

COPERTURE A VERDE

**Guida pratica alla norma UNI 11235 -
Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo
e la manutenzione di coperture a verde**



Introduzione

IDM è l'azienda al servizio dell'economia della Provincia Autonoma di Bolzano e della Camera di Commercio di Bolzano e funge da facilitatore dello sviluppo economico in Alto Adige.

IDM supporta le aree di eccellenza dell'Alto Adige tramite i propri Ecosystem incaricati di fare rete tra aziende, start-up, investitori, università e istituti di ricerca e sviluppo del territorio. Gli Ecosystem promuovono strategie, iniziative e progetti per aumentare la competitività degli enti economici dell'Alto Adige. L'Ecosystem "Constructions" si occupa del settore edilizio e delle costruzioni e, attraverso i suoi diversi gruppi di lavoro (facciate, comfort e qualità dell'ambiente indoor, tecnologie antincendio, District and Facility Management, ecc.), supporta la cooperazione volta a innovare il settore, accrescere il know-how e creare nuove opportunità di mercato.

Il gruppo di lavoro “coperture verdi”, istituito nel 2012, si occupa di soluzioni e sistemi di copertura a verde realizzati da imprese locali e impiegati anche nel settore pubblico. Il Comune di Bolzano ha infatti reso obbligatorio nel 2004 il rispetto della procedura R.I.E. (Riduzione dell'Impatto Edilizio), che prevede l'inserimento di strumenti di compensazione ambientale per la nuova costruzione e, in casi specifici, per ristrutturazione. L'istituzione della procedura R.I.E. negli anni successivi ha generato uno sviluppo di know-how, di prodotti e di soluzioni sul territorio altoatesino, portando il territorio all'eccellenza su questo tema. Tra le varie attività promosse dal gruppo di lavoro “coperture verdi”, una delle principali ha riguardato la revisione della norma UNI 11235 “Istruzioni per la progettazione, esecuzione, controllo e manutenzione di coperture a verde”. Il gruppo di lavoro ha promosso aggiornamenti e innovazioni nei contenuti della norma, per adeguarla allo stato della tecnica e alle nuove soluzioni presenti sul mercato.

La UNI 11235 è la norma di riferimento per il verde pensile in Italia. Tra il 2014 e il 2015 la norma è stata revisionata a opera del gruppo di lavoro “Coperture continue e impermeabilizzazioni” dell'UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione).

Queste linee guida rappresentano un riassunto e un completamento della norma nazionale UNI 11235:2015. Sono finalizzate a fornire a progettisti e realizzatori un riferimento qualitativo standard verificabile per il verde pensile, da utilizzare come base,

per esempio, nella redazione di prescrizioni nei capitolati.

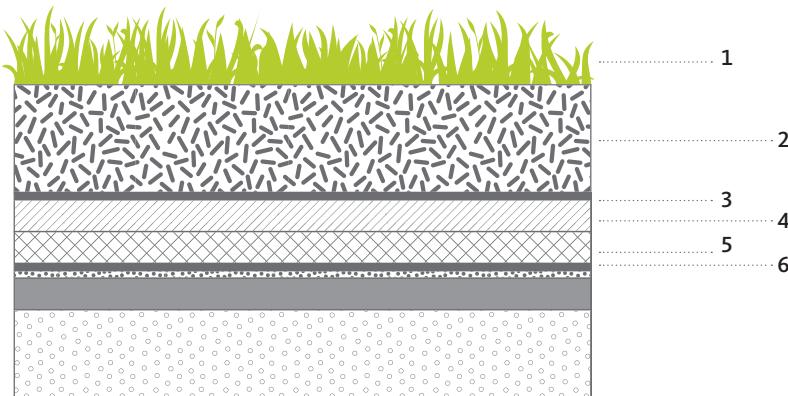
I tetti verdi possono essere realizzati in vari modi e ciò determina un'ampia possibilità creativa nella loro progettazione. La stratificazione dell'inverdimento pensile deve essere concepita in funzione della fruizione prevista, delle condizioni costruttive, dell'andamento climatico e delle caratteristiche dell'edificio alle quali va adattata la scelta della vegetazione determinando, di conseguenza, anche l'impegno manutentivo richiesto.



Inverdimento estensivo

Gli inverdimenti estensivi richiedono costi di costruzione contenuti e manutenzione ridotta e sono costituiti da vegetazione normalmente a basso sviluppo in altezza in grado, nella maggioranza dei casi, di autoriprodursi. Le associazioni vegetali sono composte ricorrendo in maggior misura a Crassulaceae (*Sedum*) ma anche a erbacee, aromatiche e Graminaceae. La concezione di questo tipo di inverdimento si adatta a stratificazioni sottili e leggere.

Una stratificazione a norma prevede una struttura multistrato realizzata come indicato nel seguente schema (si veda anche UNI 11235 titolo 5.4.3 Elementi, strati e impianti componenti il sistema).



- 1 Vegetazione per inverdimento estensivo
- 2 Substrato
- 3 Strato filtrante
- 4 Strato drenante e d'accumulo idrico
- 5 Strato di protezione
- 6 Impermeabilizzazione antiradice

Stratigrafia sottostante composta di strati idonei

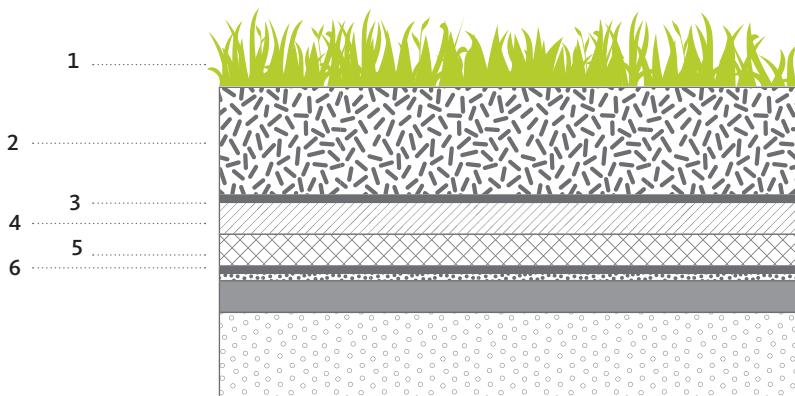
Spessore struttura: ca. 11-15 cm

Peso a saturazione idrica: ca. 130-150 kg/m²*

*Nota: queste indicazioni su spessore e peso non sono citate nella UNI 11235, tuttavia nella pratica hanno dimostrato di funzionare e fanno riferimento alla soluzione verde pensile a partire dall'impermeabilizzazione.

Inverdimento intensivo

La vegetazione negli intensivi viene realizzata sia utilizzando specie erbacee e legnose sia tappeti erbosi e alberi. La superficie può essere caratterizzata da una superficie piana, distribuita su livelli differenti oppure realizzata con modellamenti puntuali. La vegetazione è simile a quella degli spazi verdi realizzati a terra e può essere mantenuta nel tempo solo grazie a cura periodica e, soprattutto, mediante una regolare irrigazione (di tipo automatico). In particolare, la scelta delle specie determina il livello di manutenzione necessario a regime: ad esempio un inverdimento intensivo con specie tappezzanti richiederà minore impegno rispetto a un tappeto erboso. Questa forma di inverdimento presenta maggiori esigenze per quanto riguarda il tipo di stratificazione (si veda anche UNI 11235 titolo 5.4.3 Elementi, strati e impianti componenti il sistema).



1 Vegetazione (per es. tappeto erboso)

2 Substrato

3 Strato filtrante

4 Strato drenante e d'accumulo idrico

5 Strato di protezione

6 Impermeabilizzazione antiradice

*Nota: queste indicazioni su spessore e peso fanno riferimento alla soluzione verde pensile a partire dall'impermeabilizzazione. Non sono citate nella UNI 11235, tuttavia nella pratica hanno dimostrato di funzionare.

Stratigrafia sottostante composta di strati idonei

Spessore struttura: a partire da ca. 20-80 cm

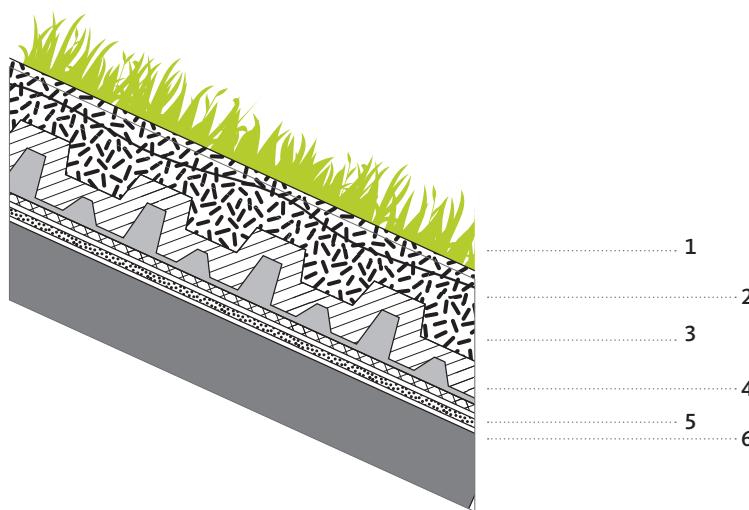
Peso a saturazione idrica: a partire da ca. 210-960 kg/m²*

Coperture inclinate

Le coperture inclinate a partire da un'inclinazione di 5° richiedono un approccio progettuale più complesso.

In base all'inclinazione e alla forma della struttura di copertura occorre applicare soluzioni adatte che impediscono lo scivolamento dei materiali che compongono la copertura a verde:

- › Elementi drenanti con funzione di trattenimento del substrato
- › Strati antierosione (per esempio juta) a partire da 15° di inclinazione
- › Oltre ai 20° di inclinazione dovrebbero essere introdotti elementi rompi tratta.
- › Lo strato filtrante non viene utilizzato nelle coperture inclinate.



- 1 Vegetazione (Sedum)
 2 Strato antierosione
 3 Substrato
 4 Elemento drenante con funzione di trattenimento del substrato
 5 Strato di protezione
 6 Impermeabilizzazione antiradice

Stratigrafia sottostante composta di strati idonei

Principi di progettazione e posa

- 1 Protezione antiradice (si veda anche UNI 11235, titolo 5.4.4 Progettazione dell'elemento di protezione dall'azione delle radici e punto 8.3)

La stratificazione d'impermeabilizzazione sotto a un inverdimento pensile deve essere resistente all'aggressione degli apparati radicali della vegetazione.

- 2 Elemento di tenuta e protezione meccanica (si veda anche UNI 11235, punto 5.4.3 e titolo 5.4.5 Progettazione dello strato di protezione meccanica)

L'elemento di tenuta deve essere protetto da danneggiamenti meccanici. Come protezione sono adatti, per esempio, geotessili con una grammatura di almeno 300 g/m² ma anche stuovie di gomma o di polietilene, ecc. Il materiale va posato con una sovrapposizione di almeno 5 cm e deve essere risvoltato anche sui contenimenti verticali.

Per elementi di tenuta di materiale sintetico la UNI 11235, punto 9.2.2.3 prevede una sovrapposizione dei teli di almeno 6-8 cm.

- 3 Strato drenante (si veda anche UNI 11235, titolo 5.4.6 Progettazione dell'elemento drenante)

Uno strato drenante deve poter mantenere la propria funzionalità per lungo tempo ed essere resistente alla compressione, chimicamente neutrale e non causare danni alla vegetazione oltre a essere immarcescibile. Si distingue tra due tipologie maggiormente applicate:

- > Elementi drenanti preformati (per es. in polietilene, ESP, ecc.) con spessore variabile da un minimo di 2,5 fino 6 cm e oltre
- > Strati drenanti in materiale sciolto (per es. argilla espansa, lapillo, ardesia espansa, laterizio frantumato ecc.) di spessore minimo di 4 cm. Il drenaggio in materiale sciolto può essere adattato in funzione delle caratteristiche del progetto (per es. negli inverdimenti intensivi a elevato spessore può essere impiegato come riempimento per il raggiungimento di determinate quote).

Le due tipologie hanno all'incirca una identica funzionalità e vanno verificate nell'abaco.

4 Strato filtrante (si veda anche UNI 11235, titolo 5.4.8 Progettazione dell'elemento filtrante)

Le prestazioni dello strato filtrante devono poter essere garantite per lungo tempo. Come filtri possono essere utilizzati geotessili immarcescibili e con struttura stabile. Sono adatti per questo impiego materiali con un'apertura caratteristica dei pori O_{90} tra 0,06 e 0,20 mm.

I filtri più adatti sono in polipropilene agugliato con una grammatura di 100-150 g/m². Si consiglia di installare i filtri con una sovrapposizione di 20 cm, in quanto il carico può causare spostamenti del materiale filtrante.

5 Spessori di substrato (si veda anche UNI 11235, titolo 5.4.11 Progettazione dello strato colturale e Appendice A Caratteristiche dello strato colturale)

I substrati per verde pensile sono miscele a base di componenti minerali di origine naturale (argilla espansa, lava, ardesia espansa, laterizio riciclato ecc.) con ridotta frazione di sostanza organica.

I substrati devono rendere possibile lo sviluppo vegetativo a lungo termine e perciò devono essere caratterizzati da struttura stabile. Essi devono avere caratteristiche di sufficiente capacità di accumulo idrico con un contemporaneo sufficiente volume d'aria oltre a essere privi di infestanti. Anche la curva granulometrica gioca un ruolo di rilievo: la frazione granulometrica fino a 0,064 mm non deve superare il 20%. Ciò comporta un coefficiente di compattamento della miscela ridotto. Tutte le caratteristiche devono corrispondere a quelle riportate in abaco. La certificazione non può risalire a più di sei mesi.

Lo spessore minimo del substrato per verde pensile, compreso il coefficiente di compattamento, deve essere calcolato in funzione della tipologia di vegetazione.

Spessori di substrato

Tipologia di vegetazione	Spessore in cm							
	8	10	15	20	30	50	80	100
<i>Sedum</i>	■							
Aromatiche ed erbacee		■						
Grandi erbacee / tappezzanti coprisuolo			■					
Tappeti erbosi			■					
Piccole legnose / cespugli				■				
Grandi cespugli / piccoli alberi					■			
Alberi di III cat.						■		
Alberi di II cat.							■	
Alberi di I cat.								■

(si veda anche
UNI 11235,
prospetto A-3)

Vegetazione

(si veda anche UNI 11235, titolo 5.4.12 Progettazione dello strato di vegetazione)

Negli inverdimenti estensivi si adottano principalmente specie che richiedano manutenzione ridotta, se possibile di origine locale, in modo da ricreare efficaci superfici ecologiche di compensazione. La qualità dell'inverdimento viene valutata in primo luogo attraverso il grado di copertura raggiunto dopo circa un anno. Il raggiungimento di tale livello comporta l'impiego di substrati di qualità specifica in spessori idonei oltre all'attuazione della necessaria cura di avviamento. La manutenzione nel primo anno dovrebbe essere presa in carico dalla ditta specializzata in inverdimento pensile.

Fasce perimetrali in ghiaia

(si veda UNI 11235, punto 5.4.13.3 Fasce di zavorramento)

Le fasce perimetrali in ghiaia vengono realizzate principalmente negli inverdimenti estensivi per aumentare la funzionalità drenate in corrispondenza delle perimetture verticali e intorno ai pozzetti di controllo. La fascia in ghiaia impedisce anche che il substrato, in caso di pioggia, schizzi sui contenimenti verticali o sulle facciate attigue. Inoltre vicino a facciate e parapetti/muri la vegetazione non si sviluppa sufficientemente. Le fasce in ghiaia possono risultare utili anche per contrastare l'effetto aspirante del vento in coperture con elevata esposizione. Secondo la norma UNI 11235, punto 5.4.13.3 le fasce in ghiaia devono essere realizzate con materiale tondo lavato 15/30-16/32 e con una larghezza di 50 cm. Nella pratica le misure tra 30 e 50 cm hanno dimostrato di funzionare.

Negli inverdimenti intensivi, in corrispondenza degli elementi verticali, è consigliabile l'installazione di stuioie drenanti protettive e di una fascia di protezione per la rasatura dei tappeti erbosi.

Pozzetti di controllo

(Vedi anche UNI 11235 Nr. 5.4 13.1 Sistema di raccolta delle acque meteoriche)

Nelle coperture a verde gli scarichi devono essere dotati di pozzi di controllo e di protezione dallo sporco. Secondo la norma UNI 11235 i pozzi di controllo devono essere dotati di aperture laterali e sul coperchio per favorire lo smaltimento corretto dell'acqua in eccesso. Il coperchio deve, inoltre, essere dotato di idoneo meccanismo di chiusura.

Profili paraghiaia e di chiusura

Tra le fasce in ghiaia e il substrato può, non obbligatoriamente, essere prevista una separazione con profilo paraghiaia. I profili sono in alluminio oppure acciaio e garantiscono una separazione duratura tra i due strati oltre a elevare il valore estetico dell'inverdimento.

Manutenzione delle coperture a verde

(si veda anche UNI 11235, titoli 10 Controlli, 11 Manutenzione)

La cura e controllo dell'inverdimento pensile dovrebbe essere regolata contrattualmente già all'atto della firma del contratto per la sua realizzazione. La manutenzione di avviamento al collaudo (un anno a partire dall'avvenuta posa) semplifica la presa in carico da parte del committente, l'impresa viene maggiormente responsabilizzata e il committente ottiene sicurezze aggiuntive. I successivi periodi di manutenzione annuale potranno poi, se lo si ritiene, essere ulteriormente rinnovati.

Gestione acque meteoriche, regimazione dei deflussi e coefficiente di deflusso

Un inverdimento deve, da un lato, presentare il necessario volume idrico necessario per lo sviluppo della vegetazione mentre, dall'altro lato, deve offrire la maggior capacità di ritenzione possibile per fornire adeguata regimazione idrica e ritardo dei deflussi in occasione di ripetuti eventi piovosi anche di forte intensità. Questi criteri qualitativi sono influenzati in modo decisivo dalle dinamiche di ritenzione e dagli spessori dell'inverdimento. Ricerche pluriennali hanno evidenziato che il rispetto delle prescrizioni contenute nella UNI 11235 sono in grado di fornire alla vegetazione sufficiente dotazione idrica garantendo anche un'adeguata flessibilità di accumulo idrico e un'efficace ritardo nei deflussi idrici. In una copertura a verde il ritardo di deflusso corrisponde all'intervallo di tempo che intercorre tra il picco di precipitazione e il picco di deflusso.

Il coefficiente di deflusso definisce il rapporto tra la quantità di acqua piovana captata da una determinata superficie a verde pensile e la quantità di acqua piovana che la stessa lascia defluire in condizioni normalizzate, in funzione dell'evento piovoso specifico, ed è un parametro caratterizzante il dimensionamento del deflusso idrico in edifici e lotti.

Spessore substrato in cm	Coefficiente di deflusso
	Inclinazione < 15°
8 < S < 10	0,60
10 < S < 15	0,45
15 < S < 25	0,35
25 < S < 35	0,25
35 < S < 50	0,20
S > 50	0,10
I coefficienti di deflusso si riferiscono a una pioggia di 108 mm/h *	

(valori riportati nel prospetto 10 della norma UNI 11235)

*Nota: quando necessario, vanno calcolati per lo specifico progetto.

Lo schema fornisce un'indicazione di coefficienti di deflusso di diverse tipologie di copertura a verde in funzione dello spessore. I coefficienti di deflusso sono valori indicativi: per esempio la maggior parte degli inverdimenti pensili ha un'inclinazione compresa tra 1° e 4°. Di conseguenza il coefficiente di deflusso, per esempio di estensivi classici, è inferiore a 0,30-0,45.

Effettuazione delle certificazioni

(si veda anche UNI 11235, titolo 2 Riferimenti normativi)

Il committente dovrebbe richiedere le certificazioni dei materiali, secondo l'abaco del manuale, alla ditta esecutrice già prima dell'assegnazione dell'incarico. Per i substrati e i materiali drenanti il certificato deve essere fornito da un istituto di certificazione accreditato. Le analisi del substrato devono essere ripetute ogni sei mesi.

Rapporti di prova

Al collaudo dei lavori la ditta esecutrice incaricata dovrebbe presentare la seguente documentazione:

- > Precisa descrizione della stratificazione: indicazione dei singoli strati e componenti
- > Dimensioni della stratificazione, dei singoli strati e dei componenti
- > Certificazioni di prodotto
- > Data delle certificazioni con firma del certificatore e del laboratorio di prova





REQUISITI DEGLI ELEMENTI COMPONENTI UN VERDE PENSILE A NORMA UNI 11235				
Elemento/sistema	Prodotti/sistema	Requisiti	Metodo di valutazione	Valori limite
Elemento di protezione contro l'azione delle radici	Membrane bituminose; membrane sintetiche in poliolefini; membrane sintetiche in polivinilcloruro	<p>Resistenza alla penetrazione delle radici Determinazione della stabilità dimensionale Determinazione della resistenza al carico statico Determinazione della piegabilità a basse temperature Invecchiamento artificiale tramite esposizione a lungo termine a elevate temperature Resistenza ai microorganismi</p>	UNI EN 13948 UNI EN 1107-1 + UNI EN 1107-2 UNI EN 13730 UNI EN 495-5 + UNI EN 1109 UNI EN 1296 UNI EN ISO 846 + UNI EN 12225	
Elemento di protezione meccanica	Geosintetici; gomma riciclata	Protezione dell'impermeabilizzazione dai danni provenienti da carichi statici e dinamici		
Elemento drenante	Elementi preformati	<p>Capacità drenante sotto i carichi d'esercizio Resistenza alla compressione</p>	EN ISO 12958 EN ISO 23619-2 EN ISO 11235	
	Aggregati granulari naturali (argilla espansa, lava, ardesia espansa, laterizio frantumato); aggregati granulari artificiali (Ghiaia di vetro)	<p>Spessore strato drenante estensivo - intensivo Massa volumica apparente secca Peso a potenziale saturazione Porosità totale Velocità di infiltrazione Resistenza al gelo Resistenza alla compressione Unità pH Conducibilità elettrica estensivo intensivo</p>	UNI EN 13041 UNI EN 13041 DIN 18034 UNI EN 13055-1 UNI EN 13055-1 UNI EN 13037 UNI EN 13038	4-5 cm 6,5-8,5 50 mS/m 60 mS/m 5°
		Pendenza massima consentita		

REQUISITI DEGLI ELEMENTI COMPONENTI UN VERDE PENSILE A NORMA UNI 11235

Elemento/sistema	Prodotti/sistema	Requisiti	Metodo di valutazione	Valori limite
Elemento di accumulo idrico	Elementi preformati	Accumulo idrico Rapporto aria/acqua	I/m ² UNI 11235 - 5-4-7	
	Aggregati granulari naturali (argilla espansa, lava, ardesia espansa, laterizio frantumato); aggregati granulari artificiali (ghiaio di vetro)	Volume d'acqua a pF ₁ Volume d'aria a pF ₁	UNI EN 13041 UNI EN 13041	
Elemento filtrante	Geosintetici	Resistenza alla trazione long/trasv. Allungamento a rottura long/trasv. Resistenza al punzonamento statico Apertura di filtrazione O ₉₀ Resistenza all'ossidazione Resistenza agli agenti microbiologici	EN ISO 10319 EN ISO 10319 EN ISO 12236 EN ISO 12956 UNI EN ISO 13438 UNI EN ISO 12225	>7,0 kN/m >35% >0,8 kN 0,06-0,20 mm >80% >80%
Strato culturale	Miscela composta da matrici minerali e organiche escludendo materiali di origine sintetica, priva di infestanti (es. argilla espansa, lapillo, pomic, ardesia espansa, laterizio ricicliato, compost, ecc.)	Spessore minimo compreso fattore di compattazione Distribuzione granulometrica Velocità di infiltrazione Sostanza organica Porosità totale Volume d'acqua a pF ₁ Volume d'aria a pF ₁ Acqua disponibile Unità pH Conducibilità elettrica Capacità di scambio cationico	UNI 11235 tabella degli spessori prospetto A 3 UNI EN 15428 DIN 18035-4 UNI EN 13040 + UNI EN 13039 UNI EN 13041 UNI EN 13041 Rif. UNI EN 13041 + DM 1/08/97 UNI EN 13040 + UNI EN 13037 UNI EN 13040 + UNI EN 13038 DM 13/09/1999	≥ 5 mm/min ≤ 80 % m/m s.s. ≥ 60 % v/v ≥ 15 % v/v ≥ 10 % v/v 4-8,5 ≤ 60 mS/m ≥ 12 meq/100 g s.s.
Strato di vegetazione	Specie vegetali		Dichiarazione della composizione specifica e definizione del tipo di densità di impianto in base al progetto	

REQUISITI DEGLI ELEMENTI COMPONENTI UN VERDE PENSILE A NORMA UNI 11235

Elemento/sistema	Prodotti/sistema	Requisiti	Metodo di valutazione	Valori limite
Coperture inclinate	Coperture > 5° Coperture > 15° Coperture > 20°	Necessità di utilizzare elementi direttamente con funzione di trattamento del substrato Inserire strati antierosione idonei al progetto (es. juta) Inserire geoteti o altre soluzioni per garantire il contenimento e la stabilità del sistema		larg. 30-50 cm
Fasce di zavorramento/bordo in ghiaia	Ghiaia tonda di fiume	Ghiaia tonda di fiume 15/30-16/32 su coperture estensive		larg. 30-50 cm
Manutenzione di avviamento al collaudo (controllo)	Lavori di manutenzione per coperture estensive (in vista del collaudo/controllo)	Collaudo a raggiungimento di una copertura del 60% della superficie destinata a verde (per <i>Sedum</i> ed erbacee perenni)	UNI 11235 – 11.2.2	
Manutenzione ordinaria	Segue alla manutenzione di avviamento	Mantenimento nel tempo della funzionalità della tipologia di inverdimento prevista	UNI 11235 – 11.2.3	
Manutenzione straordinaria	In occasione di particolari situazioni	Per esempio dopo eventi meteorologici di carattere straordinario	UNI 11235 – 11.2.4	
Collaudo copertura a verde ad avvenuta manutenzione di avviamento al collaudo (min. 60%)	Consegna documentazione tecnica	Descrizione della soluzione di copertura a verde adottata con spessore dei singoli elementi Certificazioni dei prodotti riportanti data e firma del laboratorio		
Sistemi di smaltimento acqua	Pozzetti di controllo	La norma prescrive la posa di pozzetti di controllo, ispezionabili, con aperture laterali e sul coperchio per garantire lo smaltimento verso il bocchettonе di scarico.		
Profili di separazione e/o contenimento	Profili a forma L metallici con aperture sul lato verticale per permettere il drenaggio dell'acqua	Profili per separare i bordi di ghiaia dal substrato Profilo per contenere la stratigrafia di verde pensile		spessore min. 1 mm spessore min. 1,5 mm
Sistema anticaduta dall'alto	Sistema anticaduta dall'alto per la manutenzione di coperture a verde o coperture zavorrate	Sistemi anticaduta autopontanti; sistemi anticaduta con fissaggi agli elementi della copertura	UNI EN 795	

Autori



Città di Bolzano
Stadt Bozen



Patrocinatori



Ordine
degli Architetti
Progettatori
Pianificatori
Conservatori
Conservatori
Provincia di Bolzano

Kammer
der Architekten
Bauingenieure
Landchaftsplaner
Denkmalpfleger
Provinz Bozen



Südtiroler
Gärtner
Floricoltori
dell'Alto Adige



IDM Alto Adige
Piazza della Parrocchia, 11
39100 Bolzano
T +39 0471 094 000
F +39 0471 094 444
info@idm-suedtirol.com
www.idm-suedtirol.com