



**CODICE DI BUONA PRATICA  
PER LA PROGETTAZIONE E IL CONTROLLO  
DEI MASSETTI E DEI PAVIMENTI**

Rev. 04/2021

# Sommario

---

1	Obiettivi del documento .....	5
2	Campo di applicazione .....	5
3	Riferimenti normativi e bibliografici .....	6
4	Definizioni.....	8
5	Classificazioni dei massetti di supporto .....	10
5.1	Generalità .....	10
5.2	Classificazione in base all'ubicazione.....	10
5.3	Classificazione in base alla tipologia costruttiva .....	10
5.4	Classificazione in base al tipo di pavimentazione.....	15
5.5	Classificazione in base alla tipologia di legante.....	15
5.6	Classificazione in base alla consistenza .....	15
5.7	Classificazione in base alla tipologia di confezionamento.....	16
5.8	Classificazione in base alla massa volumica.....	17
6	Caratteristiche prestazionali .....	18
6.1	Livello fessurativo.....	18
6.2	Umidità residua .....	18
6.3	Spessore.....	20
6.4	Quota (pendenze) .....	26
6.5	Planarità.....	27
6.6	Prestazioni meccaniche .....	28
6.7	Levigatezza.....	33
6.8	Stabilità della quota del piano finito realizzato .....	33
6.9	Posa della pavimentazione .....	33
7	Materiali costituenti.....	34
8	Progettazione: Analisi delle situazioni iniziali e definizione delle prescrizioni .....	35
8.1	Generalità .....	35
8.2	Funzioni.....	35
8.3	Requisiti del sottofondo.....	37
8.4	Armatura.....	40
8.5	Giunti.....	41
8.6	Freno al vapore.....	46
8.7	Pannelli isolanti termici e acustici.....	46
9	Lavorazioni.....	47
9.1	Posa in condizioni climatiche estreme .....	47

10	Prove e controlli .....	48
10.1	Premessa.....	48
10.2	Controllo del materiale per massetti.....	48
10.3	Controllo del prodotto al momento del getto .....	48
10.4	Ispezione di fine lavori.....	49
Allegato A.....		50
Allegato B.....		56
Allegato C.....		57
Allegato D.....		60
Allegato E .....		61
Allegato F .....		62
Allegato G.....		64
Allegato H.....		68

## Premessa

---

Fino agli anni '90 la posa del massetto, allora definito "battuto" o "magrone", e della pavimentazione ceramica (bi-cottura prima e monocottura dopo) venivano realizzate dalla medesima squadra di posatori: le figure professionali del "piastrellista" e del "massettista" coincidevano. Successivamente, con la progressiva diffusione del gres porcellanato e degli adesivi, le pose del massetto e della finitura avvengono separatamente da operatori sempre più specializzati.

Con gli anni, quindi, **una nuova figura professionale** ha cominciato a delinearsi nella produzione e messa in opera di massetti, dotandosi di laboratori tecnologici interni o esterni alla propria organizzazione per la progettazione delle miscele, investendo in sofisticate macchine automatiche per il loro confezionamento e pompaggio. Ha affrontato e risolto in cantiere la compatibilità del massetto con il recente avvento dell'isolamento termico ed acustico delle civili abitazioni, del riscaldamento/raffreddamento a pavimento, delle nuove generazioni di finiture ceramiche, lapidee, lignee, resilienti e resinose.

Oggi la quasi totalità dei massetti è realizzata **da professionisti in grado di guidare i progettisti e le imprese nella realizzazione in cantiere del pavimento (o sistema pavimento)**, cioè di tutta la stratigrafia compresa tra il solaio ed il rivestimento, adeguandolo agli specifici vincoli di cantiere.

Negli ultimi anni i rappresentanti di questa categoria iscritti a Conpaviper hanno deciso di convogliare in un unico documento le informazioni sparpagliate in numerose norme e documenti tecnici nazionali ed internazionali, il "*Codice di Buona Pratica per la progettazione, l'esecuzione e il controllo dei massetti*". Il documento è stato poi aggiornato due volte.

Con la quarta revisione del documento, gli associati Conpaviper hanno deciso di fare un ulteriore passo avanti: travasare le proprie conoscenze tecniche di cantiere trasformandole in **caratteristiche misurabili ed oggettive** ottenute dopo due anni di prove di cantiere realizzate su numerose tipologie di pavimenti.

La rev. 04 Codice di Buona Pratica presenta numerose modifiche radicali rispetto a quella precedente: il documento non tratta solo di **massetto di supporto** ma con una visione operativa **approfondisce l'intera stratigrafia del pavimento**, introduce la funzione del progettista del sistema pavimento, apre all'utilizzo di massetti leggeri, fornisce requisiti per i sottofondi e parametri certi rilevabili da prove meccaniche eseguite in cantiere.

Antonino Badalucco  
Coordinatore della *Sezione Massetti di Conpaviper*

## Proprietà del documento

---

Il presente documento è stato messo a punto da un Gruppo di Lavoro composto da Associati CONPAVIPER e la proprietà esclusiva è di CONPAVIPER.

Il documento è stato completato il giorno 18 marzo 2021.

## 1 Obiettivi del documento

Il presente Codice fornisce le specifiche tecniche e procedure per la corretta progettazione e controllo del Sistema Pavimento.

In particolare, il Codice definisce i parametri tecnici utili per la **progettazione ed il controllo dei massetti di supporto e dei pavimenti per interni e per esterni**.

## 2 Campo di applicazione

Le specifiche tecniche, le raccomandazioni e i suggerimenti contenuti nel presente Codice di Buona Pratica si applicano ai massetti di supporto da utilizzare nella costruzione di pavimenti interni ed esterni, e specificatamente ai:

- massetti di supporto cementizi (CT in conformità alla norma EN 13813),
- massetti di supporto a base di solfato di calcio (CA in conformità alla norma EN 13813)

destinati alla posa di pavimentazioni: parquet e pavimentazioni di legno, piastrellature ceramiche, rivestimenti lapidei, resinosi, resilienti, laminati e tessili. Il presente documento si applica ai massetti di nuova costruzione.

Il presente documento definisce le regole di progettazione e di posa del Sistema Pavimento, cioè di tutti gli strati compresi tra il solaio e la pavimentazione finale, in funzione dei vincoli geometrici di cantiere e delle caratteristiche fisiche, meccaniche e geometriche delle parti che compongono il sistema.

Il presente documento introduce la figura del Progettista del Sistema Pavimento responsabile dell'applicazione delle istruzioni in esso riportate.

Il presente documento non si applica per il calcolo dei parametri termici e acustici degli elementi che compongono il sistema (massetti, rivestimenti, sottofondi, strati isolanti e resilienti) rimandando alla documentazione specializzata.

Le prescrizioni contenute nel presente Codice non sono estendibili alle seguenti tipologie di massetto:

- Massetti strutturali
- Massetti a secco
- Massetti a base di Calce o Magnesite
- Massetti bituminosi
- Pavimenti industriali

### 3 Riferimenti normativi e bibliografici

Il presente Codice rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e vengono di seguito elencati.

Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni, valgono unicamente se introdotte nel presente Codice come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati, vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

- UNI 8298-1 Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto.
- UNI 10329 Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.
- UNI 10827 Massetti. Rivestimenti in legno per pavimentazioni. Determinazione della resistenza meccanica alle sollecitazioni parallele al piano di posa
- UNI 11516 Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l'isolamento acustico.
- UNI 11368-1 Pavimentazioni in legno. Posa in opera – Criteri e metodi di valutazione. Parte 1: Posa mediante incollaggio.
- UNI 11368-2 Pavimentazioni in legno. Posa in opera – Criteri e metodi di valutazione. Parte 2: Posa flottante.
- UNI 11470 Coperture discontinue. Schermi e membrane traspiranti sintetiche. Definizione, campo di applicazione e posa in opera
- UNI 11493 Piastrellature ceramiche a pavimento e a parete. Parte 1\_Istruzioni per la progettazione, l'installazione e la manutenzione.
- UNI 11515-1 Rivestimenti resilienti e laminati per pavimentazioni. Parte 1\_Istruzioni per la progettazione, la posa e la manutenzione.
- UNI EN ISO 11855-5 Progettazione dell'ambiente costruito - Progettazione, dimensionamento, installazione e controllo dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento radianti integrati - Parte 5: Installazione.
- UNI EN 196-1 Metodi di prova dei cementi - Parte 1: Determinazione delle resistenze meccaniche.
- UNI EN 826 Isolanti termici per l'edilizia - Determinazione del comportamento a compressione.
- UNI EN 1264-4 Installazione – Parte 4: Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture.
- UNI EN 1542 Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Misurazione dell'aderenza per trazione diretta
- UNI EN 13318 Massetti e materiali per massetti – Definizioni.
- UNI EN 13813 Massetti e materiali per massetti – Materiali per massetti - Proprietà e requisiti.
- UNI EN 13892-1 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 1: campionamento, confezionamento e maturazione dei provini.
- UNI EN 13892-2 Metodi di prova dei materiali per massetti - Parte 2: determinazione della Resistenza a flessione e a compressione.

- UNI EN 13892-8 Metodi di prova dei materiali per massetti - Determinazione della forza di adesione.
- Il parquet, dal progetto alla posa in opera. A.I.P.P.L. Prima edizione aprile 2009.

## 4 Definizioni

Ai fini del presente Codice si applicano i termini e le definizioni di cui alla UNI EN 13318.  
Per i termini non indicati nella suddetta norma si applicano i termini e le definizioni seguenti:

- 4.1 Committente:** colui che sottoscrive il contratto di fornitura/appalto con il Posatore del massetto.
- 4.2 Progettista del Sistema Pavimento:** è colui che stabilisce i parametri contenuti nel presente Codice prendendosi la responsabilità delle scelte progettuali.
- 4.3 Cono di Hagerman:** tronco di cono per le prove di spandimento con diametri delle due basi di 100 mm e 70 mm e altezza di 60 mm. Volume: 344 mm<sup>3</sup>. In mancanza del cono, per eseguire spandimenti di massetti autolivellanti e livelline, è possibile usare un tubo con diametro interno di 80 mm e altezza 68,4 mm.
- 4.4 Elemento di discontinuità:** elemento strutturale o architettonico che interrompe la continuità orizzontale del massetto: pilastri, muri, chiusini o caditoie.
- 4.5 Impianto radiante:** impianto di riscaldamento/raffreddamento inglobato nel massetto (tipo A EN 1264-1 e UNI EN ISO 11855-5) o nel pannello (tipo B).
- 4.6 Massetto di supporto o massetto:** 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.
- Ha una granulometria generalmente inferiore a 4 mm. Nei massetti semi-umidi, per realizzare spessori più elevati, si possono utilizzare aggregati con dimensione massima fino a 8 mm.
- 4.7 Massetto radiante a basso spessore:** massetto su impianti radianti di tipo A in cui lo spessore minimo, in corrispondenza della tubazione dell'impianto, è inferiore a 3 cm.
- 4.8 Membrana desolidarizzante:** strato, spesso di natura polimerica, utilizzato come supporto nelle piastrellature ceramiche con diverse funzioni, tra cui quelle più diffuse sono: impermeabilizzazione, desolidarizzazione, distribuzione dei carichi e freno al vapore.
- 4.9 Pavimentazione o strato di finitura o finitura o rivestimento:** strato di finitura/usura posato sul massetto.
- 4.10 Primer:** materiale fluido, impiegato ove richiesto, avente la funzione di rendere idonea la superficie alla posa dello strato successivo.
- 4.11 Quota del piano finito:** quota della pavimentazione riportata sui muri traslata verso l'alto di 1000 mm. È definita dal Progettista ed è il riferimento con cui vengono definiti i parametri essenziali per l'esecuzione degli interni degli edifici: scale, soglie, piatti doccia, vani ascensore, altezza dei soffitti compatibili con l'abitabilità, posizionamento dei telaiacci delle porte.
- 4.12 Sistema Pavimento o pavimento:** totalità degli strati che si interpongono tra il solaio e la finitura: massetto, sottofondo, pavimentazione, strati di isolamento termico e/o acustico, strati di compensazione e/o alleggerimento, freni al vapore, impianti di riscaldamento/raffreddamento, riempimenti per copertura di servizi.
- 4.13 Sottofondo o massetto di sottofondo:** supporto del massetto: può essere composto da più strati. È parte integrante del Sistema Pavimento. I sottofondi possono essere classificati per massa volumica (misurata allo stato indurito):
- Superleggeri: < 200 kg/m<sup>3</sup>
  - Leggeri: 200 kg/m<sup>3</sup> ≤ e < 800 kg/m<sup>3</sup>

- Alleggeriti:  $800 \text{ kg/m}^3 \leq e < 1.800 \text{ kg/m}^3$
- Pesanti:  $\geq 1.800 \text{ kg/m}^3$

**4.14 Strato resiliente:** strato di desolidarizzazione tra massetto e gli elementi sottostanti del Sistema Pavimento, in grado di ridurre la trasmissione di vibrazioni (calpestio) (vedi norma UNI 11516 *materiale resiliente*).

**4.15 Supporto:** strato su cui poggia il Sistema Pavimento (solaio, vecchia pavimentazione, ecc). Coincide col sottofondo quando supporta direttamente il massetto.

**4.16 Vincoli di quota:** quote effettive rilevate in cantiere delle soglie, porte, vano ascensore, scarichi, altezza minima del soffitto, piatti doccia, scale e simili che vincolano la quota e quindi lo spessore del massetto.

## 5 Classificazioni dei massetti di supporto

### 5.1 Generalità

I massetti di supporto si distinguono in base a parametri determinati dalla posizione, dalla tipologia costruttiva, dai materiali, dalle modalità di confezionamento, dalla destinazione d'uso, dal tipo pavimentazione che dovrà supportare e dal ruolo funzionale all'interno del Sistema Pavimento.

### 5.2 Classificazione in base all'ubicazione

**5.2.1 Massetti interni:** massetti relativi a pavimentazioni all'interno di edifici protette dagli agenti esterni (pioggia, neve, insolazione, umidità e temperature estreme).

**5.2.2 Massetti esterni:** massetti relativi a pavimentazioni eseguite all'esterno: piazzali, terrazzi e balconi, percorsi pedonali soggetti agli agenti esterni.

### 5.3 Classificazione in base alla tipologia costruttiva

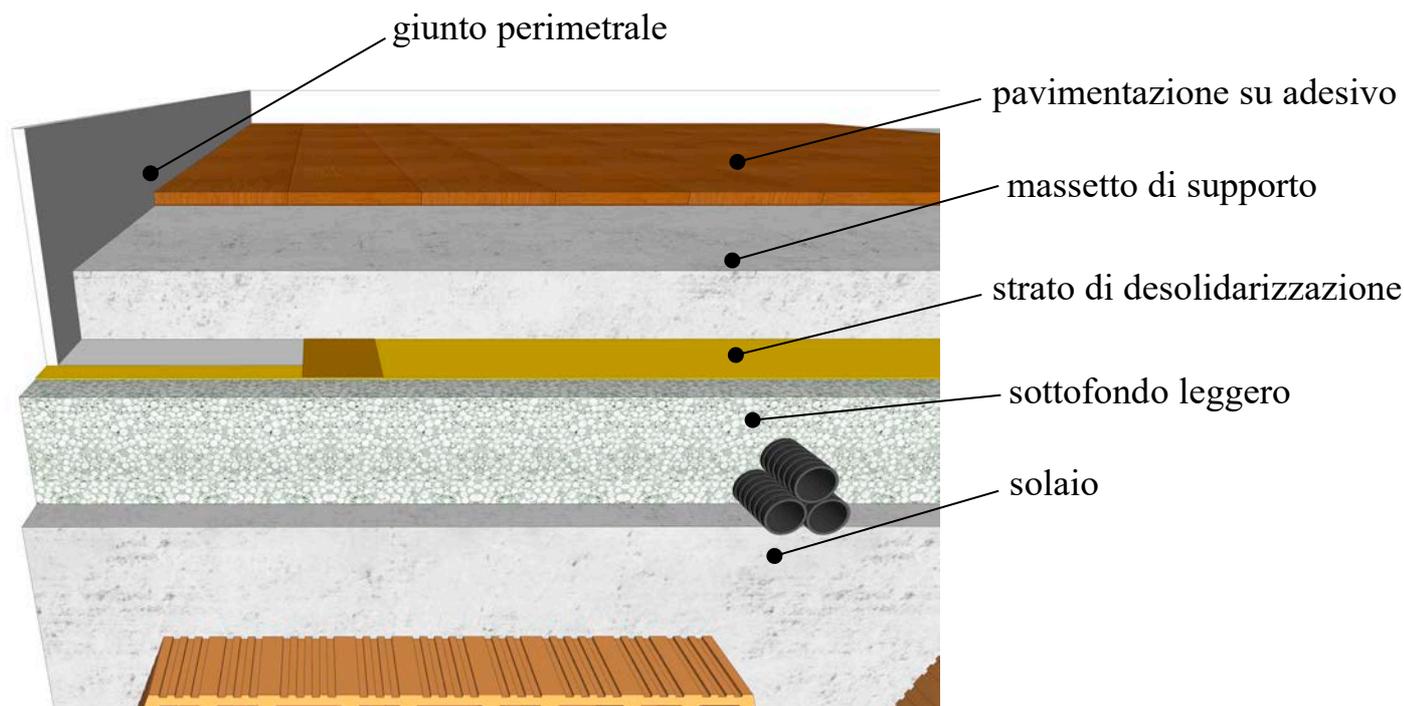
#### 5.3.1 Massetti non aderenti o desolidarizzati

I massetti desolidarizzati sono quelli realizzati interponendo tra il massetto e il sottofondo uno strato separatore orizzontale e posizionando lungo il perimetro delle pareti e intorno alle strutture in elevazione uno strato di materiale comprimibile.

Tale modalità di realizzazione consente di svincolare la pavimentazione dalle deformazioni della struttura, quali per esempio assestamenti, contrazioni per ritiro igrometrico, dilatazioni termiche, cedimenti strutturali di modesta entità. Se opportunamente dimensionato, lo strato separatore crea una barriera efficace e durevole che impedisce la risalita di umidità dal sottofondo, oppure evita che l'acqua d'impasto del massetto venga assorbita dal sottofondo.

Nel caso che il sottofondo non possa essere considerato "sufficientemente rigido" ai fini del dimensionamento del Sistema Pavimento, allora il massetto si considera galleggiante (paragrafo 5.3.2).

Il presente Codice ritiene "sufficientemente rigidi" i seguenti sottofondi: solaio, massetto pesante, pavimento, sottofondo pesante, alleggerito e leggero con massa volumica superiore a  $300 \text{ kg/m}^3$  per le pavimentazioni ceramiche, lapidee e lignee e superiore a  $800 \text{ kg/m}^3$  per le pavimentazioni resinose, resilienti, laminate e tessili.



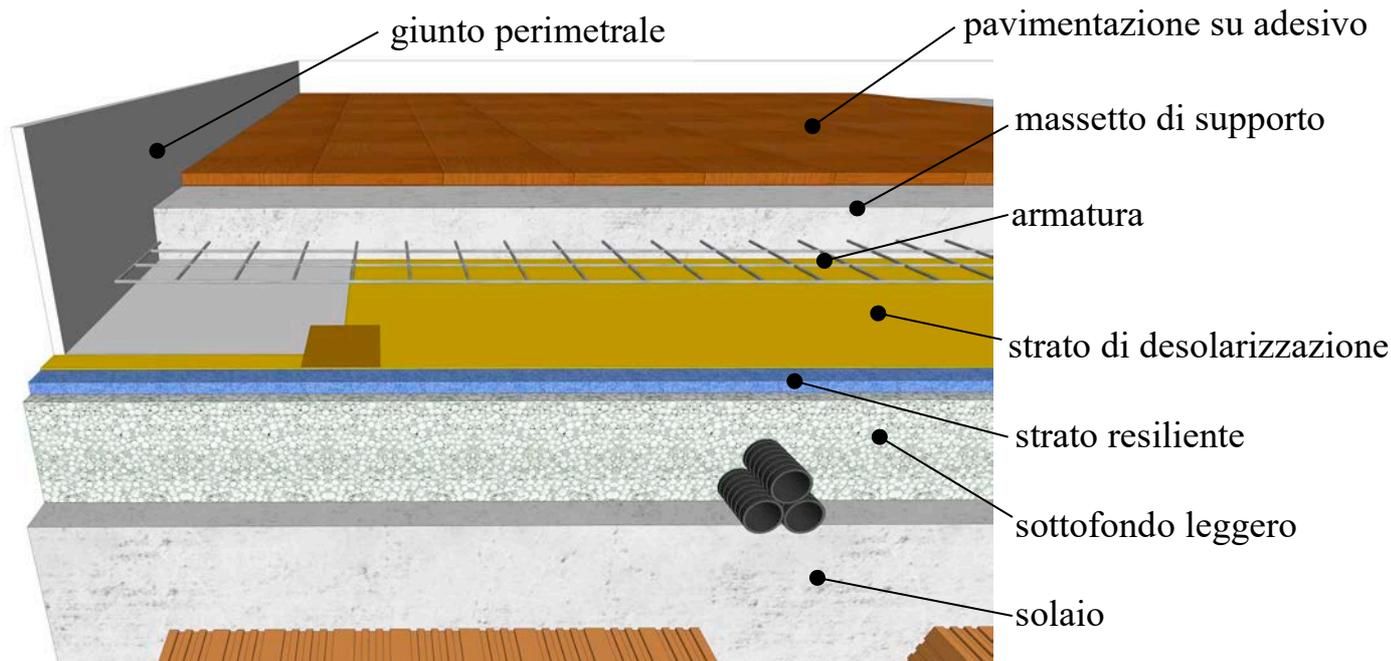
*Fig. 1 – Esempio di massetto desolidarizzato su sottofondo leggero*

### 5.3.2 Massetti galleggianti

I massetti galleggianti sono quelli posati su uno strato di isolamento termico e/o acustico e completamente separati da altri elementi dell'edificio quali pareti e strutture in elevazione. In questo caso lo spessore del massetto deve essere dimensionato in relazione alle caratteristiche di comprimibilità degli strati sottostanti.

Nel perimetro di ogni elemento di discontinuità del massetto deve essere presente una striscia perimetrale comprimibile che permetta i movimenti del massetto.

Dal punto di vista del dimensionamento del Sistema Pavimento, il presente Codice considera massetti galleggianti anche i massetti aderenti e desolidarizzati i cui sottofondi non rientrano nei parametri definiti nei paragrafi 5.3.1 e 5.3.4.



*Fig. 2 – Esempio di massetto galleggiante su strato resiliente*

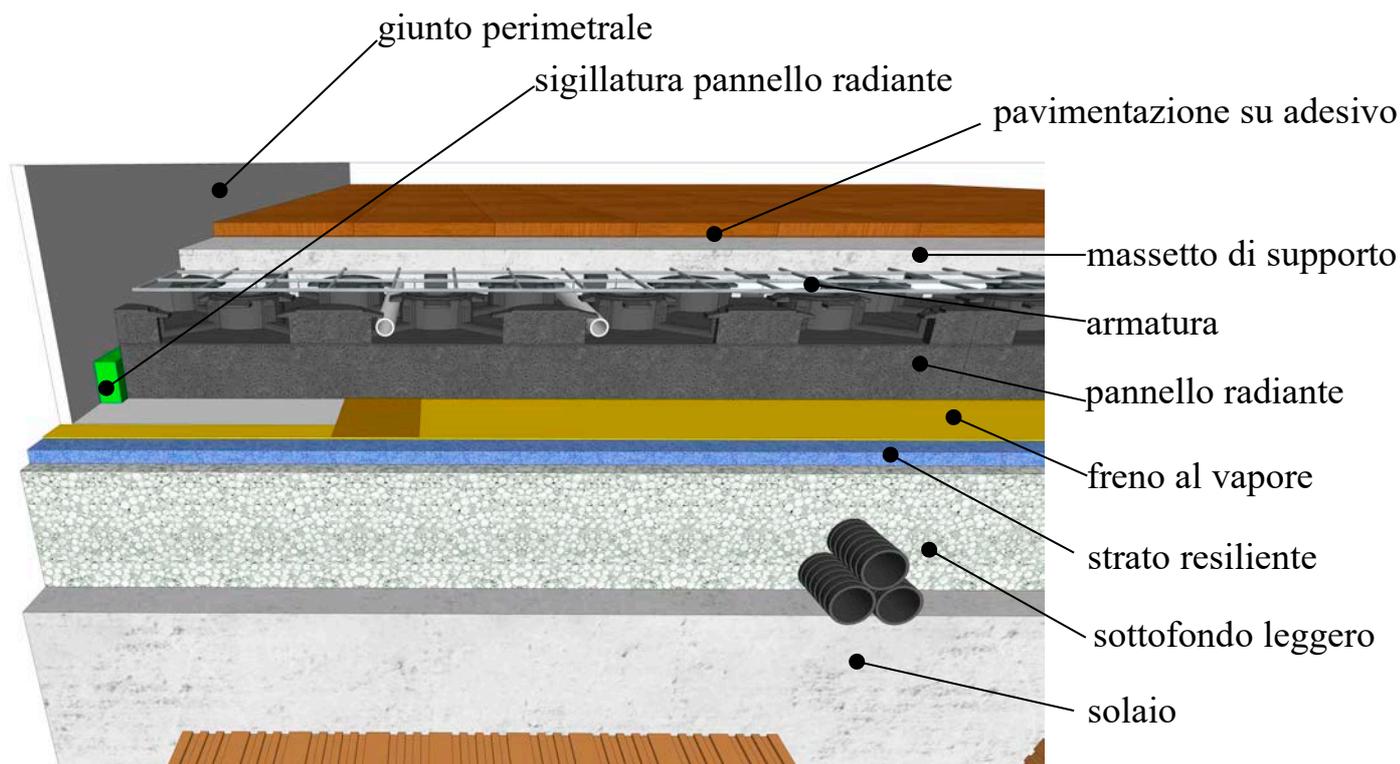
### 5.3.3 Massetti con riscaldamento/raffrescamento (radianti)

I massetti con impianti radianti tipo A UNI EN 1264-1 e UNI EN ISO 11855-5 sono assimilabili a massetti galleggianti che incorporano nello spessore elementi riscaldanti/raffrescanti (tubazioni in materiale plastico o serpentine elettriche).

I massetti con impianti radianti tipo B UNI EN 1264-1 e UNI EN ISO 11855-5 sono assimilabili a massetti galleggianti che non incorporano nello spessore elementi riscaldanti/raffrescanti ma che sono contenuti nei sottostanti pannelli radianti. Quest'ultimi non sono presi in considerazione nel presente Codice se non altrimenti specificato. Nel perimetro di ogni ambiente deve essere presente una striscia perimetrale comprimibile che permetta le dilatazioni del massetto. Lo strato separatore avente funzione di freno al vapore deve essere posizionato al di sotto del pannello isolante del sistema radiante.

Si definiscono massetti radianti ribassati massetti con spessore minimo inferiore a quello previsto dalle norme UNI EN 1264-4 e UNI EN ISO 11855-5, ovvero 3 cm sulla tubazione. Nel presente Codice vengono presi in considerazione esclusivamente nell'Allegato G.

Nell'Allegato H sono riportati esempi dei più comuni errori nella posa degli impianti radianti con le relative proposte di correzione.



*Fig. 3 – Esempio di massetto radiante su strato resiliente*

### 5.3.4 Massetti aderenti

Tali massetti sono quelli realizzati in aderenza al sottofondo con impiego di appositi promotori di adesione (boiaccia a base di acqua, legante e lattice o resina epossidica), se non diversamente indicato dal Progettista del Sistema Pavimento.

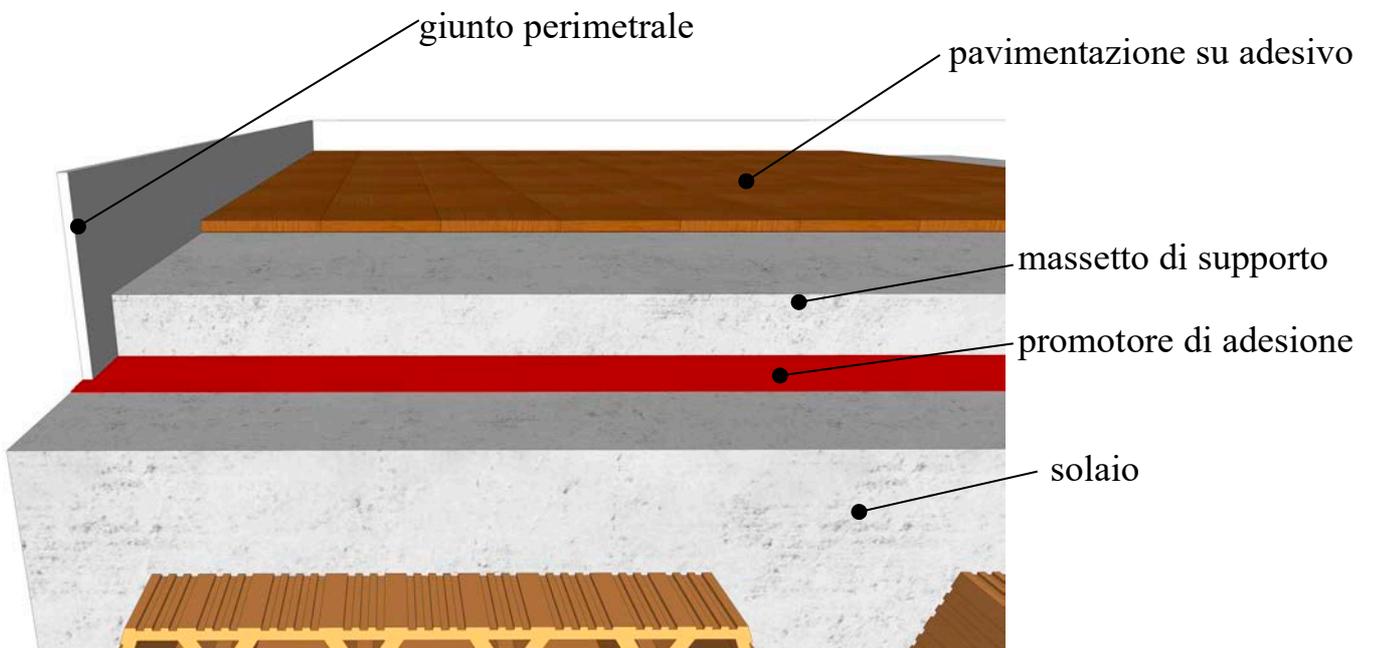
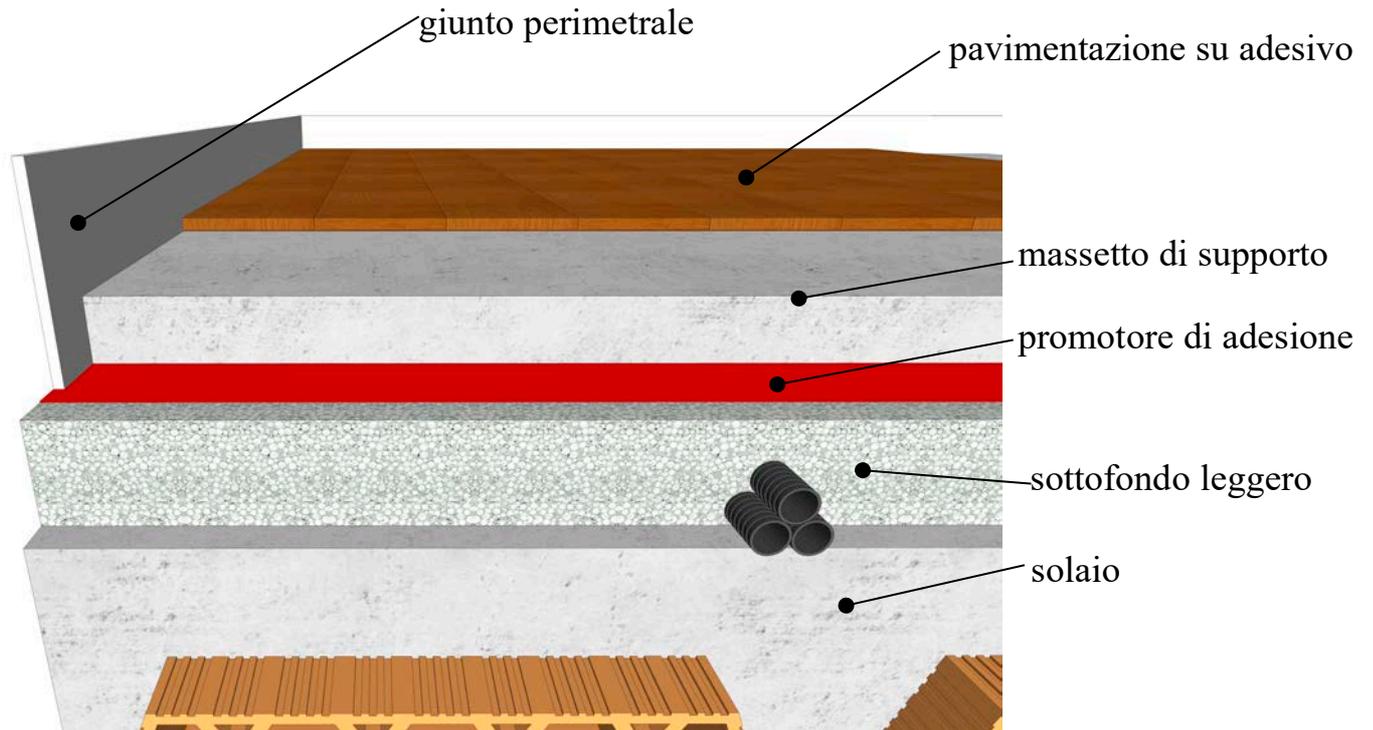
I massetti aderenti devono essere cementizi o a base di leganti speciali. Possono essere a base anidrite se si utilizzano appositi primer.

I massetti aderenti, oltre ad essere idonei per la posa di piastrelle ceramiche, possono essere impiegati per la posa del parquet, delle pavimentazioni di legno, dei rivestimenti resinosi e resilienti purché siano verificate da parte dal Progettista del Sistema Pavimento le condizioni seguenti:

- sottofondo stagionato e asciutto;
- assenza di umidità di risalita dagli strati sottostanti;
- assenza di materiali igroscopici in corrispondenza del sottofondo.

Massetti di questo tipo possono essere realizzati esclusivamente su supporti meccanicamente resistenti e “sufficientemente rigidi” ai fini del dimensionamento del Sistema Pavimento, altrimenti si considerano galleggianti (paragrafo 5.3.2).

Il presente codice per questa tipologia di massetti ritiene “sufficientemente rigidi” i seguenti sottofondi: solaio, massetto pesante, pavimento, sottofondo pesante, alleggerito e leggero con massa volumica superiore a  $800 \text{ kg/m}^3$  per le pavimentazioni ceramiche, lapidee e lignee e superiore a  $1.800 \text{ kg/m}^3$  per le pavimentazioni resinose, resilienti, laminate e tessili.



*Fig. 4 – Due esempi di massetto aderente al sottofondo*

## 5.4 Classificazione in base al tipo di pavimentazione

Nel presente Codice vengono considerate le pavimentazioni di seguito riportate.

- parquet e pavimentazioni in legno
- piastrellatura ceramica
- rivestimenti resilienti, laminati e tessili
- rivestimenti lapidei
- rivestimenti resinosi

Nella progettazione del Sistema Pavimento occorre necessariamente stabilire il tipo di pavimentazione al fine di definire le prestazioni e le prescrizioni relative ai massetti di supporto da porre in opera. Nel caso in cui il tipo di pavimentazione dovesse variare in corso d'opera, si dovrà verificare l'idoneità del sistema progettato alla nuova finitura.

Il presente Codice definisce le proprietà e le caratteristiche prestazionali minime dei massetti destinati alla posa mediante incollaggio di:

- parquet, pavimentazioni di legno, per interni
- rivestimenti resilienti, laminati, tessili e resinosi per interni,
- pavimentazioni ceramiche e lapidee per interni ed esterni.

La posa della pavimentazione deve avvenire solo su massetti stagionati.

## 5.5 Classificazione in base alla tipologia di legante

### 5.5.1 A base di solfato di calcio (CA in conformità alla norma EN 13813)

Tali massetti sono prodotti impiegando una miscela di anidrite (minerale formato da solfato di calcio anidro), naturale o sintetica macinata finemente. Il prodotto di idratazione è il gesso.

### 5.5.2 A base cementizia o prodotti speciali (CT in conformità alla norma EN 13813)

Tali massetti sono prodotti impiegando leganti o miscele di leganti a base di cemento. I prodotti di idratazione principali sono silicati idrati, ettringite, idrossido di calcio.

Se non debitamente specificato, le prescrizioni di seguito riportate valgono sia per i massetti cementizi (CT) che a base di solfato di calcio (CA).

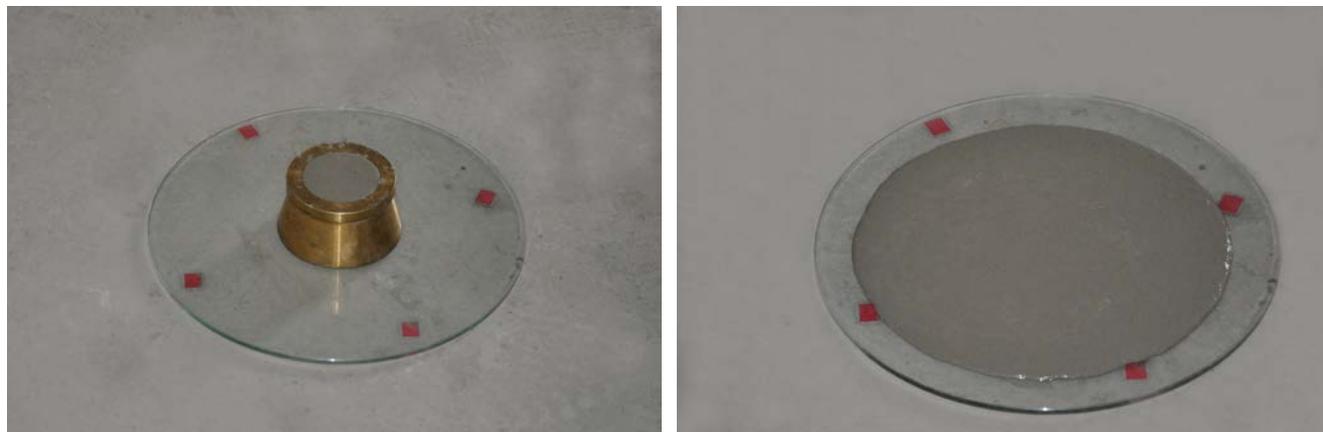
## 5.6 Classificazione in base alla consistenza

### 5.6.1 Massetto semi-umido

È costituito da una miscela di componenti con basso contenuto di acqua e legante con lavorabilità molto bassa. La consistenza semi-umida è molto simile a quella di una sabbia umida. Non ci sono sistemi di misurazione in cantiere che consentano di rilevarla con precisione, nonostante sia di fondamentale importanza in quanto influenza la facilità di compattazione e quindi le prestazioni meccaniche del massetto. In questi casi l'esperienza del posatore e la corretta progettazione della miscela consentono di ottimizzare questo parametro. Nella messa in opera, la compattazione gioca un ruolo determinante sulla prestazione finale del massetto.

### 5.6.2 Massetto autolivellante

È costituito da una malta che allo stato fresco si presenta molto fluida. La misura della fluidità è lo spandimento, effettuato col cono di Hagerman, e generalmente si aggira intorno a 25 cm. Unitamente alla fluidità, il massetto autolivellante deve presentare elevata viscosità che impedisca fenomeni di segregazione.



*Fig. 5 – Prova di spandimento con cono di Hagerman di un massetto autolivellante*

### 5.6.3 Livellina

Generalmente si definisce col nome di livellina, un particolare prodotto autolivellante ad elevatissima fluidità e viscosità con elevate prestazioni meccaniche generalmente utilizzato a basso spessore in aderenza su superfici di sottofondi o massetti per il ripristino della planarità o della resistenza superficiale. Negli ultimi anni trovano applicazione nei massetti radianti ribassati (Allegato G).

## 5.7 Classificazione in base alla tipologia di confezionamento

### 5.7.1 Massetti tradizionali

Massetti i cui componenti, selezionati e controllati come qualità, sono dosati e miscelati in cantiere con processo non automatizzato. La perizia e la conoscenza delle materie prime da parte delle maestranze è fondamentale nella confezione del massetto.

### 5.7.2 Massetti preconfezionati

Massetti i cui componenti, selezionati e controllati come qualità, sono dosati e miscelati in cantiere con idonee attrezzature ed è prodotto secondo un processo automatizzato, predefinito, controllato e ripetibile.



*Fig. 6 – Esempio di impianto per la miscelazione e il pompaggio di massetti preconfezionati*

### **5.7.3 Massetti premiscelati**

Massetti i cui componenti, selezionati e controllati come qualità, sono dosati e miscelati in stabilimento. Il massetto premiscelato è fornito in cantiere dove è miscelato con acqua secondo le indicazioni del fabbricante.

### **5.7.4 Massetti predosati**

Massetti i cui componenti, selezionati e controllati come qualità, sono dosati in stabilimento e miscelati in cantiere con acqua e/o altri componenti secondo le indicazioni del fabbricante.

I componenti del massetto predosato possono essere forniti in una o più sezioni separate della stessa confezione. A differenza del massetto premiscelato, nel massetto predosato si impasta l'intera confezione.

## **5.8 Classificazione in base alla massa volumica**

### **5.8.1 Massetti pesanti**

Massetti con massa volumica in opera superiore a  $1.800 \text{ kg/m}^3$  e con classi di resistenza minima C5 e F1 (EN 13813).

### **5.8.2 Massetti leggeri**

Massetti con massa volumica in opera compresa tra  $800$  e  $1.800 \text{ kg/m}^3$  e con classi di resistenza minima C5 e F1 (EN 13813).

## 6 Caratteristiche prestazionali

La prescrizione dei massetti di supporto riguarda le seguenti caratteristiche prestazionali:

- 6.1 Livello fessurativo
- 6.2 Umidità residua
- 6.3 Spessore
- 6.4 Quota
- 6.5 Planarità
- 6.6 Prestazioni meccaniche
- 6.7 Levigatezza
- 6.8 Stabilità della quota del piano finito realizzato
- 6.9 Posa della pavimentazione

### 6.1 Livello fessurativo

È buona norma ridurre al minimo il numero di fessure di un massetto di supporto e in particolare la loro ampiezza: una limitata presenza di fessure non pregiudica la qualità di un massetto se queste sono di ampiezza contenuta e, nel caso, se si interviene sigillandole con resine epossidiche o similari.

Le fessure infatti possono essere definite giunti naturali che il massetto crea nei punti in cui i carichi di trazione a cui è sottoposto superano la propria resistenza a trazione. Ciò accade più frequentemente nelle zone in cui gli spostamenti del massetto dovuti al ritiro termico ed igrometrico sono impediti dagli elementi che ne delimitano i confini (soglie, pilastri, spigoli, variazione di spessore del sottofondo, geometria complessa). La formazione di fessure può essere inoltre imputata a carichi elevati, alla deformazione del sottofondo o dalla permanenza del massetto a contatto con l'ambiente prima della posa dello strato di finitura o ad una stagionatura non adeguata.

Le fessure, come i giunti, possono modificare la propria ampiezza in funzione degli spostamenti che subisce il massetto.

In presenza di fessure, dunque, per evitare che questo movimento possa coinvolgere il rivestimento finale del pavimento, è necessario – previa adeguata valutazione - intervenire sigillandole rigidamente. Andranno quindi pulite e riparate con apposite resine penetranti epossidiche o similari. La sigillatura deve essere effettuata dopo che il massetto è stato stagionato ed ha subito l'eventuale ciclo di pre-accensione, poco prima dell'applicazione della pavimentazione.

### 6.2 Umidità residua

Prima che qualsiasi tipo di pavimentazione sia posata sul massetto, è essenziale verificare che la sua umidità residua non superi i limiti consentiti dal tipo di rivestimento previsto. Peraltro va considerato che la stima dei tempi di asciugatura è necessariamente approssimativa, poiché l'essiccazione è influenzata dalle condizioni ambientali, dalle caratteristiche della miscela e dei singoli componenti, dallo spessore e dalla finitura superficiale, dalla quantità d'acqua d'impasto e di legante e dalla posizione del massetto (interno-esterno).

Il Progettista del Sistema Pavimento definisce quando posare la finitura. L'umidità residua del massetto deve essere determinata mediante la misurazione effettuata con sistema chimico (igrometro a carburo di calcio su un campione frantumato di 50g per i CT e 100g per i CA), secondo quanto prescritto nella norma UNI 10329. Tale norma prevede la rimozione di un quantitativo di massetto rappresentante di tutto il suo spessore, l'inserimento in un sacchetto di plastica, la frantumazione con l'utilizzo di adeguata mazzetta, la miscelazione e quindi il campionamento del materiale da inserire nell'igrometro. Si consiglia di effettuare la prova muniti di guanti e fascia tergi-sudore per evitare di inquinare il campione di prova.

È importante considerare che il risultato della misurazione dell'umidità dipende dall'acqua residua d'impasto, assorbita dall'ambiente, di risalita dal sottofondo e da bagnature accidentali intervenute dopo la realizzazione del massetto.

Si riportano nel Prospetto 1 i valori massimi dell'umidità residua ( $CM\%_{max}$ ) rilevata in tutto lo spessore del massetto con igrometro al carburo di calcio in funzione del tipo di finitura previsto.

Il massetto deve essere adeguatamente protetto da eventuali apporti di umidità provenienti tanto dall'ambiente quanto dagli strati sottostanti, dal contatto accidentale con acqua e dalla formazione di acqua di condensa. Particolare attenzione va posta ai rivestimenti resinosi, dove il valore di umidità accettabile dipende molto dal tipo di sistema resinoso che si deve applicare.

È competenza del posatore del rivestimento verificare il valore di umidità residua presente nel massetto prima della posa del rivestimento.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso di massetti per esterni in quanto esposti direttamente alle azioni ambientali.

Nel caso in cui i valori di umidità residua non siano rispettati, è necessario procedere con l'attività di asciugatura fisica del massetto in adeguate condizioni ambientali, fino al raggiungimento dei valori prescritti.

In alcuni casi, per i massetti cementizi, è però possibile intervenire con applicazione di primer in grado di creare una barriera contro il passaggio di umidità o utilizzare membrane desolidarizzanti.

**Prospetto 1** - Valori massimi dell'umidità residua ( $CM\%_{max}$ ) del massetto rilevata con igrometro al carburo di calcio in funzione del tipo di finitura previsto.

Tipo di rivestimento $CM\%_{max}$	Massetti a base cementizia o leganti speciali		Massetti a base di solfato di calcio	
	Senza impianto radiante	Con impianto di radiante*	Senza impianto radiante	Con impianto radiante*
Piastrellatura ceramica interna	4,0 CM%	3,0 CM%	0,5 CM%	0,3 CM%
Lapideo interno	4,0 CM%	3,0 CM%	0,5 CM%	0,3 CM%
Piastrellatura ceramica esterna	4,0 CM%			
Lapideo esterno	4,0 CM%			
Parquet e pavimento in legno	2,0 CM%	2,0 CM%	0,5 CM%	0,2 CM%
Resiliente, laminato e tessile	2,0 CM%	2,0 CM%	0,5 CM%	0,2 CM%
Resinoso**	2,0-4,0 CM%	2,0 CM%	0,5 CM%	0,2 CM%
*Misurazione effettuata dopo il ciclo di prima accensione in modalità riscaldamento. **In funzione del tipo di resina.				

Per i massetti leggeri (con massa volumica nominale inferiore a  $1.800 \text{ kg/m}^3$ ) è possibile misurare l'umidità residua utilizzando l'igrometro al carburo. Tuttavia, per tenere conto della massa volumica inferiore rispetto ai massetti pesanti, occorre valutare il valore dell'umidità espressa come contenuto volumetrico di umidità residua.

Per cui il contenuto di acqua libera (umidità residua) del massetto per unità di volume (litri/m<sup>3</sup>) deve essere per i massetti leggeri:

$$\frac{CM\%_{igr} \times MV}{1.800} \leq CM\%_{max}$$

dove:

CM%<sub>igr</sub> è il contenuto di acqua libera (umidità residua) del massetto leggero, misurato con l'igrometro al carburo.

CM%<sub>max</sub> è il contenuto massimo di acqua libera (umidità residua) del massetto pesante misurato con l'igrometro al carburo richiesto dallo strato di finitura (vedi Prospetto 1).

MV è la massa volumica in opera del massetto asciutto.

#### Esempio

Si ammetta di eseguire un massetto cementizio leggero di massa volumica in opera (asciutto) di 800 kg/m<sup>3</sup> sul quale è prevista la posa di una pavimentazione in legno. Questa richiede al massetto pesante una umidità residua inferiore a CM%<sub>max</sub> = 2 CM%. Si ammetta di rilevare con l'igrometro al carburo di calcio un contenuto di umidità residua pari a CM%<sub>igr</sub> = 4 CM%. Applicando la formula sopra riportata, si ottiene:

$$\frac{4 \text{ CM}\% \times 800 \text{ kg/m}^3}{1.800 \text{ kg/m}^3} = 1,8 \text{ CM}\% \leq CM\%_{max} = 2 \text{ CM}\%$$

Per cui è possibile affermare che il massetto leggero possiede un contenuto di acqua libera idoneo alla posa di una pavimentazione in legno.

## 6.3 Spessore

Si definiscono i seguenti spessori del massetto:

- Spessore minimo: è lo spessore del massetto sotto il quale non è possibile scendere. Deve essere dimensionato in funzione dei carichi previsti, della destinazione d'uso, del tipo di finitura, dalla rigidità degli strati componenti il sottofondo e della modalità di realizzazione del massetto. In mancanza di una progettazione del Sistema Pavimento, per ottenere lo spessore minimo del massetto, è possibile fare riferimento all'Allegato A.
- Spessore nominale o di progetto: è lo spessore che deve essere realizzato per garantire il rispetto dello spessore minimo. Lo spessore nominale del massetto è la risultante delle quote dei vincoli, degli spessori degli strati compresi tra il massetto ed il sottofondo (con le loro tolleranze) e della tolleranza di esecuzione della quota del sottofondo. Tali calcoli devono essere eseguiti tanto più accuratamente quanto minore è lo spessore del massetto. Per ottenere il valore nominale occorre correggere quello minimo come indicato nel presente paragrafo. In fase di dimensionamento di massima, in prima approssimazione, per ottenere il valore dello spessore nominale occorre aumentare di 1 cm lo spessore minimo del massetto e ridurre della stessa quantità lo spessore del sottofondo.

Si riporta di seguito nel Prospetto 2 il valore limite delle tolleranze accettabili dai sottofondi in funzione della loro massa volumica e dalla tipologia costruttiva del massetto e i corrispondenti valori di correzione della quota del sottofondo e del valore nominale del massetto.

**Prospetto 2** - Il valore limite delle tolleranze accettabili dei sottofondi e i corrispondenti valori di correzione della quota del sottofondo e del valore nominale del massetto.

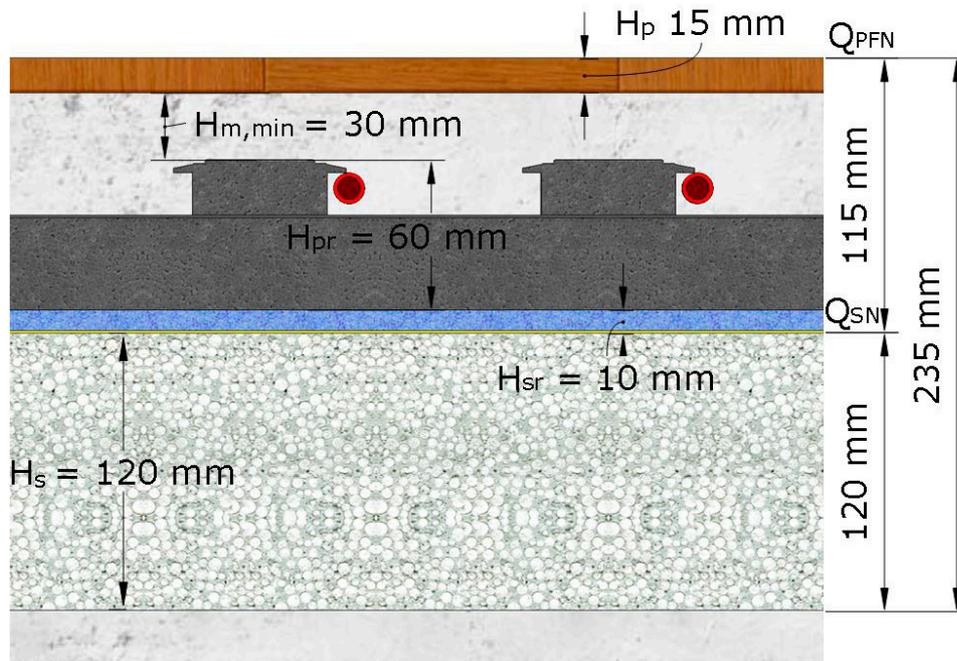
Tipologia costruttiva del massetto di supporto	Tolleranza quota massima del sottofondo	Spostamento della quota del sottofondo verso il basso	Tolleranza planarità massima del sottofondo	Incremento spessore nominale minimo del massetto
			[mm]	
aderente	±13	15	8	+15
non aderente	±13	15	8	+15
galleggiante	±8	10	5	+10
radiante	±8	10	5	+10

Se le tolleranze dei sottofondi aumentano, quindi diminuisce la precisione della loro posa, occorre incrementare gli spessori nominali del massetto. Questo calcolo non tiene conto della tolleranza di posa dei vincoli di quota, per cui nella progettazione del Sistema Pavimento occorre utilizzare i valori delle quote effettive e non quelle teoriche, come nell'esempio di seguito riportato.

### 6.3.1 Esempio

Si consideri l'esempio di seguito riportato.

In Figura 6 sono riportate le misure di progetto.



**Fig. 7 – Quote considerando lo spessore minimo del massetto**

- $H_p$  = spessore pavimentazione + colla = 15 mm
- $H_{m,min}$  = spessore massetto minimo = 30 mm
- $H_{pr}$  = spessore totale pannello radiante = 60 mm
- $H_{sr}$  = spessore strato resiliente = 10 mm
- $H_s$  = spessore sottofondo = 120 mm
- $Q_{PFN}$  = Quota piano finito nominale = 0 mm
- $Q_{SN}$  = Quota sottofondo nominale = 115 mm
- Spessore del pavimento = 235 mm

I valori riportati non tengono conto dei vincoli architettonici del piano finito reale e delle tolleranze di realizzazione del sottofondo. Ciò potrebbe causare un ridotto spessore del massetto e quindi il Sistema Pavimento potrebbe non essere più adeguato al tipo di pavimentazione e/o alla destinazione d'uso.

**Caso A:** Si ammette che il sottofondo non sia stato ancora posato, quindi, per tenere conto delle tolleranze di posa del sottofondo e dei vincoli architettonici, è possibile correggere la sua quota senza variare il pannello radiante e lo strato resiliente di progetto.

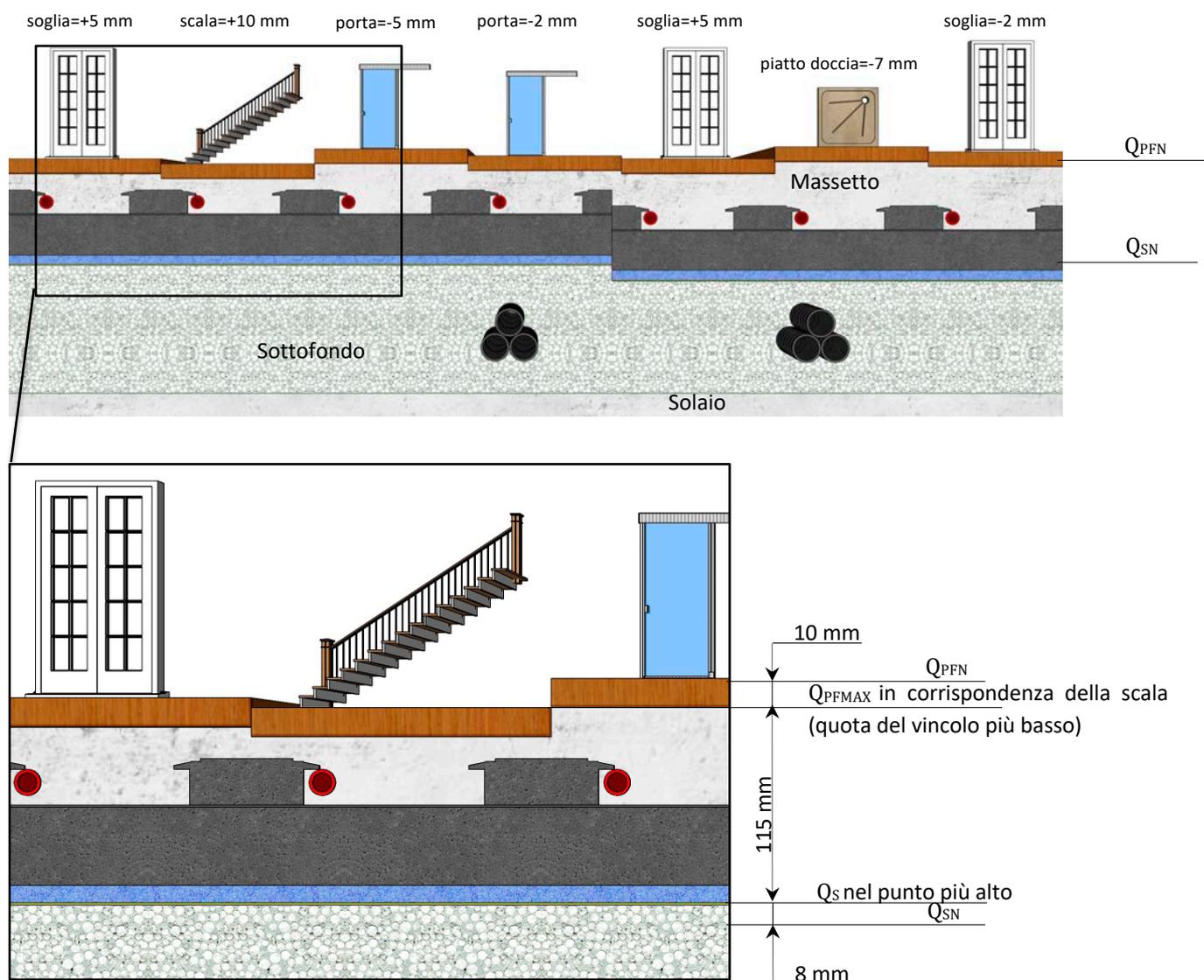
**Caso B:** Si ammette che il sottofondo sia già stato posato, quindi, per tenere conto delle tolleranze di posa del sottofondo e dei vincoli architettonici, si ammette di adeguare la dimensione del pannello radiante.

Si fa notare che le quote sono prese in riferimento alla quota del piano finito e crescenti verso il basso.

#### Caso A

Si ipotizzi che, prima del getto del sottofondo, vengano rilevate le quote dei vincoli di un appartamento.

I valori misurati sono stati riportati di seguito nella Figura 8. Sono stati presi volontariamente alti per esaltare il fenomeno descritto.



**Fig. 8 – Schema che riporta le quote dei vincoli effettive di un appartamento ipotizzate nel Caso A e la tolleranza della quota massima accettabile del sottofondo come da Prospetto 2**

Tra questi si considera il valore più elevato (in quanto il più lontano dalla quota del piano finito verso il basso), quello delle scale, che indicheremo come  $Q_{PF,MAX}$ .

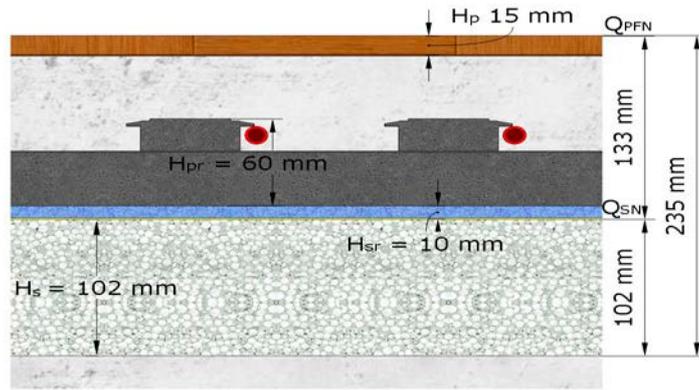
$$Q_{PF,MAX} = 10 \text{ mm}$$

Per cui il posatore del sottofondo leggero, che deve garantire una tolleranza della quota pari a  $\pm 8$  mm, dovrà impostare una quota nominale di esecuzione  $Q_S$  pari a:

$$Q_S = 115 + 8 + Q_{PF,MAX} = 133 \text{ mm.}$$

Lo spessore nominale del sottofondo quindi non sarà quello di progetto di 120 mm, bensì  $235-133=102$  mm, mentre lo spessore del massetto nominale sarà  $30 + 18 = 48$  mm.

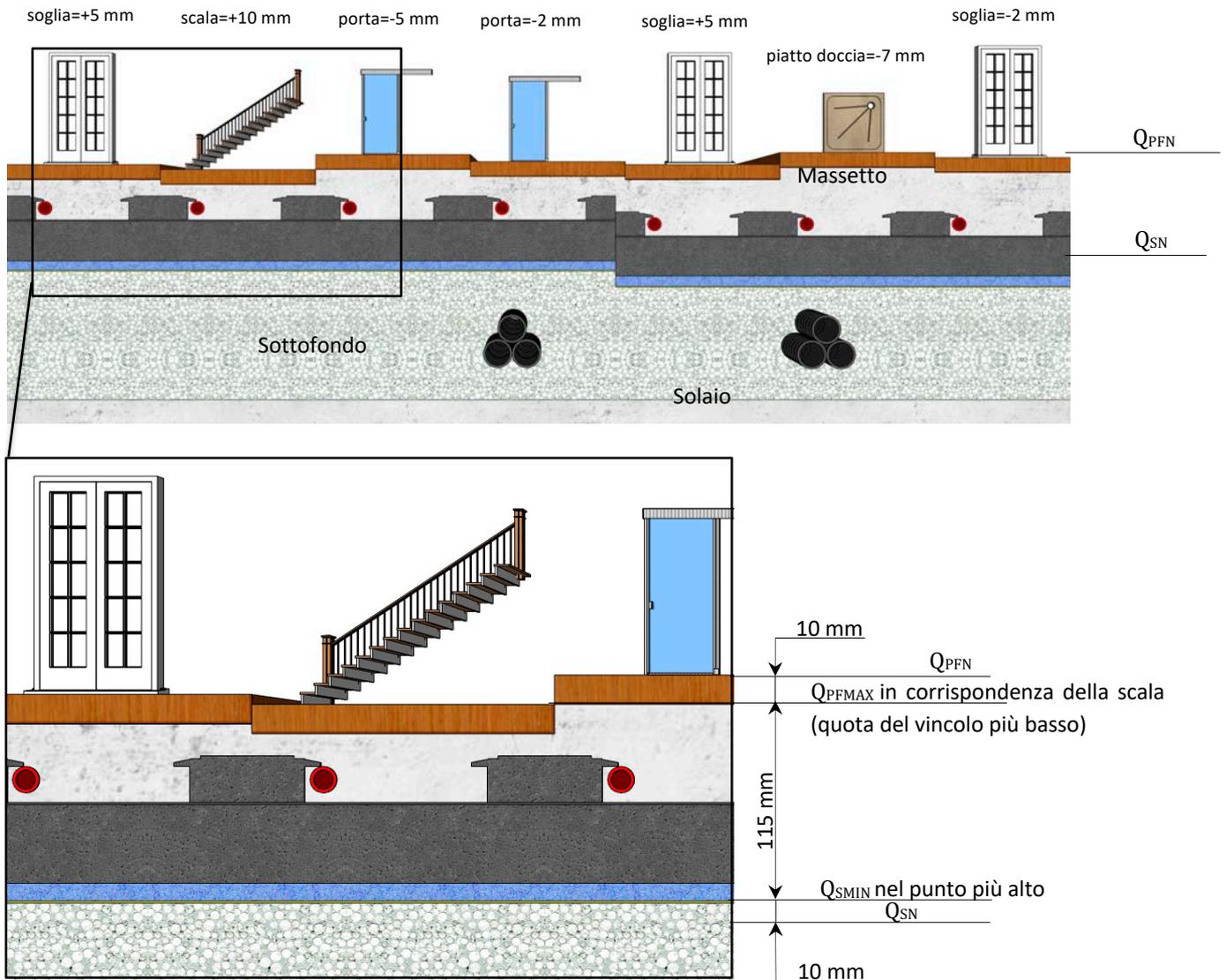
Quindi le nuove misure per il progetto esecutivo che verranno utilizzate in fase di realizzazione saranno le quelle riportate in Figura 9. Si osserva che ovviamente non sono cambiati gli spessori dello spessore del pavimento (235 mm), della finitura (15 mm), del pannello radiante (60 mm) e dello strato resiliente (10 mm), mentre è aumentato lo spessore del massetto di 18 mm ed è diminuito quello del sottofondo della stessa quantità.



**Fig. 9 – Quote considerando lo spessore del massetto nominale o di progetto**

**Caso B**

Si ipotizzi che vengano rilevate le quote dei vincoli di un appartamento. I valori misurati sono stati riportati di seguito in Figura 10. Tra questi si considera il valore più elevato, quello delle scale, che indicheremo come  $Q_{PF,MAX}$ . Inoltre si ipotizza che il sottofondo sia già stato realizzato utilizzando la quota nominale di progetto  $Q_{SN} = 115$  mm dalla quota del piano finito. Con la livella laser o ad acqua si verificano le quote effettive con le quali è stato realizzato il sottofondo e vengono riportate nello schema di seguente.



**Fig. 10 – Schema che riporta le quote dei vincoli e del sottofondo effettive di un appartamento ipotizzate nel Caso B**

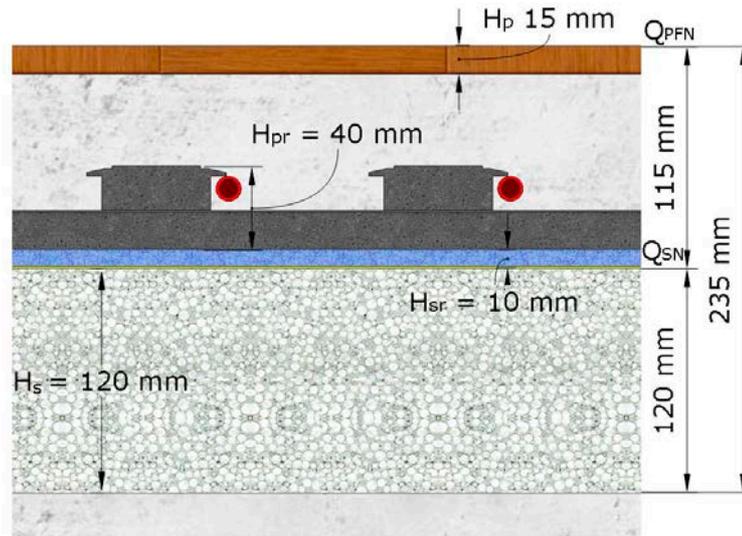
Si identifica con  $Q_{S,MIN}$  il valore più basso delle quote del sottofondo misurate, e ammettiamo che non rientri nella tolleranza di  $\pm 8$  mm e sia pari a 10 mm. L'altezza utile  $H_{utile}$  a disposizione per l'impianto radiante, lo strato resiliente, il massetto e la pavimentazione sarà:

$$H_{utile} = Q_{S,MIN} - Q_{PF,MAX} = 95 \text{ mm inferiore a quello di progetto di } 115 \text{ mm.}$$

Per cui lo spessore del pannello sarà:

$$H_{\text{pannello radiante}} = 98 - 15 - 30 - 10 = 40 \text{ mm anziché } 60 \text{ mm come quello di progetto.}$$

Quindi le nuove misure per il progetto esecutivo che verranno utilizzate in fase di realizzazione saranno le quelle riportate in Figura 11. Si osserva che ovviamente non sono cambiati gli spessori del pavimento (235 mm), della finitura (15 mm), del sottofondo (120 mm) e dello strato resiliente (10 mm), mentre è aumentato lo spessore del massetto di 20 mm ed è diminuito quello del pannello radiante della stessa quantità.



**Fig. 11 – Quote considerando lo spessore del massetto nominale o di progetto**

## 6.4 Quota (pendenze)

Il massetto deve presentarsi alla quota definita in sede progettuale considerando lo spessore della pavimentazione da porre in opera e gli altri vincoli di quota.

Le quote si misurano con l'apposita livella laser o ad acqua, traguardando il riferimento riportato sul muro a 1000 mm sul piano finito (cioè pavimentato) con un'asta in cui sono stati riportati i segni del riferimento (ad un'altezza di 1000 mm aggiungendo lo spessore degli strati da porre in opera successivamente). Spostando l'asta, facendo attenzione a mantenerla verticale, traguardando la linea proiettata dallo strumento laser o rilevata dal livello della livella ad acqua, misurare in mm gli scostamenti positivi (avvallamenti del massetto) e negativi (creste del massetto) dal riferimento relativo alla quota di progetto. Ogni singola misura deve essere contenuta nella tolleranza di  $\pm 2$  mm.

Le quote del piano finito devono essere fornite dal committente ogni circa 35 m<sup>2</sup> in maniera inequivocabile, verificando il rispetto dell'orizzontalità di tutti i vincoli architettonici adiacenti, la planarità e gli spessori degli strati che ne risultano. Qualora non sia rispettata l'orizzontalità dei vincoli, il posatore del massetto ha la necessità di raccordare le quote e quindi il sistema di controllo sopra descritto deve essere applicato localmente in corrispondenza dei vincoli: altezza soffitto, pavimenti, soglie, ascensore, piatto doccia, scale, ecc. Il posatore raccorda i piani in corrispondenza dei vincoli: le quote del massetto in corrispondenza di questi, su una superficie ad una distanza inferiore dal riferimento di non più di 3-4 m, devono avere una tolleranza di  $\pm 2$  mm rispetto al valore nominale.

Nel caso in cui le quote dei vincoli superino un errore di  $\pm 2$  mm/m, dev'essere documentata l'accettazione da parte del committente.

La tolleranza ammessa per le quote è pari a:

- $\pm 2$  mm rispetto ad un elemento puntuale prestabilito in fase progettuale (vedi lato 1 della Figura 12);
- $\pm 2$  mm per ogni metro di distanza rispetto al riferimento, in mancanza dell'elemento puntuale prestabilito (vedi lato 2 della Figura 12).

Nei balconi e nelle terrazze in cui sono richieste pendenze minime dell'1% (1 cm/m), le quote si possono controllare col medesimo sistema facendo uso di strumenti laser portatili traguardando i due estremi del terrazzo (soglia e il canale di scolo).

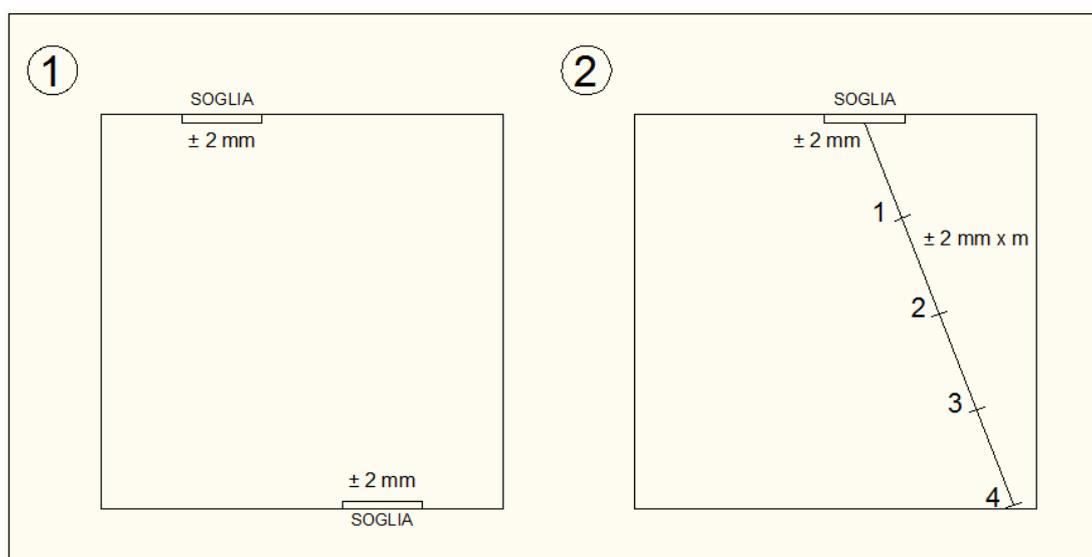


Fig. 12 – Verifica della quota

Le quote devono essere controllate al momento del collaudo che deve effettuarsi entro i successivi 7 giorni alla data di conclusione della maturazione del massetto, come specificato dal Progettista del Sistema Pavimento.

Quando possibile, si raccomanda di ottenere le pendenze con apposito strato, o con altre tipologie di sottofondi in maniera da evitare di realizzarle con i massetti di finitura.

Particolare attenzione va posta alla valutazione della quota di massetti realizzati su un materiale comprimibile, sul quale si possono avere variazioni positive non dipendenti dal massetto stesso.

Nella definizione delle quote nominali del massetto, occorre fare attenzione alle tolleranze ottenibili dal sottofondo. Uno scarto verso l'alto della quota del sottofondo porta ad una riduzione di pari entità dello spessore del massetto. Visto che la quota superiore del massetto è fissata dalle quote del pavimento finito, è necessario aumentare lo spessore nominale del massetto in funzione della tolleranza di posa del sottofondo. Ad esempio, se è previsto uno spessore nominale del massetto sopra impianto di 3 cm, nel caso che la catena di tolleranze di posa dei sottofondi sia  $\pm 2$  cm, occorre prevedere uno spessore nominale del massetto di 5 cm, spostando la quota nominale del sottofondo verso il basso di 2 cm (vedi paragrafo 6.3).

## 6.5 Planarità

Per tolleranza di planarità  $p$  si intende la distanza positiva e negativa ( $\pm p$ ) di due piani paralleli al piano medio individuato dal massetto che ne contengono le irregolarità superficiali. Nella misura della planarità, per praticità, si trasla verso l'alto il piano medio di riferimento di  $p$  mm.

La verifica della planarità  $p$  del massetto deve essere effettuata mediante impiego di:

- regolo rigido di profilato metallico a sezione quadrata o rettangolare, di lunghezza pari a 2 m; il regolo poggia alle estremità su due supporti di  $p$  mm e può essere disposto sul massetto in una direzione qualunque, anche in prossimità delle fasce perimetrali;
- cuneo, o altro strumento di misurazione, con accuratezza di almeno 0,5 mm.

La tolleranza massima ammessa è di  $+p$  mm, quando il massetto sfiora il regolo, o di  $-p$  mm, quando la distanza massima misurata dal cuneo è di  $2p$  mm (vedi Figura 13). La misurazione deve essere ripetuta in almeno 5 posizioni ogni  $36 \text{ m}^2$  di superficie al momento del collaudo che deve effettuarsi entro i successivi 7 giorni alla data di conclusione della maturazione del massetto come specificato dal Progettista del Sistema Pavimento o concordato tra le parti.

Nel Prospetto 4 vengono riportati i valori massimi della planarità  $p$  in funzione del tipo di rivestimento.

**Prospetto 4** - Valori massimi della planarità  $p$  in funzione del rivestimento.

Tipo di rivestimento	Planarità $p$ [mm]
Piastrellatura ceramica (spessore > 5,5 mm)	3
Rivestimento lapideo	3
Parquet e pavimento in legno	3
Rivestimento resiliente	3
Rivestimento laminato	3
Rivestimento resinoso	3

Per valori della planarità inferiori a 3 mm, occorre un'apposita progettazione del Progettista del Sistema Pavimento. È infatti possibile prevedere successive operazioni di levigatura o rasature dei massetti con prodotti idonei. Rimane comunque un'operazione complessa e dall'esito non sempre certo.

Il metodo di valutazione della planarità sopra descritto è applicabile solo in caso di unica pendenza per tutta la superficie da considerare.

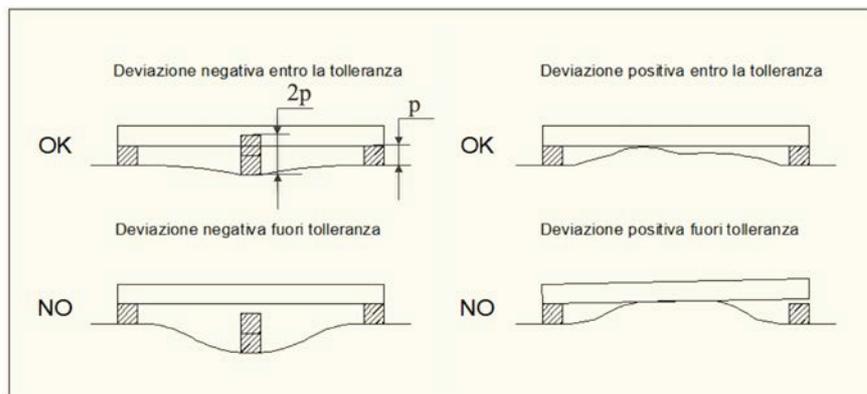


Fig. 13 – Verifica della planarità

## 6.6 Prestazioni meccaniche

Nei sistemi i massetti devono presentare determinate caratteristiche meccaniche in funzione della finitura, della tipologia costruttiva, della tipologia di legante, della posizione e della destinazione d'uso.

Tra queste si possono individuare le prestazioni di seguito riportate:

- resistenza a compressione e flessione
- durezza superficiale
- resistenza alle sollecitazioni parallele al piano di posa
- resistenza all'aderenza per trazione diretta
- resistenza alla rottura per carico dinamico

### 6.6.1 Resistenza a compressione e flessione

La resistenza a compressione e flessione di un massetto deve essere eseguita secondo quanto stabilito dalla norma europea di prodotto UNI EN 13813. La norma si riferisce a prove di laboratorio eseguite su malte confezionate in laboratorio con apparecchiature che consentono elevati livelli di compattazione e condizioni di umidità e temperatura standardizzate. Tali valori vengono riportati nella DOP e/o nella scheda tecnica del prodotto e sono segmentati in classi la cui appartenenza è valutata in conformità alla norma UNI EN 13892-2 secondo criteri di conformità statistici o secondo criteri basati su singoli risultati: *“Quando sono utilizzati singoli risultati per valutare la conformità ai requisiti del presente Codice, tutti i risultati delle prove devono essere equivalenti al valore di classe dichiarato per la singola prova o presentare una buona tolleranza ad esso.”*

Queste prestazioni sono definite “nominali” e non vanno confuse con i valori dei provini confezionati in cantiere all'uscita del tubo getto e, tanto meno, con quelle che si suppone siano presenti nel massetto in opera.

Per quello che riguarda la valutazione delle prestazioni meccaniche del materiale per massetti all'uscita del tubo-getto, occorre definire la metodologia di campionamento, compattazione e stagionatura. Il presente Codice propone, in Allegato B, una metodologia per tale valutazione per massetti autolivellanti e semi-umidi.

Per quanto concerne la valutazione delle resistenze di compressione e flessione del massetto realizzato in cantiere, non esiste un metodo riconosciuto dagli organismi nazionali ed internazionali.

### 6.6.2 Resistenza alle sollecitazioni parallele al piano di posa per pavimentazioni UNI 10827

La norma UNI 10827 prescrive la prova di resistenza alle sollecitazioni parallele al piano di posa. Questa misura lo sforzo per distaccare, con una forza di direzione parallela al massetto, un pezzetto di legno di 10 cm<sup>2</sup> su di esso incollato. La norma prevede di ripetere la prova 4 volte per ogni campionamento, scartando il valore più alto e quello più basso e quindi di fare la media dei due valori centrali. Tuttavia l'elevata dispersione dei risultati la rende una prova critica e poco affidabile.



*Fig. 14 – Test per la determinazione della resistenza alle sollecitazioni parallele al piano di posa*

Questa prova simulerebbe le azioni sul massetto dei movimenti causati dalle pavimentazioni in legno incollate dovute a variazioni igrometriche.

La norma UNI 11371 richiede valori di accettazione minimi (1,2 MPa minimo e 1,6 MPa medio) ottenibili esclusivamente su massetti pre-trattati con primer poliuretanic. Il mercato dei massetti degli ultimi 30 anni mostra che tali valori non sono assolutamente necessari.

### 6.6.3 Resistenza al carico dinamico

La resistenza al carico dinamico serve per avere indicazioni per la classificazione ed idoneità dei massetti aderenti o desolidarizzati già posati, per la classe di destinazione ed il tipo di rivestimento previsti.

La resistenza all'impatto (impact test) può essere determinata, secondo quanto riporta l'Allegato D della BS 8204-1, sottoponendo il massetto ad una serie di quattro colpi, provocati dalla caduta lungo una guida verticale di un peso di massa  $2,00 \pm 0,01$  kg per un'altezza di  $1.000,0 \pm 0,5$  mm. (Vedi Figura 15). Il peso va a scontrarsi contro un'incudine d'acciaio temprato che provoca un'impronta nel massetto. Per misurare la profondità dell'impronta si utilizza uno strumento in grado di leggere la profondità da 0 a 10 mm, con una precisione di  $\pm 0,1$  mm: nella confezione in dotazione viene fornito un micrometro con apposita maschera di posizionamento.

La prova deve essere eseguita a una distanza di almeno 50 cm da giunti e pareti.

Il numero di prove deve essere concordato contrattualmente ed è funzione dell'estensione della superficie.



*Fig. 15 – Test per determinazione della resistenza all’impatto*

Con la prova della resistenza al carico dinamico, in realtà si verifica la resistenza di tutto il sistema massetto. Infatti la capacità di assorbire urti da parte di un massetto è strettamente connessa all’elasticità e alla cedevolezza degli strati su cui è posato, solai compresi. Quindi i massetti galleggianti e radianti dovranno essere progettati appositamente per poter affrontare la prova senza rompersi.

La prova della resistenza al carico dinamico descrive correttamente il comportamento dei massetti che prevedono finiture resilienti, laminate, tessili e resinose sottoposte ad urti.

Per avere indicazioni dell’idoneità dei massetti aderenti o desolidarizzati già posati, la resistenza all’impatto può essere anche determinata con lo sclerometro. Questo strumento è stato ideato per avere una misura indiretta della resistenza a compressione di un calcestruzzo in opera. La relazione che lega l’indice di rimbalzo e le prestazioni meccaniche dei massetti in opera ad oggi non è chiara e condivisa: è possibile utilizzare questo strumento nei massetti aderenti per controllare l’uniformità di adesione su grandi superfici.



*Fig. 16 – Sclerometro*

#### **6.6.4** Durezza superficiale

Per durezza superficiale s’intende la resistenza alla scalfittura del primissimo strato del massetto che è connessa alla resistenza meccanica della parte superiore di questo.

Una bassa durezza superficiale potrebbe provocare il distacco della pavimentazione è quindi da evitare. Valori medi caratterizzano massetti adatti a ricevere finiture ceramiche e lapidee, mentre per pavimentazioni in legno, resilienti, laminate, tessili e resinose occorrono superfici del massetto con relativamente elevata durezza superficiale.

In cantiere la verifica della durezza superficiale si può eseguire in maniera empirica, graffiando la superficie del massetto con il durometro, strumento dotato di una punta assimilabile al classico chiodo di cantiere, spinto da una molla che ne standardizza la pressione, che va ad incidere la superficie del massetto. Si eseguono 6 scalfitture rettilinee della lunghezza di circa 10 cm, come riportato in Figura 14, parallele tre a tre, inclinate da 30° a 60° tra loro. Non si devono formare incisioni profonde, non si devono produrre sgretolamenti e non si deve avere sviluppo di polvere, in funzione anche della pavimentazione prevista.

Tale prova è comunque empirica ed acquista valenza se effettuata da un tester esperto che riesce ad interpretare correttamente le scalfitture provocate dal durometro.

Qualora non sussistano le caratteristiche di durezza e di coesione superficiale deve essere valutata la possibilità di procedere con un intervento di consolidamento. Questo deve essere compiuto con un apposito prodotto consolidante da scegliere in funzione del tipo di massetto eseguito e dallo spessore interessato all'intervento di ripristino.



**Fig. 17 – Test per determinazione della durezza superficiale**

#### **6.6.5** Determinazione della forza di adesione di un massetto al sottofondo EN 13892-8

La norma *UNI EN 13892-8 Metodi di prova dei materiali per massetti - Determinazione della forza di adesione* misura lo sforzo per distaccare, con una forza di direzione perpendicolare al massetto, un tassello di acciaio o di alluminio a sezione circolare (diametro di 50 mm) o quadrata (di lato di 50 mm) su di esso incollato dopo che è stata realizzata una carota della stessa forma del tassello. La norma è nata per valutare in laboratorio la capacità di adesione di un massetto in aderenza su un provino standard di calcestruzzo di dimensioni 300x300x50 mm. Per massetti di spessore maggiore di 2 cm la norma consiglia di usare tasselli quadrati. Il numero di prove previsto dalla norma per ogni campionamento è di 5. Una sua applicazione in cantiere prevede di definire contrattualmente il numero di prove e la valutazione dei risultati prima dell'esecuzione del massetto.

Tuttavia l'elevata dispersione dei risultati la rende una prova critica e poco affidabile. Quindi, nel caso si voglia utilizzare tale prova, si consiglia di aumentare il numero di prove per ogni singolo campionamento.



**Fig. 18 – Test per determinazione della forza di adesione di un massetto al sottofondo, EN 13892-8 con tasselli a sezione circolare e quadrata.**

#### **6.6.6** Determinazione dell'adesione di un rivestimento resinoso al supporto UNI 8298-1

La norma UNI 8298-1 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni – Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto* misura lo sforzo per distaccare, con una forza di direzione perpendicolare al massetto, un tassello di acciaio o di alluminio circolare o quadrato di dimensione di circa 50 mm su di esso incollato. La norma è stata realizzata per valutare la capacità di adesione al supporto da parte dei rivestimenti resinosi. Il numero di prove e la valutazione dei risultati vanno concordati contrattualmente prima dell'esecuzione del massetto. Se il tassello viene incollato direttamente sulla superficie del massetto, tale prova consente di misurare la sua capacità a resistere a sollecitazioni perpendicolari al piano di posa.

Tuttavia l'elevata dispersione dei risultati la rende una prova critica e poco affidabile. Quindi, nel caso si voglia utilizzare tale prova per valutare la capacità del massetto di sopportare una pavimentazione in resina, si consiglia di aumentare il numero di prove per ogni singolo campionamento.



**Fig. 19 – Test per determinazione della resistenza all'aderenza per trazione diretta UNI 8298-1**

## 6.7 Levigatezza

Da non confondere con la planarità, è definita come l'assenza di irregolarità o scabrosità della superficie del massetto.

Tale proprietà è molto importante per alcune finiture laminate, resilienti e tessili, in quanto un minimo segno sulla superficie del massetto può affiorare sulla superficie della pavimentazione, soprattutto se di basso spessore. È per questo motivo che viene spesso prevista una rasatura tra il massetto e la pavimentazione resiliente.

Per altri tipi di finiture, una certa scabrosità della superficie favorisce l'aggancio delle colle, come, ad esempio per le pavimentazioni in legno.

Una buona levigatezza del sottofondo è indispensabile per la posa di impianti radianti ribassati a bassa inerzia o in aderenza (Allegato G) per evitare che si formino spazi tra il sottofondo ed i pannelli generalmente rigidi.

La tolleranza di planarità della rasatura o della levigatura meccanica deve rientrare in quella prevista per il massetto per quella determinata pavimentazione.

## 6.8 Stabilità della quota del piano finito realizzato

Occorre prestare attenzione all'inserimento nel sistema pavimento di materiali isolanti particolarmente cedevoli come alcuni isolanti acustici, soprattutto in presenza di carichi rilevanti sulla pavimentazione. Infatti il sistema massetto-pavimentazione potrebbe abbassarsi cosa che, oltre al rischio della sua rottura, dà origine ad un antiestetico allargamento del giunto tra il battiscopa e lo strato di finitura.

## 6.9 Posa della pavimentazione

I massetti di supporto non sono concepiti per resistere alle tipiche sollecitazioni a cui vengono sottoposte le pavimentazioni, come la durezza superficiale, la resistenza all'usura, la capacità di ripartire i carichi concentrati, l'impermeabilità e la resistenza agli agenti chimici. Quindi, trascorso il periodo dedicato alla stagionatura, occorre pavimentare quanto prima, per evitare che le successive lavorazioni di cantiere possano deteriorare parte delle prestazioni riportate nel presente Codice.

## **7 Materiali costituenti.**

La composizione del materiale per massetto deve essere definita, prodotta e controllata in conformità con la norma UNI EN 13813.

Il produttore della miscela deve definire le quantità e le qualità delle materie prime da utilizzare per la realizzazione della miscela e verificarne le caratteristiche nel tempo in modo da assicurare il raggiungimento delle prestazioni previste e la costanza delle prestazioni.

Le materie prime componenti (leganti, aggregati, acqua, additivi ed aggiunte) devono avere una comprovata idoneità nell'utilizzo per materiali per massetti.

## 8 Progettazione: Analisi delle situazioni iniziali e definizione delle prescrizioni

### 8.1 Generalità

Le figure riconosciute giuridicamente nei cantieri edili sono il Progettista, il Direttore dei Lavori, il Costruttore o Impresa Edile ed il Collaudatore. Questi soggetti hanno la responsabilità legale della progettazione, controllo ed esecuzione delle strutture in conformità alla legge n° 1086 del 5/11/1971. Per le varie applicazioni il progettista può avvalersi del supporto di altri tecnici: geologi, calcolatori, elettricisti, idraulici, termotecnici, ecc.

Negli ultimi 15 anni si è diffusa la **figura professionale del posatore di massetti**.

Tale necessità è diretta conseguenza dell'aumento delle prestazioni richieste al massetto, che oggi partecipa attivamente all'isolamento termo-acustico, funge da piastra radiante, supporta pavimentazioni di nuova generazione, ripartisce i carichi previsti dalla destinazione d'uso.

Oggi il massetto è parte integrante del Sistema Pavimento ovvero della totalità degli strati che si interpongono tra il solaio e la pavimentazione: strati di isolamento termico e/o acustico, strati di compensazione e/o alleggerimento, freni al vapore, impianti di riscaldamento/raffreddamento, riempimenti per copertura di servizi. Spesso oggi la progettazione geometrica e la capacità di ripartizione dei carichi del Sistema Pavimento, preso nella sua globalità, non viene presa in considerazione dal tecnico termo-acustico o dal progettista strutturale.

Per questo motivo è necessaria una figura che si prenda la responsabilità della progettazione del Sistema Pavimento: il **Progettista del Sistema Pavimento**.

Il Committente ed il Posatore del massetto sottoscrivono il contratto di fornitura/appalto.

Il Committente può essere il legale rappresentante dell'impresa esecutrice o il proprietario che a loro volta mettono in contatto il Posatore con le altre figure tecniche di cantiere da loro indicate come il Progettista, il Direttore dei Lavori, fornitori, subappaltatori, ecc.

### 8.2 Funzioni

#### 8.2.1 Progettazione del Sistema Pavimento

Il progettista del Sistema Pavimento è una funzione che si è resa indispensabile dall'aumento della complicazione del sistema stesso e dal numero di operatori che partecipano alla sua esecuzione: tecnico termo-acustico, esecutore dell'impermeabilizzazione, idraulico, posatore del sottofondo, del massetto e della pavimentazione, progettista termo-idraulico, elettricista, impresa edile, progettista. Deve essere nominato dalla committenza e può essere scelto tra gli operatori sopra riportati, se dotati delle opportune competenze. Oggi, tale funzione è raramente riconosciuta contrattualmente ed è spesso coperta dal progettista, nei grandi cantieri (spesso coadiuvato da specialisti del settore dei pavimenti) e dal posatore di massetti negli altri.

Prima dell'inizio delle lavorazioni, deve essere redatto il progetto del sistema pavimento ed eventualmente convocato il comitato tecnico composto da parte o tutti gli operatori sopra riportati ed il committente per condividere la soluzione più sostenibile economicamente e tecnicamente.

Il Progettista del Sistema Pavimento basa le sue conoscenze sull'esperienza di cantiere acquisita negli anni, sul presente Codice e sulla documentazione tecnica relativa alle componenti e materiali utilizzati.

Si riportano di seguito le funzioni del Progettista del Sistema Pavimento.

1. Acquisisce in cantiere la quota del piano finito (o quota pavimento finito) e la riporta in un punto dell'edificio in maniera che non venga rimosso dalle possibili lavorazioni successive.
2. Misura in cantiere le quote e la planarità della superficie del supporto (solaio nel caso di edifici di nuova costruzione od altre superfici nelle ristrutturazioni) e verifica la conformità a quanto previsto nel presente Codice.
3. Verifica in cantiere la compatibilità della quota del piano finito con le quote dei vincoli (vedi paragrafo 6.3): soglie, altezza soffitto, scale, telaiacci porte, soglia ascensore, scarichi bagno, piatto doccia, ecc.
4. Acquisisce la destinazione d'uso (es. residenziale, ospedale, ufficio...).
5. Verifica la presenza delle pendenze e dei drenaggi dei pavimenti esterni.
6. Progetta la stratigrafia, in collaborazione con i tecnici termo-acustici, elettrici, idraulici e posatori della pavimentazione, in funzione delle prestazioni richieste al Sistema Pavimento e delle classi di destinazione, proponendo diverse soluzioni tecniche sostenibili economicamente e tecnicamente in funzione dei materiali utilizzati nella stratigrafia.

Il progetto della stratigrafia, che dovrà essere parte integrante della documentazione dell'edificio, deve riportare le caratteristiche del massetto ed i relativi controlli, la tipologia e posizione dei giunti, la presenza del freno al vapore, le caratteristiche del sottofondo.

Analizzate queste condizioni il progettista dovrà dimensionare il massetto, definire la stratigrafia completa del Sistema Pavimento, e quindi indicare:

- lo spessore minimo e di progetto del massetto;
  - la posizione dei giunti;
  - le prestazioni meccaniche nominali e in opera dei massetti come riportato nei Prospetti dell'Allegato A;
  - la presenza di armatura ed il suo posizionamento;
  - determina la presenza dei freni a vapore in funzione dei sottofondi e del tipo di finitura e verifica la corretta posa in opera;
  - il dimensionamento e posizionamento dei giunti.
7. In cantiere, al termine della posa del singolo strato, prima dell'applicazione dello strato successivo, esegue i controlli di conformità al progetto: sottofondi, giunti, pannelli isolanti, strati resilienti, impianti radianti, massetti e finiture. Di questi controlla la corretta stratigrafia, quote, planarità, umidità residua, strati impermeabilizzanti e la resistenza meccanica.
  8. Fornisce all'impresa, che rimane la unica responsabile del cantiere, le istruzioni sulla gestione del pavimento durante le fasi di esecuzione, compreso le precauzioni da adottare per gli strati che necessitano di stagionatura e per le modalità di prima accensione.

### **8.2.2** Progettazione del bilancio termo-acustico

All'interno del Sistema Pavimento possono essere previsti elementi dedicati all'isolamento termico e acustico opportunamente dimensionati in conformità alle norme vigenti dal progettista o da un tecnico specializzato delegato.

### **8.2.3** Progettazione e posa dell'impermeabilizzazione

La progettazione ed il controllo dell'impermeabilizzazione di superfici esterne deve essere eseguita in conformità alle norme vigenti dal progettista o da un tecnico specializzato delegato.

#### 8.2.4 Posa del sottofondo e degli strati dedicati all'isolamento termo-acustico

Il posatore di eventuali strati di sottofondo deve attenersi alle prescrizioni riportate nel presente documento nella scelta dei materiali e nelle tolleranze di messa in opera.

Anche i pannelli dedicati all'isolamento acustico (calpestio) e alla posa di impianti radianti, devono essere posizionati in conformità alle pertinenti norme:

- UNI 11516 *Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l'isolamento acustico*,
- UNI EN ISO 11855-5 *Progettazione dell'ambiente costruito - Progettazione, dimensionamento, installazione e controllo dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento radianti integrati - Parte 5: Installazione*
- UNI EN 1264-4 *Istallazione – Parte 4: Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture*. Vedi Allegato E.

La norma UNI 11516 prescrive la corretta modalità per ottenere la completa desolidarizzazione del massetto e della pavimentazione dagli elementi adiacenti mediante una “vasca” di materiale in grado di limitare la trasmissione di vibrazioni generate dal calpestio. Si raccomanda che la “vasca” sia continua e priva di rotture in quanto piccole connessioni rigide tra il sistema di pavimentazione galleggiante e le strutture di contorno possono comportare sensibili peggioramenti all'isolamento. Allo scopo fornisce alcuni schemi esecutivi. Si raccomanda di approcciarli in maniera critica in quanto non prendono in considerazione il posizionamento di eventuali freni al vapore.

Inoltre è indispensabile conoscere le caratteristiche fisico-meccaniche in quanto generalmente si tratta di elementi necessariamente dotati di bassa resistenza (10% della deformazione UNI EN 826), basso modulo di elasticità ed elevata cedevolezza ai carichi che inducono deformazione e indebolimento del pavimento e la conseguente rottura o distacco della pavimentazione.

#### 8.2.5 Posa del massetto

Il posatore nella realizzazione del massetto e nella scelta dei materiali e/o prodotti deve attenersi alle tolleranze di messa in opera, alle prestazioni in opera che devono essere in linea con la destinazione d'uso e alle altre prescrizioni riportate nel presente documento.

#### 8.2.6 Committenza

Rappresenta la committenza colui che formalizza il rapporto di fornitura con il posatore del massetto.

#### 8.2.7 Impresa

Come per leggi vigenti, l'impresa rimane l'unica responsabile del cantiere in termini di conformità delle opere al progetto, di coordinamento delle risorse umane e tecniche connesse alle forniture di materiali e alle prestazioni in subappalto, di protezione delle opere realizzate dalle operazioni eseguite successivamente.

### 8.3 Requisiti del sottofondo

#### 8.3.1 Generalità

Il massetto di supporto si trova posizionato tra lo strato di finitura ed un sottofondo che può essere di diversa natura: solaio, pavimentazione esistente, massetti di sottofondo di vario tipo. A sua volta il sottofondo può essere costituito da più strati. Le sue caratteristiche influenzano in maniera determinante quelle del Sistema Pavimento dal punto di vista termico, acustico, igrometrico e statico-geometrico. Quest'ultime due prestazioni sono state prese in considerazione dal presente Codice rimandando le prime due alle norme e ai test specializzati.

Le principali caratteristiche del sottofondo analizzate sono: le quote, la planarità, la pulizia, le prestazioni meccaniche, il contenuto di umidità, l'assorbimento dell'acqua, la massa volumica.

Tali prestazioni sono analizzate in funzione della tipologia costruttiva del massetto (vedi paragrafo 5.3).

Per praticità si riporta di seguito il Prospetto 2 del paragrafo 6.3.

**Prospetto 2** - Il valore limite delle tolleranze accettabili dei sottofondi e i corrispondenti valori di correzione della quota del sottofondo e del valore nominale del massetto.

Tipologia costruttiva del massetto di supporto	Tolleranza quota massima del sottofondo	Spostamento della quota del sottofondo verso il basso	Tolleranza planarità massima del sottofondo	Incremento spessore nominale minimo del massetto
			[mm]	
aderente	±13	15	±8	+15
non aderente	±13	15	±8	+15
galleggiante	±8	10	±5	+10
radiante	±8	10	±5	+10

Le tolleranze delle quote e delle planarità per i sottofondi galleggianti valgono anche per i supporti (spesso solai) di isolanti termici, soprattutto se di alto spessore. Infatti maggiore è lo spessore dei pannelli isolanti e più è difficile che riescano a copiare le irregolarità del solaio. Le sacche d'aria che si formano indeboliscono il pavimento mettendo a rischio la pavimentazione prevista. Occorre quindi misurare con attenzione le variazioni di quota e di planarità del solaio per individuare la soluzione più corretta (vedi Figura H.22).

### 8.3.2 Massetti aderenti

Nel caso che il massetto aderisca al sottofondo occorre verificare che il sottofondo consenta l'adesione. Tali massetti sono realizzati in aderenza al sottofondo con impiego di appositi promotori di adesione (come boiaccia a base di acqua, legante e resine in dispersione, epossidiche o simili), se non diversamente indicato dal Progettista del Sistema Pavimento.

- 8.3.2.1 Si ipotizza che i massetti aderenti siano posati su strati relativamente resistenti e rigidi come solai, pavimentazioni esistenti, massetti aderenti esistenti, sottofondi alleggeriti e pesanti con densità superiore a 800 kg/m<sup>3</sup> per le pavimentazioni in ceramica e legno e superiore a 1.800 kg/m<sup>3</sup> per le pavimentazioni resinose, resilienti, laminate e tessili.
- 8.3.2.2 La superficie deve essere pulita e compatta. Ad esempio scarti di materiali leggeri possono affiorare sulla superficie di massetti autolivellanti.
- 8.3.2.3 Se la superficie è assorbente, è buona norma regolarizzarla con adeguato primer per evitare che parte dell'acqua dell'impasto fresco del massetto venga assorbita dal sottofondo.
- 8.3.2.4 Alla tolleranza di **planarità** per i sottofondi alleggeriti e pesanti si richiede ±8 mm. Non è ammessa la presenza di eventuali tubazioni nel massetto. Nei casi in cui la loro presenza sia inevitabile, occorre affrontare la problematica col Progettista del Sistema Pavimento.
- 8.3.2.5 In fase progettuale, la **quota** del sottofondo deve essere pari a quella nominale aumentata della tolleranza di quota ammessa nella posa del massetto e del sottofondo. Ciò significa che il suo spessore finale deve essere inferiore a quello nominale. Questo accorgimento garantisce lo spessore minimo del massetto. Vedi paragrafo 6.3. Per i sottofondi alleggeriti e pesanti si richiede: ±15 mm.
- 8.3.2.6 Per misurare l'umidità residua presente nei sottofondi si utilizza lo stesso strumento proposto per i massetti: l'igrometro al carburo di calcio in conformità alla norma UNI 10329. Occorre però capire come adattare i risultati della suddetta prova ai materiali leggeri. Generalmente i sottofondi sono utilizzati come isolanti termici, quindi hanno massa volumica sostanzialmente inferiore rispetto ai massetti. Un metodo di conversione si basa sul contenuto di acqua libera per unità di volume. Gli

aggregati di un sottofondo leggero tipo cellulare o alleggerito con perle di polistirene espanso o con aggregati leggeri come pomice o argilla espansa, differiscono da una malta pesante sostanzialmente della densità dell'aggregato. Il campione che viene quindi inserito nell'igrometro è composto da pasta di cemento (cemento, acqua additivi) e aggregati leggeri a differenza di campioni pesanti composti da pasta cementizia ed aggregati lapidei. Per cui il contenuto di acqua libera (umidità residua) del sottofondo misurato con igrometro al carburo di calcio deve essere:

$$\frac{CM\%_{igr,sott} \times MV_{sott}}{1.800} \leq CM\%_{max}$$

dove:

$CM\%_{igr,sott}$  è il contenuto di acqua libera (umidità residua) del sottofondo leggero, misurato con l'igrometro al carburo. Per la misura di umidità oltre il 7%, che manderebbe fuori scala l'igrometro al carburo, si raccomanda di utilizzare la prova in forno in conformità alla norma UNI 10329.

$CM\%_{max}$  è il contenuto massimo di acqua libera (umidità residua) del massetto pesante misurato con l'igrometro al carburo richiesto dallo strato di finitura (vedi Prospetto 1).

$MV_{sott}$  è la massa volumica in opera del sottofondo asciutto.

Per questo motivo, per convertire il risultato acquisito dall'igrometro al carburo lo si divide per 1.800 e si moltiplica per la massa volumica del sottofondo leggero. Le masse volumiche utilizzate sono quelle a secco.

La formula non si applica per sottofondi con massa volumica superiore a 1.800 kg/m<sup>3</sup>.

#### Esempio

Si ammetta di eseguire un sottofondo cementizio leggero di massa volumica in opera di 800 kg/m<sup>3</sup> sul quale è previsto un massetto in aderenza per la posa di una pavimentazione in legno. Questo richiede al massetto pesante una umidità residua inferiore a  $CM\%_{max} = 2 CM\%$ . Si ammetta di rilevare con l'igrometro al carburo di calcio un contenuto di umidità residua pari a  $CM\%_{igr,sott} = 4,5 CM\%$ . Applicando la formula sopra riportata, si ottiene:

$$\frac{4,5 CM\% \times 800 kg/m^3}{1.800 kg/m^3} = 2,0 CM\% \leq CM\%_{max} = 2 CM\%$$

Per cui è possibile affermare che il sottofondo ha un contenuto di acqua libera idoneo alla posa di un massetto aderente su cui è prevista una pavimentazione in legno.

### **8.3.3 Massetti desolidarizzati**

In questo paragrafo si considera che il massetto non venga a contatto diretto col solaio o con altri supporti cementizi.

- 8.3.3.1 La superficie deve essere pulita e compatta: non devono essere presenti vuoti sotto lo strato desolidarizzante.
- 8.3.3.2 Si ipotizza che i massetti desolidarizzati siano posati su strati relativamente resistenti e rigidi come solai, pavimentazioni esistenti, massetti aderenti esistenti, ecc. I massetti desolidarizzati su strati isolanti e/o leggeri ricadono nella tipologia dei massetti galleggianti: tappetini fono-isolanti, isolanti termici, sottofondi con densità inferiore a 300 kg/m<sup>3</sup> per pavimentazioni in ceramica e legno e inferiore a 800 kg/m<sup>3</sup> per pavimentazioni resinose, resilienti, laminate e tessili.
- 8.3.3.3 La tolleranza di planarità del sottofondo deve essere contenuta tra ±8 mm, misurata col sistema riportato nel paragrafo 6.5. Non è ammessa la presenza di eventuali tubazioni nel massetto. Nei casi in cui la loro presenza non sia evitabile, occorre affrontare la problematica col progettista del Sistema Pavimento.

- 8.3.3.4 In fase progettuale, la quota del sottofondo deve essere pari a quella nominale aumentata della tolleranza di quota ammessa nella posa del massetto e del sottofondo. Ciò significa che il suo spessore finale deve essere inferiore a quello nominale. Questo accorgimento garantisce lo spessore minimo del massetto. Vedi paragrafo 6.3. Comunque la tolleranza massima della quota del sottofondo deve essere inferiore a  $\pm 13$  mm.
- 8.3.3.5 In queste applicazioni, in cui viene previsto un freno al vapore come elemento desolidarizzante, il contenuto di acqua libera del sottofondo non influenza direttamente il piano di posa. Comunque, in presenza di pavimentazioni in legno, è buona norma tenere presente che un'eccessiva umidità del sottofondo potrebbe, nel tempo, aumentare quella ambientale dei locali con effetti negativi sulla pavimentazione. Analogamente, anche in presenza delle altre pavimentazioni occorre non eccedere con il contenuto di acqua libera nel sottofondo che potrebbe risalire dai muri fino a staccare i battiscopa o infiltrarsi tra rivestimento e massetto.

### **8.3.4 Massetti galleggianti e/o con riscaldamento/raffreddamento**

- 8.3.4.1 La superficie deve essere pulita e compatta. Ad esempio scarti di materiali leggeri possono affiorare sulla superficie dei massetti autolivellanti.
- 8.3.4.2 Lo strato isolante del sistema radiante e i pannelli isolanti devono poggiare su sottofondi leggeri con tolleranza di planarità non superiore a  $\pm 5$  mm misurata col sistema riportato nel paragrafo 6.5, per garantire che i vuoti al di sotto dei pannelli radianti siano contenuti. Per i sottofondi alleggeriti e pesanti si richiede la stessa tolleranza massima di planarità dei massetti:  $\pm 3$  mm.
- 8.3.4.3 In fase progettuale, la quota del sottofondo deve essere pari a quella nominale aumentata della tolleranza di quota ammessa nella posa del massetto e del sottofondo. Ciò significa che il suo spessore finale deve essere inferiore a quello nominale. Questo accorgimento garantisce lo spessore minimo del massetto. Vedi paragrafo 6.3. Comunque la tolleranza massima della quota del sottofondo per i sottofondi leggeri deve essere inferiore a  $\pm 8$  mm. Per i sottofondi alleggeriti e pesanti si richiede la stessa tolleranza massima della quota dei massetti:  $\pm 2$  mm.
- 8.3.4.4 Il modulo di elasticità, e quindi la cedevolezza, del sottofondo influenza in maniera determinante la resistenza meccanica e in generale le deformazioni di tutto il Sistema Pavimento. Gli stati limite ultimi saranno diversi in funzione della finitura: rottura del pavimento ceramico e lapideo, distacco del parquet e rottura del massetto in presenza di finiture resilienti, laminate tessili e resinose.
- 8.3.4.5 In queste applicazioni, in cui viene previsto un freno al vapore come elemento desolidarizzante, il contenuto di acqua libera del sottofondo non influenza direttamente il piano di posa. Comunque, in presenza di pavimentazioni in legno, è buona norma tenere presente che un'eccessiva umidità del sottofondo potrebbe, nel tempo, aumentare quella ambientale dei locali con effetti negativi sulla pavimentazione. Analogamente, anche in presenza delle altre pavimentazioni occorre non eccedere con il contenuto di acqua libera nel sottofondo che potrebbe risalire dai muri fino a staccare i battiscopa o infiltrarsi tra rivestimento e massetto.

## **8.4 Armatura**

In alcuni casi potrebbe essere necessario prevedere l'uso di armature per assicurare al massetto un'adeguata resistenza nel tempo alle azioni meccaniche previste, in particolare nei casi in cui vi sono situazioni di sottofondi non regolari o con prestazioni non conosciute, o in presenza di strati comprimibili, o cambi di spessore del massetto, o carichi puntuali.

In funzione delle diverse tipologie di pavimento e di problematiche esecutive, si potranno scegliere, in fase di progettazione, diverse soluzioni d'armatura, quali:

- Rete a maglia;
- Fibre.

L'armatura costituita da rete a maglia, non aumenta le resistenze a compressione e flessione del massetto e non contrasta il suo ritiro, ma interviene sopportando parte del carico di rottura, dopo che si manifesta il fenomeno di prima fessurazione. Non può essere utilizzata una rete metallica all'interno di massetti a base di Solfato di Calcio.

Anche l'armatura con le fibre, contribuisce a migliorare la tenacità e del massetto, purché queste siano in quantità sufficiente e omogeneamente distribuite all'interno dell'impasto.

Per tenacità si intende il mantenimento di una resistenza residua post fessurazione.

## 8.5 Giunti

Il Sistema Pavimento, dal momento della posa a tutta la sua vita in servizio, subisce variazioni dimensionali causate dalla temperatura, dall'umidità soprattutto dello strato di finitura e dagli assestamenti strutturali, che provocano tensioni più o meno forti, tali da poter provocare delle lesioni nel massetto e nella pavimentazione.

Per assorbire queste variazioni dimensionali (di contrazione o di espansione) si devono realizzare dei punti di discontinuità chiamati giunti.

La posizione e l'ampiezza dei giunti va determinata in fase progettuale valutando le metodologie di posa del massetto, la posizione degli elementi di discontinuità, la geometria del pavimento, le condizioni ambientali e prestazionali d'uso.

In prossimità dei giunti si possono avere scostamenti della planarità superiori a quelli generalmente ammessi nel massetto, anche fino al 20%.

Il giunto di contrazione del massetto può non coincidere con il giunto della pavimentazione: in questi casi il posatore del rivestimento dovrà sigillare il giunto del massetto ed eseguire un nuovo giunto in coincidenza del giunto del rivestimento.

I giunti possono essere suddivisi in:

- giunti strutturali;
- giunti di lavorazione;
- giunti di contrazione/frazionamento/controllo;
- giunti di dilatazione, compresi i giunti perimetrali di isolamento.

I giunti possono essere realizzati in opera o prefabbricati ed è sempre opportuno attenersi alle indicazioni del Progettista del Sistema Pavimento.

Uno stesso giunto può assolvere a più funzioni sotto descritte: ad esempio i giunti strutturali, di lavorazione e di dilatazione possono fungere anche da giunti di contrazione, anche se non è vero il contrario. I giunti di lavorazione e strutturali possono essere considerati giunti di dilatazione, se realizzati con la stessa metodologia.

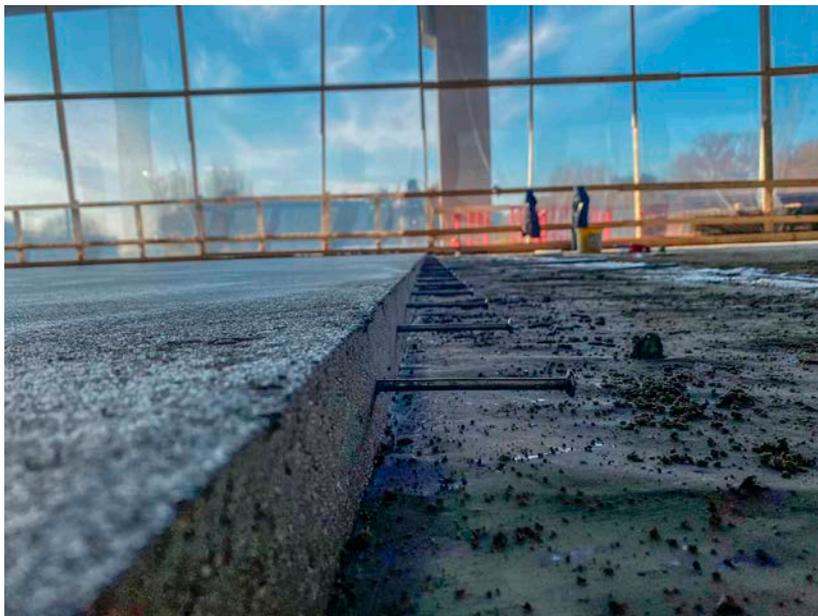
### 8.5.1 Giunti strutturali

I giunti strutturali devono essere predisposti in corrispondenza dei giunti presenti nella struttura e devono interessare sia il massetto che la pavimentazione. La larghezza dei giunti strutturali deve tenere conto di quella dei corrispondenti giunti presenti nella struttura. In prossimità dei giunti strutturali occorre interrompere l'armatura del massetto, ove presente.

### 8.5.2 Giunti di lavorazione

I giunti di lavorazione sono realizzati per delimitare il punto di interruzione della lavorazione o al termine di una giornata di lavoro o sul bordo di una campitura e interessano tutto lo spessore del massetto e della pavimentazione. In prossimità dei giunti di lavorazione occorre interrompere l'armatura del massetto, ove presente. Per limitare il fenomeno dell'imbarcamento delle due porzioni di getto è buona

norma fare ricorso ad una particolare armatura costituita perni passanti perpendicolari al giunto assimilabili ai barrotti utilizzati nei pavimenti industriali.



*Fig. 20 – Esempio di realizzazione di un giunto di lavorazione*

### 8.5.3 Giunti di contrazione o di frazionamento o di controllo

I giunti di contrazione sono previsti per controllare la posizione delle fessurazioni da ritiro igrometrico durante la fase di stagionatura e per assorbire le variazioni dimensionali dovute al ritiro stesso.

La geometria dei giunti di contrazione tiene conto della geometria della pianta del locale su cui viene posato il massetto.

A stagionatura avvenuta, all'interno è possibile sigillare rigidamente alcuni dei giunti di contrazione con apposite resine, nel caso che la pavimentazione ceramica o lapidea prevista lo richieda per motivi estetici. Altrimenti i giunti devono interessare sia il massetto che la pavimentazione incollata.

#### 8.5.3.1 Massetti cementizi.

Generalmente nei massetti cementizi i giunti di contrazione si realizzano in corrispondenza di:

- cambio repentino dello spessore del massetto;
- soglie;
- superfici interne rettangolari senza armatura con rapporto tra i lati maggiore di 1:3 o maggiori di 25 m<sup>2</sup> se non diversamente indicato dal Progettista del Sistema Pavimento, anche in base ai materiali utilizzati;
- superfici interne rettangolari con armatura con rapporto tra i lati maggiore di 1:4 o maggiori di 50 m<sup>2</sup> se non diversamente indicato dal Progettista del Sistema Pavimento, anche in base ai materiali utilizzati;
- superfici esterne rettangolari senza armatura con rapporto tra i lati maggiore di 1:3 o maggiori di 9 m<sup>2</sup>; se non diversamente specificato dal Progettista del Sistema Pavimento, anche in base ai materiali utilizzati;
- superfici esterne rettangolari con armatura con rapporto tra i lati maggiore di 1:4 o maggiori di 25 m<sup>2</sup>; se non diversamente specificato dal Progettista del Sistema Pavimento, anche in base ai materiali utilizzati;
- superfici in pianta a forma di L e a C o simili;

- elementi di discontinuità.

Per la realizzazione dei giunti di contrazione occorre tagliare il massetto per una profondità di almeno 1/3 dello spessore prestando attenzione a non incidere l'armatura sottostante o l'impianto di riscaldamento/raffreddamento, se presenti. I giunti di contrazione devono essere realizzati non appena è possibile incidere il massetto e comunque prima che questo abbia espletato la maggior parte del ritiro igrometrico.

Per i massetti radianti autolivellanti si consiglia di utilizzare setti in materiale plastico o simili durante la fase di getto, mentre per i massetti semi-umidi è possibile realizzarli a fresco.

### 8.5.3.2 Massetti a base di solfato di calcio (anidrite)

Generalmente nei massetti a base di solfato di calcio (anidrite) i giunti di contrazione si realizzano in corrispondenza di:

- cambio repentino dello spessore del massetto;
- soglie;
- superfici interne rettangolari con rapporto tra i lati maggiore di 1:4 o maggiori di 50 m<sup>2</sup> se non diversamente indicato dal Progettista del Sistema Pavimento, anche in base ai materiali utilizzati;
- superfici in pianta a forma di L e a C o simili;
- elementi di discontinuità.

Per la realizzazione dei giunti di contrazione occorre tagliare il massetto per una profondità di circa di almeno 1/3 dello spessore prestando attenzione a non incidere l'impianto di riscaldamento/raffreddamento sottostante, se presente. I giunti di contrazione devono essere realizzati non appena è possibile incidere il massetto stesso e comunque prima che questo abbia espletato la maggior parte del ritiro igrometrico.

Per i massetti radianti autolivellanti si consiglia di utilizzare setti in materiale plastico o simili durante la fase di getto, per i massetti semi-umidi si consiglia di incidere con cazzuola o spatola il massetto fresco in fase di lisciatura.



*Fig. 21 – Esecuzione di un giunto di contrazione*

#### 8.5.4 Giunti di dilatazione, compresi i giunti perimetrali di isolamento

I giunti di dilatazione sono realizzati tra elementi costruttivi o campiture di massetto al fine di consentire il loro adattamento alle variazioni dimensionali o ai movimenti di assestamento. Possono coincidere con i giunti di lavorazione.

In presenza di armatura, al fine di consentire i movimenti, occorre interromperla.

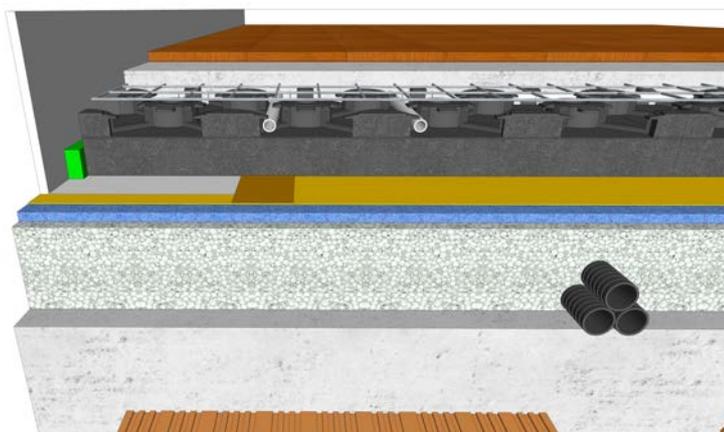
I giunti perimetrali di isolamento consentono di isolare il massetto dalle adiacenti strutture verticali in elevazione e sono generalmente realizzati in materiale comprimibile per assorbire i movimenti di origine termica e igrometrica del Sistema Pavimento e i movimenti di assestamento della struttura. I giunti sono posati in aderenza al perimetro e interessano l'intera sezione del massetto e della pavimentazione.



**Fig. 22 – Fasce perimetrali in PE espanso adesive da un lato senza bandella (destra – colore bianco) e con bandella (sinistra – colore azzurro)**

Se opportunamente dimensionati e posizionati, i giunti perimetrali possono partecipare anche all'isolamento acustico per calpestio.

Occorre porre attenzione al posizionamento dei giunti perimetrali. Si riporta di seguito nella Figura 23 la corretta stratigrafia in prossimità del giunto perimetrale di un massetto radiante su isolante termico con utilizzo di freno al vapore.



**Fig. 23 – Corretto posizionamento del giunto perimetrale nei massetti radianti**



**Fig. 24 – Esempio di realizzazione di un giunto di dilatazione**

Si ricorda di rifilare la parte che sborda dei giunti perimetrali solo dopo la posa della pavimentazione e del riempimento delle fughe tramite stuccature nel caso della piastrellatura ceramica e lapidea.

Altre raccomandazioni, riguardanti l'isolamento acustico, sono riportate nella norma UNI 11516 *Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per isolamento acustico* e nell'Allegato H.

In mancanza di dati specifici, per il calcolo dei movimenti del massetto dovuti alle variazioni termiche, è possibile utilizzare la nota formula:

$$\Delta L = \alpha \Delta T L_0$$

Dove:

- $\alpha$  è il coefficiente di dilatazione termica lineare del Sistema Pavimento: cautelativamente è possibile considerare  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  per i massetti cementizi e  $\alpha = 16 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  per quelli a base di solfati di calcio in quanto i rivestimenti rigidi come i ceramici, lapidei e il legno presentano coefficienti di dilatazione termica lineare inferiori.
- $\Delta L$  è la variazione di lunghezza di due estremi posti a distanza  $L_0$  espressa in mm.
- $\Delta T$  è la massima variazione di temperatura di progetto espressa in  $^\circ\text{C}$ .

Tali valori possono essere utilizzati per quantificare il numero e l'ampiezza dei giunti di dilatazione.

Cautelativamente si consiglia di trascurare fenomeni iniziali di contrazione del massetto per ritiro igrometrico.

È ovvio che le massime escursioni termiche si rilevano sulle pavimentazioni esterne, che possono raggiungere eccezionalmente valori prossimi a  $80^\circ\text{C}$ , in funzione dell'esposizione e del colore del rivestimento. In prima approssimazione, una dilatazione del massetto esterno di 1 mm/m può essere considerata appropriata. Nelle applicazioni civili, in cui sono presenti impianti radianti di nuova generazione che lavorano a temperature intorno a  $35^\circ\text{C}$ , i movimenti del massetto sono praticamente trascurabili, a meno che non si considerino locali di grandi dimensioni (lati superiori a 20 m).

La dimensione dei lotti e dei giunti è funzione dello spessore del massetto e dell'utilizzo dell'armatura: basso spessore del massetto, senza l'utilizzo dell'armatura, induce alla progettazione di lotti di dimensioni limitate e giunti relativamente stretti, mentre elevati spessori del massetto e l'utilizzo dell'armatura consentono di realizzare lotti di grandi dimensioni e giunti relativamente larghi.

Occorre porre la dovuta attenzione alle variazioni dimensionali dei sistemi massetto-pavimentazione in legno massello dovute a forti variazioni igrometriche ambientali.

## 8.6 Freno al vapore

Ci sono rivestimenti che sono sensibili alla presenza di risalita di vapore dal sottofondo: parquet, pavimentazioni in legno, resilienti e resinose. In questi casi, lo strato separatore, per impedire efficacemente la risalita di umidità dagli strati inferiori, deve essere costituito da almeno un freno al vapore a bassa diffusività con valore relativo dello spessore d'aria equivalente  $S_d$  maggiore di 40 m, come indicato nella norma UNI 11470. Tale valore di  $S_d$  deve essere considerato come riferimento per qualsiasi materiale impiegato con la funzione di freno al vapore.

Un idoneo freno al vapore è costituito, per esempio, da uno strato di fogli di polietilene di spessore 150  $\mu\text{m}$ , con fattore di resistenza al passaggio del vapore  $\mu > 3,0 \cdot 10^5$ . I fogli adiacenti devono essere sormontati per almeno 100 mm, opportunamente nastrati sulle giunzioni e risvoltati sul bordo perimetrale fino al livello finito della pavimentazione.

Si ricorda che, in conformità alla norma UNI EN 1264-4, il pannello radiante non può fungere anche da freno al vapore.

## 8.7 Pannelli isolanti termici e acustici

Nei massetti galleggianti e radianti sono previsti pannelli con determinate caratteristiche che consentono, in collaborazione con gli altri elementi del pavimento, l'isolamento termico e/o acustico al calpestio di progetto. Ai fini del presente documento interessano i parametri meccanici definiti nell'Allegato F.

In termini banali, è possibile affermare che maggiore è l'isolamento termico e acustico al calpestio e maggiore è la cedevolezza dei pannelli e inferiore è la capacità portante dei pavimenti. In fase di progettazione occorre quindi mediare tra le prestazioni termiche ed acustiche, lo spazio a disposizione e i parametri progettuali del pavimento.

Una scelta erranea di tali pannelli potrebbe portare ad abbassamenti permanenti della pavimentazione o alla rottura di questa.

Perciò nel presente Codice si fa riferimento a pannelli aventi determinate caratteristiche che potranno essere modificate dal progettista del sistema pavimento in funzione degli altri parametri progettuali.

I pannelli con funzione di isolamento termico, compresi quelli degli impianti radianti escluso la bugna, devono presentare tensione minima di compressione alla deformazione del 10% ( $\sigma_{10}$ ) pari a 150 kPa per spessori minori o uguali di 40 mm e pari a 200 kPa per spessori maggiori di 40 mm.

Per gli strati resilienti atti a ridurre la propagazione inter piano del rumore al calpestio, è più complesso definire caratteristiche meccaniche minime, in quanto la mancanza di una marcatura CE dedicata a questo genere di materiali impedisce scelte univoche delle prove per stimare le prestazioni minime di deformazione sotto carico.

Ad esempio le norme di riferimento utili come EN 826 e EN 1606 sono dedicate ai prodotti isolanti termici per applicazioni civili, e non acustici. Per questo motivo il presente documento si limita a consigliare pannelli di spessore inferiore a 1 cm, dotati di buona elasticità (tipo elastomeri), con rigidità sufficiente a sostenere la parte sovrastante del pavimento e i carichi relativi alla specifica destinazione d'uso e buona resistenza allo scorrimento viscoso. Minore è la rigidità dello strato resiliente e minore deve essere il suo spessore.

Si sconsigliano pannelli di polietilene espanso a celle chiuse, se non di comprovata qualità.

## 9 Lavorazioni

### 9.1 Posa in condizioni climatiche estreme

Si considerano condizioni climatiche estreme: elevate o bassissime temperature, elevata ventilazione e pioggia. Nel caso in cui il posatore debba operare in situazioni ambientali critiche, dovrà comunicarlo alla committenza che dovrà dare la propria autorizzazione scritta all'esecuzione e assumersi le responsabilità in merito alla problematica contingente.

#### 9.1.1 Clima freddo

La posa in opera e la stagionatura con temperature ambientali inferiori a 5°C possono portare a questi inconvenienti:

- ritardo nello sviluppo delle resistenze;
- rallentamento della presa del massetto, che può arrivare ad una totale inibizione in presenza di temperature prossime allo 0°C;
- rallentamento considerevole dei tempi di essiccazione;
- conseguenti problemi nella tempistica delle lavorazioni, di polverosità superficiale e/o aumento della fessurazione.

Se quindi, la miscelazione e la posa in opera sono fatte durante la stagione fredda, devono essere adottate misure che garantiscano al massetto, in fase di stagionatura, di non scendere sotto i 5 °C.

In tal senso, quando la temperatura ambientale nel periodo di posa e stagionatura scende sotto i 5°C, occorre adottare adeguate azioni per i massetti interni: ad esempio impedire lo scambio termico con l'esterno sigillando le aperture e, all'occorrenza, scaldare i locali.

#### 9.1.2 Clima caldo o secco

La posa in opera e la stagionatura con temperature ambientali superiori a 35°C, soprattutto in caso di ventilazione sostenuta o di irraggiamento solare diretto, possono portare ai seguenti inconvenienti:

- aumento della velocità delle reazioni d'idratazione, con conseguente rapida perdita di lavorabilità degli impasti;
- evaporazione accelerata dell'acqua d'impasto;
- conseguenti problemi di spolvero superficiale, fessurazioni, distacchi e imbarcamenti.

In tali circostanze devono essere adottate adeguate azioni. In particolare:

- eseguire le operazioni di posa il più possibile continue ed accelerate
- eseguire le operazioni di posa nelle ore più fresche della giornata.

#### 9.1.3 Pioggia

Qualora vi fosse il pericolo che il massetto possa essere esposto all'azione diretta o indiretta della pioggia, i massetti già posati devono essere coperti per evitare danni alla superficie per effetto dell'acqua.

Per realizzazioni all'esterno, prima di posare il massetto, il sottofondo deve essere ripulito da eventuali ristagni di acqua da pioggia e riasciugato almeno parzialmente: in questo caso, è consigliabile isolarlo dal massetto con sistemi idonei, sempreché lo consenta lo spessore del massetto.

## 10 Prove e controlli

### 10.1 Premessa

I “materiali per massetti”, intesi come “miscela dei suoi componenti” prima di essere immessi sul mercato devono essere marcati CE secondo la norma UNI EN 13813 in conformità al Regolamento U.E. 305/2011 ed il Regolamento Delegato U.E. di modifica dell'Allegato III n°574 de L 21/02/2014.

Attenzione, “la normativa di armonizzazione dell'Unione si applica ai prodotti finiti” come indicato dalla Guida Blu della Comunità europea, a “prescindere dal fatto che sia stato fabbricato in esemplare unico o in serie.”

Apponendo la marcatura CE su un prodotto il fabbricante dichiara, sotto la sua esclusiva responsabilità, che lo stesso è conforme ai requisiti essenziali della normativa di armonizzazione dell'Unione che ne prevede l'apposizione e che le relative procedure di valutazione della conformità sono state rispettate. I prodotti recanti la marcatura CE s'intendono conformi alla normativa di armonizzazione dell'Unione applicabile e godono pertanto della libera circolazione nel mercato europeo.

La marcatura CE si riferisce quindi ai “Materiali per Massetti” analizzati in laboratorio e non al massetto inteso in 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 vanno confusi con il controllo in fase di getto e sui massetti induriti.

### 10.2 Controllo del materiale per massetti

Il controllo del materiale per massetti ha per obiettivo la verifica della rispondenza di un massetto tradizionale ai requisiti previsti dal progettista del sistema pavimento.

La resistenza a compressione e quella a flessione indicate a progetto sono dei valori nominali standard misurati sul prodotto confezionato e controllato secondo le indicazioni delle norme UNI EN 13892-1 e 13892-2. Non esiste una correlazione diretta che possa legare la resistenza nominale con quella misurata in cantiere, che dipende da variabili di tipo ambientale e produttivo.

Il controllo quindi deve essere eseguito confezionando in laboratorio, nelle condizioni ambientali e nelle modalità previste dalle normative, il massetto con i materiali e il mix design che riguardano la fornitura oggetto del controllo.

### 10.3 Controllo del prodotto al momento del getto

Questo controllo – non essendo ad oggi regolamentato da alcuna norma – non può essere utilizzato come controllo del materiale per massetti. Qualora siano richiesti contrattualmente controlli al momento del getto viene proposto il metodo sperimentale riportato in Allegato B, che si basa su esperienze maturate a livello internazionale.

Le prestazioni del materiale così rilevate, sono inferiori a quelle della prestazione nominale ottenuta in laboratorio. La differenza tra la prestazione nominale e quella misurata in cantiere dipende sia da cause entropiche che dalle attività di cantiere. L'esperienza, la qualità del processo e del personale del posatore sono fattori che consentono di ridurre questa differenza.

*Nota: per l'esecuzione di controlli al momento del getto – qualora siano richiesti contrattualmente - viene proposto il metodo sperimentale riportato in Allegato B, che si basa su esperienze maturate a livello internazionale.*

## 10.4 Ispezione di fine lavori

Entro 7 giorni dal termine della fase di stagionatura del massetto, deve essere eseguita l'ispezione di fine lavori e, comunque, non oltre un mese dalla posa in opera del massetto se non diversamente specificato dal Progettista del Sistema Pavimento. Le ispezioni possono essere fatte anche per singoli lotti riguardanti un unico lavoro di grandi dimensioni. Le verifiche che possono essere eseguite sono:

- verifica delle quote (vedi paragrafo 6.4);
- verifica della planarità (vedi paragrafo 6.5).
- verifica dell'eventuale presenza di fessurazioni (vedi paragrafo 6.1)
- verifica resistenza meccanica (vedi allegato A)
- eventuali altre verifiche se richieste in fase contrattuale.

In presenza di massetti radianti, tutte le prove (eccetto la prova di umidità residua) devono essere effettuate prima del ciclo di prima accensione.

La prova di umidità residua deve essere effettuata dopo il ciclo di prima accensione, poco prima della posa della pavimentazione (vedi paragrafo 6.2).

È buona pratica redigere un Verbale di collaudo di fine lavoro, che riporti i controlli eseguiti e la firma dei soggetti delle parti interessate.

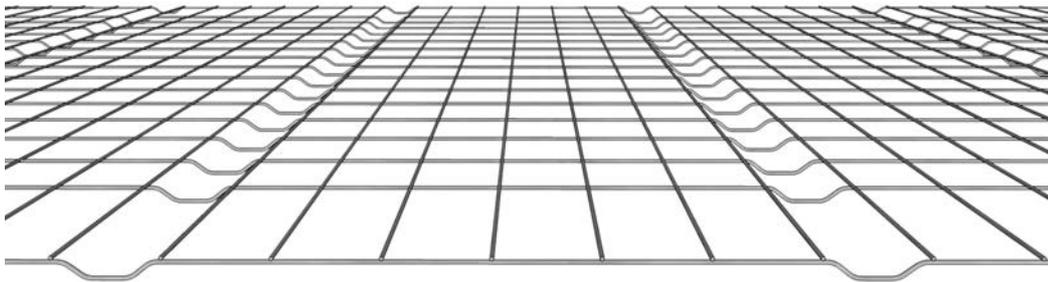
## Allegato A

### PRESTAZIONI MECCANICHE E SPESSORE MINIMO DEI MASSETTI IN FUNZIONE DELLA TIPOLOGIA, DELLA CLASSE DI RIVESTIMENTO, DELLA CLASSE DI DESTINAZIONE E DELLA TIPOLOGIA DI LEGANTE

#### Introduzione alle tabelle

- A.1.** Si ipotizza che i massetti aderenti siano posati su superfici relativamente resistenti e rigide come solai, pavimentazioni esistenti, massetti aderenti esistenti, sottofondi alleggeriti e pesanti con densità superiore a  $800 \text{ kg/m}^3$  per le pavimentazioni in ceramica e legno e superiore a  $1.800 \text{ kg/m}^3$  per le pavimentazioni resinose, resilienti, laminate e tessili.
- A.2.** Si ipotizza che i massetti desolidarizzati siano posati su strati relativamente resistenti e rigidi come solai, pavimentazioni esistenti, massetti aderenti esistenti, ecc. I massetti desolidarizzati su strati isolanti e/o leggeri ricadono nella tipologia dei massetti galleggianti: tappetini fono-isolanti, isolanti termici, sottofondi con densità inferiore a  $300 \text{ kg/m}^3$  per pavimentazioni in ceramica, pietra e legno e inferiore a  $800 \text{ kg/m}^3$  per pavimentazioni resinose, resilienti, laminate e tessili.
- A.3.** Le tabelle del presente allegato forniscono i valori minimi per ogni tipologia di massetto, in caso che non sia disponibile una specifica progettazione del Sistema Pavimento: le prestazioni riportate per le classi di resistenza, la resistenza superficiale, la resistenza all'impatto, lo spessore e la presenza di armatura vanno considerate in blocco e non singolarmente.
- A.4.** Spesso viene fatto coincidere lo spessore minimo del massetto con quello nominale. Lo spessore effettivo è funzione della quota del piano finito definita dai vincoli dei locali e dalle tolleranze di quota e di planarità con cui viene eseguito il sottofondo. Per approfondimenti si rimanda al paragrafo 6.3. In prima approssimazione, in mancanza delle quote effettive rilevate in cantiere, si raccomanda di considerare come spessore nominale, lo spessore minimo fornito dalle tabelle aumentato di 1 cm. Ovviamente questa approssimazione non esclude la misura delle quote effettive in cantiere da parte del Progettista del Sistema Pavimento.
- A.5.** È sempre possibile ipotizzare situazioni non contemplate dal presente Codice, come carichi eccezionali, sottofondi con caratteristiche geometriche differenti da quelle prescritte, isolanti termici ed acustici particolarmente cedevoli, ed altro. È compito del Progettista del Sistema Pavimento evidenziarle e considerarle nel dimensionamento del Sistema.
- A.6.** I rivestimenti in legno incollati, dal punto di vista delle azioni meccaniche sul massetto, possono essere divisi in tre famiglie: prefiniti, massello (spessore  $\leq 1,5 \text{ cm}$ ) e massello di alto spessore ( $> 1,5 \text{ cm}$ ). Il Prospetto A2 considera le prime due categorie, in quanto le azioni della terza vanno analizzate caso per caso in funzione del tipo di legno, del tipo di impregnazione, del suo spessore e delle condizioni climatiche a cui verrà soggetta. Comunque anche per le prime due categorie di rivestimenti, si ammette che, durante il loro utilizzo in opera, siano sottoposte ad oscillazioni dell'umidità e della temperatura ambientale tipiche dei locali abitati: vedi Allegato D.
- A.7.** Per i pannelli termici e acustici si rimanda al paragrafo 8.7.
- A.8.** Il presente allegato non prende in considerazione i massetti radianti ribassati (paragrafo 5.3.3) che dovranno essere dimensionati dal Progettista del Sistema Pavimento consultando l'Allegato G.
- A.9.** Si ipotizza che negli spessori riportati nella presente tabella non siano presenti tubi, variazioni repentine dello spessore o altri ostacoli ai movimenti planari relativi tra massetto e sottofondo. Nel caso che tale ipotesi non sia soddisfatta, occorre che il Progettista del Sistema Pavimento valuti caso per caso la fattibilità e le precauzioni da prendere. Con una certa frequenza è possibile incontrare nelle cantine e nei marciapiedi di alcune ristrutturazioni la necessità di non voler modificare le quote della pavimentazione in ceramica e di passare tubi di servizi all'interno del massetto posato direttamente sul sottofondo. In questi casi è opportuno garantire uno spessore minimo sulle tubazioni di almeno 3 cm, meglio se con interposta una rete elettrosaldata. Per spessori ridotti si consiglia l'utilizzo di sistemi desolidarizzanti.

- A.10.** Nel presente Codice, anche se contemplate dalla norma EN 13813, non vengono considerate collaboranti ai fini della resistenza del pavimento successive rasature/lisciature di spessore inferiore a 10 mm, spesso utilizzate su massetti per pavimentazioni resilienti, laminati e tessili.
- A.11.** Tutti i massetti aderenti prevedono l'utilizzo di un promotore di adesione compatibile col tipo di sottofondo.
- A.12.** Per armatura s'intende una rete elettrosaldata zincata filo di diametro nominale 1,8-2,0 mm e maglia da 50x50 a 60x60 mm. Per favorire la distribuzione dei carichi ed evitare fenomeni di punzonamento, deve essere posizionata in prossimità della metà delle spessore del massetto, sormontando le estremità dei fogli di almeno 5 cm e legandole tra loro. Nei massetti radianti è possibile appoggiarla sui tubi dell'impianto. Per spessori del massetto minori o uguali a 6 cm è possibile appoggiare la rete direttamente sul sottofondo, se dotata di impronte maggiori o uguali a 8 mm. Per spessori del massetto superiori a 7 cm è raccomandabile aumentare lo spessore del filo. La rete può essere sostituita con un massetto opportunamente fibrato o con un'armatura di altro materiale di resistenza equivalente.



**Fig. A.1 – Esempio di rete per massetti dotata di impronte**

- A.13.** Per una opportuna posa delle pavimentazioni resilienti, laminati, tessili e resinose occorre un massetto con prestazioni di resistenza elevate. Infatti, questi materiali sono generalmente poco adatti a sopportare sollecitazioni concentrate ed in virtù del loro basso spessore e della loro deformabilità, necessitano di un piano di incollaggio molto planare. Considerata l'estrema varietà di prodotti presenti sul mercato, nei Prospetti A3 e A4 non vengono riportati valori prestazionali minimi dei massetti radianti e galleggianti. Sarà cura del Progettista del Sistema Pavimento, valutare l'efficacia di tali tipologie di massetti per la posa di pavimentazioni resilienti, laminati, tessili e resinosi.
- A.14.** Per resistenza superficiale minima si intende la misura determinata dalla prova in conformità all'Allegato C: Occorre ricordarsi di proteggere le superfici su cui andranno eseguite tali prove dal calpestio e dalle successive lavorazioni di cantiere.
- A.15.** Quando si parla di prestazioni meccaniche dei massetti bisogna considerare gli SLU della finitura superficiale: per i rivestimenti ceramici e lapidei lo SLU si intende la rottura del rivestimento o il suo distacco dal massetto, per i rivestimenti in legno incollati lo SLU è il distacco della pavimentazione dal massetto o il suo sollevamento, per i rivestimenti resilienti, laminati, tessili e resinosi lo SLU è la rottura del massetto o il distacco del rivestimento dal massetto.

Rivestimenti ceramici e lapidei. Rottura del rivestimento, possibili cause:

- rottura del massetto o presenza di un giunto o di una fessura sottostante,
- sovraccarico, urti di elevata intensità,
- eccessiva cedevolezza del Sistema Pavimento (presenza di vuoti nel Sistema, strati particolarmente cedevoli)
- rivestimento di bassa resistenza.

Rivestimenti ceramici e lapidei. Distacco del rivestimento, possibili cause:

- superficie incoerente del massetto o eccessivamente polverosa,
- colla non adeguata al tipo di massetto o al tipo di rivestimento

- superficie del rivestimento prima dell'incollaggio polverosa,
- essiccamento superficiale della colla durante la posa.

Rivestimenti in legno. Distacco della pavimentazione, possibili cause:

- eccessiva deformazione del legno per variazioni igrometriche ambientali,
- eccessiva deformazione del legno per eccessiva umidità del massetto,
- montaggio dei listelli di legno eccessivamente disidratati,
- pavimentazione in legno poco protetta dall'attacco dell'umidità ambientale,
- scarsa adesione della colla al massetto (colla non adeguata alla tipologia di massetto): il listello si stacca con la colla,
- scarsa coesione della superficie del massetto (il listello si stacca con la colla e la superficie del massetto).

Finiture resilienti, laminate, tessili e resinose. Rottura del massetto, possibili cause:

- resistenza del massetto e del Sistema Pavimento non sufficiente,
- sovraccarico e urti di elevata intensità,
- supporto strutturale eccessivamente cedevole (solai in acciaio e in legno).

Finiture resilienti laminate, tessili e resinose. Distacco della pavimentazione dal massetto, possibili cause:

- massetto eccessivamente umido,
- resina/colla non compatibile con la tipologia di massetto,
- scarsa resistenza superficiale del massetto.

A.16. Le prove in opera sono da eseguire in caso di dubbio, dopo che prove come quella della scalfittura possono far venire il dubbio al posatore della pavimentazione o al Committente o al Progettista del Sistema Pavimento che il massetto non sia adeguato alla finitura prevista.

A.17. Le superfici dei massetti di supporto di pavimentazioni resinose, dopo le eventuali prove di accettazione e prima della posa delle resine, devono essere trattate dal posatore di resine con primer impregnante-consolidante per favorire l'aggancio della finitura resinosa.

A. 18. In presenza di massetti radianti su impianti di tipo B UNI EN 1264-1 e UNI EN ISO 11855-5, è possibile fare riferimento ai valori riportati nelle tabelle A.1 e A.2 facendo attenzione ad assumere lo spessore del massetto sopra il tubo il valore riportato per i massetti galleggianti.

#### **Classi di destinazione:**

**P1:** Interno, zone sottoposte a carichi leggeri e pedonali: civili abitazioni, uffici pubblici.

**P2:** Interno, zone sottoposte a traffico pesante come muletti, carrelli e veicoli pesanti: centri commerciali, ospedali, archivi, magazzini, scuole.

**P3:** Esterno, zone sottoposte a carichi leggeri e pedonali.

**P4:** Esterno, zone sottoposte a traffico pesante.

#### **Classi di rivestimento in legno:**

**P:** Prefinito

**M:** Massello incollato con spessore minore o uguale di 1,5 cm.

**Prospetto A.1**

Classe di rivestimento: piastrellatura ceramica, rivestimento lapideo o ligneo non incollato							
Tipologia massetto	Prestazione	Classe di destinazione					
		P.1	P.2	P.3	P.4	P.1	P.2
Tipologia di legante:		Massetto cementizio				Massetto a base anidrite	
Aderente, massetto fluido	Classi di resistenza EN 13813	C20 F4	C25 F5			C20 F3	C25 F5
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,5	0,5			0,5	0,5
	Spessore minimo [mm]	10	10			10	10
	Armatura						
Aderente, massetto semi-umido	Classi di resistenza EN 13813	C16 F3	C25 F5	C20 F4	C25 F5	C16 F3	C25 F5
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Spessore minimo [mm]	30	30	40	40	30	30
	Armatura				sì		
Aderente, massetto leggero	Classi di resistenza EN 13813	C5 F1	C5 F1	C5 F1	C5 F1		
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,5	0,5	0,5	0,5		
	Spessore minimo [mm]	60	60	70	70		
	Armatura		sì		sì		
Desolidarizzato massetto fluido	Classi di resistenza EN 13813	C20 F4	C25 F5			C20 F4	C25 F5
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,5	0,5				
	Spessore minimo [mm]	30	40			30	40
	Armatura		sì				sì
Desolidarizzato, massetto semi-umido	Classi di resistenza EN 13813	C20 F4	C25 F5	C20 F4	C25 F5	C20 F4	C25 F5
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,5	0,5	0,5	0,5		
	Spessore minimo [mm]	30	40	60	70	30	40
	Armatura		sì	sì	sì		
Desolidarizzato, massetto leggero	Classi di resistenza EN 13813	C5 F1	C5 F1	C5 F1			
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,5	0,5	0,5	0,5		
	Spessore minimo [mm]	70	70	70			
	Armatura		sì	sì			sì
Galleggiante, massetto fluido	Classi di resistenza EN 13813	C20 F4	C25 F5			C20 F4	C25 F5
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,5	0,5			0,5	0,5
	Spessore minimo [mm]	40	50			40	50
	Armatura	sì	sì			sì	sì
Galleggiante, massetto semi-umido	Classi di resistenza EN 13813	C20 F4	C25 F5	C20 F4	C25 F5	C20 F4	C25 F5
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	Spessore minimo [mm]	40	50	60	70	40	50
	Armatura	sì	sì	sì	sì	sì	sì
Galleggiante, massetto leggero	Classi di resistenza EN 13813	C5 F1	C12 F3	C7 F3			
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,5	0,5	0,5	0,5		
	Spessore minimo [mm]	70	90	80			
	Armatura	sì	sì	sì			
Raffreddante riscaldante, fluido	Classi di resistenza EN 13813	C20 F4	C25 F5			C20 F4	C25 F5
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,5	0,5			0,5	0,5
	Spessore min. su impianto [mm]	30	30			30	30
	Armatura	sì	sì			sì	sì
Raffreddante riscaldante semi-umido	Classi di resistenza EN 13813	C20 F4	C25 F5			C20 F4	C25 F5
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,5	0,5			0,5	0,5
	Spessore min. su impianto [mm]	30	30			30	30
	Armatura	sì	sì			sì	sì

**Prospetto A.2**

Classe di rivestimento: rivestimento in legno incollato							
Tipologia massetto	Prestazione	Classe di destinazione					
		P.1		P.2		P.2	
Tipologia di legante:		Massetto cementizio			Massetto a base anidrite		
Tipologia di rivestimento in legno:		P	M	P+M	P	M	P+M
Aderente, massetto fluido	Classi di resistenza EN 13813	C25 F5	C30 F6	C30 F6	C25 F5	C30 F6	C30 F6
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8
	Spessore minimo [mm]	10	10	10	10	10	10
	Armatura						
Aderente, massetto semi-umido	Classi di resistenza EN 13813	C25 F5	C30 F6	C30 F6	C25 F5	C30 F6	C30 F6
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8
	Spessore minimo [mm]	30	30	30	30	30	30
	Armatura			sì			sì
Desolidarizzato massetto fluido	Classi di resistenza EN 13813	C25 F5	C30 F6	C30 F6	C25 F5	C30 F6	C30 F6
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8
	Spessore minimo [mm]	40	40	40	40	40	40
	Armatura			sì			sì
Desolidarizzato, massetto semi-umido	Classi di resistenza EN 13813	C25 F5	C30 F6	C30 F6	C25 F5	C30 F6	C30 F6
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8
	Spessore minimo [mm]	40	40	40	40	40	40
	Armatura			sì			sì
Galleggiante, massetto fluido	Classi di resistenza EN 13813	C25 F5	C30 F6	C30 F6	C25 F5	C30 F6	C30 F6
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8
	Spessore minimo [mm]	50	50	50	50	50	50
	Armatura	sì	sì	sì	sì	sì	sì
Galleggiante, massetto semi-umido	Classi di resistenza EN 13813	C25 F5	C30 F6	C30 F6	C25 F5	C30 F6	C30 F6
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8
	Spessore minimo [mm]	50	50	50	50	50	50
	Armatura	sì	sì	sì	sì	sì	sì
Radiante, fluido (solo prefinito)	Classi di resistenza EN 13813	C25 F5	C25 F5	C30 F6	C25 F5	C25 F5	C30 F6
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8
	Spessore min. su impianto [mm]	30	40	40	30	40	40
	Armatura	sì	sì	sì	sì	sì	sì
Radiante semi-umido (solo prefinito)	Classi di resistenza EN 13813	C25 F5	C25 F5	C30 F6	C25 F5	C25 F5	C30 F6
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,6	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8
	Spessore min. su impianto [mm]	30	40	40	30	40	40
	Armatura	sì	sì	sì	sì	sì	sì

**prospetto A.3**

Classe di rivestimento: rivestimenti resilienti, laminati e tessili							
Tipologia massetto	Prestazione	Classe di destinazione					
		P.1	P.2	P.3	P.4	P.1	P.2
Tipologia di legante:		Massetto cementizio				Massetto a base anidrite	
Aderente, massetto fluido	Classi di resistenza EN 13813	C30 F6	C30 F6			C30 F6	C30 F6
	Resistenza all'impatto [mm]	3,0	2,0			3,0	2,0
	Spessore minimo [mm]	10	15			10	15
	Armatura						
Aderente, massetto semi-umido	Classi di resistenza EN 13813	C30 F6	C30 F6	C30 F6	C30 F6	C30 F6	C25 F6
	Resistenza all'impatto	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0
	Spessore minimo [mm]	30	40	30	40	30	40
	Armatura						
Desolidarizzato massetto fluido	Classi di resistenza EN 13813	C30 F6	C30 F6			C30 F6	C25 F6
	Resistenza all'impatto	3,0	2,0			3,0	2,0
	Spessore minimo [mm]	40	50			40	50
	Armatura	sì	sì			sì	sì
Desolidarizzato, massetto semi-umido	Classi di resistenza EN 13813	C30 F6	C30 F6	C30 F6	C30 F6	C30 F6	C30 F6
	Resistenza all'impatto	3,0	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0
	Spessore minimo [mm]	40	50	60	70	40	50
	Armatura	sì	sì	sì	sì	sì	sì

**prospetto A.4**

Classe di rivestimento: rivestimenti resinosi							
Tipologia massetto	Prestazione	Classe di destinazione					
		P.1	P.2	P.3	P.4	P.1	P.2
Tipologia di legante:		Massetto cementizio				Massetto a base anidrite	
Aderente, massetto fluido	Classi di resistenza EN 13813	C30 F6				C30 F6	
	Resistenza all'impatto [mm]	3,0				3,0	
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,8				0,8	
	Spessore minimo [mm]	10				10	
	Armatura						
Aderente, massetto semi-umido	Classi di resistenza EN 13813	C30 F6		C30 F6		C30 F6	
	Resistenza all'impatto	3,0		3,0		3,0	
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,8				0,8	
	Spessore minimo [mm]	30		30		30	
	Armatura						
Desolidarizzato massetto fluido	Classi di resistenza EN 13813	C30 F6				C30 F6	
	Resistenza all'impatto	3,0				3,0	
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,8				0,8	
	Spessore minimo [mm]	40				40	
	Armatura	sì				sì	
Desolidarizzato massetto semi-umido	Classi di resistenza EN 13813	C30 F6		C30 F6		C30 F6	
	Resistenza all'impatto	3,0		3,0		3,0	
	Resistenza superficiale min. [MPa]	0,8		0,8		0,8	
	Spessore minimo [mm]	40		60		40	
	Armatura	sì		sì		sì	

## **Allegato B**

### **METODOLOGIA DI CAMPIONAMENTO DI PROVINI IN CANTIERE PER IL RILEVAMENTO DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE E FLESSIONE DEL MATERIALE PER MASSETTI**

Lo scopo di questa sezione è quello di fornire una metodologia di campionamento di provini in cantiere ed una chiave di lettura per interpretare i risultati delle prove effettuate sui campioni induriti.

Si tratta di condividere una metodologia che guidi nel confezionamento dei noti prismi 4x4x16 cm con il materiale fresco in qualsiasi consistenza (da umida ad autolivellante), nella stagionatura, nell'esecuzione delle prove di rottura in conformità alle norme per i massetti e nell'interpretazione dei risultati.

Tale prova fornisce informazioni riguardo le prestazioni del materiale per massetti fresco in cantiere. È lecito aspettarsi prestazioni leggermente inferiori a quanto riscontrato dalle prove effettuate in laboratorio.

Si consiglia di effettuare questa prova come prequalifica o all'inizio di numerosi getti in un determinato cantiere di grandi dimensioni, per qualificare in opera il materiale per massetti.

#### **B.1 Attrezzatura per il prelievo**

Stampi in conformità alla norma UNI EN 196-1.

Pestello in legno o in alluminio, del peso di circa 700 g, lunghezza di circa 55 cm, larghezza alla base di 150 mm e spessore 20 mm. La punta deve essere rivestita di lamiera metallica.

#### **B.2 Campionamento**

Il materiale da provare va prelevato all'uscita del tubo getto dopo che è stato prodotto circa 1 m<sup>3</sup> (circa 20 m<sup>2</sup>) di miscela per massetto.

Il controllo prevede un campionamento minimo di tre prelievi di tre provini ciascuno prelevati da tre impasti diversi dello stesso getto.

##### **B.2.1 Massetto semi-umido**

Lo stampo deve essere riempito con un cucchiaio in due strati di circa 25 mm di altezza. Ogni strato deve essere compattato premendo 20 volte con il pestello. La malta in eccesso viene raschiata con una spatola metallica. La superficie superiore deve essere lisciata con una cazzuola. Quindi coprire con un foglio di plastica e posizionare lo stampo in un posto coperto in cantiere per almeno 48 ore.

##### **B.2.2 Massetto autolivellante e livellina**

Versare la malta all'interno dello stampo. Il materiale in eccesso viene rimosso con una spatola metallica. La superficie superiore deve essere lisciata con una cazzuola. Quindi coprire con un foglio di plastica e posizionare lo stampo in un posto coperto in cantiere per almeno 48 ore.

#### **B.3 Stagionatura**

I provini devono essere lasciati in cantiere conservati in un recipiente isolante in modo da proteggerli dalle basse, dalle alte temperature e insolazione per almeno 48 ore dal confezionamento, dopo le quali occorre sfornare i provini ed applicare il ciclo di stagionatura previsto dalla norma UNI EN 13892-1.

#### **B.4 Rottura dei campioni ed interpretazione dei risultati**

Le prove di flessione e compressione vanno eseguite in conformità alla norma UNI EN 13892-2. Scartati i tre risultati inferiori, si calcola la media delle resistenze.

In genere è considerato un buon risultato un valore medio della resistenza (a compressione o a flessione) che si discosta fino al 20% dalla classe di resistenza nominale.

## Allegato C

### MODALITA' DI PROVA DELLA MISURA DELLA RESISTENZA SUPERFICIALE DEI MASSETTI

La prova di misura della resistenza superficiale dei massetti viene eseguita in conformità alla norma UNI 8298-1 *Rivestimenti resinosi per pavimentazioni - Determinazione dell'adesione del rivestimento al supporto* (vedi paragrafo 6.6.6), con le seguenti integrazioni.

Dopo aver pulito ed aspirato con cura la zona su cui verrà effettuata la prova, vengono incollati 5 tasselli di metallo cilindrici di diametro noto D o prismatici a base quadrata di lato L ad una distanza tra loro compresa tra 5 e 10 cm.

Siano i valori della forza rilevati  $N_i$  misurati in kN con  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ . La media delle pressioni di distacco dei tasselli cilindrici è data dalla presente formula:

$$p_m = 4.000 \frac{N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5}{5\pi D^2} \text{MPa o N/mm}^2$$

dove D è misurato in mm e  $N_i$  in kN.

Mentre la media delle pressioni di distacco dei tasselli quadrati di lato L è data dalla presente formula:

$$p_m = 1.000 \frac{N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5}{5L^2} \text{MPa o N/mm}^2$$

dove L è misurato in mm e  $N_i$  in kN.

Perché la prova sia soddisfatta occorre che la media delle pressioni di distacco sia maggiore o uguale della resistenza superficiale minima riportata nelle tabelle dell'Allegato A.

**ATTENZIONE:** come riportato nel paragrafo 6.6.6, le prove che, come questa, prevedono il distacco di un elemento incollato su una superficie di un materiale costituito da aggregati-legante-acqua rendono valori puntuali molto variabili tra loro, spesso con scarti quadratici medi oltre il 50%. Nei casi in cui la media delle pressioni di distacco sia inferiore della resistenza superficiale minima e lo scarto quadratico medio sia maggiore del 20% della media, occorre ripetere la prova. Nel caso in cui la prova dia ancora uno scarto quadratico medio percentuale superiore al 20%, occorre sommare al valore medio delle pressioni di distacco il valore dello scarto quadratico medio.

Quindi se

$$\sigma\% = \frac{\sigma}{p_m} 100 > 20\% \text{ allora } p'_m = p_m + \sigma$$

Dove:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(p_1 - p_m)^2 + (p_2 - p_m)^2 + (p_3 - p_m)^2 + (p_4 - p_m)^2 + (p_5 - p_m)^2}{5}} \text{MPa}$$

e

$$p_i = \frac{N_i}{(\text{Area tassello})} \text{MPa}$$

Su Excel la formula corrispondente è data dalla funzione "DEV.ST.P( $p_1; p_2; p_3; p_4; p_5$ ).

Per chiarimento si riporta di seguito un esempio.

Esempio

Ammettiamo di eseguire una prova su un massetto utilizzando tasselli quadrati di lato  $L = 50$  mm. Ipotizziamo di ottenere i seguenti risultati:

<b>Prove relative al campione 1</b>		
N° strappi	$N_i$ [kN]	$p_i$ [MPa]
1	0,75	0,3
2	2,00	0,8
3	1,00	0,4
4	1,50	0,6
5	0,25	0,1

media  $p_m$       0,44 MPa  
 scarto quadratico medio  $\sigma$       0,2417 MPa  
 scarto quadratico medio %  $\sigma\%$       54,9%

Lo scarto quadratico medio % risulta essere 54,9%, quindi maggiore del 20%. Siamo costretti a farne un'altra e ipotizziamo di ottenere i seguenti risultati:

<b>Prove relative al campione 2</b>		
N° strappi	$N_i$ [kN]	$p_i$ [MPa]
1	1,00	0,4
2	1,25	0,5
3	1,75	0,7
4	1,25	0,5
5	1,50	0,6

media  $p_m$       0,54 MPa  
 scarto quadratico medio  $\sigma$       0,1020 MPa  
 scarto quadratico medio %  $\sigma\%$       18,9 %

Lo scarto quadratico medio % risulta essere 18,9%, quindi inferiore del 20%. La prova è quindi accettabile.

Nel caso che la seconda prova avesse dato uno scarto quadratico medio percentuale maggiore del 20% (ad esempio 31,6% come nell'esempio di seguito riportato) allora avremo trasformato il valore medio delle pressioni di distacco nel modo seguente:

<b>Prove relative al campione 3</b>		
N° strappi	$N_i$ [kN]	$p_i$ [MPa]
1	1,00	0,4
2	1,25	0,5
3	1,50	0,6
4	1,00	0,4
5	0,50	0,2

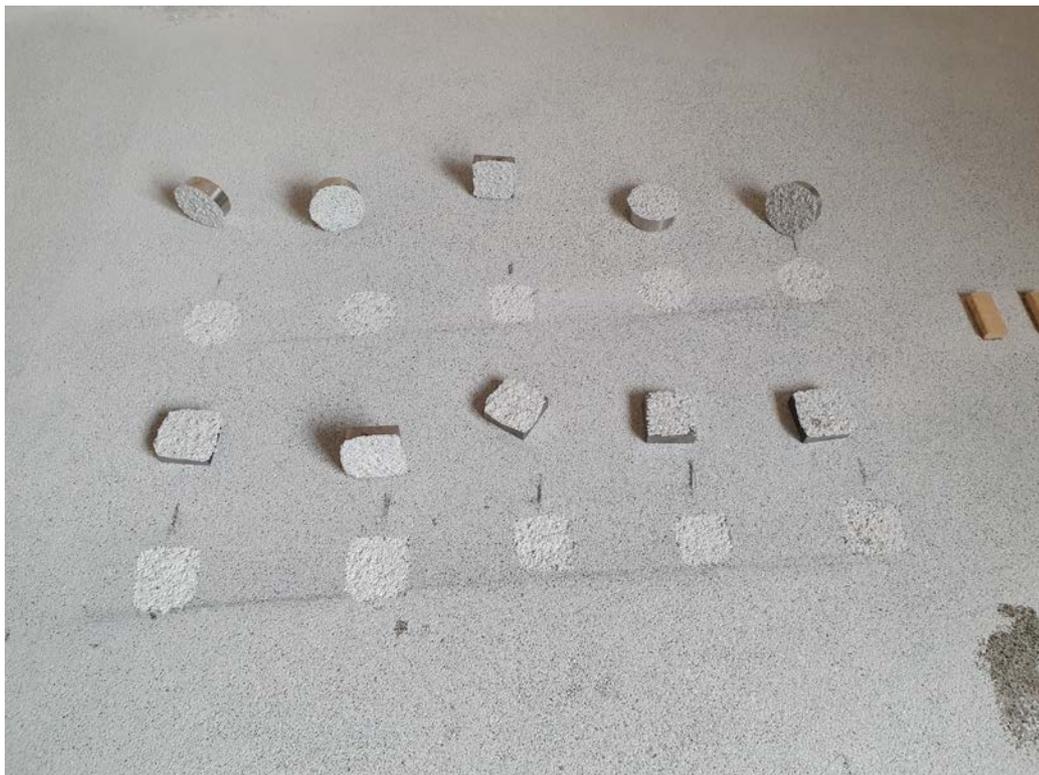
media  $p_m$       0,42 MPa  
 scarto quadratico medio  $\sigma$       0,1327 MPa  
 scarto quadratico medio %  $\sigma\%$       31,6%

$$p'_m = p_m + \sigma = 0,42 + 0,13 = 0,55 \text{ MPa}$$

Per cui, nell'ultimo caso, il valore da confrontare con quelli riportati nelle tabelle dell'Allegato A sarà 0,55 MPa e non 0,42 MPa.



**Fig. C.1 – Test per la determinazione della resistenza all'aderenza per trazione diretta UNI 8298-1**



**Fig. C.2 – Test per la determinazione della resistenza all'aderenza per trazione diretta in conformità all'Allegato C: 2 campioni da 5 strappi ciascuno.**

## Allegato D

### RACCOMANDAZIONI PER L'APPLICAZIONE E LA MANUTENZIONE DI PAVIMENTAZIONI IN LEGNO

Per quello che riguarda la manutenzione ordinaria della superficie della pavimentazione si rimanda ai testi specializzati e ai manuali dei produttori delle pavimentazioni in legno. Per quanto concerne le condizioni di cantiere per la messa in opera e la manutenzione, intesa come condizioni ambientali che possono deformare la pavimentazione in legno incollata, in aggiunta a quanto prescritto dalla norma UNI 11368-1, si raccomanda quanto segue.

Nonostante gli effetti stabilizzanti conferiti dal massetto, l'esposizione prolungata del pavimento ad un clima secco induce nella pavimentazione in legno uno stato di contrazione che può fessurare i listelli in prossimità delle nervature dello strato nobile o in prossimità delle fughe. Viceversa, l'esposizione prolungata del pavimento ad un clima umido induce nella pavimentazione in legno uno stato di dilatazione che può portare al distacco dei listelli o peggio, al rigonfiamento di tutta la pavimentazione. Risulta fondamentale, pertanto, garantire le corrette condizioni ambientali.

#### D.1 Posa in opera della pavimentazione in legno incollata.

La posa in opera della pavimentazione può iniziare solo quando sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- i locali devono essere protetti dagli infissi in quanto i massetti devono essere protetti dagli agenti atmosferici (forte insolazione e scariche meteoriche);
- la posa della pavimentazione in legno segue quella delle altre pavimentazioni e le altre lavorazioni di muratura ed installazione di sanitari;
- la temperatura dei locali deve essere compresa tra 16 °C e 22 °C;
- l'umidità ambientale deve essere compresa tra 45% e 65%;
- gli elementi in legno devono essere immagazzinati con il loro imballo originale in luoghi asciutti, al riparo da irradiazione e scariche meteoriche in modo che gli elementi mantengano un livello di umidità ottimale e non troppo dissimile a quello di esercizio;
- gli elementi in legno devono avere l'umidità di installazione specificata dalla scheda tecnica del produttore in funzione della tipologia di legno;
- il massetto deve garantire l'umidità, misurata con igrometro al carburo di calcio, come da paragrafo 6.2.

#### D.2 Manutenzione della pavimentazione in legno incollata.

- Mantenere la temperatura dei locali compresa tra 16 °C e 22°C
- Mantenere l'umidità relativa ambientale dei locali compresa tra 45% e 65%.
- Variazioni igrometriche e/o termiche ambientali rispetto ai valori riportati provocati da temperature degli eventuali impianti radianti (eccessivamente alte - > 24 °C - o eccessivamente basse - problemi di condensa) possono favorire il formarsi di ritiri o espansioni eccessive causando avvallamenti, innalzamenti, parziali distacchi della pavimentazione.
- I fenomeni sopra riportati sono quanto più frequenti in presenza di:
  - utilizzo di legno massello,
  - spessore elevato della pavimentazione,
  - utilizzo di vernici ad acqua o di altri trattamenti che lascino la superficie della pavimentazione a poro aperto.
- Arieggiare con frequenza i locali.

## Allegato E

### **PRESCRIZIONI CONTENUTE NELLE NORME EN ISO 11855-5 E EN 1264-4 INTERESSANTI AL FINE DELLA PROGETTAZIONE DEL SISTEMA PAVIMENTO**

- E.1 La norma UNI EN ISO 11855-5 è applicabile per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento radianti. Alcune prescrizioni sono particolarmente interessanti al fine della progettazione del sistema pavimento.
- E.1.1 Strati multipli di pannelli isolanti devono essere sfalsati o posizionati in modo tale che le giunzioni tra i pannelli dei vari strati non corrispondano tra loro.
- E.1.2 Prescrive il posizionamento della "striscia perimetrale isolante".
- E.1.3 Prescrive il posizionamento ed il dimensionamento dello "strato di protezione", ovvero del freno al vapore.
- E.1.4 Per i sistemi di raffrescamento prescrive l'utilizzo di un sensore per il punto di rugiada per interrompere il flusso dell'acqua raffrescata prima della formazione di condensa.
- E.1.5 Identifica tre tipologie costruttive:
- Tipo A – Sistemi con tubazioni all'interno del massetto;
  - Tipo B – Sistemi con tubazioni sotto lo strato portante;
  - Tipo C – Sistemi con tubazioni in un massetto di livellamento, su cui è posato un massetto desolidarizzato.
- E.1.6 Prescrive lo spessore "nominale" del massetto sulle tubazioni di "almeno" 30 mm.
- E.1.7 Prescrive la temperatura massima delle piastre radianti di 55°C.
- NB: Questo valore deve essere ridotto a 35°C per massetti confezionati con leganti ternari a base di alluminati o solfoalluminati di calcio.
- E.1.8 Prescrive le prestazioni degli strati di livellamento per i sistemi di Tipo C.
- E.1.9 Attenzione. Nella prescrizione dei giunti da realizzare nei massetti definisce giunti di dilatazione i giunti che in questo documento e negli altri documenti tecnici, sono definiti giunti di contrazione.
- E.1.10 Prescrive le misure di protezione dell'impianto radiante e le temperature ambientali durante la posa del massetto.
- E.1.11 Definisce i parametri per il ciclo di prima accensione: mantenimento della temperatura del fluido nell'impianto tra 20°C e 25°C per i primi tre giorni ed alla temperatura massima di progetto per almeno altri quattro giorni.
- E.2 La norma UNI EN 1264-4 è applicabile per la progettazione e la costruzione dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento radianti. Per quanto riguarda la progettazione del sistema pavimento, non introduce prescrizioni aggiuntive a quelle riportate EN ISO 11855-5.

## Allegato F

### NORMA EN 826 E SUO UTILIZZO NEI PANNELLI IN EPS

Lo scopo della norma EN 826 è quello di specificare l'attrezzatura e le procedure per la determinazione del comportamento a compressione di provini di prodotti utilizzati come isolamento termico sottoposti a carichi brevi e permanenti.

Definisce alcuni parametri:

**deformazione relativa** ( $\epsilon$ ) come il rapporto della riduzione di spessore del provino e il suo spessore iniziale  $d_0$  misurato lungo la direzione del carico ( $\epsilon = \Delta d/d_0$ ).

**resistenza a compressione** ( $\sigma_m$ ) come il rapporto tra la massima forza di compressione,  $F_m$ , raggiunta quando la deformazione, allo snervamento (deformazione permanente) o rottura del provino, è inferiore al 10%, e la sezione trasversale iniziale del provino ( $\sigma_m = F_m/A_0$ ).

**tensione di compressione alla deformazione del 10%** ( $\sigma_{10}$ ) come il rapporto della forza di compressione  $F_{10}$ , al 10% di deformazione,  $\epsilon_{10}$ , e la sezione trasversale iniziale del provino per prodotti che presentano una deformazione del 10% prima di fenomeni di snervamento (deformazione permanente) o rottura ( $\sigma_{10} = F_{10}/A_0$ ).

**modulo di elasticità a compressione** ( $E$ ) come il rapporto tra la tensione di compressione e la corrispondente tensione sotto il limite di proporzionalità, quando la reazione è lineare ( $E = \sigma/\epsilon$ ).

La norma riporta la modalità di confezionamento dei provini, di prova e di rilevamento delle grandezze sopra riportate.

Generalmente si esprime la tensione di compressione alla deformazione del 10% in kPa.

Oggi gli EPS sono classificati in base alla tensione di compressione alla deformazione del 10% espressa in kPa, mentre precedentemente venivano classificati in base alla loro massa volumica. È possibile trovare in bibliografia tabelle che correlano queste due grandezze. In prima approssimazione è possibile utilizzare la tabella di seguito riportata in cui vengono forniti i range di valori della sollecitazione di compressione al 10% di deformazione e del modulo di elasticità in funzione della massa volumica.

Caratteristiche meccaniche dell'EPS (esprese in kPa)					
Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]	15	20	25	30	35
$\sigma_{10}$	70-120	120-160	160-200	180-260	230-270
E	3800-4200	4400-5400	5900-7200	7400-9000	9000-10800

Fonte: AIPE (Associazione Italiana Polistirene Espanso)

Nella tabella di seguito si riporta la classificazione dei prodotti EPS secondo la norma di prodotto *UNI EN 13163 Isolanti termici in edilizia – Prodotti in polistirene espanso (EPS) ottenuti in fabbrica – Specificazione*.

<b>Tipo</b>	<b>Resistenza a compressione al 10% di deformazione [kPa]</b>	<b>Resistenza a flessione [kPa]</b>
EPS S	-	50
EPS 30	30	50
EPS 50	50	75
EPS 60	60	100
EPS 70	70	115
EPS 80	80	125
EPS 90	90	135
EPS 100	100	150
EPS 120	120	170
EPS 150	150	200
EPS 200	200	250
EPS 250	250	350
EPS 300	300	450

## Allegato G

### MASSETTI RADIANTI RIBASSATI

Il presente allegato prende in considerazione pavimenti che contengono massetti radianti ribassati. Deve essere considerato come un'estensione dell'Allegato A, al quale fa riferimento per tutte le informazioni non riportate nel presente allegato.

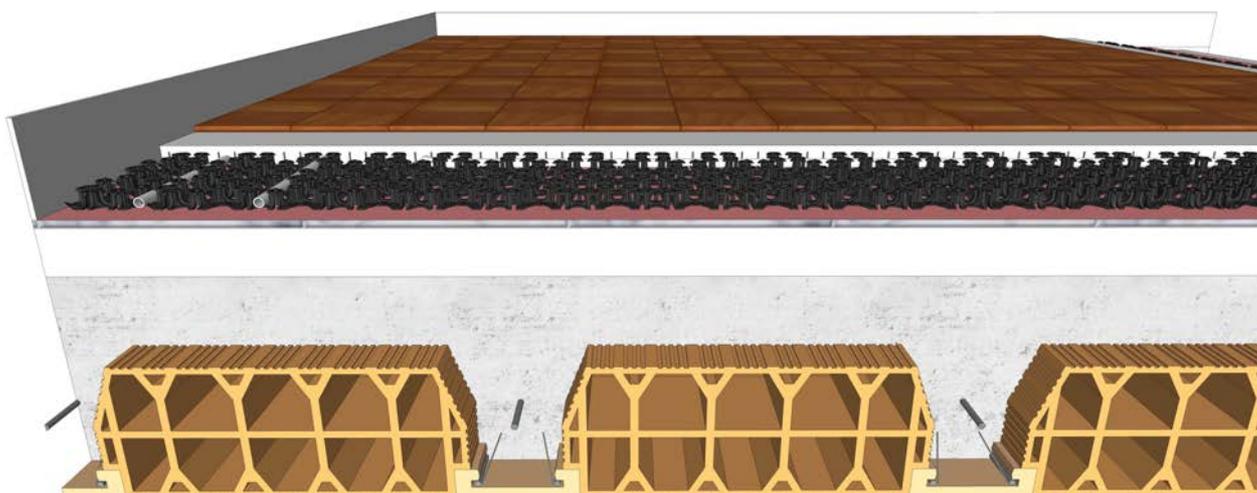
**Definizione:** massetti radianti con spessore minimo sul tubo inferiore a 30 mm.

Vengono classificati in base alla tipologia costruttiva:

- G.1. massetti radianti ribassati in aderenza;
- G.2. massetti radianti ribassati a bassa inerzia;
- G.3. massetti radianti ribassati su impianti tradizionali tipo A UNI EN 1264-1 e UNI EN ISO 11855-5: composti da uno strato isolante in EPS accoppiato ad un pannello per il fissaggio dei tubi.

In questo allegato non vengono presi in considerazione massetti radianti ribassati su impianti tipo B UNI EN 1264-1 e UNI EN ISO 11855-5. Questi sono assimilabili a massetti galleggianti che non incorporano nello spessore elementi riscaldanti/raffrescanti che sono contenuti nei sottostanti pannelli radianti.

#### G.1 Massetti radianti ribassati in aderenza.



*Fig. G.1: Esempio di massetto radiante ribassato in aderenza*

Sono realizzati in aderenza al sottofondo con impiego di appositi promotori di adesione (tipo boiacca e resina vinilica o resina epossidica), se non diversamente indicato dal Progettista del Sistema Pavimento. Per questa tipologia il presente Codice considera esclusivamente la Classe di destinazione **P1** (Allegato A).

I massetti aderenti devono essere cementizi o a base di leganti speciali. Possono essere a base anidrite se si utilizzano appositi primer.

È possibile applicare le pavimentazioni ceramiche, lapidee e anche quelle lignee solo se in posa flottante purché siano verificate da parte dal Progettista del Sistema Pavimento le condizioni seguenti:

- sottofondo stagionato e asciutto;
- assenza di umidità di risalita dagli strati sottostanti;
- assenza di materiali igroscopici in corrispondenza del sottofondo.

Per altre finiture (resilienti, laminate, tessili e resinose), occorre una progettazione specifica.

Massetti di questo tipo possono essere realizzati esclusivamente su supporti meccanicamente resistenti. Nel caso che il sottofondo non possa essere considerato sufficientemente “rigido” ai fini del dimensionamento del Sistema Pavimento (soffitto, massetto pesante, pavimento, sottofondo pesante, alleggerito e leggero con massa volumica > 800 kg/m<sup>3</sup>) allora il massetto si considera galleggiante (paragrafo 5.3.2).

Il massetto deve avere uno spessore minimo di 8 mm sulla tubazione. A tal fine occorre prestare molta attenzione all’esecuzione delle quote del sottofondo e a quella dei vincoli come altezza soffitto, pavimenti, soglie, ascensore, piatto doccia, scale, ecc., in quanto tale applicazione richiede elevata accuratezza da parte di tutti applicatori coinvolti (vedi i paragrafi 6.3 e 6.4). Le tolleranze del sottofondo sono riportate nel Prospetto G1. I valori riportati sono quelli raccomandabili in fase di progettazione ed esecuzione dei sottofondi. Capita comunque, soprattutto nelle ristrutturazioni, di trovare valori delle tolleranze ben più elevati e voler comunque realizzare massetti radianti ribassati in aderenza. Evitare inoltre i rilievi puntiformi e la rugosità che vanno a minare la levigatezza della superficie del sottofondo.

**Prospetto G.1** Il valore limite delle tolleranze accettabili dei sottofondi e i corrispondenti valori di correzione della quota del sottofondo e del valore nominale del massetto (vedi i paragrafi 6.3 e 6.4).

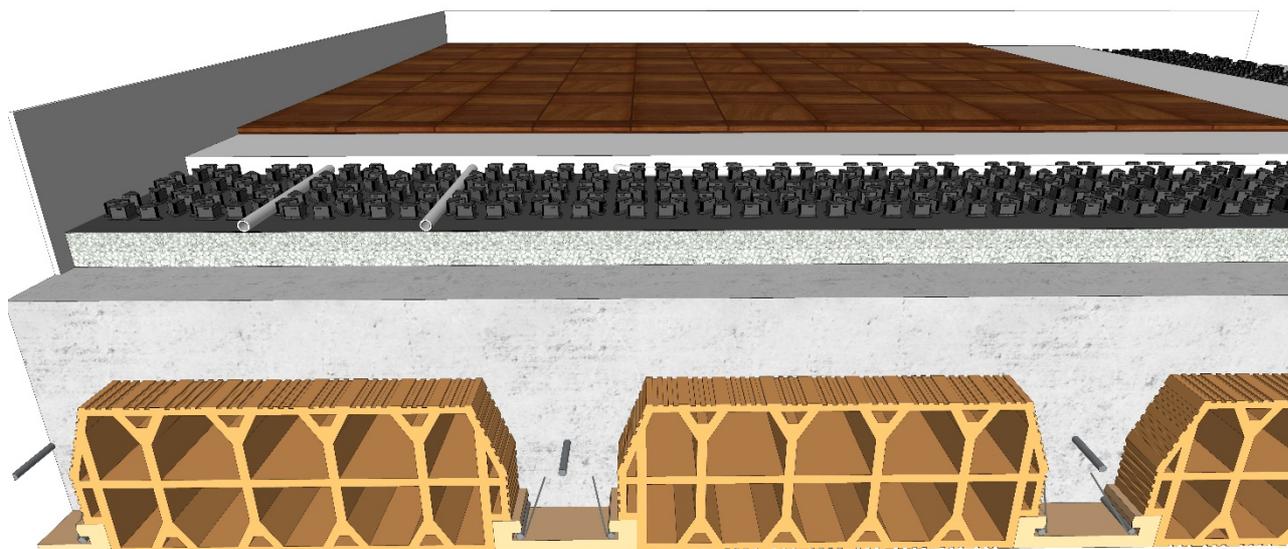
Tipologia costruttiva del massetto di supporto ribassato	Tolleranza quota massima del sottofondo	Spostamento della quota del sottofondo verso il basso	Tolleranza planarità massima del sottofondo	Incremento spessore nominale minimo del massetto
				[mm]
Aderente	±3	6	3	+6
A bassa inerzia	±3	6	3	+6

Il pannello utilizzato per bloccare il tubo dell’impianto radiante deve essere incollato con colle che non rigonfiano: ad esempio quelle poliuretatiche non possono essere utilizzate.

Il massetto deve avere classe di resistenza nominale minima in conformità alla norma EN 13813, pari a C 30 F6 e non necessita di armatura. Per le altre prestazioni si fa riferimento ai valori riportati nell’Allegato A.

Occorre prevedere l’utilizzo del giunto di dilatazione perimetrale senza bandella.

## G.2 Massetti radianti ribassati a bassa inerzia.



*Fig. G.2: Esempio di massetto radiante ribassato a bassa inerzia*

È possibile applicare ai massetti radianti ribassati a bassa inerzia le pavimentazioni ceramiche, lapidee e anche quelle lignee solo se in posa flottante purché siano verificate da parte del Progettista del Sistema Pavimento le condizioni seguenti:

- sottofondo stagionato e asciutto;
- assenza di umidità di risalita dagli strati sottostanti;
- assenza di materiali igroscopici in corrispondenza del sottofondo.

Per altre finiture (resilienti, laminate, tessili e resinose), occorre una progettazione specifica.

Massetti di questo tipo possono essere realizzati esclusivamente su supporti meccanicamente resistenti. Nel caso che il sottofondo non possa essere considerato sufficientemente “rigido” ai fini del dimensionamento del Sistema Pavimento (solaio, massetto pesante, pavimento, sottofondo pesante, alleggerito e leggero con massa volumica  $> 800 \text{ kg/m}^3$ ) allora il massetto si considera galleggiante (paragrafo 5.3.2).

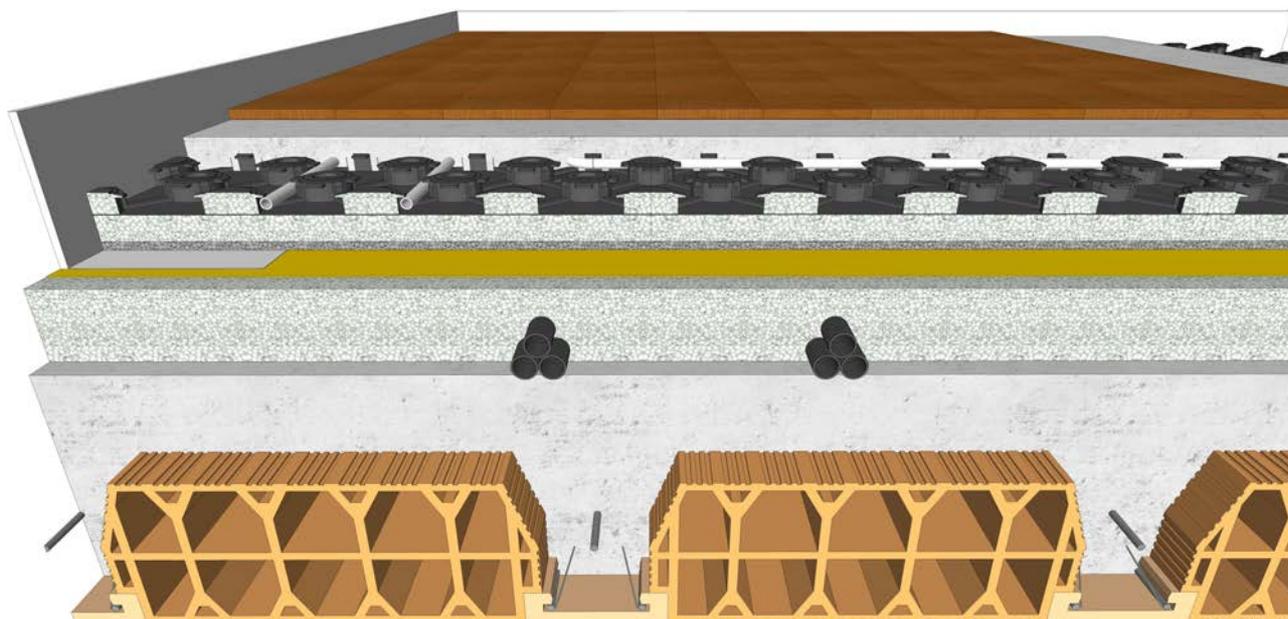
Il massetto deve avere uno spessore minimo di 10 mm sulla tubazione in classe di destinazione **P1** e 15 mm in Classe di destinazione **P2**. A tal fine occorre prestare molta attenzione all’esecuzione delle quote del sottofondo e a quella dei vincoli come altezza soffitto, pavimenti, soglie, ascensore, piatto doccia, scale, ecc., in quanto tale applicazione richiede elevata accuratezza da parte di tutti applicatori coinvolti (vedi i paragrafi 6.3 e 6.4). Le tolleranze del sottofondo sono riportate nel Prospetto G1. I valori riportati sono quelli raccomandabili in fase di progettazione ed esecuzione dei sottofondi. Evitare inoltre i rilievi puntiformi e la rugosità che vanno a minare la levigatezza della superficie del sottofondo.

I pannelli dell’impianto idraulico che hanno la duplice funzione di fissaggio dei tubi e di isolamento termico, devono presentare tensione minima di compressione alla deformazione del 10% ( $\sigma_{10}$ ) pari a 400 kPa e devono essere incollati al sottofondo con colle che non rigonfiano: ad esempio quelle poliuretatiche non possono essere utilizzate.

Il massetto deve avere classe di resistenza nominale minima in conformità alla norma EN 13813, pari a C 30 F6 e non necessita di armatura. Per le altre prestazioni si fa riferimento ai valori riportati nell’Allegato A.

Occorre prevedere l’utilizzo del giunto di dilatazione perimetrale senza bandella.

### G.3 Massetti radianti ribassati su impianti tradizionali



**Fig. G.3: Esempio di massetto radiante ribassato su impianto tradizionale e freno al vapore**

Massetti con riscaldamento/raffrescamento (radianti). I massetti con impianti radianti tipo A UNI EN 1264-1 e UNI EN ISO 11855-5 sono assimilabili a massetti galleggianti che incorporano nello spessore elementi riscaldanti/raffrescanti (tubazioni in materiale plastico o serpentine elettriche). Nel perimetro di ogni ambiente deve essere presente una striscia perimetrale comprimibile che permetta le dilatazioni del massetto. Lo strato separatore avente funzione di freno al vapore deve essere posizionato al di sotto del pannello isolante del sistema radiante. Per questo sistema vale quanto riportato nel paragrafo 5.3.2.

Per i pannelli isolanti degli impianti radianti e per gli eventuali strati resilienti vale quanto riportato nel paragrafo 8.7.

Si considerano esclusivamente le Classi di destinazione **P1** e **P2** (Allegato A). È possibile applicare le pavimentazioni ceramiche, lapidee e anche quelle lignee solo se in posa flottante. Così come nel paragrafo A.13 nell'Allegato A, anche in questa sezione si delega il Progettista del Sistema Pavimento per valutare l'efficacia di tali tipologie di massetti per la posa di pavimentazioni resilienti, laminate, tessili e resinose.

Il massetto deve avere uno spessore minimo di 20 mm sulla tubazione. A tal fine occorre prestare molta attenzione all'esecuzione delle quote del sottofondo e a quella dei vincoli come altezza soffitto, pavimenti, soglie, ascensore, piatto doccia, scale, ecc., in quanto tale applicazione richiede elevata accuratezza da parte di tutti applicatori coinvolti (vedi i paragrafi 6.3 e 6.4). Le tolleranze del sottofondo sono riportate nel Prospetto 2. Evitare inoltre i rilievi puntiformi e la rugosità che vanno a minare la levigatezza della superficie del sottofondo.

Il massetto deve avere classi di resistenza nominali minime pari a C 30 e F6, in conformità alla norma EN 13813. Per le altre prestazioni si fa riferimento ai valori riportati nell'Allegato A.

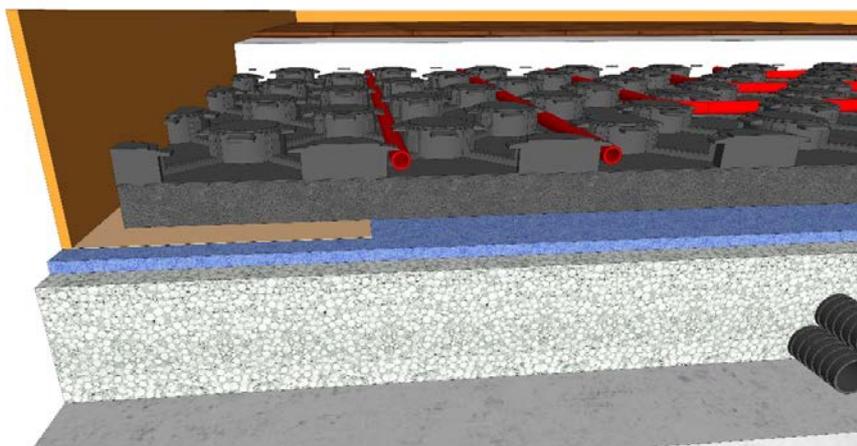
## Allegato H

### SUGGERIMENTI NELL'INSTALLAZIONE DEGLI IMPIANTI RADIANTI A PAVIMENTO

Il presente allegato fornisce una panoramica degli errori che è possibile rilevare in cantiere nella posa degli impianti radianti che possono portare a problematiche in fase di posa del massetto o al pavimento in esercizio e la soluzione raccomandabile per evitarle.

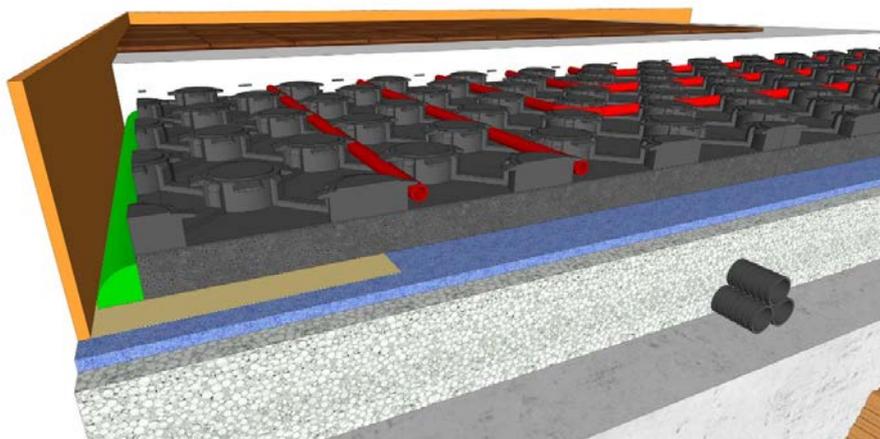
*Nota: per semplificare le immagini di seguito riportate, non è stata disegnata l'armatura all'interno del massetto ipotizzando che questo sia opportunamente fibrorinforzato. Inoltre, dove non compare il freno al vapore, si ammette che non ci sia risalita di vapore dal sottofondo.*

#### H.1 Corretto posizionamento del giunto perimetrale



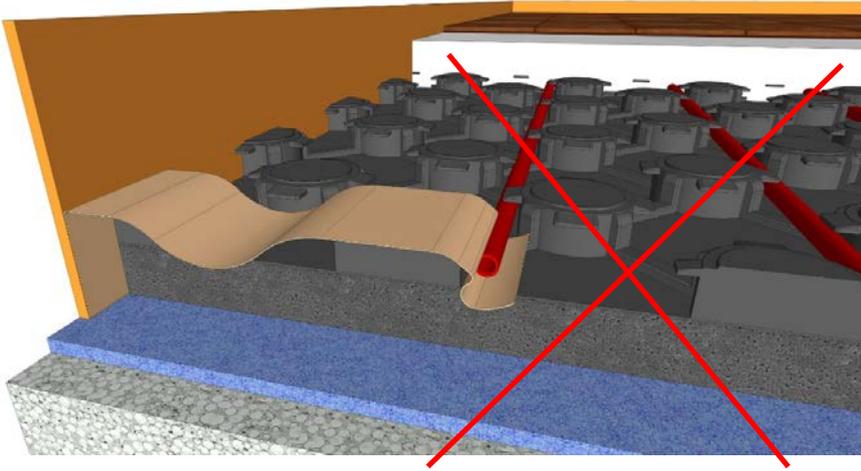
**Fig. H.1**

Corretto posizionamento in presenza di massetti in consistenza semi-umida. La bandella della fascia perimetrale deve essere posizionata sotto il pannello dell'impianto radiante.



**Fig. H.2**

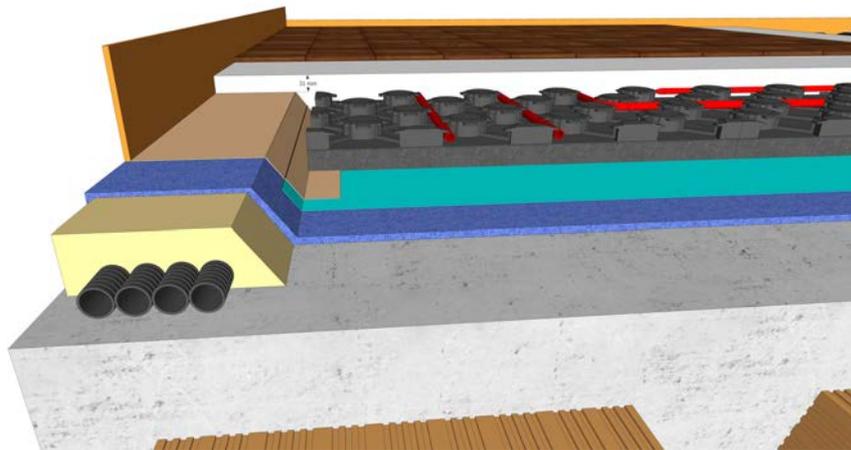
Corretto posizionamento in presenza di massetti in consistenza autolivellante. In verde la sigillatura perimetrale in schiuma poliuretanicca, malta o prodotto similare.



**Fig. H.3**

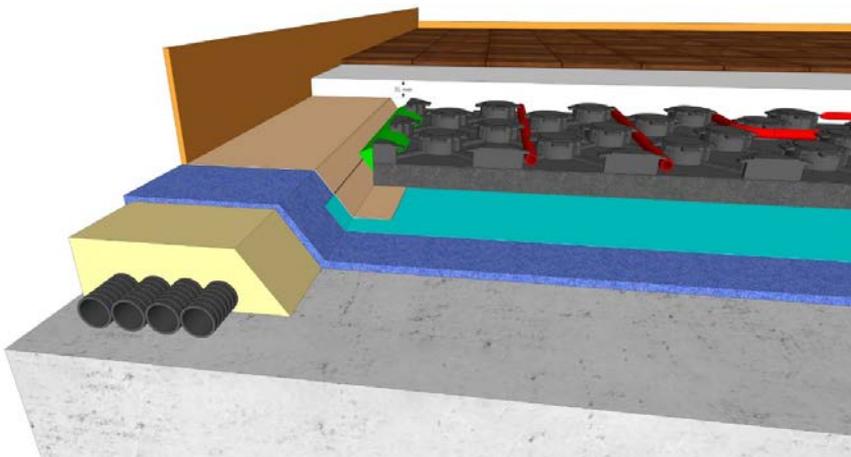
Il sistema diffuso di posizionamento della bandella della fascia perimetrale descritto nella figura a lato causa la formazione di sacche di aria sotto il massetto, indebolendolo.

*Nota: Nei 2 esempi di seguito si propone una soluzione tecnica che deroga da quelle riportate nel presente documento. Il passaggio di tubi perimetrale di solito si esegue nelle ristrutturazioni in cui, nonostante lo spessore limitato a disposizione per il pavimento, si desidera inserire l'impianto radiante malgrado la presenza di tubazioni dedicate ai servizi.*



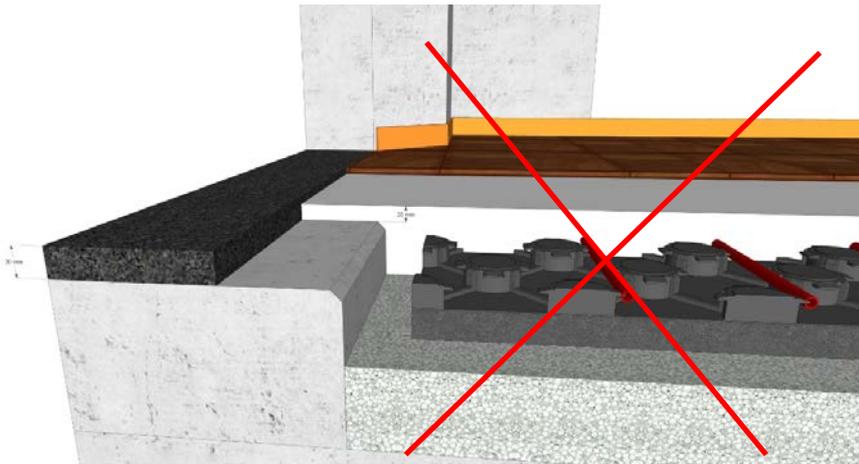
**Fig. H.4**

Corretto posizionamento della fascia perimetrale dotata di bandella in presenza di passaggio di tubi perimetrale ed utilizzo di massetto semi-umido. Deve essere assicurato uno spessore minimo del massetto sopra il passaggio di tubi di almeno 30 mm.



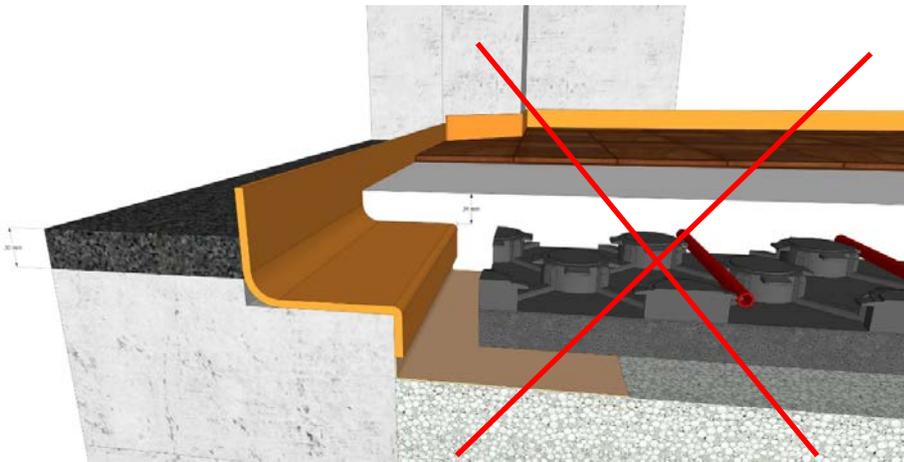
**Fig. H.5**

Corretto posizionamento della fascia perimetrale dotata di bandella in presenza di passaggio di tubi perimetrale ed utilizzo di massetto autolivellante. In verde la sigillatura perimetrale in schiuma poliuretanica, malta o prodotto similare. Deve essere assicurato uno spessore minimo del massetto sopra il passaggio di tubi di almeno 30 mm.



**Fig. H.6**

In presenza degli sguanci e delle soglie delle porte-finestre attenzione alla muratura di supporto della soglia sulla quale deve essere garantito uno spessore minimo del massetto di almeno 30 mm.



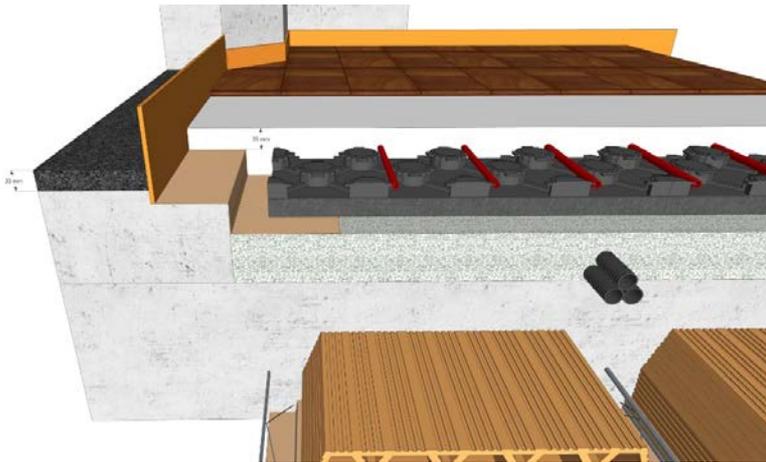
**Fig. H.7**

In presenza degli sguanci e delle soglie delle porte-finestre attenzione alla muratura di supporto della soglia. Il massetto non deve poggiare sulla fascia perimetrale in quanto si indebolirebbe.



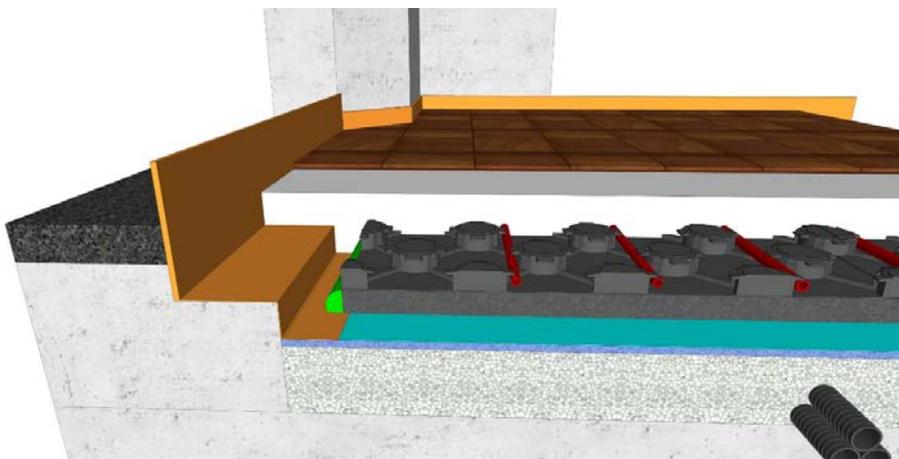
**Fig. H.8**

In presenza degli sguanci e delle soglie delle porte-finestre attenzione a non attraversare lo sguancio col giunto perimetrale.



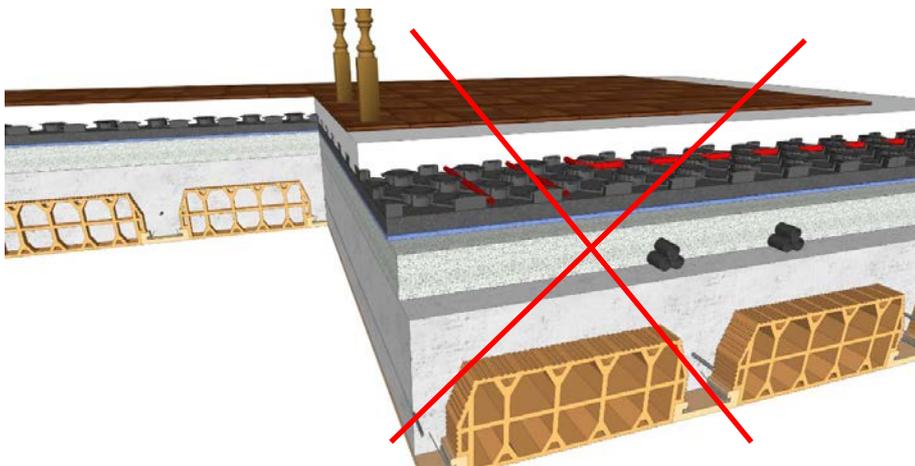
**Fig. H.9**

Corretta posizione del giunto perimetrale in prossimità di sguanci e soglie delle porte-finestre ed utilizzo di massetto semi-umido. Si invita ad osservare con attenzione il posizionamento della bandella. Lo spessore minimo del massetto sulla muratura di supporto della soglia deve essere di almeno 30 mm.



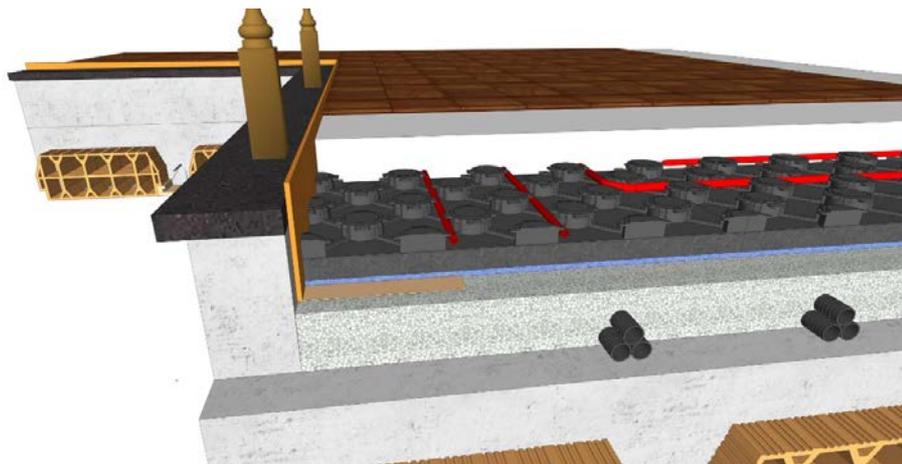
**Fig. H.10**

Corretta posizione del giunto perimetrale in prossimità di sguanci e soglie delle porte-finestre ed utilizzo di massetto autolivellante. In verde la sigillatura perimetrale in schiuma poliuretanica, malta o prodotto simile.



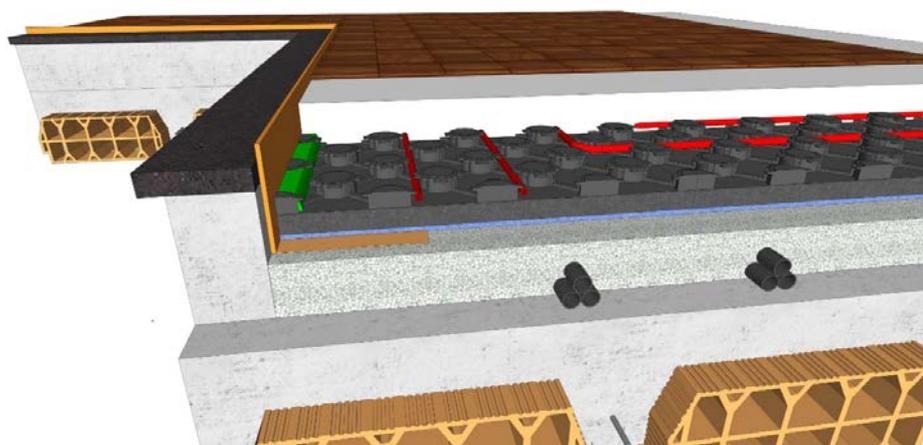
**Fig. H.11**

Vano scala. La soluzione tecnica riportata in figura causerà problemi all'intonaco a fianco della scala e al debole fissaggio della ringhiera al massetto.



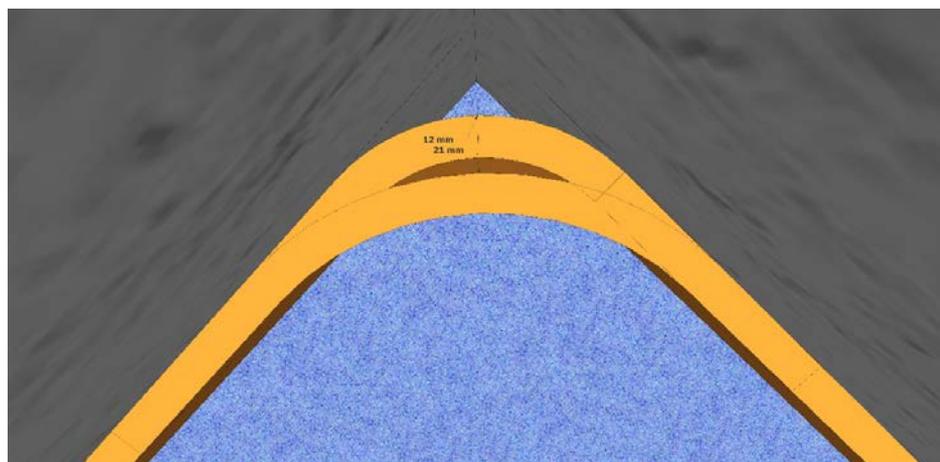
**Fig. H.12**

Vano scala con massetto semi-umido. La presenza del cordolo con la fascia perimetrale posizionata correttamente risolve le problematiche della soluzione tecnica riportata in Figura. H.11.



**Fig. H.13**

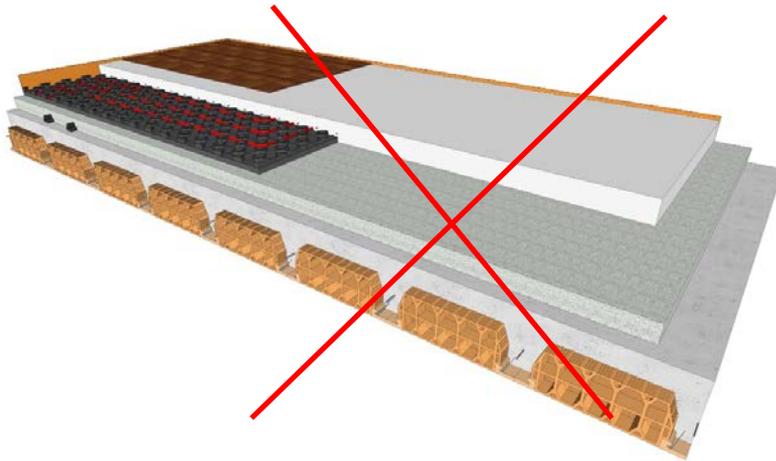
Vano scala con massetto autolivellante. In verde la sigillatura perimetrale in schiuma poliuretanic, malta o prodotto similare. La presenza del cordolo con la fascia perimetrale posizionata correttamente risolve le problematiche della soluzione tecnica riportata in Figura. H.11.



**Fig. H.14**

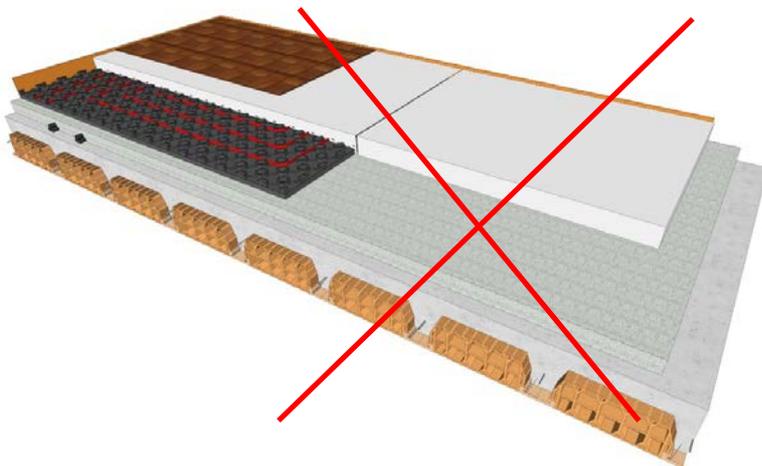
Occorre far aderire la bandella al muro anche negli spigoli per evitare che si formino cavità che indeboliscono la pavimentazione.

## H.2 Interruzione del pannello radiante (bagni, sottoscala)



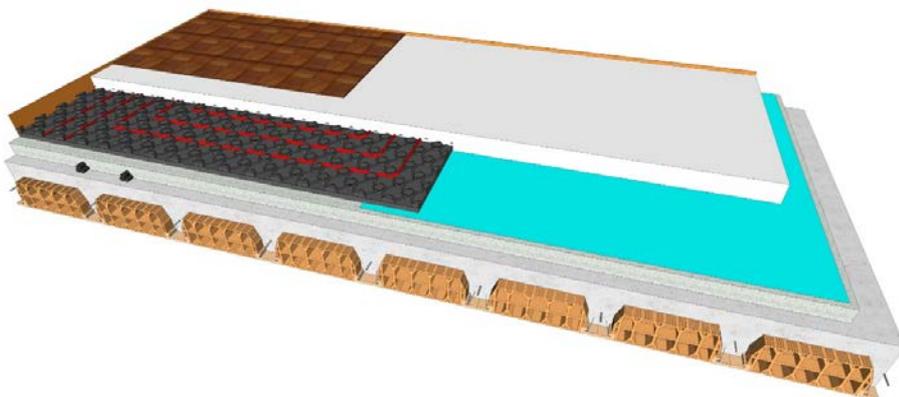
**Fig. H.15**

In questo caso il massetto lavora in parte in aderenza e in parte galleggiante. Nel tempo potrebbero formarsi fratture del massetto all'interfaccia con l'elevato rischio che si estendano alla pavimentazione in ceramica o lapidea.



**Fig. H.16**

L'esecuzione di un giunto trasversale potrebbe portare alla rottura della pavimentazione in ceramica o lapidea, se non opportunamente sigillato.

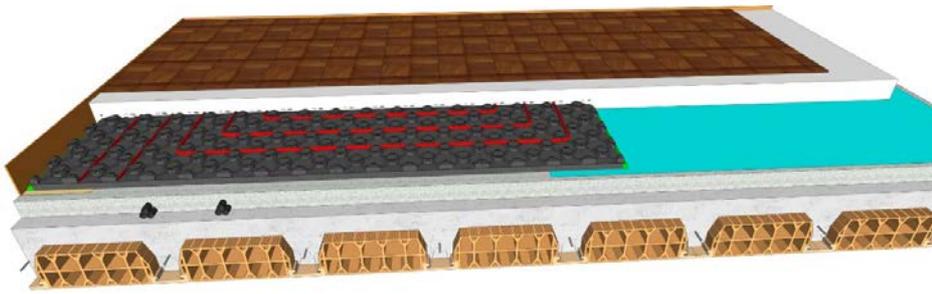


**Fig. H.17**

Soluzione tecnica suggerita in presenza di massetti in consistenza semi-umida.

**Fig. H.18**

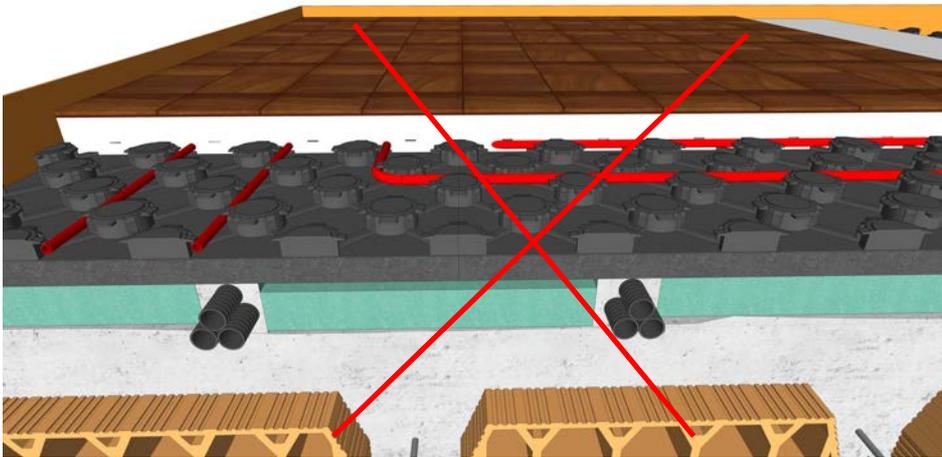
Soluzione tecnica suggerita in presenza di massetti in consistenza autolivellante. In verde la sigillatura perimetrale in schiuma poliuretana, malta o prodotto similare.



### H.3 Tubazioni che fuoriescono dal sottofondo

**Fig. H.19**

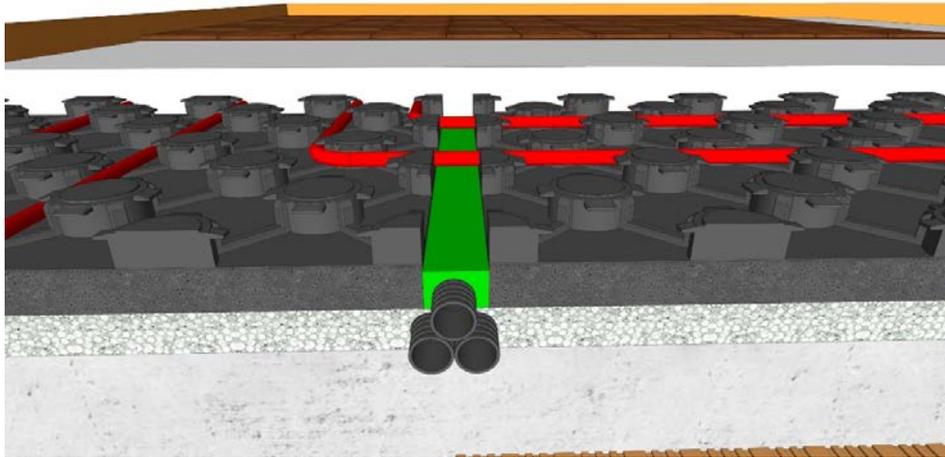
Soluzione non raccomandabile in presenza di pannelli isolanti e tubi affioranti dal sottofondo in quanto si creano dei vuoti che indeboliscono il sistema pavimento.



**Fig. H.20**

Le sacche d'aria provocate da tubi affioranti dal sottofondo portano alla rottura del massetto e della pavimentazione ceramica e lapidea.

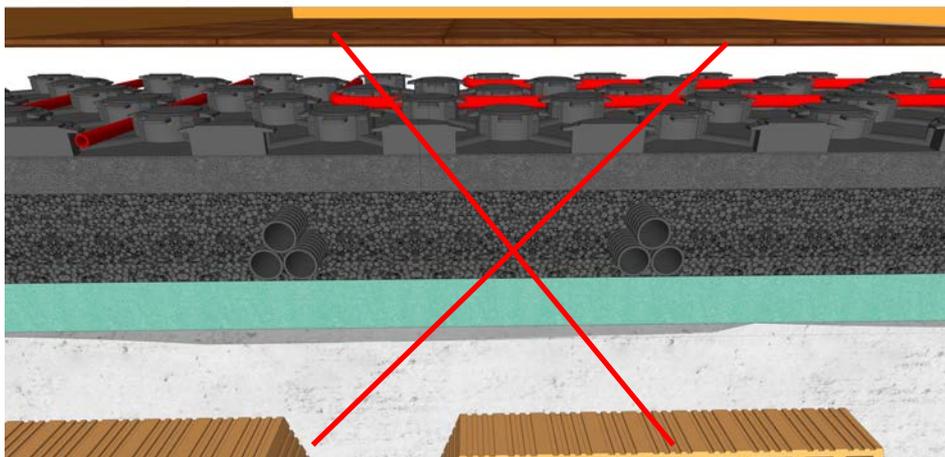




**Fig. H.21**

Soluzione suggerita per evitare la soluzione tecnica riportata nella Figura H.20 facendo uso di schiuma poliuretanic, malta o prodotto similare.

#### H.4 Vuoti tra il solaio ed i pannelli isolanti.



**Fig. H.22**

Maggiore è lo spessore dei pannelli isolanti e più è difficile che riescano a copiare le irregolarità del solaio. Le sacche d'aria che si formano indeboliscono il pavimento mettendo a rischio la pavimentazione prevista. Occorre quindi misurare con attenzione le variazioni di quota e di planarità del solaio per individuare la soluzione più corretta.

---

**CONPAVIPER**

**mail: [segreteria@conpaviper.org](mailto:segreteria@conpaviper.org)**

**[www.conpaviper.org](http://www.conpaviper.org)**