

## Tolleranze dimensionali e planarità

La presente scheda tecnica tratta i requisiti riguardanti le tolleranze dimensionali nella realizzazione di massetti e rivestimenti dei pavimenti. Vengono inoltre illustrati i controlli che chi realizza il massetto deve indispensabilmente effettuare sul substrato prima di eseguire il proprio lavoro.

Nel seguito, con l'espressione «impresa esecutrice» ci si riferisce a tutte le imprese esecutrici che si occupano della posa di pavimenti industriali e massetti.

Per i posatori di pavimenti industriali e massetti generalmente le superfici e le lunghezze del massetto da realizzare sono determinate dalle pareti che racchiudono l'ambiente. Nella maggior parte dei casi non è quindi necessario effettuare un controllo delle dimensioni in lunghezza e larghezza delle superfici del pavimento. L'impresa esecutrice tuttavia non può esimersi dal controllare le altezze, la planarità e le pendenze del substrato. È inoltre necessario controllare il corretto posizionamento e la linearità dei giunti nel substrato, che vanno poi riportati nel massetto.

### Indice

1. Panoramica sulle norme .....	2
2. Situazione.....	2
3. Deviazioni.....	3
4. Tolleranze.....	3
5. Controllo preliminare all'avvio della realizzazione del massetto .....	4
6. Quota altimetrica e posizione dei collegamenti .....	4
6.1 Quota altimetrica e posizione dei collegamenti sul substrato.....	4
6.2 Quota altimetrica e posizione dei collegamenti sul massetto .....	5
7. Planarità del substrato e del massetto .....	6
8. Requisiti di planarità .....	7
8.1 Substrato .....	7
8.2 Massetti flottanti .....	7
8.3 Massetti aderenti e rivestimenti di pavimenti aderenti .....	8
8.4 Calcestruzzo monolitico .....	8
9. Misurazione dell'inarcamento e della deformazione di ritiro .....	9
10. Deviazione angolare .....	10
11. Valori limite per le scale .....	10
12. Determinazione delle tolleranze.....	11

## 1. Panoramica sulle norme

Le seguenti norme trattano le tolleranze dimensionali per massetti e rivestimenti dei pavimenti.

- Norma SIA 414/1:2016 «*Tolleranze dimensionali nella costruzione - Terminologia, principi e regole d'applicazione*»
- Norma SIA 414/2:2016 «*Tolleranze dimensionali nell'edilizia*»
- Norma SIA 251:2008 «*Massetti flottanti all'interno di edifici*»
- Norma SIA 252:2012 «*Pavimenti in cemento, magnesita, resina e bitume*»

Nella norma SIA 414/1:2016 vengono definiti i termini e i principi per le tolleranze dimensionali. Viene fatta una distinzione fra i normali requisiti e i requisiti più rigorosi per le tolleranze dimensionali. I normali requisiti per le tolleranze dimensionali sono definiti nella norma SIA 414/2:2016 attraverso delle tabelle.

I requisiti più rigorosi per le tolleranze dimensionali vanno invece descritti e concordati specificatamente nel contratto d'appalto e riportati nei piani di esecuzione. A riguardo si rimanda alla raccomandazione PAVIDENSA PAV-E 27 «*Requisiti specifici per la planarità del massetto per piastrelle o plance/listoni di grandi dimensioni*» e PAV-E 13 «*Substrato e spessore di installazione del massetto*». Requisiti più rigorosi per le tolleranze dimensionali comportano generalmente misure costose quali la stuccatura o levigazione, che devono quindi essere messe in conto.

Requisiti tecnici specifici sono contenuti nelle norme SIA 251: 2008 «*Massetti flottanti all'interno di edifici*» e SIA 252: 2012 «*Pavimenti in cemento, magnesita, resina e bitume*». Queste norme trattano le proprietà specifiche di massetti e rivestimenti per quanto concerne le tolleranze dimensionali. In particolare vengono trattate le deviazioni consentite in seguito alle deformazioni specifiche del materiale, come ad esempio il sollevamento e l'abbassamento dei bordi nei massetti cementizi.

## 2. Situazione

Nei documenti di pianificazione vanno dimensionate le lunghezze, le larghezze, le distanze, le altezze, lo spessore dello strato e le quote di tutti gli elementi edilizi e di tutti gli inserti. Queste misure inserite nel piano sono le cosiddette dimensioni nominali. Durante le misurazioni e durante la produzione e l'assemblaggio degli elementi edilizi, le deviazioni dalle dimensioni nominali pianificate sono inevitabili per motivi legati ai materiali e alla tecnica di lavoro. Tali deviazioni devono rientrare all'interno di una tolleranza stabilita. Le tolleranze dipendono generalmente dalle dimensioni. All'aumentare delle dimensioni, aumentano anche le tolleranze. Nelle norme le tolleranze per soddisfare i normali requisiti sono definite in tabelle in relazione alle dimensioni.

Le tabelle della norma SIA 414/2:2016 non tengono però conto delle deformazioni dovute alla temperatura o all'umidità. Non si fa riferimento nemmeno alle variazioni dimensionali elastiche e a quelle legate allo scorrimento viscoso e al ritiro dei materiali. Tali deformazioni devono quindi essere sempre prese in considerazione nel determinare le tolleranze consentite nella situazione specifica.

Le norme stabiliscono le normali tolleranze o i livelli di accuratezza che vanno considerati tecnicamente ammissibili ed economicamente giustificati per le rispettive opere in condizioni di uso normale. Le tolleranze consentite devono essere tenute in considerazione in fase di progettazione e di esecuzione dell'opera.

Le deviazioni dimensionali devono rientrare all'interno di determinati limiti anche per consentire alle imprese incaricate dei lavori successivi di rispettare a loro volta le tolleranze loro consentite. Anche gli impianti devono poter essere installati senza difficoltà nel rispetto delle deviazioni stabilite. Le deviazioni consentite per i singoli elementi edilizi vanno coordinate in fase di pianificazione.

Bisogna inoltre prestare attenzione al fatto che in caso di misure minime, come ad esempio per quanto riguarda le pendenze, non può essere aggiunta alcuna tolleranza. Le norme richiedono generalmente delle pendenze molto piccole. Ed una pendenza molto piccola può essere ottenuta solo se le misure inserite nel piano tengono conto delle tolleranze consentite o se vengono stabiliti requisiti più rigorosi per quanto riguarda le quote che definiscono le pendenze.

### 3. Deviazioni

Nelle costruzioni le deviazioni dalle dimensioni pianificate sono inevitabili, anche se l'esecuzione avviene con la massima attenzione. Fondamentalmente bisogna distinguere fra le seguenti deviazioni per quanto riguarda i pavimenti:

- deviazioni dalla planarità
- deviazioni dalle altezze
- deviazioni angolari di superfici orizzontali o inclinate
- deviazioni dallo spessore dello strato
- deviazioni dovute a deformazioni del materiale

Le deviazioni vengono generalmente misurate attraverso gli strumenti normalmente utilizzati in edilizia:

- doppio metro: distanze fino a 2 m
- staggia: planarità e distanze fino a 4 m
- metro a nastro in acciaio: distanze fino a 20 m
- livella a bolla; filo a piombo: inclinazione; perpendicolarità
- livella ottica o laser: altezze; planarità
- calibro a corsoio, cunei di misurazione, piastre di misurazione

### 4. Tolleranze

Nella norma SIA 414/1:2016 vengono definiti i termini che seguono.

La dimensione nominale si riferisce alle misure pianificate. La dimensione minima consentita e la dimensione massima consentita determinano le deviazioni limite consentite. La somma della deviazione limite superiore e di quella inferiore dà la tolleranza massima. La dimensione effettiva dell'opera eseguita è chiamata dimensione effettiva. La deviazione è la differenza fra la dimensione effettiva e la dimensione nominale.

I valori di tolleranza dipendono dalle dimensioni. Ciò significa che più lungo è un elemento edilizio, maggiori sono le tolleranze/deviazioni consentite. Vengono stabiliti due tipi di distanze di misurazione.

- La **distanza di misurazione vincolata** è legata ad una dimensione nominale che è inserita nel piano o che può essere estrapolata; ad esempio lunghezze, larghezze, precisione angolare (anche in riferimento all'inclinazione) e quote altimetriche (ad

esempio da angolo ad angolo, da giunto a giunto, lungo la diagonale, lungo la serie di supporti).

- Per la **distanza di misurazione libera** il punto iniziale e quello finale possono essere scelti liberamente. Per determinare la planarità vale la distanza di misurazione libera. Per i massetti cementizi va notato che, a causa della del sollevamento del cemento si applicano le norme specifiche di cui ai punti 5 e 6.

## 5. Controllo preliminare all'avvio della realizzazione del massetto

L'impresa esecutrice, prima di iniziare il suo lavoro, deve controllare il substrato e le specifiche.

- C'è una pianta su cui sono riportati dislivelli presenti nel substrato e che non rientrano nelle tolleranze?
- I riferimenti metrici presenti sono concordanti?
- Il substrato rientra nella tolleranza consentita del riferimento metrico?
- Il substrato è sufficientemente piano?
- L'altezza del substrato e degli elementi di collegamento permette di soddisfare i requisiti previsti nel contratto d'appalto riguardo allo spessore del rivestimento o del massetto?
- È stato accertato che il massetto o il rivestimento si possono posare con uno spessore uniforme?
- Il substrato presenta le pendenze minime previste?

## 6. Quota altimetrica e posizione dei collegamenti

### 6.1 Quota altimetrica e posizione dei collegamenti sul substrato

L'altezza di un substrato piano si stabilisce nel piano mediano fra il punto più alto e quello più basso. La deviazione del piano mediano risulta dal riferimento metrico che generalmente viene determinato dal geometra sulla tromba delle scale. Il piano mediano di un substrato piano o inclinato può deviare al massimo di  $\pm 10$  mm dal riferimento metrico. Il controllo dell'altezza si esegue con l'ausilio di un laser per edilizia o di una livella. Se il substrato è realizzato in pendenza, la pendenza media va determinata nello stesso modo in cui si determina il piano mediano di una superficie piana.

Accade spesso che collegamenti quali porte, vani di ascensori o scalinate, la cui altezza sul massetto e sul rivestimento del pavimento deve essere ripresa in maniera esatta, si trovano al di fuori del piano mediano. In questi casi è necessario chiarire con il direttore dei lavori quali siano le priorità per quanto concerne l'altezza dei collegamenti e la precisione angolare. Generalmente la posizione prevista del rivestimento del pavimento deve essere adattata per mantenere l'altezza esatta delle connessioni. In alcune circostanze, in seguito a tali adattamenti, è necessario accettare che vi siano grandi deviazioni angolari delle superfici del massetto e del rivestimento (figura 2). L'impresa incaricata dei lavori successivi deve assolutamente comunicare tali deviazioni al direttore dei lavori e segnalare il substrato, qualora il massetto non rispetti i requisiti relativi alle tolleranze.

L'impresa incaricata dei lavori successivi è obbligata a controllare la quota altimetrica e la posizione dei collegamenti sul substrato. Se a causa di eccessive deviazioni dalle tolleranze non è possibile realizzare regolarmente il massetto, l'impresa incaricata dei lavori successivi

deve segnalare adeguatamente il substrato (vedi la raccomandazione PAVIDENSA PAV-01 «Esonero di responsabilità tramite segnalazione»). Successivamente va anche controllata la planarità del substrato (vedi punto 7).

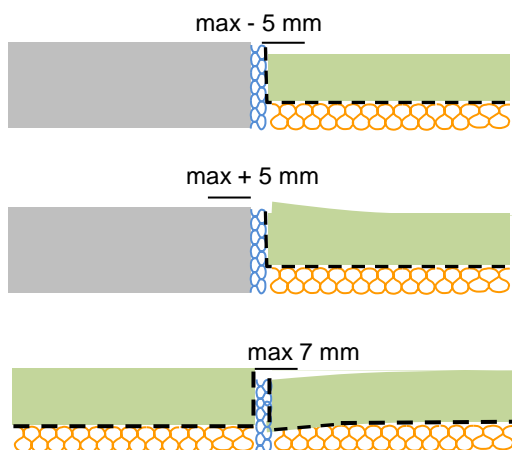
## 6.2 Quota altimetrica e posizione dei collegamenti sul massetto

La quota altimetrica per il massetto ed il rivestimento dei pavimenti viene stabilita attraverso la posizione degli elementi di collegamento e del riferimento metrico. Il riferimento metrico va fissato sulle pareti, sulle porte o sui supporti, se possibile alle quote indicate nella planimetria. La deviazione massima consentita dal riferimento metrico è di  $\pm 5$  mm. Il controllo delle quote altimetriche si esegue con l'ausilio di un laser per edilizia o di una livella, sulle quote stabilite nei piani. L'altezza effettiva di un massetto si stabilisce nel piano mediano fra suo il punto più alto e quello più basso.

In base alla norma SIA 251:2008 «Massetti flottanti all'interno di edifici» (comma 5.8.4) lo scostamento per i collegamenti a raso e per i passaggi piani può essere al massimo di  $\pm 5$  mm. Inoltre, nel caso di massetti a base cementizia, si possono togliere dal calcolo le deviazioni sui bordi e sui giunti dovute alle deformazioni consentite che possono verificarsi in base al tipo di materiale utilizzato. La pratica ha dimostrato che sono necessari requisiti più rigorosi per quanto concerne le tolleranze.

Si raccomanda di eseguire i collegamenti a raso dei rivestimenti all'altezza precisa. Bisognerebbe cercare di ottenere uno scostamento medio al massimo di 2 mm, tenendo conto dello spessore previsto per il successivo rivestimento del pavimento. Ciò va tenuto in considerazione nella progettazione, va inserito nella gara d'appalto e stabilito nel contratto di lavoro.

### Esempi

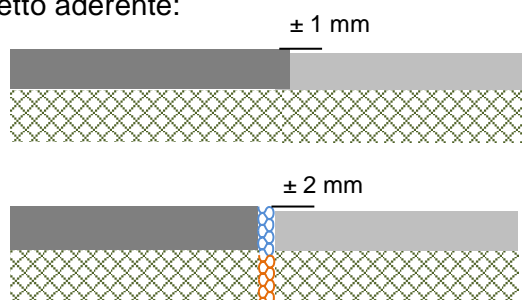


Dei massetti flottanti devono essere collegati alla stessa altezza, fino al massimo a 5 mm più in basso, con massetti aderenti, scale, porte alzanti/scorrevoli, condutture a pavimento, etc.

Il sollevamento massimo del massetto cementizio pronto per il rivestimento può essere al massimo di 5 mm (vedi anche punto 9).

La deformazione di ritiro massima del massetto cementizio dopo 2-3 anni non può superare i 7 mm. Per i massetti CA e CAF la deformazione di ritiro massima può essere al massimo di 2 mm.

### Massetto aderente:



Giunti e collegamenti sul rivestimento esistente: il valore medio di scostamento in 10 punti scelti a caso non deve essere superiore a 1 mm.

Collegamenti sui giunti con o senza profili di giunzione: il valore medio di scostamento in 10 punti scelti a caso non deve essere superiore a 2 mm.

Figura 1: Deviazioni consentite per collegamenti dei pavimenti a raso

In alcuni casi sfavorevoli accade che tra due collegamenti del pavimento che devono essere ripresi precisamente alla stessa altezza, la deviazione angolare della superficie del massetto risulti troppo elevata (figura 2). In questi casi va informato il direttore dei lavori o il cliente (committente) per stabilire come procedere.

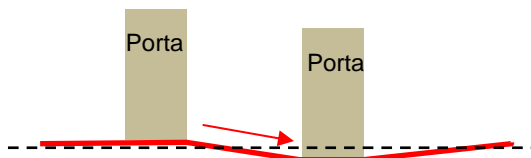
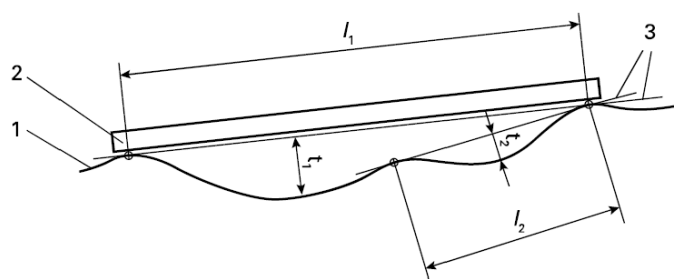


Figura 2: Grande deviazione angolare fra due porte

## 7. Planarità del substrato e del massetto



- |                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1 Istfläche                  | $l_1, l_2$ Messpunktabstand |
| 2 Messlatte                  | $t_1, t_2$ Stichmass        |
| 3 Fluchtgerade der Messlatte |                             |

Figura 3: Disposizione per la misurazione



Figura 4: Disposizione per la misurazione non consentita

La planarità si verifica attraverso misurazioni separate con l'ausilio della staggia o misurando le distanze fra dei punti di misurazione disposti a piacimento e una superficie di riferimento; non è consentito disporre la misurazione su giunti o collegamenti. Una singola misurazione si esegue posizionando la staggia su due punti in alto della superficie e misurando il valore rispetto al punto più basso (figura 3). La distanza dai due punti in alto è data dal valore massimo riscontrato, senza interpolazione fra le distanze di misurazione. I valori limite per la deviazione dalla planarità devono essere rispettati per

tutte le distanze misurate fra i punti in alto liberamente scelti per effettuare il controllo. Generalmente per il controllo della planarità di piccole superfici è sufficiente effettuare le misurazioni con una staggia da 2 m. Su grandi superfici è invece adatta la staggia da 4 m. Il valore di misurazione può essere rilevato in maniera semplice e veloce con un cuneo di misurazione, sui cui sono riportate anche le tolleranze consentite. Va notato che la disposizione per la misurazione di cui in figura 4, che viene spesso utilizzata, non è consentita.

Per determinare la planarità si possono scegliere liberamente i punti iniziali e finali per la misurazione (figura 5). In base alla norma SIA 251:2008, nei massetti flottanti cementizi i punti iniziali e finali devono trovarsi distanziati di almeno 1 m dagli angoli e di almeno 0.5 m dalle pareti e dai giunti, a causa dell'inarcamento degli angoli e dei bordi (figura 6).

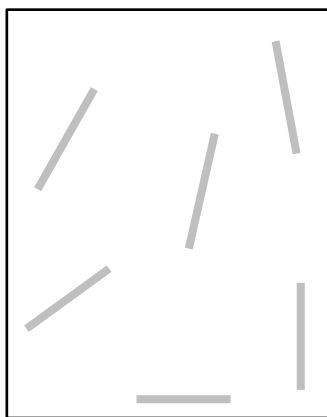


Fig. 5

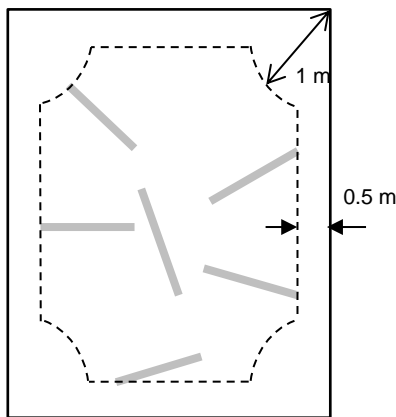


Fig. 6

## 8. Requisiti di planarità

### 8.1 Substrato

La planarità consentita per il substrato è definita nella norma SIA 414/2:2016 nel modo seguente.

Rivestimento	Valore di misurazione limite in mm per distanza di misurazione in m			
	≤ 0,4 m	≤ 1,0 m	≤ 2,0 m	≤ 4,0 m
Lati superiori delle coperture, substrati quali ad esempio quelli in calcestruzzo per la posa di sistemi di impermeabilizzazione aderenti, massetti flottanti, pavimenti industriali, rivestimenti a pannelli, massetti aderenti	3 mm	4 mm	6 mm	9 mm

**Tabella 1:** Valori limite per le deviazioni di planarità per il substrato

In base al comma 5.1.1 della norma SIA 251:2008 «Massetti flottanti all'interno di edifici» le deviazioni del substrato dalle tolleranze consentite devono essere riportate in una pianta. Le superfici che non rientrano nelle tolleranze vanno corrette. In particolare vanno rimossi i rialzi puntiformi. Nei massetti flottanti con uno spessore nominale  $\leq 50$  mm vanno fissati requisiti più rigorosi per quanto concerne la planarità del substrato. In caso di strutture in calcestruzzo, i requisiti più rigorosi vanno inseriti nei piani di casseratura.

### 8.2 Massetti flottanti

Per la planarità della superficie dei massetti flottanti, in base alla norma SIA 251:2008 e alla norma SIA 414/2:2016, le deviazioni consentite riportate nella tabella 2 si applicano sulla superficie che si trova all'interno dei bordi inarcanti per i massetti cementizi (figura 6) e su tutta la superficie per gli altri massetti (figura 5):

Rivestimento	Valore di misurazione limite in mm per distanza di misurazione in m				
	0,4 m	1,0 m	2,0 m	4,0 m	10,0 m
Deviazione consentita in mm	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm

**Tabella 2:** Requisiti di planarità per massetti flottanti (senza inarcamenti dei bordi per i massetti cementizi)

Nella norma SIA 414/2:2016 sono stabiliti gli stessi requisiti previsti per i massetti su cui devono essere posati rivestimenti di pavimenti. Mancano i requisiti per la distanza di misurazione di 10 m.

### 8.3 Massetti aderenti e rivestimenti di pavimenti aderenti

In base alla norma SIA 414/2:2016 per i pavimenti finiti e per i rivestimenti stuccati ed incollati valgono gli stessi requisiti di planarità previsti per i massetti flottanti (tabella 2).

La norma SIA 252:2012 stabilisce valori di tolleranza unici per i requisiti di planarità dei rivestimenti in calcestruzzo duro, cemento e resina.

Rivestimento	Valore di misurazione limite in mm per distanza di misurazione in m		
	1,0 m	2,0 m	4,0 m
Deviazione consentita in mm	2 mm	3 mm	4 mm

**Tabella 3:** Requisiti di planarità per rivestimenti in calcestruzzo duro, cemento e resina.

Per i rivestimenti a base di magnesita e per i rivestimenti in asfalto colato, in base alla norma SIA 252:2012 sono consentite le seguenti deviazioni.

Rivestimento	Valore di misurazione limite in mm per distanza di misurazione in m		
	1,0 m	2,0 m	4,0 m
Deviazione consentita in mm	3 mm	4 mm	6 mm

**Tabella 4:** Requisiti di planarità per rivestimenti in asfalto colato e magnesita.

Nella norma SIA 414/2:2016 viene aggiunta per tutti i rivestimenti una deviazione supplementare di 1 mm in caso di distanza di misurazione  $\leq 0.4$  m. Inoltre, il requisito per l'asfalto colato è di 5 mm su una distanza di misurazione di 4.0 m.

In caso di requisiti di planarità della superficie più rigorosi sono consentite le seguenti deviazioni: 1‰ della distanza fra due punti di misurazione  $\pm 2$  mm dal livello nominale.

Nel contratto d'appalto possono essere stabiliti anche altri requisiti di planarità, che vanno inseriti nel piano di esecuzione.

### 8.4 Calcestruzzo monolitico

La norma SIA 414/2:2016 stabilisce valori di tolleranza per il calcestruzzo monolitico come calcestruzzo strutturale e come calcestruzzo di copertura nel modo seguente.



Rivestimento	Valore di misurazione limite in mm per distanza di misurazione in m			
	≤ 0,4 m	≤ 1,0 m	≤ 2,0 m	≤ 4,0 m
Calcestruzzo strutturale con superficie finita (calcestruzzo monolitico), ad esempio parcheggio	3 mm	4 mm	6 mm	9 mm
Calcestruzzo strutturale con superficie finita come rivestimento, ad esempio calcestruzzo monolitico come calcestruzzo di copertura, coperture aderenti	2 mm	3 mm	4 mm	6 mm

**Tabella 5:** Valori limite per le deviazioni di planarità per calcestruzzo strutturale e calcestruzzo monolitico

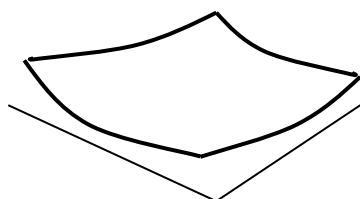
Nel caso di un calcestruzzo strutturale con superficie finita e direttamente pronto all'uso come il calcestruzzo monolitico, l'intero strato di calcestruzzo viene realizzato in un'unica fase, ossia applicando tutte le armature, gli inserti, i collegamenti e le terminazioni. Gli strati di calcestruzzo strutturale sono generalmente spessi almeno 250 mm. Il calcestruzzo di copertura in quanto superficie direttamente utilizzabile viene applicato su un substrato o su elementi precedentemente cementati. Il calcestruzzo di copertura può essere ulteriormente armato. Il suo spessore generalmente è inferiore a 150 mm.

I requisiti di planarità per il calcestruzzo monolitico sono molto meno severi rispetto a quelli per il calcestruzzo duro o per i rivestimenti in resina. L'impiego del calcestruzzo monolitico deve quindi essere adeguato ai requisiti per l'utilizzo previsto. Il calcestruzzo monolitico ha dato ad esempio buoni risultati quando utilizzato nei garage. Va notato che, presentando la sua superficie maggiori irregolarità, il deflusso dell'acqua deve essere garantito da una pendenza più elevata. Il calcestruzzo monolitico si è dimostrato inadatto come rivestimento finito in magazzini verticali o nelle aziende di spedizioni in cui vi è un veloce transito di carrelli elevatori. In questi casi le superfici devono essere rilavorate per soddisfare requisiti più rigorosi, ad esempio con una levigazione all'altezza esatta.

## 9. Misurazione dell'inarcamento e della deformazione di ritiro

Nei massetti flottanti cementizi gli angoli e i bordi si inarcano in modo concavo a causa dell'asciugatura della malta sul lato. In base alla norma SIA 251:2008 l'inarcamento nei massetti a base cementizia può essere al massimo di 5 mm, mentre la deformazione di ritiro al massimo di 7 mm.

L'inarcamento viene misurato ponendo in posizione orizzontale, tramite l'ausilio di una livella a bolla, una staggia metallica dalla lunghezza di 1,0, partendo da un angolo, da un bordo o da un giunto di dilatazione (figura 6). Si misura quindi la massima distanza libera dal massetto. Questa distanza non deve superare i 5 mm. La precisione di misura è di 1 mm.



**Figura 7:** Inarcamento e sollevamento



**Figura 8:** Misurazione dell'inarcamento

La deformazione di ritiro viene determinata misurando l'apertura dei giunti fra il battiscopa ed il rivestimento del pavimento. La misura è data dalla differenza tra l'apertura massima e quella minima dei giunti (figura 7 e figura 8). Nei giunti di dilatazione si misura la differenza

di altezza fra i due rivestimenti adiacenti. L'abbassamento viene misurato con l'ausilio di un cuneo di misurazione o di piastre di misurazione con una precisione di 1 mm.



**Figura 9:** Apertura minima



**Figura 10:** Apertura mas-

La misurazione si effettua con una precisione di 1 mm. Le deformazioni di ritiro possono essere al massimo di 7 mm.

## 10. Deviazione angolare

Nella norma SIA 414/2:2016, riguardo alle deviazioni angolari, vengono stabiliti requisiti analoghi per le superfici orizzontali, per quelle inclinate e anche per quelle verticali. Le distanze di misurazione sono vincolate ad una dimensione inserita nel piano. Le pendenze sono quindi definite dai punti di misura e dalle quote indicate nella planimetria.

Rivestimento	Valore di misurazione limite in mm per dimensioni nominali in m.						
	≤ 0,4	> 0,4 ≤ 1,0	> 0,4 ≤ 2,0	> 2,0 ≤ 4,0	> 4,0 ≤ 10,0	> 10,0 ≤ 20,0	> 20
Superfici verticali, orizzontali e inclinate	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm	16 mm	20 mm	24 mm

**Tabella 6:** Valori limite per le deviazioni angolari

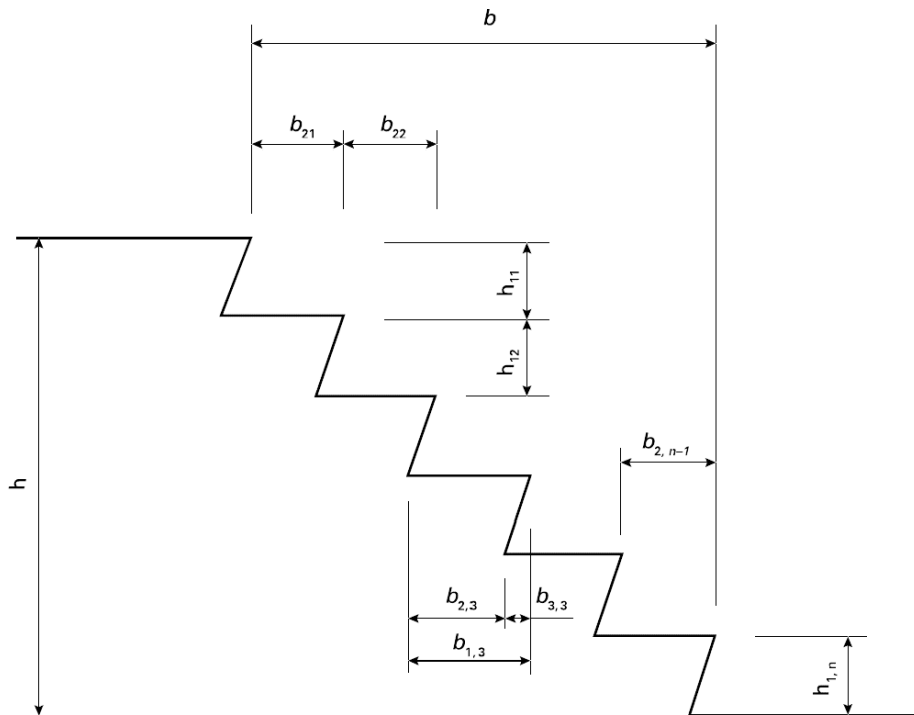
Le norme definiscono generalmente le pendenze minime in percentuale. Fondamentalmente vanno rispettati i requisiti minimi. Per il raggiungimento dei requisiti minimi va inclusa nei documenti di pianificazione anche la tolleranza consentita. Eventualmente si deve tenere conto anche delle deformazioni elastiche e plastiche dovute allo scorrimento viscoso e al ritiro. Ciò vale in particolare per le terrazze e i tetti calpestabili, in cui il deflusso dell'acqua avviene generalmente nella zona dei supporti e dei muri portanti

## 11. Valori limite per le scale

Per scale con una profondità della pedata ≤ 0.40 m valgono le deviazioni limite di cui alla tabella 7 della norma SIA 414/2. Per la valutazione delle deviazioni limite in base alla tabella 7, l'alzata media viene determinata sul posto in base dalla differenza di altezza tra i pianerottoli.

Rivestimento	Deviazione limite in mm per				
	Profondità pedata $b_x$	Altezza alzata $h_x$	Altezza partenza $h_{1,n}$	Altezza sbarco $h_{1,1}$	Inclinazione
Calcestruzzo grezzo pronto per il rivestimento	± 10 mm	± 10 mm	± 10 mm	± 10 mm	± 5 mm
Rivestimenti per pavimenti finiti	± 5 mm	± 3 mm	± 10 mm	+3 mm, -10 mm	± 2 mm

**Tabella 7:** Valori limite per i gradini

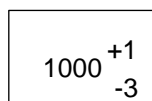


- |                     |                               |   |
|---------------------|-------------------------------|---|
| b                   | Lunghezza gradino             | $b = b_{2,1} + b_{2,2} + \dots + b_{2,n-1}$ |
| $b_x$               | Profondità media pedata       | $b_x = b/n - 1$                             |
| h                   | Altezza gradino               | $h = h_{1,1} + h_{1,2} + \dots + h_{1,n}$   |
| $h_x$               | Alzata media                  | $h_x = h/n$                                 |
| $h_{1,n}$           | Altezza partenza              |   |
| $h_{1,1}$           | Altezza sbarco                |   |
| n                   | Numero di alzate              |   |
| n                   | Numero di pedate              |   |
| $h_{zul} = h_x \pm$ | Deviazione limite (tabella 7) |   |
| $b_{zul} = b_x \pm$ | Deviazione limite (tabella 7) |   |

**Figura 11:** Definizioni

## 12. Determinazione delle tolleranze

Le tolleranze definite nelle norme valgono per i rispettivi ambiti come «proprietà prevista». Se è richiesto un livello di precisione maggiore, si tratta di una «proprietà richiesta» che deve essere indicata nei documenti per la gara d'appalto e nei relativi contratti. Le dimensioni per le quali deve essere rispettata una maggiore precisione devono essere indicate riportando la relativa tolleranza da rispettare (cioè le deviazioni limite) e devono essere disegnate nei piani (vedi esempio seguente). Devono inoltre essere stabilite le classi di precisione degli strumenti di misura.



---

### **Esclusione di responsabilità**

PAVIDENSA si impegna al massimo affinché le informazioni contenute nelle sue raccomandazioni siano corrette. Tali informazioni si riferiscono a casi normali e si basano sulle conoscenze e sulle esperienze dei membri del gruppo specializzato di PAVIDENSA. PAVIDENSA non può però garantire che le informazioni riportate siano aggiornate, corrette, complete o adeguate. PAVIDENSA declina esplicitamente ogni propria responsabilità per eventuali errori od omissioni o per eventuali conseguenze dell'applicazione delle raccomandazioni.