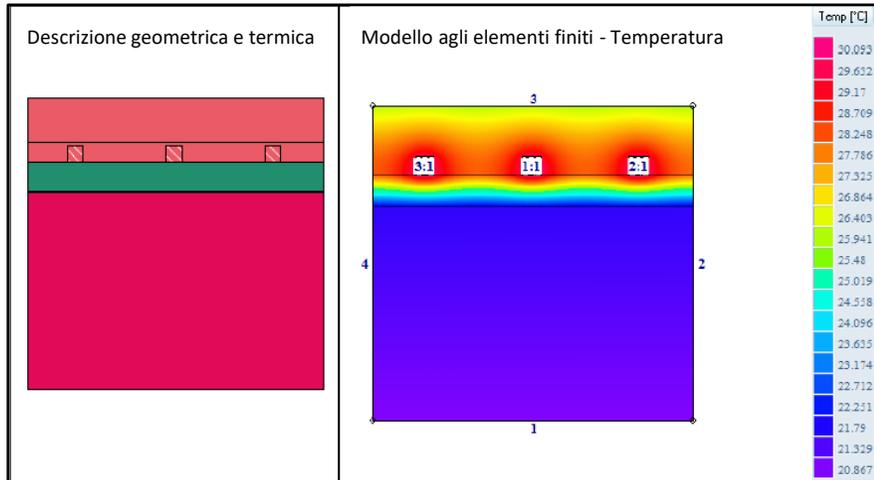
---

## RICERCA IN CAMPO

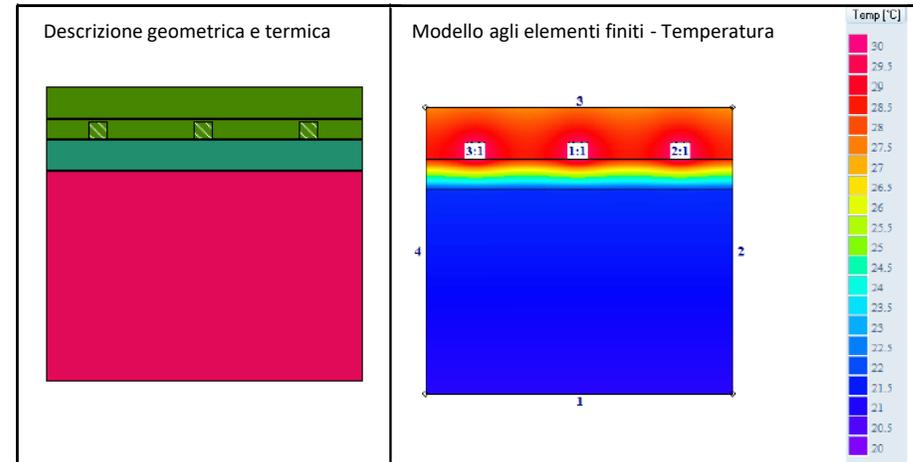


# CALCOLI PREDITTIVI

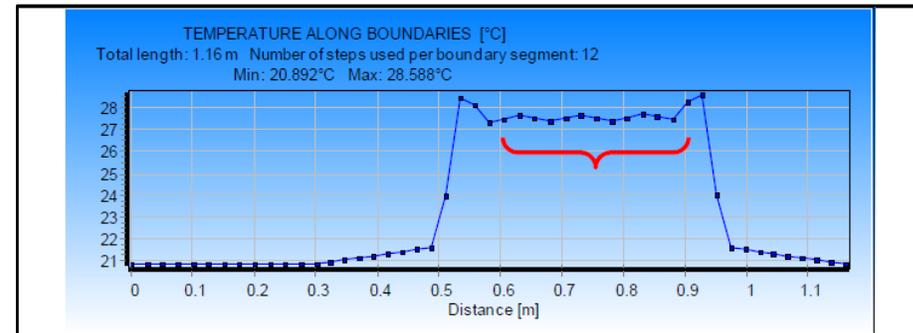
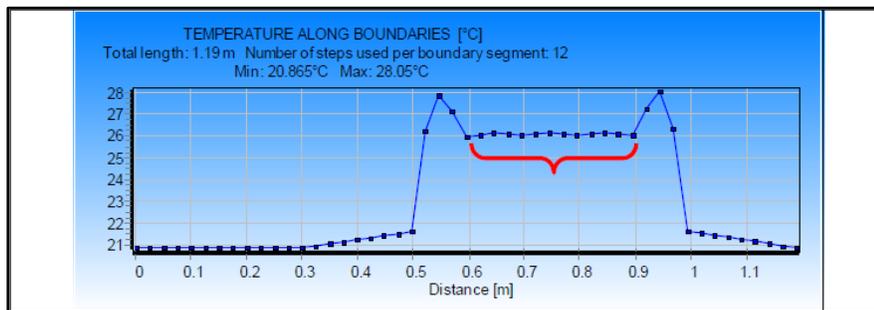
## Modello con massetto tradizionale



## Modello con FE80

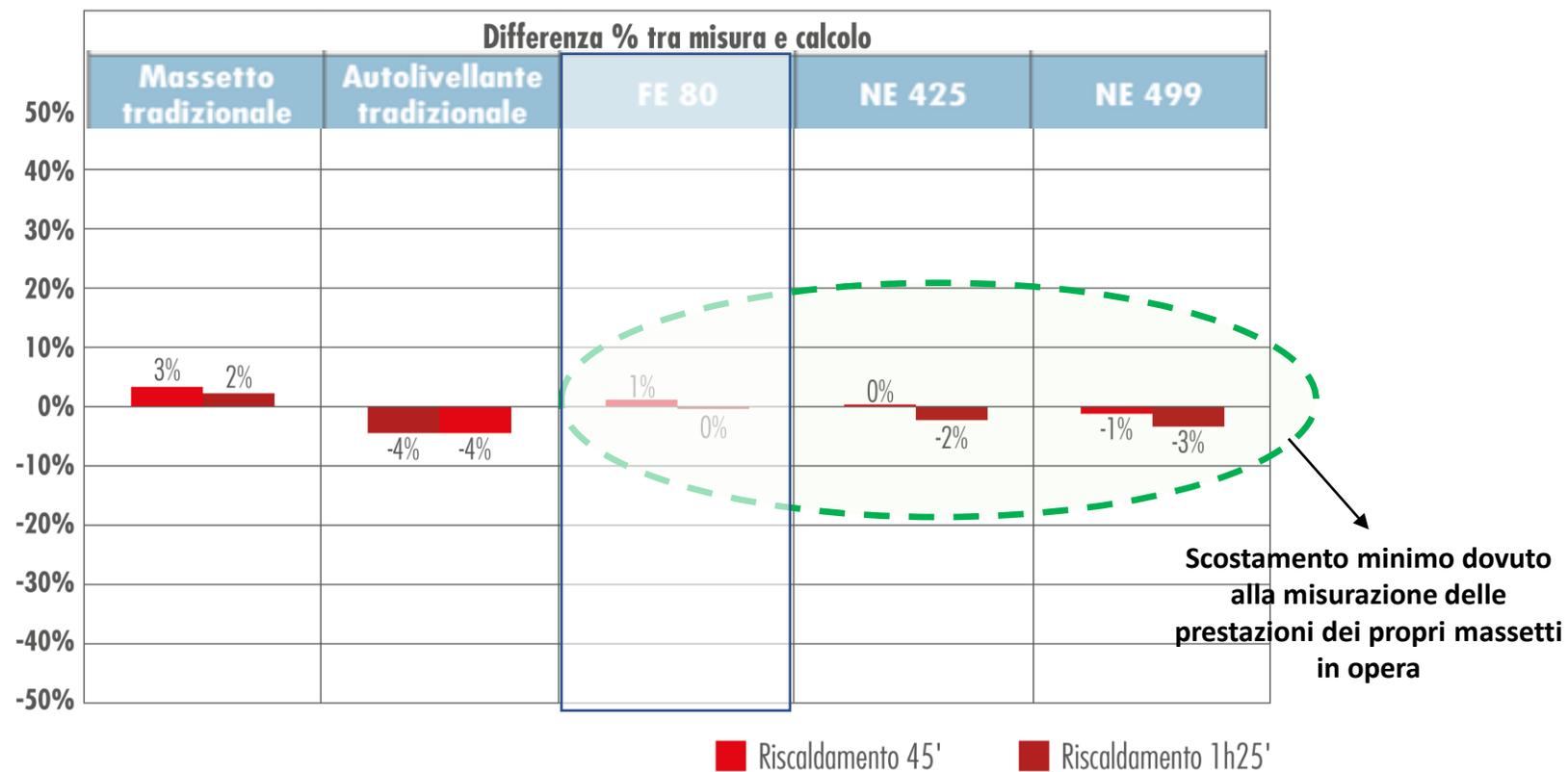


## Andamento delle temperature sulla faccia superiore del modello



# COERENZA TRA MISURE E CALCOLI

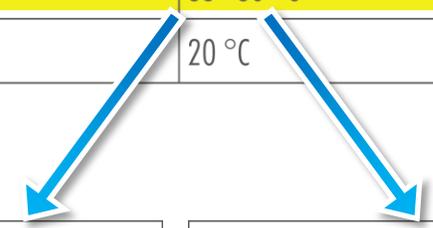
|                     | $\Delta T_{MT}$ [%] | $\Delta T_{AT}$ [%] | $\Delta T_{FE80}$ [%] | $\Delta T_{NE425}$ [%] | $\Delta T_{NE499}$ [%] |
|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Riscaldamento 45'   | 3%                  | -4%                 | 1%                    | 0%                     | -1%                    |
| Riscaldamento 1h25' | 2%                  | -4%                 | 0%                    | -2%                    | -3%                    |



# RESA TERMICA RISCALDAMENTO

*Fino al  
+26%*

| Dati di calcolo                                |   |
|--|---|
| Regime   | Stazionario                             |
| Tipo di condizionamento                        | Riscaldamento                           |
| Risultato di calcolo                           | Temperatura superficiale media e flusso |
| Temperatura di mandata del fluido termovettore | 35 - 30 °C                              |
| Temperatura ambiente                           | 20 °C                                   |



| Risultati   |                       |                             |       |        |        | Risultati   |                       |                             |       |        |        |
|---|-----------------------|-----------------------------|-------|--------|--------|---|-----------------------|-----------------------------|-------|--------|--------|
| Con 35 °C   | Massetto tradizionale | Autolivellante tradizionale | FE 80 | NE 425 | NE 499 | Con 30 °C   | Massetto tradizionale | Autolivellante tradizionale | FE 80 | NE 425 | NE 499 |
| Temperatura superficiale media $\sigma_{5,m}$ [°C]    | 29,1                  | 29,4                        | 31,3  | 31     | 31,2   | Temperatura superficiale media $\sigma_{5,m}$ [°C]    | 26,1                  | 26,3                        | 27,5  | 27,3   | 27,5   |
| Flusso calcolato $q$ [W/m <sup>2</sup> ]              | 101                   | 105                         | 128   | 125    | 127    | Flusso calcolato $q$ [W/m <sup>2</sup> ]              | 65                    | 68                          | 82    | 79     | 82     |
| Resa termica in variazione % rispetto al tradizionale |                       | 4%                          | 27%   | 23%    | 26%    | Resa termica in variazione % rispetto al tradizionale |                       | 4%                          | 26%   | 22%    | 26%    |

# RESA TERMICA RAFFRESCAMENTO

*Fino al  
+28%*

| Dati di calcolo                                       |   |
|---|---|
| Regime  | Stazionario                             |
| Tipo di condizionamento                               | Raffrescamento                          |
| Risultato di calcolo                                  | Temperatura superficiale media e flusso |
| <b>Temperatura di mandata del fluido termovettore</b> | <b>15- 20 °C</b>                        |
| Temperatura ambiente                                  | 26 °C                                   |

| Risultati   |                       |                             |       |        |        |
|---|-----------------------|-----------------------------|-------|--------|--------|
| Con 15 °C   | Massetto tradizionale | Autolivellante tradizionale | FE 80 | NE 425 | NE 499 |
| Temperatura superficiale media $\sigma_{5,m}$ [°C]    | 19,3                  | 19,1                        | 17,6  | 17,9   | 17,8   |
| Flusso calcolato $q$ [W/m <sup>2</sup> ]              | 72                    | 75                          | 93    | 89     | 90     |
| Resa termica in variazione % rispetto al tradizionale |                       | 3%                          | 28%   | 23%    | 25%    |

| Risultati   |                       |                             |       |        |        |
|---|-----------------------|-----------------------------|-------|--------|--------|
| Con 20 °C   | Massetto tradizionale | Autolivellante tradizionale | FE 80 | NE 425 | NE 499 |
| Temperatura superficiale media $\sigma_{5,m}$ [°C]    | 22,4                  | 22,2                        | 21,4  | 21,6   | 21,5   |
| Flusso calcolato $q$ [W/m <sup>2</sup> ]              | 37                    | 39                          | 48    | 46     | 47     |
| Resa termica in variazione % rispetto al tradizionale |                       | 6%                          | 31%   | 25%    | 28%    |

# TEMPO di CARICAMENTO



| Dati di calcolo                                       |                      |
|---|----------------------|
| <b>Regime</b>   | Variabile            |
| <b>Tipo di condizionamento</b>                        | Riscaldamento        |
| <b>Risultato di calcolo</b>                           | Tempo - ore e minuti |
| <b>Temperatura dei massetti e delle tubazioni</b>     | 14°C                 |
| <b>Temperatura di mandata del fluido termovettore</b> | 35°C                 |
| <b>Temperatura ambiente</b>                           | 18°C                 |
| <b>Temperatura superficiale obiettivo</b>             | 25 - 28              |

| Risultati             |                       |                             |       |        |        |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|-------|--------|--------|
|                       | Massetto tradizionale | Autolivellante tradizionale | FE 80 | NE 425 | NE 499 |
| <b>Tempo con 25°C</b> | 1h 15m                | 1h 10m                      | 35m   | 25m    | 15m    |
| <b>Variazione %</b>   |                       | -7%                         | -53%  | -67%   | -80%   |
| <b>Tempo con 28°C</b> | 3h                    | 2h                          | 50m   | 35m    | 25m    |
| <b>Variazione %</b>   |                       | -33%                        | -72%  | -81%   | -86%   |

---

## RISULTATI

I risultati dello studio hanno mostrato due aspetti dell'efficacia delle soluzioni di massetti a basso spessore per la posa su pannelli radianti a pavimento:



**Maggiore resa**

**Maggiore reattività**



## MAGGIORE RESA

**Maggiore resa ( $W/m^2$ )** dei pannelli data dalla temperatura superficiale maggiore. A parità di temperatura di mandata nei pannelli la capacità del pannello radiante di trasmettere energia è maggiore con i seguenti benefici:

- **Maggiore potenza termica installabile** a parità di superficie calpestabile
- Possibilità di non coprire parti di superfici oggetto di altri ingombri (letti, armadi, mobilio in genere ecc.)
- Possibilità di **ridurre la temperatura di mandata** (con maggiore efficienza dei generatori a condensazione o in pompa di calore)

La maggiore resa è principalmente un dato legato alla progettazione dell'impianto e quindi il beneficiario è il progettista termotecnico.



## MAGGIORE RESA

A titolo di esempio si riportano dei dati tipo di scheda tecnica di pompa di calore per il servizio di riscaldamento aria-acqua per il residenziale di 6 kW di resa termica per evidenziare il beneficio di una riduzione della temperatura di mandata

| Tmandata di 35°C |      |      |      |      |
|------------------|------|------|------|------|
| Carico           | 100% |      | 30%  |      |
| Ta               | Hc   | COP  | Hc   | COP  |
| -7               | 5.38 | 2.82 | 1.84 | 3.12 |
| -2               | 5.43 | 3.23 | 1.86 | 3.38 |
| 2                | 5.46 | 3.66 | 1.87 | 3.67 |
| 7                | 6.41 | 4.93 | 1.97 | 4.10 |
| 12               | 6.07 | 6.01 | 2.04 | 5.51 |

| Tmandata di 30°C |      |      |      |      |
|------------------|------|------|------|------|
| Carico           | 100% |      | 30%  |      |
| Ta               | Hc   | COP  | Hc   | COP  |
| -7               | 5.43 | 3.27 | 1.98 | 4.30 |
| -2               | 5.49 | 3.71 | 1.94 | 4.31 |
| 2                | 5.60 | 4.00 | 1.90 | 4.75 |
| 7                | 6.65 | 5.99 | 2.21 | 5.26 |
| 12               | 6.32 | 7.35 | 2.29 | 7.16 |

COP: coefficiente di prestazione (Coefficient of Performance)

In pieno utilizzo invernale, con temperatura esterna dell'aria di 2°C poter passare da una temperatura di mandata da 35°C a 30°C per esempio comporta un miglioramento del COP a carico 100% da 3.66 a 4.00 e a carico parziale da 3.67 a 4.75 con un aumento della resa termica.

**Un valore di COP più alto comporta minore fabbisogno energetico e quindi minore consumo elettrico.**



## MAGGIORE REATTIVITA'

**Minore inerzia del massetto** del sistema radiante e quindi tempi di caricamento e scaricamento estremamente ridotti. I benefici:

- **Maggiore efficienza dell'impianto:** minor consumo di energia poiché le perdite di "regolazione" sono inferiori. Poca energia viene sprecata per contenere la temperatura intorno al valore di set point. Quando l'impianto deve "smettere" di erogare energia è in grado di recepire questa informazione in tempi più rapidi rispetto al tradizionale.
- **Maggiore reattività del sistema radiante:** poco tempo per caricarsi, poco tempo per raffreddarsi. Negli edifici ad uso saltuario e in quelli ben isolati termicamente, la pronta risposta all'esigenza di riscaldamento o raffrescamento rende l'ambiente più confortevole.



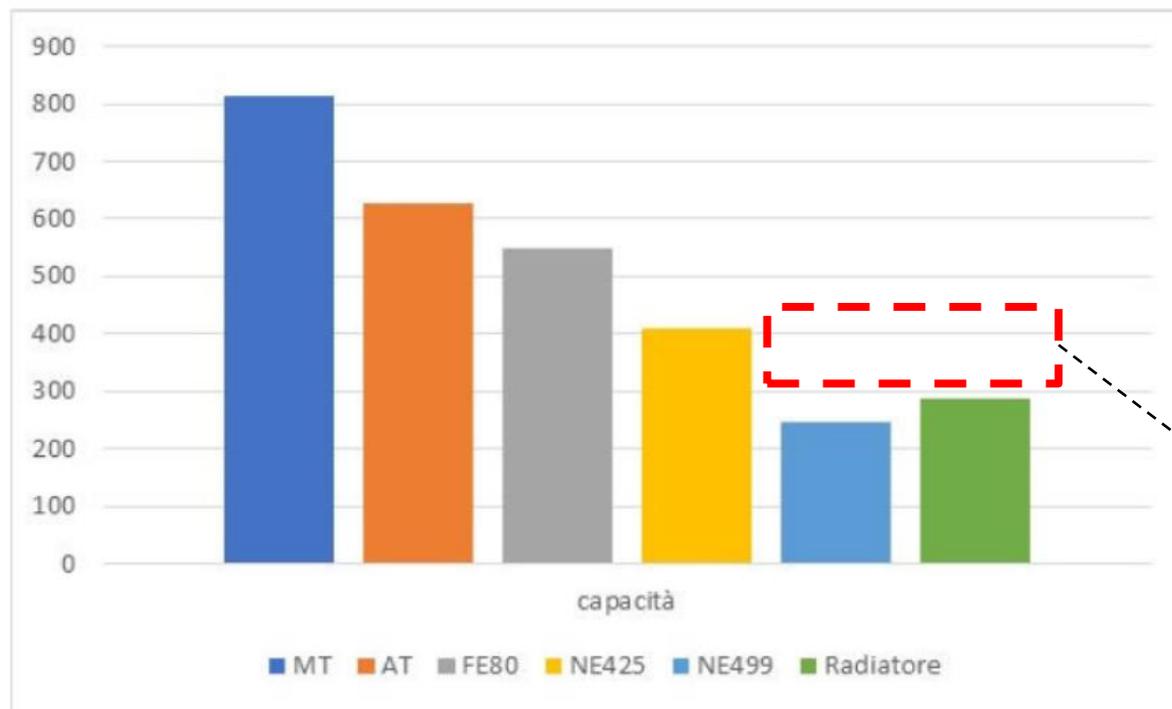
## MAGGIORE REATTIVITA'

| Rendimenti diregolazione $\eta_{rg}$ |                                   |   |   |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---|---|
| Tipo di regolazione                  | Caratteristiche della regolazione | Sistemi a bassa inerzia   | Sistemi ad elevata inerzia  |
|                                      |                                   | Radiatori, convettori, ventilconvettori, strisce radianti ed aria calda | Pannelli integranti nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente |
| Solo di zona                         | On off                            | 0.93  | 0.91  |
|                                      | P banda prop. 2 °C                | 0.94  | 0.92  |
|                                      | P banda prop. 1 °C                | 0.97  | 0.95  |
|                                      | P banda prop. 0.5 °C              | 0.98  | 0.96  |
| Solo per singolo ambiente            | On off                            | 0.94  | 0.92  |
|                                      | P banda prop. 2 °C                | 0.95  | 0.93  |
|                                      | P banda prop. 1 °C                | 0.98  | 0.97  |
|                                      | P banda prop. 0.5 °C              | 0.99  | 0.98  |
| Zona + climatica                     | On off                            | 0.96  | 0.94  |
|                                      | P banda prop. 2 °C                | 0.96  | 0.95  |
|                                      | P banda prop. 1 °C                | 0.97  | 0.96  |
|                                      | P banda prop. 0.5 °C              | 0.98  | 0.97  |
| Per singolo ambiente + climatica     | On off                            | 0.97  | 0.95  |
|                                      | P banda prop. 2 °C                | 0.97  | 0.96  |
|                                      | P banda prop. 1 °C                | 0.98  | 0.97  |
|                                      | P banda prop. 0.5 °C              | 0.99  | 0.98  |

Estratto della tabella dei rendimenti di regolazione. [Fonte: UNI/TS 11300-2, paragrafo 6.3, prospetto 20]



## CAPACITA' TERMICA



**Confronto**

**Radiante Bassissimo Spessore**  
**Vs**  
**Radiatore**

Valori di capacità termica complessiva [kJ/K]  
per una stanza di 9 m<sup>2</sup> di superficie  
e con radiatore di volume complessivo pari a  
0,6 m<sup>2</sup> x 0,08 m

I valori di **rendimento di regolazione** tabellari della norma UNI TS 11300-2 sono riferiti ai sistemi tradizionali dei pannelli radianti. La migliore “reattività” del sistema a basso spessore porta a due passaggi migliorativi:

- cambiamento del tipo di classificazione del sistema, da “ad elevata inerzia” a “**bassa inerzia**”
- possibile contenimento della banda di oscillazione

# RIFERIMENTO AL CALCOLO

UNI TS  
11300-2

Rendimenti dell'impianto

$$\eta_g = \eta_{gen} \times \eta_{dis} \times \eta_{em} \times \eta_{reg}$$

prospetto 17 Rendimenti di emissione in locali con altezza fino a 4 m

| Tipologia di terminale   | Carico termico medio annuo <sup>a)</sup> [W/m <sup>3</sup> ] |      |      |
|--|--|------|------|
|  | <= 4   | 4-10 | >10  |
| Radiatori su parete esterna isolata <sup>1)</sup>                              | 0,98   | 0,97 | 0,95 |
| Radiatori su parete interna  | 0,96   | 0,95 | 0,92 |
| Ventilconvettori <sup>2)</sup><br>(valori riferiti a $t_{media}$ acqua = 45°C) | 0,96   | 0,95 | 0,94 |
| Termoconvettori  | 0,94   | 0,93 | 0,92 |
| Bocchette in sistemi ad aria calda <sup>3)</sup>                               | 0,94   | 0,92 | 0,90 |
| Pannelli annegati a pavimento  | 0,99   | 0,98 | 0,97 |
| Pannelli annegati a soffitto   | 0,97   | 0,95 | 0,93 |
| Pannelli a parete  | 0,97   | 0,95 | 0,93 |
| Riscaldatori ad infrarossi   | 0,99   | 0,98 | 0,97 |

# ESEMPIO CALCOLO SU EDIFICIO

Per contestualizzare i risultati ottenuti e quantificarli in termini di risparmio energetico sono stati modellati 2 edifici in zona climatica E con caratteristiche planimetriche e volumetriche tipiche di un edificio residenziale comune sul territorio italiano.



Prospetto EST

Prospetto SUD



Prospetto OVEST

Prospetto NORD

Fabbricato costituito **da due unita immobiliari** servite da un sistema impiantistico di riscaldamento costituito da un generatore a **pompa di calore aria-acqua** che serve un **impianto a pannelli radianti a pavimento**.

La produzione di acqua calda sanitaria e centralizzata con un collettore solare che serve un accumulo integrato da un generatore a gas.

Le unita immobiliari sono posizionate al piano primo e al piano secondo. Il piano terra, il vano scala e il sottotetto non sono climatizzati. L'edificio e ben isolato termicamente, ma i ponti termici sono stati affrontati in modo superficiale.

# ESEMPIO CALCOLO SU EDIFICIO

| Caratteristiche termiche dei componenti opachi dell'involucro edilizio |                                 |                        |                         |
|--|---------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Destrizione struttura  | Massa sup. [kg/m <sup>2</sup> ] | U [W/m <sup>2</sup> K] | C [kJ/m <sup>2</sup> K] |
| <b>M1 Parete</b>   | 582,5                           | 0,22                   | 57,6                    |
| <b>M2 Parete ingresso</b>  | 0,0                             | 1,80                   | 1,0                     |
| <b>M3 Parete</b>   | 604,0                           | 0,39                   | 15,7                    |
| <b>M4 Parete</b>   | 583,5                           | 1,39                   | 63,4                    |
| <b>M5 Parete</b>   | 583,5                           | 1,58                   | 65,2                    |
| <b>P1 solaio verso garage</b>  | 370,5                           | 0,23                   | 42,1                    |
| <b>P2 solaio tra appartamenti</b>                                      | 369,5                           | 0,43                   | 42,7                    |
| <b>P3 solaio verso sottotetto</b>                                      | 228,0                           | 0,23                   | 62,6                    |
| <b>P4 copertura in legno</b>   | 49,6                            | 1,98                   | 17,2                    |
| <b>M6 divisori interni</b>   | 44,2                            | 0,44                   | 22,1                    |

| Caratteristiche termiche dei componenti finestrati (serramenti e vetri) dell'involucro edilizio |                        |                        |                     |
|---|------------------------|------------------------|---------------------|
| Destrizione struttura   | Area [m <sup>2</sup> ] | U [W/m <sup>2</sup> K] | g <sub>gl</sub> [-] |
| <b>F1</b>   | 3,5                    | 1,35                   | 0,65                |
| <b>F2</b>   | 2,1                    | 1,47                   | 0,65                |
| <b>F3</b>   | 1,8                    | 1,47                   | 0,65                |
| <b>F4</b>   | 1,1                    | 1,52                   | 0,65                |
| <b>F5</b>   | 10,5                   | 1,26                   | 0,65                |
| <b>F6</b>   | 2,2                    | 1,49                   | 0,65                |

| Caratteristiche termiche dei componenti termici analizzati agli elementi finiti |   |                                     |                             |
|---|---|-------------------------------------|-----------------------------|
| Codice  | Descrizione   | ψ <sub>e</sub> [W/m <sup>2</sup> K] | F <sub>p</sub> ponderazione |
| <b>PT_1</b>   | Pianta: parete angolo parete esterno                | -0,070                              | 100%                        |
| <b>PT_2</b>   | Pianta: parete angolo parete interno                | 0,120                               | 100%                        |
| <b>PT_3</b>   | Pianta: spalla serramento/spalla serramento         | 0,310                               | 100%                        |
| <b>PT_4</b>   | Pianta: spalla serramento/angolo                    | -0,147                              | 100%                        |
| <b>PT_5</b>   | Pianta: doppio angolo                               | -0,039                              | 100%                        |
| <b>PT_6</b>   | Pianta: spalla porta blindata/spalla porta blindata | 0,230                               | 100%                        |
| <b>PT_7</b>   | Sezione: parete - trave - garage                    | 0,300                               | 100%                        |
| <b>PT_8</b>   | Sezione: parete - balcone - garage                  | 0,800                               | 100%                        |
| <b>PT_9</b>   | Sezione: parete - trave - parete                    | 0,010                               | 50%                         |
| <b>PT_10</b>  | Sezione: parete - balcone - parete                  | 0,750                               | 50%                         |
| <b>PT_11</b>  | Sezione: parete - trave - copertura                 | 0,300                               | 100%                        |
| <b>PT_12</b>  | Sezione: soglia - trave - garage                    | 0,322                               | 100%                        |
| <b>PT_13</b>  | Sezione: veletta serramento                         | 0,250                               | 100%                        |
| <b>PT_14</b>  | Sezione: soglia - balcone - garage                  | 0,322                               | 100%                        |
| <b>PT_15</b>  | Sezione: davanzale serramento                       | 0,310                               | 100%                        |
| <b>PT_16</b>  | Sezione: muricci solaio copertura                   | 0,210                               | 100%                        |
| <b>PT_17</b>  | Sezione: soglia - balcone - parete                  | 0,720                               | 50%                         |

# ESEMPIO CALCOLO SU EDIFICIO



## Risultati di calcolo

Sono stati realizzati due scenari in **zona climatica E**.  
La valutazione del **COP** medio della pompa di calore è stata realizzata con il metodo di calcolo della UNI TS 11300-4 (riferito a dati orari dell'aria esterna con i bin) e con valutazione ai carichi parziali per mezzo dei valori di scheda tecnica di  $f_{COP}$  in accordo con UNI EN 14825.

### 1° Scenario

edificio ben isolato termicamente ( $H'_T = 0.51 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

### 2° Scenario

edificio esistente mediamente isolato ( $H'_T = 0.97 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

$H'_T$ : coefficiente globale di scambio Termico

# ESEMPIO CALCOLO SU EDIFICIO

| zona E   | Q <sub>H,nd</sub> | Q <sub>H,gn,out</sub> | Q <sub>H,gn,in</sub> | COP medio |
|--|-------------------|-----------------------|----------------------|-----------|
| <b>Ben isolato (U<sub>m</sub> = 0,51)</b>                                    | kWh               | kWh                   | kWhe                 |           |
| <b>Impianto tradizionale</b>   | 12.017            | 13.052                | 4.009                | 3,26      |
| <b>Impianto radiante a bassa inerzia con temperatura di mandata di -2 °C</b> | 12.017            | 12.905                | 3.723                | 3,47      |
| <b>Impianto radiante a bassa inerzia con temperatura di mandata di -5 °C</b> | 12.017            | 12.905                | 3.348                | 3,85      |
| Riduzione del fabbisogno   |                   | -2 °C                 | 286                  | 7,1%      |
| Riduzione del fabbisogno   |                   | -5 °C                 | 661                  | 16,5%     |

Miglioramento del rendimento di regolazione ed abbassamento temperatura di mandata

| zona E   | Q <sub>H,nd</sub> | Q <sub>H,gn,out</sub> | Q <sub>H,gn,in</sub> | COP medio |
|--|-------------------|-----------------------|----------------------|-----------|
| <b>Esistente (U<sub>m</sub> = 0,97)</b>                                      | kWh               | kWh                   | kWhe                 |           |
| <b>Impianto tradizionale</b>   | 27.442            | 30.110                | 8.305                | 3,63      |
| <b>Impianto radiante a bassa inerzia con temperatura di mandata di -2 °C</b> | 27.442            | 29.780                | 7.715                | 3,86      |
| <b>Impianto radiante a bassa inerzia con temperatura di mandata di -5 °C</b> | 27.442            | 29.780                | 6.923                | 4,30      |
| Riduzione del fabbisogno   |                   | -2 °C                 | 590                  | 7,1%      |
| Riduzione del fabbisogno   |                   | -5 °C                 | 1.382                | 16,6%     |

Miglioramento del rendimento di regolazione ed abbassamento temperatura di mandata

L'uso del massetto «radiante» a basso spessore ha due impatti:

- miglioramento del rendimento di regolazione
- abbassamento della temperatura di mandata del generatore e quindi miglioramento del **COP**

**Riduzione del Fabbisogno Energetico dal 7 al 16%**

## STIMA DI RISPARMIO

|                        |         |      |                    |
|------------------------|---------|------|--------------------|
| Edificio non isolato   | U media | 0,97 | W/m <sup>2</sup> K |
| zona E                 |         |      |                    |
| Nr. unità immobiliari  |         | 2    |                    |
| Superficie utile calp. |         | 106  | m <sup>2</sup>     |



|  | Massetto   | Costo del riscaldamento | % di risparmio          | Valore di risparmio |
|---|--|-------------------------|-------------------------|---------------------|
|   | Tradizionale   | 2.097 €                 | 0                       | 0                   |
|   | Autolivellante tradizionale  | 2.097 €                 | 0                       | 0                   |
|   | FE80   | 1.786 €                 | 15%                     | 311 €               |
|   | NE425  | 1.860 €                 | 11%                     | 237 €               |
|   | NE499  | 1.817 € - 1.707 €       | 13% - 19%               | 280 € - 390 €       |
|   |  | Massetto                | Costo del riscaldamento | % di risparmio      |
| Tradizionale  | 2.502 €  | 0                       | 0                       |                     |
| Autolivellante tradizionale   | 2.502 €  | 0                       | 0                       |                     |
| FE80  | 2.438 €  | 3%                      | 64 €                    |                     |
| NE425   | 2.388 €  | 5%                      | 113 €                   |                     |
| NE499   | 2.365 €  | 6%                      | 137 €                   |                     |

## PROSSIMI STUDI

UNI TS  
11300-2

$$\eta_g = \eta_{gen} \times \eta_{dis} \times \eta_{em} \times \eta_{reg}$$

prospetto 17 Rendimenti di emissione in locali con altezza fino a 4 m

| Tipologia di terminale   | Carico termico medio annuo <sup>a)</sup> [W/m <sup>3</sup> ] |      |      |
|--|--|------|------|
|  | <= 4   | 4-10 | >10  |
| Radiatori su parete esterna isolata <sup>1)</sup>                              | 0,98   | 0,97 | 0,95 |
| Radiatori su parete interna  | 0,96   | 0,95 | 0,92 |
| Ventilconvettori <sup>2)</sup><br>(valori riferiti a $t_{media}$ acqua = 45°C) | 0,96   | 0,95 | 0,94 |
| Termoconvettori  | 0,94   | 0,93 | 0,92 |
| Bocchette in sistemi ad aria calda <sup>3)</sup>                               | 0,94   | 0,92 | 0,90 |
| Pannelli annegati a pavimento  | 0,99   | 0,98 | 0,97 |
| Pannelli annegati a soffitto   | 0,97   | 0,95 | 0,93 |
| Pannelli a parete  | 0,97   | 0,95 | 0,93 |
| Riscaldatori ad infrarossi   | 0,99   | 0,98 | 0,97 |

# SOSTENIBILITA'

In Italia vengono installati circa 9.000.000 di mq di sistemi radianti a pavimento ogni anno

Quanti TIR sono necessari al trasporto dei massetti?

**MASSETTI TRADIZIONALI**  
**35.000 TIR**



**MASSETTI BASSO SPESSORE**  
**17.000 TIR**



- **3.300.000 km risparmiati** (tratta da 100km)
- **>2.000 tonnellate di CO<sub>2</sub> risparmiate**

# CONCLUSIONI

*Fino a ieri la componente Massetto non ha mai rappresentato motivo di valutazione tecnica sulla efficienza di un impianto radiante.*

*Oggi, invece, possiamo affermare che:*

## LA VERA EFFICIENZA PASSA DAL MASSETTO

**KNAUF**



**KNAUF**





Grazie per l'attenzione  
[www.anit.it](http://www.anit.it)

Ing. Valerio Gulia  
Project Manager  
Lazio/Umbria/Molise  
[valerio.gulia@knauf.com](mailto:valerio.gulia@knauf.com)  
+39 335 69 87 932



Diritti d'autore: la presentazione è proprietà intellettuale dell'autore e/o della società da esso rappresentata. Nessuna parte può essere riprodotta senza l'autorizzazione dell'autore.