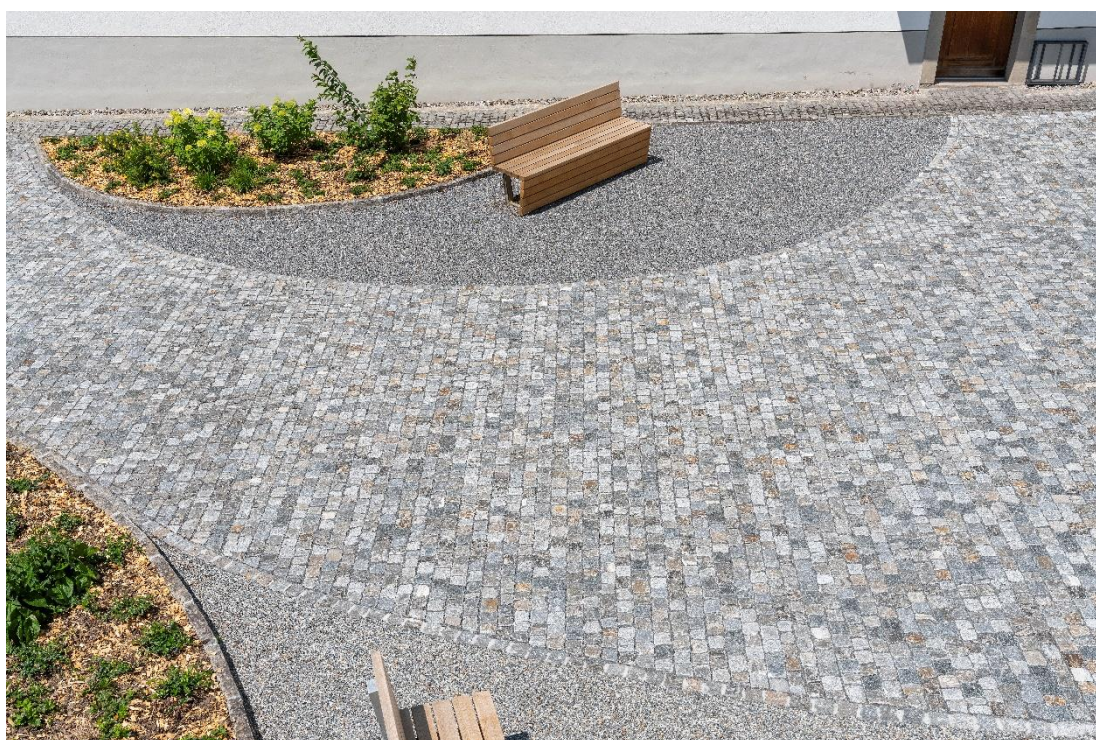




Pavimentazioni in pietra naturale nel paesaggio

Norme e consigli pratici



Le pavimentazioni in pietra naturale nel settore del giardinaggio e del paesaggio comportano aspetti di tipo tecnico e creativo. Al di là del rispetto delle norme, l'esperienza professionale è un importante attributo per posare pavimentazioni che durano nel tempo e si integrano armoniosamente nel contesto.

Il materiale della fondazione non ha alcun influsso sulla modalità di posa. Le tre modalità più diffuse si distinguono esclusivamente per il tipo di strato di posa e di copertura.

La presente scheda informativa riepiloga le norme vigenti e le completa con consigli pratici.

Indice

1. Campo di validità – scopo della scheda informativa.....	3
1.1. Nota	3
1.2. Campo di applicazione.....	3
1.3. Classificazione giuridica.....	3
2. Posa sciolta	4
2.1. Progettazione – posa sciolta.....	4
2.2. Materiali – posa sciolta.....	6
2.3. Realizzazione – posa sciolta.....	7
2.3.1. Sequenza delle fasi di lavoro per la realizzazione di una pavimentazione con posa sciolta ...	8
2.4. Manutenzione – posa sciolta	8
3. Posa mista	9
3.1. Progettazione – posa mista	9
3.2. Materiali – posa mista	12
3.3. Realizzazione – posa mista	13
3.3.1. Sequenza delle fasi di lavoro per la realizzazione di una pavimentazione con posa mista ...	14
3.4. Manutenzione – posa mista	14
4. Posa legata	15
4.1. Progettazione – posa legata	15
4.2. Materiali – posa legata.....	18
4.3. Realizzazione – posa legata	19
4.3.1. Sequenza delle fasi di lavoro per la realizzazione di una pavimentazione con posa legata ..	21
4.4. Manutenzione – posa legata.....	21
5. Tolleranze.....	21
5.1. Planarità	21
5.2. Cambiamenti di quota	22
5.3. Fughe	22
6. Termini e definizioni.....	22
7. Rimandi	23
8. Indicazione delle fonti.....	24

1. Campo di validità – scopo della scheda informativa

1.1. Nota

La presente scheda informativa costituisce un riepilogo della documentazione elaborata dalle associazioni di categoria e dalle organizzazioni di normazione, con l'aggiunta di consigli pratici.

Non vengono trattati in questa scheda:

- Il sottofondo/la sottostruttura;
- i rivestimenti transitabili con veicoli delle classi di traffico T2, T3 e T4;
- i rivestimenti transitabili con veicoli $\geq 3,5$ t;
- i rivestimenti di terrazze su tetti e di balconi;
- le costruzioni prive di barriere architettoniche.

1.2. Campo di applicazione

La presente scheda informativa si rivolge a chi progetta e realizza pavimentazioni in pietra naturale nel campo del giardinaggio e del paesaggismo, nonché agli uffici tecnici comunali.

Vengono trattate esclusivamente le pavimentazioni in pietra naturale.

Il documento **non** può essere utilizzato per:

- la posa di rivestimenti soggetti a requisiti più elevati in considerazione della posizione geografica (p.es. altitudine);
- la posa di rivestimenti soggetti a requisiti più elevati in considerazione dell'utilizzo (p.es. indicatori tattili al suolo, convogliamento permanente delle acque ecc.);
- interventi nel campo della conservazione dei monumenti storici.

1.3. Classificazione giuridica

La presente **scheda informativa** costituisce una raccomandazione e **non è giuridicamente vincolante**.

Se singoli casi non possono essere chiariti dalle norme vigenti né dalle regole riconosciute nel settore, le raccomandazioni di organizzazioni specialistiche possono rivelarsi preziose.

2. Posa sciolta

2.1. Progettazione – posa sciolta

Aspetti generali

Le pavimentazioni in pietra naturale vengono progettate secondo la norma VSS SN 640 480a:2009 «Pflästerungen».

In questa variante, la posa e il materiale per il riempimento delle fughe sono sciolti.

La struttura superiore deve essere progettata in modo da soddisfare determinati requisiti (p.es. capacità portante, convogliamento delle acque, utilizzo previsto, superficie antisdrucciolo ecc.).

Tutti i tipi di pavimentazione devono essere integrati in una bordura fissata con del calcestruzzo. Se queste bordure sono esposte al transito di veicoli, vanno dimensionate in base alla classe di traffico.

Nota: nelle aree coperte e sotto ai bordi di gocciolamento (p.es. gronde), le pavimentazioni con fughe riempite con materiale sciolto (in particolare sabbia) *non* sono consigliate.

Se si opta per una posa sciolta in un'area esposta al transito di veicoli, deformazioni dovute al consolidamento e al passaggio di pneumatici sono inevitabili. Il materiale dello strato portante e dello strato di posa è in grado di ridurle, non di prevenirle.

Tipi di pavimentazione

Secondo il tipo di posa e di pietra scelta, sono possibili i tipi di pavimentazione seguenti. Nella norma SN 640 480a:2009 «Pflästerungen» si trovano illustrazioni esplicative.

Materiale	Tipo	Transito								Lunghezza della corda nelle pavimentazioni ad arco
		Pedonale				T1 Molto leggero				
		Pavimentazione a filarone	Pavimentazione ad arco (badare alla lunghezza della	Pavimentazione a lisca di	Pavimentazione a posa irregolare	Pavimentazione a filarone	Pavimentazione ad arco (badare alla lunghezza della	Pavimentazione a lisca di	Pavimentazione a posa	
Blocchetti da pavimentazione	4/6	o	✓	x	x	o	o	x	x	0,60 – 0,90 m
	6/8	o	✓	x	x	o	o	x	x	0,90 – 1,30 m
	8/11	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	1,20 – 1,70 m
	11/13	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	1,60 – 2,20 m
	14/16	✓	x	x	x	✓	x	x	x	2,10 – 2,80 m
Moche di delimitazione	10	✓	x	o	x	✓	x	o	x	x
	12	✓	x	o	x	✓	x	o	x	x
	15	✓	x	o	x	✓	x	o	x	x
Blocchetti di pavimentazione variati	Piccoli	x	x	✓	✓	x	x	o	o	x
	Grandi	x	x	o	o	x	x	✓	✓	x
Ciottoli		✓	o	x	✓	✓	o	x	✓	x

✓ = Idoneo | o = Idoneo con riserva | x = Non idoneo

Deflusso delle acque e pendenze

Le pavimentazioni in pietra naturale con posa sciolta sono drenanti solo parzialmente. Se è richiesta una capacità di drenaggio particolarmente elevata, le fughe possono essere riempite con ghiaietto da 2-4 mm. Si tratta di una soluzione di uso pratico comune, ma non definita a livello normativo. Oltre al livello di deflusso superficiale (superficie del rivestimento), va pianificato e realizzato anche quello strutturale, quindi sullo strato portante: non deve crearsi un ristagno d'acqua sotto la pavimentazione e il deflusso dell'acqua di superficie non deve provocare allagamenti e/o l'erosione del suolo. Il convogliamento delle acque deve dunque essere progettato affinché l'acqua di superficie non entri nelle aperture dell'edificio che si trovano all'altezza del suolo.

Vanno rispettate le pendenze minime riportate in questa tabella.

Materiale e struttura della superficie	Pendenza minima
Pietra naturale bocciardata, sabbiata, fiammata	2,0%
Pietra naturale a spacco	2,5%

Per le pavimentazioni con fughe riempite con materiale sciolto (Splitt, sabbia), il deflusso delle acque va pianificato in modo che non si verifichino dilavamenti delle fughe.

Struttura superiore

La struttura superiore comprende la costruzione (pavimentazione + posa) e la fondazione.

Capacità portante del sottofondo	M _{E1} [kN · m ⁻²]	Transito / spessore strato di ghiaietto	
		Pedonale	T1 Molto leggero
S ₁ , bassa	6 000 ... 15 000	30 cm	50 cm
S ₂ , media	>15 000 ... 30 000	20 cm	30 cm
S ₃ , alta	>30 000 ... 60 000	10 cm	20 cm

Se la fondazione viene realizzata completamente o in parte con uno strato legato (es. calcestruzzo drenante), lo spessore può essere ridotto: 20 cm misto granulare compattato = 10 cm calcestruzzo drenante 8/16 mm CEM II 42,5, 225 kg/m³ (± 25 kg), rapporto acqua/cemento 0,37

Raccomandazione: spessore dello strato di calcestruzzo drenante almeno 10 cm

È ammessa una fondazione di solo calcestruzzo drenante. Nota: il calcestruzzo drenante *non* viene armato (con eccezione dell'armatura di vetroresina contenuta in alcuni tipi di cemento).

Se il sottofondo è *impermeabile* non devono formarsi pozze d'acqua. L'umidità va gestita con le misure di deflusso del caso.

Lo spessore della costruzione e la larghezza delle fughe variano secondo il tipo di pietra (vedi tabella seguente).

Materiale	Tipo	Pedonale	T1 Molto leggero	Spessore della costruzione	Larghezza delle fughe
Blocchetti per pavimentazione	4/6	✓	o	9 cm	4-8 mm
	6/8	✓	o	13 cm	6-10 mm
	8/11	✓	✓	16 cm	6-12 mm
	11/13	✓	✓	17 cm	6-12 mm
	14/16	✓	✓	20 cm	8-14 mm
Moche	10	✓	o	15 cm	6-12 mm
	12	✓	✓	17 cm	6-12 mm
	15	✓	✓	20 cm	8-14 mm

Materiale	Tipo	Pedonale	T1 Molto leggero	Spessore della costruzione	Larghezza delle fughe
Blocchi di pavimentazione variati	Piccoli	✓	o	11 cm	4-8 mm
	Grandi	o	✓	14 cm	6-12 mm
Ciottoli	-	✓	✓	18 cm	-

✓ = Idoneo | o = Idoneo con riserva | × = Non idoneo

Fughe

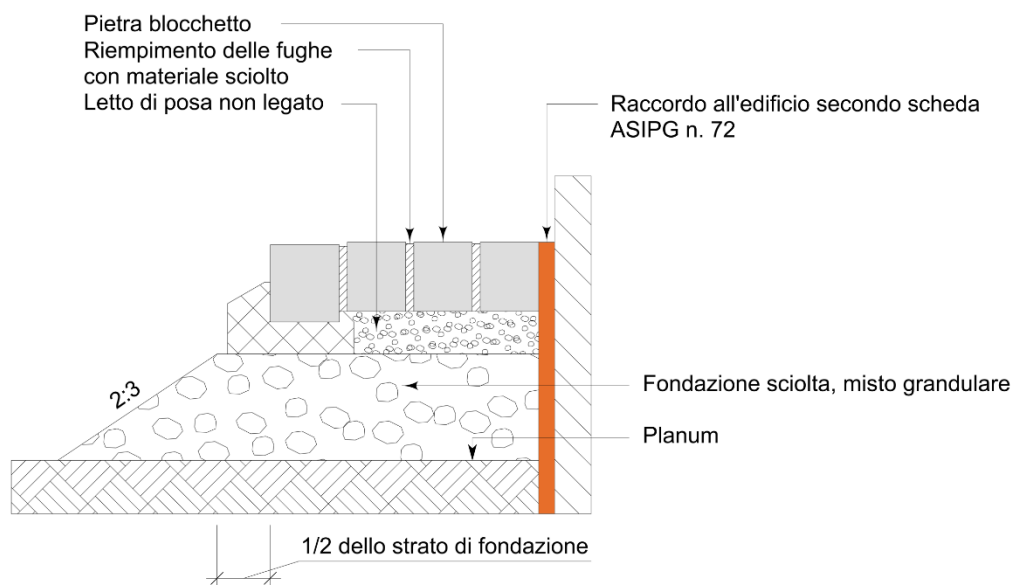
Nelle pavimentazioni con posa sciolta esposte al transito di veicoli si verificano incavature delle fughe dovute per esempio all'effetto degli pneumatici. Nella misura in cui la pavimentazione sia stata realizzata correttamente, queste incavature *non* costituiscono un difetto.

Le pavimentazioni con fughe riempite con materiale sciolto, non sono adatte alla pulizia con macchinari (vedi punto 2.4).

Raccordo a edifici/parti di un edificio

Il raccordo all'edificio e ad altri elementi architettonici deve essere realizzato in modo da prevenire la formazione di umidità. Trovate maggiori informazioni al riguardo nella scheda tecnica ASIPG n. 72 «Projektierung und Ausführung von Aussenputzen und der Verputzten Aussenwärmedämmung im Sockelbereich».

Sezione posa sciolta



2.2. Materiali – posa sciolta

Strato di fondazione

Come materiale per la fondazione, si presta un misto granulare resistente al gelo (p.es. 0/45) o calcestruzzo drenante 8/16 mm CEM II 42,5, 225 kg/m³ (± 25 kg), rapporto acqua/cemento 0,37.

Strato di posa

Per la posa si utilizza pietrisco lavato (Splitt) o ghiaia rotonda lavata 4/8. Deve trattarsi di pietra dura che soddisfi i requisiti SN 670 103b.

Pietre naturali

Le pietre naturali esposte ai prodotti antigelo devono soddisfare le disposizioni dell'allegato C della norma SIA 262/1 «Betonbau – Ergänzende Festlegungen».

Nota: i prodotti antigelo possono finire sulle pavimentazioni anche indirettamente, per esempio se trasportati da pneumatici.

Esistono diversi tipi di pietra naturale, il cui nome fa riferimento alle dimensioni. La tabella 1 della norma SN 640 480a:2009 ne fornisce una panoramica.

Alcune pietre naturali disponibili in commercio non soddisfano tutti i requisiti a livello di dimensioni, ma possono rivelarsi adeguate per utilizzi speciali. Il loro impiego va quindi valutato secondo la situazione.

Per le pavimentazioni ad arco, il 10% circa del materiale deve essere costituito da mezze pietre o di forma trapezoidale.

Materiale per le fughe

Il materiale per le fughe (sabbia) deve fare presa per tutta l'altezza delle fughe.

Quale legante, è possibile ricorrere a un cemento trass. In caso di utilizzo di una miscela, vanno seguite le indicazioni del fornitore e occorre accertarsi che il prodotto sia idoneo per il carico e il tipo di impiego previsti.

Se occorrono fughe particolarmente drenanti, è possibile ricorrere a ghiaietto 2-4 mm. Si tratta di una soluzione di uso pratico, ma non definita a livello normativo.

2.3. Realizzazione – posa sciolta

Strato di fondazione

La sottostruttura deve essere preparata con la pendenza prevista dal progetto. La compattazione deve essere conforme ai requisiti della sovrastruttura. La differenza rispetto alla quota prevista non può superare ± 30 mm. Il deflusso delle acque deve essere garantito anche dopo la posa dello strato di fondazione.

Gli strati di fondazione non-legati vanno realizzati nella pendenza prevista dal progetto e compattati a strati di al massimo 25 cm. Dopo la compattazione, la differenza della plania grezza dello strato di fondazione rispetto alla quota mirata deve essere ≤ 20 mm.

Lo strato di eguagliamento viene realizzato con lo stesso materiale o con materiale di dimensioni più piccole (p.es. 0/22 mm), e deve a sua volta seguire la pendenza (della superficie) prevista dal progetto. Deve essere realizzato conformemente ai requisiti della stratificazione sottostante. La differenza dopo la compattazione deve essere di al massimo ± 10 mm.

Se lo strato di fondazione non è delimitato da elementi architettonici o manufatti, esso deve prolungarsi oltre il limite della superficie pavimentata o del bordo esterno della bordura pavimentata per una lunghezza pari alla metà dello spessore della fondazione ed essere sostenuto da un terrapieno laterale con una proporzione di 2:3.

Le fondazioni di calcestruzzo drenante vengono prolungate oltre il limite del rivestimento per una lunghezza pari al calcestruzzo della bordura perimetrale. In questo caso, non è necessario realizzare un terrapieno.

Strato di copertura

Le pavimentazioni con posa sciolta devono essere ben salde, e venire compattate a mano o con attrezzi appropriati.

Le irregolarità nella pavimentazione finita *non* possono essere corrette con una compattazione successiva: occorre rimuovere i singoli sassi e posarli nuovamente.

Le fughe devono essere omogenee. Le larghezze devono rispettare i valori riportati nella tabella a pagina 5.

Le fughe vengono riempite con l'apposito materiale. Al momento della compattazione, occorre gettare una quantità sufficiente di acqua affinché il materiale si compatti nelle fughe e accertarsi che il profilo sia completamente riempito.

2.3.1. Sequenza delle fasi di lavoro per la realizzazione di una pavimentazione con posa sciolta

1. Realizzare la fondazione.
2. Posare le delimitazioni.
3. Posare la pavimentazione.
4. Riempire le fughe.
5. Pulire la superficie delle pietre.
6. Compattare la superficie (compattazione, p.es. con una piastra vibrante).
7. Riempire completamente le fughe.
8. Procedere alla pulizia finale.

Condizioni meteorologiche

Le pavimentazioni *non* possono essere posate su suolo ghiacciato o non costipato. In caso di utilizzo di malta, malta per fughe, calcestruzzo (normale o monocellulare), la temperatura dell'aria durante il giorno deve essere di almeno 5 °C. Se durante la fase di indurimento sono previste temperature notturne inferiori ai 2 °C, la realizzazione va posticipata. Qualora non fosse possibile temporeggiare, vanno adottate misure di sicurezza o provvedimenti particolari.

Misure di sicurezza (coprire, mantenere umido) sono necessarie anche per lavori di pavimentazione con malta, malta per fughe, calcestruzzo (normale o a monocellulare) in caso di temperature elevate e forte irraggiamento solare.

2.4. Manutenzione – posa sciolta

Le pavimentazioni a posa sciolta vanno pulite in modo non aggressivo, a mano, servendosi di una scopa. Occorre evitare l'impiego di macchinari aspiranti e idropulitrici.

Il riempimento successivo delle fughe è una misura di manutenzione.

3. Posa mista

3.1. Progettazione – posa mista

Aspetti generali

Le pavimentazioni in pietra naturale vengono progettate secondo la norma SN 640 480a:2009 «Pflästerungen».

In questa variante, la posa è sciolta, mentre il materiale per il riempimento delle fughe è legato.

La struttura superiore deve essere progettata in modo da soddisfare determinati requisiti (p.es. capacità portante, convogliamento delle acque, utilizzo previsto, superficie antisdrucciolo ecc.).

Tutti i tipi di pavimentazione devono essere integrati in una bordura inserita nel calcestruzzo. Se queste bordure sono esposte al transito di veicoli, vanno dimensionate in base alla classe di traffico.

Tipi di pavimentazione

Secondo il tipo di posa e di pietra scelta, sono possibili i tipi di pavimentazione seguenti. Nella norma SN 640 480a:2009 «Pflästerungen» si trovano illustrazioni.

Materiale	Tipo	Transito								Lunghezza della corda nelle pavimentazioni ad arco
		Pedonale				T1 Molto leggero				
		Pavimentazione a filarone	Pavimentazione ad arco (badare alla lunghezza della	Pavimentazione a lisca di	Pavimentazione a posa irregolare	Pavimentazione a filarone	Pavimentazione ad arco (badare alla lunghezza della	Pavimentazione a lisca di	Pavimentazione a posa	
Blocchetti da pavimentazione	4/6	o	✓	x	x	o	o	x	x	0,60 – 0,90 m
	6/8	o	✓	x	x	o	o	x	x	0,90 – 1,30 m
	8/11	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	1,20 – 1,70 m
	11/13	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	1,60 – 2,20 m
	14/16	✓	x	x	x	✓	x	x	x	2,10 – 2,80 m
Moche di delimitazione	10	✓	x	o	x	✓	x	o	x	x
	12	✓	x	o	x	✓	x	o	x	x
	15	✓	x	o	x	✓	x	o	x	x
Blocchetti di pavimentazione variati	Piccoli	x	x	✓	✓	x	x	o	o	x
	Grandi	x	x	o	o	x	x	✓	✓	x
Ciottoli		✓	o	x	✓	✓	o	x	✓	x

✓ = Idoneo | o = Idoneo con riserva | x = Non idoneo

Deflusso delle acque e pendenze

Le pavimentazioni in pietra naturale con posa mista *non* sono permeabili.

Oltre al livello di deflusso superficiale (superficie della pavimentazione), va pianificato e realizzato anche quello strutturale, quindi sullo strato portante: non deve crearsi un ristagno d'acqua sotto la pavimentazione, e il deflusso dell'acqua di superficie non deve provocare allagamenti e/o l'erosione del suolo. Il convogliamento delle acque deve dunque essere pianificato affinché l'acqua di superficie non entri nelle aperture dell'edificio che si trovano all'altezza del suolo.

Vanno rispettate le pendenze minime riportate in questa tabella.

Materiale e struttura della superficie	Pendenza minima
Pietra naturale bocciardata, sabbiata, fiammata	2,0%
Pietra naturale a spacco	2,5%

Nella posa mista, la parte legata dello strato di fondazione e di quello portante deve essere separata dal terreno adiacente da uno strato anticapillare (art. 2.4.4.6 norma SIA 318). Lo strato portante e la posa vengono realizzati con materiali di granulometria grossa (dimensioni secondo il caso), i quali interrompono la diffusione del vapore in verticale e in orizzontale. Per questo motivo, non è necessario uno strato anticapillare a contatto con il terreno adiacente.

Struttura superiore

La struttura superiore comprende la costruzione (pavimentazione + posa) e la fondazione.

Capacità portante del fondo	M _{E1} [kN · m ⁻²]	Transito / spessore strato di ghiaietto	
		Pedonale	T1 Molto leggero
S ₁ , bassa	6 000 ... 15 000	30 cm	50 cm
S ₂ , media	>15 000 ... 30 000	20 cm	30 cm
S ₃ , alta	>30 000 ... 60 000	10 cm	20 cm

Se la fondazione viene realizzata completamente o in parte con uno strato legato (calcestruzzo drenante), lo spessore può essere ridotto: 20 cm ghiaio compatto = 10 cm calcestruzzo drenante 8/16 mm CEM I 42,5, 225 kg/m³ (± 25 kg), rapporto acqua/cemento 0,37

Raccomandazione: spessore calcestruzzo drenante almeno 10 cm

È ammessa una fondazione di solo calcestruzzo drenante. Nota: il calcestruzzo drenante *non* viene armato (con eccezione dell'armatura di vetroresina contenuta in alcuni tipi di cemento).

Se il fondo è *impermeabile* non devono formarsi pozze d'acqua. L'umidità va gestita con le misure di deflusso del caso.

Lo spessore della costruzione e la larghezza delle fughe variano secondo il tipo di pietra (vedi tabella seguente).

Materiale	Tipo	Pedonale	T1 Molto leggero	Spessore della costruzione	Larghezza delle fughe
Blocchetti da pavimentazione	4/6	✓	o	9 cm	4-8 mm
	6/8	✓	o	13 cm	6-10 mm
	8/11	✓	✓	16 cm	6-12 mm
	11/13	✓	✓	17 cm	6-12 mm
	14/16	✓	✓	20 cm	8-14 mm
Blocchetti di delimitazione	10	✓	o	15 cm	6-12 mm
	12	✓	✓	17 cm	6-12 mm
	15	✓	✓	20 cm	8-14 mm

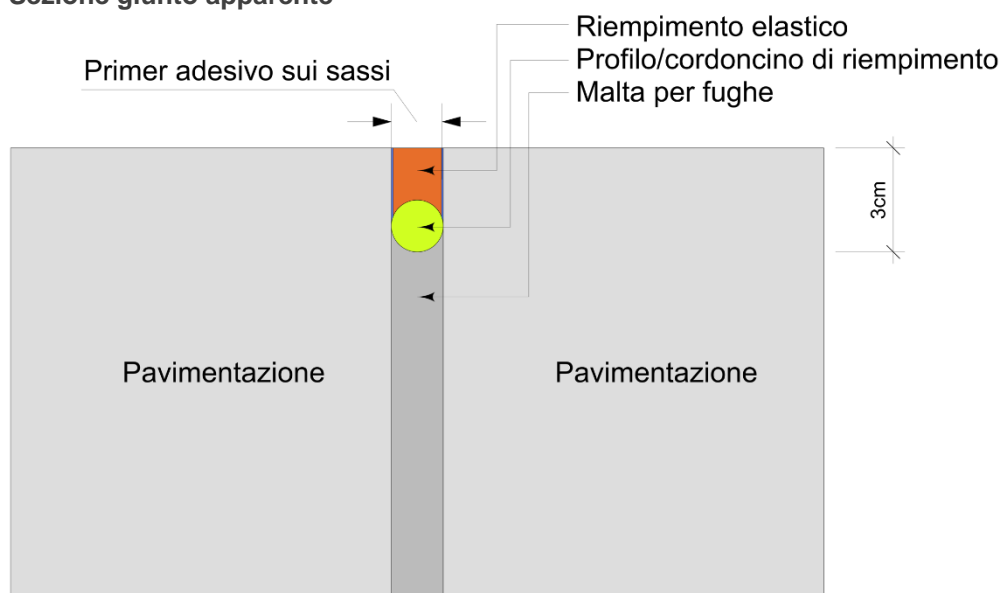
✓ = Idoneo | o = Idoneo con riserva | x = Non idoneo

Fughe

In caso di fughe rigide, occorre inserire giunti di dilatazione per tutti gli elementi architettonici verticali. Essi devono poter assimilare le deformazioni termiche e attenuarne le tensioni, ma al contempo fungere da sostegno ed essere resistenti alla compressione e al calore per impedire che si formino altre crepe. È sconsigliato l'impiego di giunti di dilatazione in superfici esposte al transito (inclusi i pedoni). Eventuali crepe dovute alle oscillazioni di temperatura dovrebbero essere trasformate in giunti di dilatazione. Per salvaguardare la capacità di sostegno dei giunti di dilatazione esposti al transito, possono essere rimossi solo i primi 30 mm di malta per realizzarvi delle finte fughe. Le deformazioni termiche vanno ridotte prevedendo nel progetto zone di sfogo.

Raccomandazione: la realizzazione successiva di fughe finte dovrebbe essere considerata e indicata esplicitamente nell'offerta.

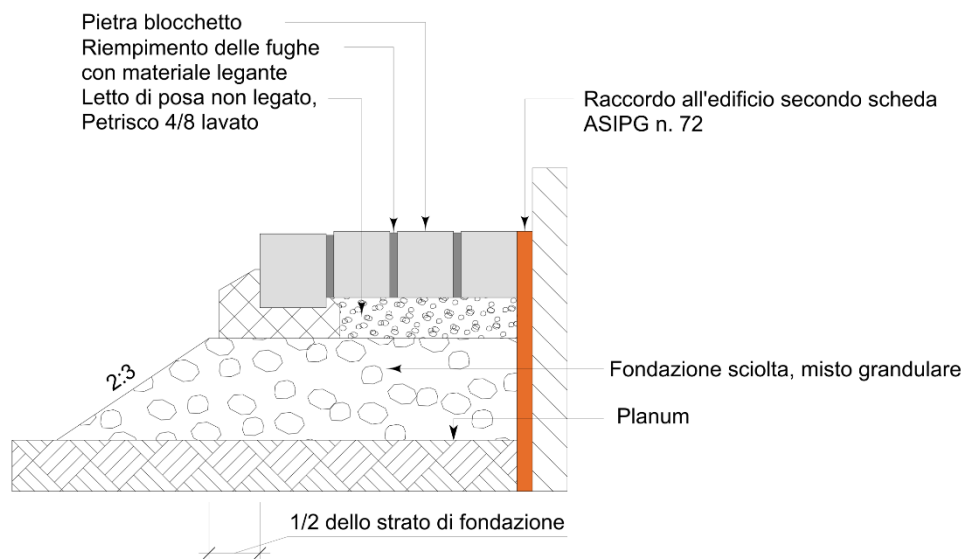
Sezione giunto apparente



Raccordo a edifici/parti di un edificio

Il raccordo all'edificio e ad altri elementi architettonici deve essere realizzato in modo da prevenire la formazione di umidità. Trovate maggiori informazioni al riguardo nella scheda tecnica ASIPG n. 72 «Projektierung und Ausführung von Aussenputzen und der Verputzten Aussenwärmedämmung im Sockelbereich».

Sezione posa mista



3.2. Materiali – posa mista

Strato di fondazione

Come materiale per la fondazione, è ideale un misto granulare resistente al gelo (p.es. 0/45 mm frantumata) o calcestruzzo drenante 8/16 mm CEM I 42,5, 200 kg/m³, rapporto acqua/cemento 0,37.

Strato di posa

Per la posa si utilizza pietrisco lavato o ghiaia rotonda lavata 4/8. Deve trattarsi di pietra dura che soddisfi i requisiti SN 670 103b:2006.

Pietre naturali

Le pietre naturali esposte ai prodotti antigelo devono soddisfare le disposizioni dell'appendice C della norma SIA 262/1:2019 «Betonbau – Ergänzende Festlegungen».

Nota: i prodotti antigelo possono finire sulle pavimentazioni anche indirettamente, per esempio se trasportati dagli pneumatici.

Esistono diversi tipi di pietra naturale, il cui nome fa riferimento alle dimensioni. La tabella 1 della norma SN 640 480a:2009 fornisce una panoramica.

Alcune pietre naturali disponibili in commercio non soddisfano tutti i requisiti a livello di dimensioni, ma possono rivelarsi adeguate per utilizzi speciali. Il loro impiego va quindi valutato secondo la situazione.

Per le pavimentazioni ad arco, il 10% circa del materiale deve essere costituito di pietre a metà o di forma trapezoidale.

Materiale per le fughe

Il riempimento delle fughe deve essere adatto al tipo di pietra e all'utilizzo della pavimentazione. Se il rivestimento è esposto a prodotti antigelo, il materiale per le fughe deve essere resistente al sale e superare il test della norma SIA 262/1. Nota: i prodotti antigelo possono finire sulle pavimentazioni anche indirettamente, per esempio se trasportati da pneumatici.

Importante: l'aggiunta di acqua sul cantiere può compromettere la qualità della malta e la garanzia per le opere in calcestruzzo. Tale circostanza va considerata soprattutto per quanto riguarda la resistenza al

gelo/al sale.

In caso di utilizzo di altri riempimenti, vanno seguite le indicazioni del fornitore e occorre accertarsi che essi siano adatti allo scopo.

3.3. Realizzazione – posa mista

Strato di fondazione

La sottostruttura deve essere preparata con la pendenza prevista dal progetto. La compattazione deve essere conforme ai requisiti della sovrastruttura. La differenza rispetto alla quota prevista non può superare ± 30 mm. Il deflusso delle acque deve essere garantito anche dopo la posa dello strato di fondazione.

Gli strati di fondazione non-legati vanno realizzati nella pendenza prevista dal progetto e compattati a strati di al massimo 25 cm. Dopo la compattazione, la differenza della plania grezza dello strato di fondazione rispetto alla quota mirata deve essere ≤ 20 mm.

Lo strato di eguagliamento viene realizzato con lo stesso materiale o con materiale di dimensioni più piccole (p.es. 0/22 mm), e deve a sua volta seguire la pendenza (della superficie) prevista dal progetto. Deve essere realizzato conformemente ai requisiti della stratificazione sottostante. La differenza dopo la compattazione deve essere di al massimo ± 10 mm.

Se lo strato di fondazione non è delimitato da elementi architettonici o manufatti, esso deve prolungarsi oltre il limite della superficie pavimentata o del bordo esterno della bordura pavimentata per una lunghezza pari alla metà dello spessore della fondazione ed essere sostenuto da un terrapieno laterale con una proporzione di 2:3.

Le fondazioni di calcestruzzo drenante vengono prolungate oltre il limite del rivestimento per una lunghezza pari al calcestruzzo della bordura perimetrale. In questo caso, non è necessario realizzare un terrapieno.

Strato di copertura

Le pavimentazioni con posa sciolta devono essere ben salde, e venire compattate a mano o con attrezzi appropriati.

Nota: con un riempimento legato *non* è possibile effettuare correzioni successive.

Le fughe devono essere omogenee. Le larghezze devono rispettare i valori riportati nella tabella a pagina 10.

Le fughe devono essere riempite completamente di malta. Fanno eccezione incavature predisposte per la pulizia qualora l'abrasività della superficie della pietra le renda necessarie. Le pavimentazioni non devono presentare tracce visibili di malta sulla superficie visibile della pietra. Nel caso di pietre bisellate, la malta deve raggiungere il bordo inferiore dello smusso.

Importante: la pulizia eseguita dopo la realizzazione delle fughe non deve ridurre la qualità della malta.

Per i riempimenti con malta cementizia, la pavimentazione non deve essere usata prima di raggiungere una resistenza alla pressione di 25 N/mm². Si consiglia dunque di impedire il passaggio per i periodi seguenti.

A piedi	3 giorni
Con veicoli	7 giorni (veicoli ≤ 3,5 t)

In caso di basse temperature, occorre aspettare ancora più a lungo. Per l'impiego di malta cementizia modificata o di altri materiali, fanno stato le indicazioni dei fabbricanti/fornitori.

Condizioni meteorologiche

Le pavimentazioni *non* possono essere posate su suolo ghiacciato o non costipato. In caso di utilizzo di malta, malta per fughe, calcestruzzo (normale o monocellulare), la temperatura dell'aria durante il giorno deve essere di almeno 5 °C. Se durante la fase di indurimento sono previste temperature notturne inferiori ai 2 °C, la realizzazione va posticipata. Qualora non fosse possibile temporeggiare, vanno adottate misure di sicurezza o provvedimenti particolari.

Misure di sicurezza (coprire, mantenere umido) sono necessarie anche per lavori di pavimentazione con malta, malta per fughe, calcestruzzo (normale o a monocellulare) in caso di temperature elevate e forte irraggiamento solare.

3.3.1. Sequenza delle fasi di lavoro per la realizzazione di una pavimentazione con posa mista

1. Realizzare la fondazione.
2. Posare le delimitazioni
3. Posare la pavimentazione.
4. Riempire le fughe.
5. Pulire la superficie delle pietre.
6. Compattare la superficie (compattazione, p.es. con una piastra vibrante) *prima* dell'indurimento del riempimento delle fughe.
7. Riempire completamente le fughe.
8. Procedere alla pulizia finale.

3.4. Manutenzione – posa mista

I giunti di dilatazione devono essere controllati regolarmente e, all'occorrenza, rinnovati. Si tratta di un lavoro di manutenzione e non costituisce un difetto.

4. Posa legata

4.1. Progettazione – posa legata

Aspetti generali

Le pavimentazioni in pietra naturale vengono progettate secondo la norma SN 640 480a:2009 «Pflästerungen».

In questa variante, la posa e il materiale per il riempimento delle fughe sono legati.

La struttura superiore deve essere progettata in modo da soddisfare determinati requisiti (p.es. capacità portante, convogliamento delle acque, utilizzo previsto, superficie antisdrucciolo ecc.).

Tutti i tipi di pavimentazione devono essere integrati in una bordura fissata nel calcestruzzo. Se queste bordure sono esposte al transito di veicoli, vanno dimensionate in base alla classe di traffico.

Tipi di pavimentazione

Secondo il tipo di posa e di pietra scelta, sono possibili i tipi di pavimentazione seguenti. Nella norma SN 640 480a:2009 «Pflästerungen» si trovano illustrazioni.

Materiale	Tipo	Transito								Lunghezza della corda nelle pavimentazioni ad arco
		Pedonale				T1 Molto leggero				
		Pavimentazione a filarone	Pavimentazione ad arco (badare alla lunghezza della corda)	Pavimentazione a lisca di pesce	Pavimentazione a posa irregolare	Pavimentazione a filarone	Pavimentazione ad arco (badare alla lunghezza della corda)	Pavimentazione a lisca di pesce	Pavimentazione a posa irregolare	
Blocchetti da pavimentazione	4/6	o	✓	x	x	o	o	x	x	0,60 – 0,90 m
	6/8	o	✓	x	x	o	o	x	x	0,90 – 1,30 m
	8/11	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	1,20 – 1,70 m
	11/13	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	1,60 – 2,20 m
	14/16	✓	x	x	x	✓	x	x	x	2,10 – 2,80 m
Blocchetti di delimitazione	10	✓	x	o	x	✓	x	o	x	x
	12	✓	x	o	x	✓	x	o	x	x
	15	✓	x	o	x	✓	x	o	x	x
Blocchetti di pavimentazione variati	Piccoli	x	x	✓	✓	x	x	o	o	x
	Grandi	x	x	o	o	x	x	✓	✓	x
Ciottoli		✓	o	x	✓	✓	o	x	✓	x

✓ = Idoneo | o = Idoneo con riserva | x = Non idoneo

Deflusso delle acque e pendenze

Le pavimentazioni in pietra naturale con posa legata *non* sono permeabili. Oltre al livello di deflusso superficiale (superficie del rivestimento), va pianificato e realizzato anche quello inferiore. Sullo strato portante non deve crearsi un ristagno d'acqua sotto la pavimentazione, e il deflusso dell'acqua di superficie non deve provocare allagamenti e/o l'erosione del suolo. Il convogliamento deve dunque essere

progettato affinché l'acqua di superficie non entri nelle aperture dell'edificio che si trovano all'altezza del suolo.

Vanno rispettate le pendenze minime riportate in questa tabella.

Materiale e struttura della superficie	Pendenza minima
Pietra naturale bocciardata, sabbiata, fiammata	2,0%
Pietra naturale a spacco	2.5%

Nella posa mista, la parte legata dello strato di fondazione e di quello portante deve essere separata dal terreno adiacente da uno strato anticapillare (art. 2.4.4.6 norma SIA 318). Lo strato portante e la posa vengono realizzati con materiali di grossa granulometria (dimensioni secondo il caso), i quali interrompono la diffusione del vapore in verticale e in orizzontale. Per questo motivo, non è necessario uno strato anticapillare a contatto con il terreno adiacente.

Struttura superiore

La struttura superiore comprende la costruzione (pavimentazione + posa) e la fondazione.

Se la fondazione viene realizzata completamente o in parte con uno strato legato (calcestruzzo drenante), lo spessore può essere ridotto: 20 cm misto granulare = 10 cm calcestruzzo drenante 8/16 mm CEM I 42,5, 225 kg/m³ (± 25 kg), rapporto acqua/cemento 0,37

Raccomandazione: spessore calcestruzzo drenante almeno 10 cm

Una fondazione di solo calcestruzzo drenante è ammessa e *raccomandata* per la posa legata. Nota: il calcestruzzo drenante *non* viene armato.

Se il fondo è *impermeabile* non devono formarvisi pozze d'acqua. L'umidità va gestita con le misure di deflusso del caso.

Capacità portante del fondo	M _{E1} [kN · m ⁻²]	Transito / fondazione calcestruzzo drenante (raccomandata)	
		Pedonale	T1 Molto leggero
S ₁ , bassa	6'000 ... 15'000	≥20 cm	≥31 cm
S ₂ , media	>15'000 ... 30'000	≥15cm	≥21 cm
S ₃ , alta	>30'000 ... 60'000	≥10cm	≥16 cm

Lo spessore della costruzione e la larghezza delle fughe variano secondo il tipo di pietra (vedi tabella seguente).

Materiale	Tipo	Pedonale	T1 Molto leggero	Spessore della costruzione	Larghezza delle fughe
Blocchetti da pavimentazione	4/6	✓	o	10 cm	6-9 mm
	6/8	✓	✓	13 cm	9-11 mm
	8/11	✓	✓	16 cm	9-14 mm
	11/13	✓	✓	18 cm	10-15 mm
	14/16	✓	✓	21 cm	10-15 mm
Blocchetti di delimitazione	10	✓	✓	16 cm	10-15 mm
	12	✓	✓	18 cm	18-18 mm
	15	✓	✓	21 cm	10-20 mm

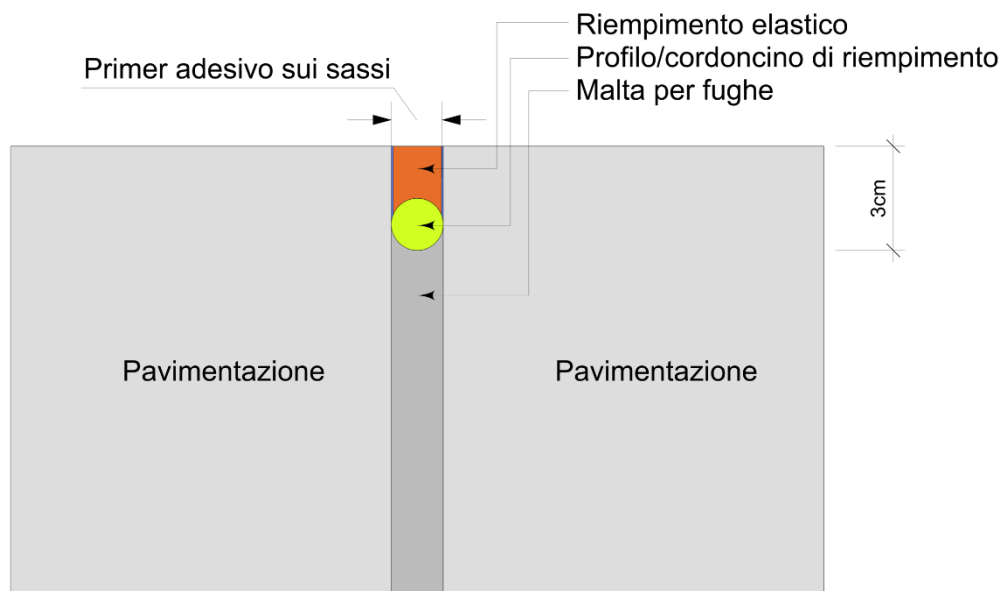
✓ = Idoneo | o = Idoneo con riserva | × = Non idoneo

Fughe

In caso di fughe rigide, occorre inserire giunti di dilatazione per tutti gli elementi architettonici verticali. Essi devono contenere le deformazioni termiche e attenuarne le tensioni, ma al contempo fungere da sostegno ed essere resistenti alla compressione e al calore per impedire che si formino altre crepe. È sconsigliato l'impiego di giunti di dilatazione in superfici esposte al transito (inclusi i pedoni). Eventuali crepe dovute alle oscillazioni di temperatura dovrebbero essere trasformate in giunti di dilatazione. Per salvaguardare la capacità di sostegno dei giunti di dilatazione esposti al transito, possono essere rimossi solo i primi 30 mm di malta per realizzarvi delle fughe finte. Le deformazioni termiche vanno ridotte prevedendo nel progetto zone di sfogo.

Raccomandazione: la realizzazione successiva di fughe finte dovrebbe essere considerata e indicata esplicitamente nell'offerta.

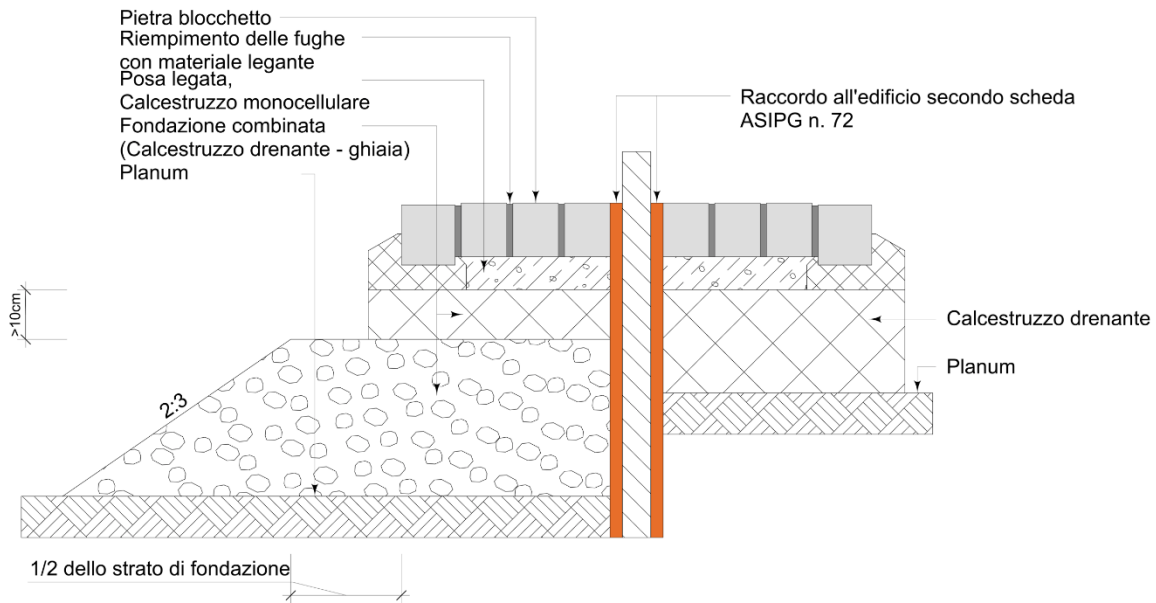
Sezione fughe finte



Raccordo a edifici/parti di un edificio

Il raccordo all'edificio e ad altri elementi architettonici deve essere realizzato in modo da prevenire la formazione di umidità. Trovate maggiori informazioni al riguardo nella scheda tecnica ASIPG n. 72 «Projektierung und Ausführung von Aussenputzen und der Verputzten Aussenwärmedämmung im Sockelbereich».

Sezione posa legata



4.2. Materiali – posa legata

Strato di fondazione

Quale materiale per la fondazione si presta misto granulare resistente al gelo (p.es. 0/45 mm frantumata).

Per la fondazione legata o combinata si ricorre a calcestruzzo a granulometria discontinua. Requisiti calcestruzzo drenante: 8/16 mm CEM I 42,5, 225 kg/m³ (± 25 kg) rapporto acqua/cemento 0,37

Strato di posa

La posa viene realizzata con calcestruzzo 4/8 mm CEM I 42,5, 225 kg/m³ (±25 kg) rapporto acqua/cemento 0,35 – 0,45.

Se si miscela sul posto si deve rispettare un rapporto dei volumi di 5:1 (aggregato : cemento). La massa cementizia liquida deve avvolgere bene i grani al fine di formare i punti di colla.

Pietre naturali

Le pietre naturali esposte ai prodotti antigelo devono soddisfare le disposizioni dell'appendice C della norma SIA 262/1 «Betonbau – Ergänzende Festlegungen».

Nota: i prodotti antigelo possono finire sulle pavimentazioni anche indirettamente, per esempio se trasportati dagli pneumatici.

Esistono diversi tipi di pietra naturale, il cui nome fa riferimento alle dimensioni. La tabella 1 della norma SN 640 480a:2009-02-01 fornisce una panoramica.

Alcune pietre naturali disponibili in commercio non soddisfano tutti i requisiti a livello di dimensioni, ma possono rivelarsi adeguate per utilizzi speciali. Il loro impiego va quindi valutato secondo la situazione.

Per le pavimentazioni ad arco, il 10% circa del materiale deve essere costituito di pietre a metà o di forma trapezoidale.

Materiale per le fughe

Il riempimento delle fughe deve essere adatto al tipo di pietra e all'utilizzo della pavimentazione. Se il rivestimento è esposto a prodotti antigelo, il materiale per le fughe deve essere resistente al sale e

superare il test della norma SIA 262/1. Nota: i prodotti antigelo possono finire sulle pavimentazioni anche indirettamente, per esempio se trasportati da pneumatici.

Importante: l'aggiunta di acqua sul cantiere può compromettere la qualità della malta e la garanzia per le opere in calcestruzzo. Tale circostanza va considerata soprattutto per quanto riguarda la resistenza al gelo/al sale.

In caso di utilizzo di altri riempimenti, vanno seguite le indicazioni del fornitore e occorre accertarsi che essi siano adatti allo scopo.

4.3. Realizzazione – posa legata

Strato di fondazione

La sottostruttura deve essere preparata con la pendenza prevista dal progetto. La compattazione deve essere conforme ai requisiti della soprastruttura. La differenza rispetto alla quota progettata non può superare ± 30 mm. Il deflusso delle acque deve essere garantito anche dopo la posa dello strato di fondazione.

Gli strati di fondazione sciolti vanno realizzati nella pendenza prevista dal progetto e compattati a strati di al massimo 25 cm. Dopo la compattazione, la differenza della plania grezza dello strato di fondazione rispetto alla quota mirata deve essere ≤ 20 mm.

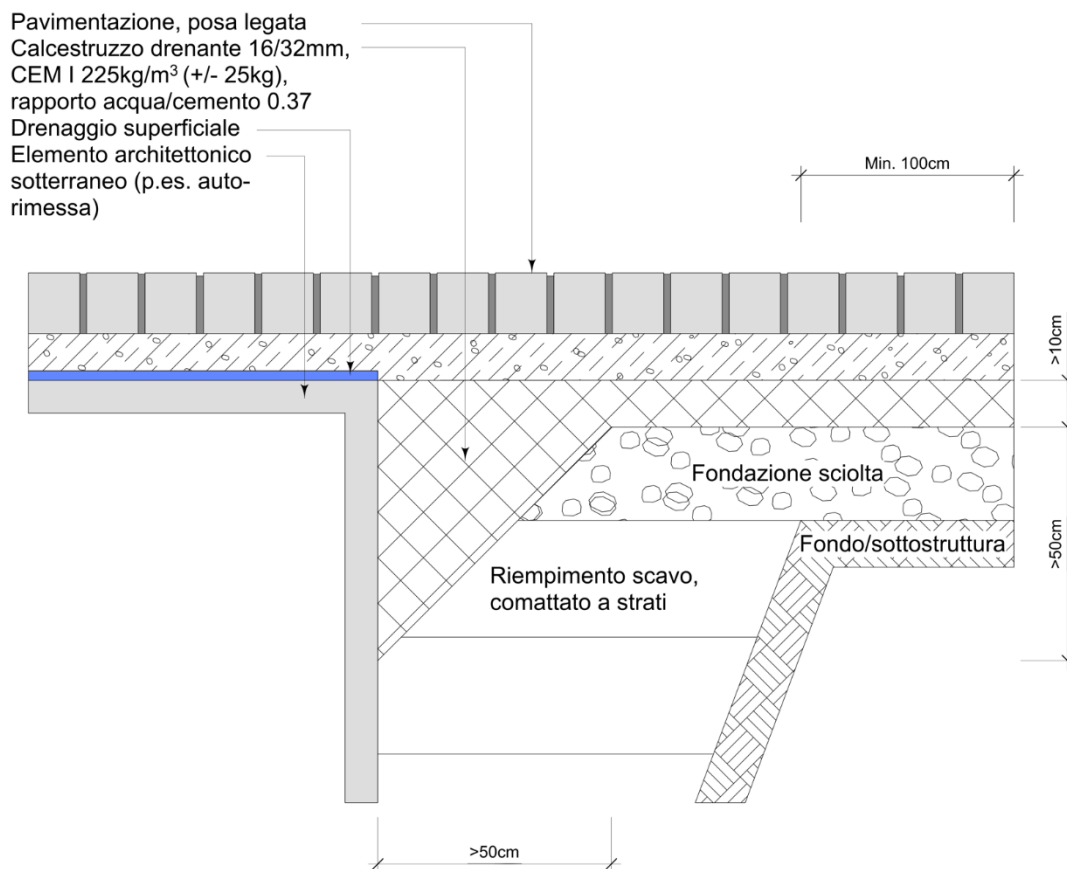
Lo strato di eguagliamento viene realizzato con lo stesso materiale o con materiale di dimensioni più piccole (p.es. 0/22 mm), e deve a sua volta seguire la pendenza (della superficie) prevista dal progetto. Deve essere realizzato conformemente ai requisiti della stratificazione sottostante. La differenza dopo la compattazione deve essere di al massimo ± 10 mm.

Se lo strato di fondazione non è delimitato da elementi architettonici o manufatti, esso deve prolungarsi oltre il limite della superficie pavimentata o del bordo esterno della bordura pavimentata per una lunghezza pari alla metà dello spessore della fondazione ed essere sostenuto da un terrapieno laterale con una proporzione di 2:3.

Le fondazioni di calcestruzzo drenante vengono prolungate oltre il limite del rivestimento per una lunghezza pari al calcestruzzo della bordura perimetrale. In questo caso, non è necessario realizzare un terrapieno.

Se la pavimentazione con posa legata è realizzata in parte sopra un elemento architettonico sotterraneo, si raccomanda di formare un rinalzo laterale di calcestruzzo drenante. Ciò può prevenire crepe e cedimenti lungo il punto di passaggio dovute a cedimenti del riempimento.

Sezione rinalzo laterale di calcestruzzo



Strato di copertura

Le pavimentazioni con posa legata vengono posate in modo ben saldo direttamente alla quota finita. Le fughe devono essere omogenee. Le larghezze devono rispettare i valori riportati nella tabella a pagina 16.

Le fughe devono essere realizzate solo dopo la solidificazione dello strato di posa. Devono essere riempite completamente di malta. Fanno eccezione incavature predisposte per la pulizia qualora l'abrasività della superficie della pietra le renda necessarie. Le pavimentazioni non devono presentare tracce visibili di malta sulla superficie visibile della pietra. Nel caso di pietre bisellate, la malta deve raggiungere il bordo inferiore dello smusso.

Importante: la pulizia eseguita dopo la realizzazione delle fughe non deve ridurre la qualità della malta.

Per i riempimenti con malta cementizia, si consiglia di impedire il passaggio per i periodi seguenti.

Transito ZP (calpestio)	3 giorni
Transito T1 (molto leggero)	7 giorni

In caso di basse temperature, occorre aspettare ancora più a lungo. Per l'impiego di malta cementizia modificata o di altri materiali, fanno stato le indicazioni dei fabbricanti/fornitori.

Condizioni meteorologiche

Le pavimentazioni *non* possono essere posate su suolo ghiacciato o non costipato. In caso di utilizzo di malta, malta per fughe, calcestruzzo (normale o monocellulare), la temperatura dell'aria durante il giorno deve essere di almeno 5 °C. Se durante la fase di indurimento sono previste temperature notturne inferiori ai 2 °C, la realizzazione va posticipata. Qualora non fosse possibile temporeggiare, vanno adottate misure di sicurezza o provvedimenti particolari.

Misure di sicurezza (coprire, mantenere umido) sono necessarie anche per lavori di pavimentazione con malta, malta per fughe, calcestruzzo (normale o a monocellulare) in caso di temperature elevate e forte irraggiamento solare.

4.3.1. Sequenza delle fasi di lavoro per la realizzazione di una pavimentazione con posa legata

1. Realizzare la fondazione.
2. Posare le delimitazioni
3. Posare la pavimentazione, lasciare indurire lo strato di posa.
4. Riempire le fughe.
5. Pulire la superficie delle pietre.
6. Compattare la superficie (battitura, p.es. con una piastra vibrante) *prima* dell'indurimento del riempimento delle fughe.
7. Riempire completamente le fughe.
8. Procedere alla pulizia finale.

4.4. Manutenzione – posa legata

I giunti di dilatazione devono essere controllati regolarmente e, all'occorrenza, rinnovati. Si tratta di un lavoro di manutenzione e *non* costituisce un difetto.

5. Tolleranze

5.1. Planarità




La planarità della pavimentazione deve essere misurata con una staggia di al massimo 4 metri di lunghezza. La differenza tra il bordo inferiore della staggia e la superficie della pavimentazione non deve superare i valori riportati nella tabella seguente (fanno eccezione le pavimentazioni a opera incerta).

La misurazione su cambiamenti di pendenza e svergolamenti non è consentita.

Se sulla lunghezza della staggia vengono rilevati diversi scarti di quota, questi vanno sommati. La somma non può superare i valori indicati tra parentesi nella tabella.

Settore di applicazione	Lunghezza della stadia		
	2,00 m	3,00 m	4,00 m
Pietra con superficie grezza	≤ 10 mm (10 mm)	≤ 12 mm (20 mm)	≤ 20 mm (30 mm)
Pietra con superficie a vista bocciardata o trattata con macchinari	≤ 5 mm (5 mm)	≤ 7 mm (12 mm)	≤ 10 mm (15 mm)



-  Staggia di 4 m
-  Superficie della pavimentazione
-  Valori delle singole misurazioni

5.2. Cambiamenti di quota

Superficie laterale	Tolleranze per i cambiamenti di quota tra due pietre adiacenti	
	Superficie	
	Taglio grezzo	A macchina e con bocciardatura
Taglio grezzo	5 mm	3 mm
A macchina, <i>con</i> smusso	4 mm	3 mm
A macchina, <i>senza</i> smusso	3 mm	2 mm

Dopo la posa, lo scarto rispetto alla quota mirata non può superare i ± 10 mm.

5.3. Fughe

Fughe riempite con materiale sciolto

L'aggiunta di sabbia nelle incavature che si formano nelle fughe di materiale sciolto è una misura di manutenzione e *non* costituisce un difetto se la pavimentazione è stata realizzata a regola d'arte.

Fughe sigillate

Nelle pavimentazioni con fughe sigillate, le crepe dovute alle variazioni di temperatura sono inevitabili e *non* costituiscono quindi un difetto nella misura in cui la pavimentazione sia stata realizzata a regola d'arte.

Nella pavimentazione finita non devono esserci residui di malta sulle pietre. Al contempo, la pulizia non deve ridurre la qualità della malta nelle fughe.

Lievi incavature delle fughe dopo la pulizia dipendono dalla superficie dei sassi e non costituiscono un difetto. Nel caso di pietre bisellate, la malta deve raggiungere il bordo inferiore dello smusso.

I giunti di dilatazione devono essere controllati regolarmente e, all'occorrenza, rinnovati. Si tratta di un lavoro di manutenzione e *non* costituisce un difetto.

6. Termini e definizioni

Termini/abbreviazioni	Descrizione
Bordura	Si intende la realizzazione di un solo tipo di bordura, come pure la combinazione di più tipi nell'ambito di uno stesso progetto. Secondo lo scopo e i requisiti, sono combinabili diversi tipi di bordura.
Capillarità/anticapillare	L'ascensione di liquidi in capillari o interstizi stretti è detta capillarità. Più l'interstizio o i capillari sono stretti, più in alto sale l'acqua. La capillarità è causata dalle forze di adesione tra molecole di sostanze diverse. Uno strato anticapillare interrompe i capillari attraverso la formazione di appositi spazi vuoti. Il pietrisco, la ghiaia rotonda e il calcestruzzo a grana grossa hanno una capacità di assorbimento capillare minima.

Termini/abbreviazioni	Descrizione
Traffico pesante	Veicoli di peso superiore alle 3,5 tonnellate.
Transito di veicoli	<p>Il transito <i>non</i> si riferisce al peso di un veicolo, bensì al numero di passaggi al giorno con un valore di riferimento di 8,16 tonnellate. Classe di traffico ZP = pedonale</p> <p>T1 = ≤ 30 T2 = > 30 – 100 T3 = > 100 – 300 T4 = > 300 – 1'000</p> <p>} <i>non parte di questa scheda informativa</i></p> <p>Presupponendo una vita utile di vent'anni.</p>
Rapporto acqua/cemento	<p>Il rapporto acqua/cemento è calcolato in <i>litri d'acqua per ogni chilo di cemento</i>.</p> <p>Un valore troppo basso comporta una minore compattezza (il calcestruzzo si sgretola). Un valore troppo alto comporta un eccesso di acqua, la quale non si lega completamente e, dopo l'evaporazione, lascia pori capillari ramificati e/o crepe. Un eccesso di acqua nel calcestruzzo monogranulare fa sprofondare la massa di cemento negli strati inferiori.</p> <p>In caso di ordinazioni, va presa in considerazione l'aggiunta di acqua durante la lavorazione in cantiere.</p>

7. Rimandi

Norme SIA

SIA 262/1:2019

«Betonbau – Ergänzende Festlegungen»

SIA 318:2009

«Garten- und Landschaftsbau»

Norme VSS

VSS 40 481a:2019-03-31

«Abschlüsse für Verkehrsflächen»

SN 640 480a:2009-02-01

«Pflästerungen»

SN 670 103b:2006-02-01

«Gesteinskörnungen für Asphalte und Oberflächenbehandlungen für Strassen, Flugplätze und andere Verkehrsflächen»

Raccomandazioni/bibliografia

Scheda tecnica n. 72 / 2017

«Projektierung und Ausführung von Aussenputzen und der Verputzten Aussenwärmedämmung im Sockelbereich»

Scheda tecnica CRB

«Calcestruzzo secondo la norma SN EN 197-1:2011»

8. Indicazione delle fonti

Foto

Foto di copertina Markus Enz AG, 6074 Giswil OW

Schizzi sezioni Direzione JardinSuisse

Schizzo scarti di quota Norma VSS 640 480a:2009-02-01

Gruppo di progetto Tecnica (GPT)

Presidenza	Marco Meier, Hitzkirch LU	In rappresentanza di: Comitato specialistico Giardinieri paesaggisti, settore Tecnica
	Fabrizio Gianoni, Brione s/M TI	GPT
	Christoph Hofmann, Winterthur ZH	GPT
	Mike Hürlimann, Jona SG	GPT
	Martin Müller, Adligenswil LU	GPT
	Felix Rusterholz, Zurigo ZH	GPT
	Peter Susewind, Rapperswil-Jona SG	GPT
	Gian Treichler, Igis GR	GPT
Responsabile progetto	Martin Gerber, Safnern BE	Direzione JardinSuisse
Gruppo di lavoro	Urs Arnold, Altdorf UR Livio Coduri, Altendorf SZ Beat Schär, Buchs ZH	Rappresentante settoriale lastricatori Associazione svizzera dei maestri lastricatori (VSP) Imprenditore – progettista

JardinSuisse declina ogni responsabilità per danni derivanti dall'applicazione di questo documento.