

# TETTI VERDI UNI 11235:2015

## una norma di progettazione

Matteo Fiori, Professore associato dipartimento ABC-Politecnico di Milano

### Generalità

Il progetto delle coperture a verde sta diventando ormai imprescindibile rispetto alla necessità di realizzare città resilienti e a misura d'uomo.

In moltissime città si è ritenuto fondamentale procedere a una riprogettazione delle stesse in virtù di prevenire criticità attualmente presenti quali isola di calore, allagamenti e simili.

Per ciò sono stati emanati regolamenti o linee di indirizzo che inducono scelte progettuali ove l'adozione delle coperture a verde, insieme a ulteriori elementi quali, ad esempio, pareti a verde o elementi che controllano il sistema "acqua" è ormai un obbligo.

Proprio la progettazione di sistema, che contenga elementi "verdi" ed elementi "blu" permette di ottimizzare il comportamento globale della città, migliorando in modo sostanziale gli aspetti critici.

Per quanto attiene le coperture a verde, in Italia si ha quale riferimento la norma UNI 11235:2015.

La norma è frutto di oltre due anni di lavoro di un elevato numero di esperti di vari settori (agronomi, ingegneri, docenti, ricercatori, tecnici di laboratorio, architetti, ecc.) che si sono incontrati numerose volte, portando ciascuno la propria preziosa esperienza, per cercare di migliorare quanto già presente nella vecchia norma, emanata nel 2007 e, quindi, sostituita.

### Il progetto dei requisiti

E' stato previsto il progetto dei seguenti requisiti:

- capacità agronomica. È l'attitudine di un sistema e/o di un suo componente a favorire e mantenere nel tempo le condizioni agronomiche necessarie al corretto sviluppo della vegetazione in funzione del contesto. Per garantire l'adeguata capacità agronomica e, importantissimo, il suo mantenimento nel tempo si rende necessario analizzare in fase di progettazione innanzitutto il contesto climatico in cui si inserisce la copertura a verde (i cosiddetti "areali fitoclimatici") e quindi verificare l'efficienza di alcuni fattori fondamentali per la vita delle piante e per il regolare funzionamento nel tempo del sistema;

- capacità drenante. È l'attitudine della copertura a consentire il drenaggio di acqua di origine naturale o artificiale. In un verde pensile è necessario garantire un rapido ed efficace drenaggio e allontanamento dell'acqua in eccesso. Il sistema deve possedere un'adeguata permeabilità verticale per allontanare la quantità d'acqua infiltrata, calcolata sulla base delle caratteristiche climatiche del sito e della morfologia della copertura. La permeabilità deve essere cinque volte maggiore o uguale all'intensità di pioggia critica considerata a progetto. Importante quindi valutare attentamente (e, purtroppo, la ricerca dei dati pluviometrici non è facile) la piovosità critica per potere procedere ai calcoli successivi;

- gestione delle acque meteoriche. È questo uno degli aspetti di maggiore impatto in termini di benefici che il verde pensile può fornire al contesto esterno.

La progettazione deve essere molto attenta, definendo gli obiettivi di progetto. La prestazione idrologica di un sistema a verde pensile può essere valutata su base volumetrica oppure in termini di impulsività del deflusso.

Nel primo caso la risposta del sistema a verde pensile è definita in funzione del coefficiente di deflusso  $\Psi$ . Nel secondo caso, l'efficienza idraulica di una soluzione a verde pensile per il controllo delle acque meteoriche è definita in funzione del coefficiente di afflusso ( $\Phi$ ). La determinazione di entrambi i coefficienti avviene per via sperimentale, in laboratorio, per ogni specifica stratigrafia, caratterizzata da un insieme di elementi (elemento drenante, elemento filtrante e strato culturale) univocamente identificabili.

L'obiettivo di progetto può essere anche definito in base a vincoli normativi, se esistenti;

- aereazione;

- accumulo idrico. Per definire la capacità del sistema con l'obiettivo di supportare l'idratazione delle piante e stimolare un utilizzo efficiente dell'acqua. Le proprietà idriche del sistema nel suo complesso andranno descritte facendo riferimento a valori normalizzati per unità di superficie ed espressi dunque in l/m<sup>2</sup>.

- livello di manutenzione della vegetazione. Il requisito si definisce individuando i livelli di manutenzione della vegetazione.

Per ognuna di queste classi sono stati individuati, per i principali parametri

descrittori, le specifiche (valori per m<sup>2</sup>/anno) indicate nel prospetto seguente (tempo di viaggio non incluso)

- resistenza agli attacchi biologici e ai microorganismi.

Per quanto riguarda l'interazione fra apparati radicali o microorganismi ed elemento di protezione all'azione delle radici si fa riferimento ai metodi di prova contenuti nella UNI EN 13948 ed UNI EN ISO 846;

- attitudine alla biodiversità. Il verde pensile offre la possibilità di mitigare la perdita di biodiversità rimettendo parzialmente a disposizione della flora e della fauna superfici che dal punto di vista dell'ecosistema risulterebbero altrimenti gravemente compromesse.

### Il progetto degli obiettivi

Una copertura può essere progettata con vari obiettivi prevalenti e principali:

- fruibilità: realizzazione di uno spazio atto allo svolgimento di attività all'aperto. È questo il caso di veri e propri giardini pensili che vengono utilizzati sia in maniera pubblica che privata, annessi ad alberghi, ospedali, centri commerciali, condomini, ma anche come percorsi urbani. Viene quindi fornito uno spazio supplementare che diventa molto pregevole soprattutto dove, a terra, non sia disponibile;
- fruibilità visiva: realizzazione di uno elemento avente valenza puramente architettonica;
- variazione delle prestazioni ambientali interne dell'edificio: la copertura viene principalmente utilizzata come elemento di mediazione fra ambiente esterno e ambiente interno, ottimizzandola rispetto alle prestazioni, in genere legate alla trasmissione dei flussi termici e idrici e all'aumento del potere fonoisolante della copertura. Il calcolo delle prestazioni dovrebbe venire effettuato mediante software specifici, di tipo dinamico, al fine di una loro quantificazione esatta;
- variazioni delle condizioni di contesto ambientale esterno all'edificio: la copertura viene progettata, specificamente, in relazione alla capacità di regimazione

idrica, di mitigazione della temperatura dell'ambiente esterno (isola di calore), di assorbimento delle polveri o di costituire un elemento di assorbimento acustico;

- compensazione ambientale:

una copertura a verde, intesa come un elemento ambientale complesso, ha la capacità di restituire integralmente o parzialmente le valenze che il sistema ambientale originario conferiva al con-

testo. Si tratta, in questo caso, di tenere in conto soprattutto le valenze di una copertura a verde su scala urbana. La compensazione ambientale può comportare la realizzazione di coperture a verde atte a ridurre l'impatto visivo di un certo edificio, la realizzazione di luoghi destinati ad accogliere specie animali presenti nello specifico luogo prima dell'edificazione, ecc. ...

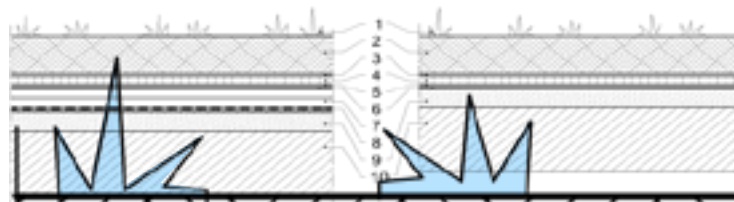
### Il progetto degli elementi

La composizione delle funzioni e la conseguente definizione della corretta sequenza di elementi e strati deve essere definita con cura soprattutto per garantire nel tempo il corretto funzionamento del sistema.

Per questo motivo, le principali sequenze tipo, previste dalla norma, sono le seguenti:

*Esempio di soluzioni conformi: soluzione con elemento termoisolante posto sopra all'elemento di tenuta (a) e soluzione senza elemento termoisolante (b)*

- 1) Strato di vegetazione
- 2) Strato colturale
- 3) Elemento filtrante
- 4) Elemento drenante
- 5) Elemento di protezione dall'azione delle radici
- 6) Elemento di tenuta
- 7) Elemento termoisolante
- 8) Strato di barriera al vapore
- 9) Strato di pendenza
- 10) Elemento portante

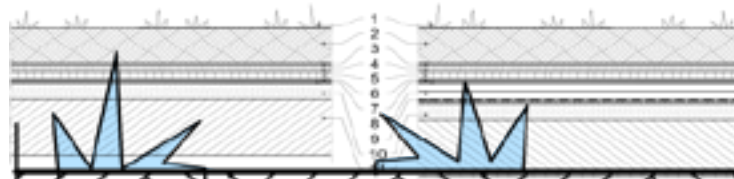


SOLUZIONE a

SOLUZIONE b

*Esempio di soluzioni conformi: soluzione con strato di accumulo idrico (a) e soluzione con strato di accumulo idrico ed elemento termoisolante (b)*

- 1) Strato di vegetazione
- 2) Strato colturale
- 3) Elemento filtrante
- 4) Strato di accumulo idrico
- 5) Elemento drenante
- 6) Elemento di protezione dall'azione delle radici
- 7) Elemento di tenuta
- 8) Elemento termoisolante
- 9) Strato di barriera al vapore
- 10) Strato di pendenza
- 11) Elemento portante



SOLUZIONE a

SOLUZIONE b

### **Le caratteristiche dei principali elementi e strati. Progettazione dell'elemento termoisolante**

La resistenza a compressione, alla deformazione massima del 10%, deve essere maggiore o uguale a 120 kPa (UNI EN 826). La realizzazione di coperture di tipo rovescio, pur con ridotti valori di assorbimento idrico, comporta un aumento della conduttività termica a lungo termine e una possibile dislocazione dei pannelli termoisolanti eventualmente presenti, per azione delle radici.

### **Progettazione dell'elemento di tenuta e di resistenza all'azione delle radici**

Nella quasi totalità dei casi, la funzione di tenuta all'acqua e quella di resistenza all'azione delle radici sono conglobate in un unico elemento: la membrana impermeabilizzante. Si deve considerare che la manutenibilità dell'elemento di tenuta può essere molto ridotta e complessa e, in certi casi, non praticabile, in quanto una sua riparazione o la sua sostituzione implicherebbero lo spostamento di tutti gli elementi o strati soprastanti e l'eliminazione con successiva sostituzione, o, comunque lo spostamento, della vegetazione. Qualora non siano già presenti nella copertura articolazioni geometriche che possano servire allo scopo, si devono adottare nell'opera d'impermeabilizzazione sistemi che, in caso di eventuali infiltrazioni, possono impedire o limitare lo scorrimento orizzontale dell'acqua al di sotto dell'elemento di tenuta, riducano l'estensione del degrado e consentano di individuare facilmente la zona o il punto di infiltrazione. Ciò deve essere ottenuto mediante uno dei sistemi seguenti:

- posa in totale adesione della membrana all'elemento portante, nel caso di assenza dello strato termoisolante;
- realizzazione di settori compartimentati. Nel caso in cui sia presente al di sotto dell'elemento di tenuta uno strato termoisolante ed eventualmente uno strato di controllo alla diffusione del vapore, il dispositivo di compartimentazio-

ne deve dare una continuità impermeabile a partire dall'elemento di tenuta fino all'elemento portante o fino allo strato di controllo del vapore, qualora quest'ultimo fosse posato in totale adesione. In ogni caso le superfici dei settori possono variare da 100 m<sup>2</sup> fino al valore massimo di 200 m<sup>2</sup> per una copertura a verde di difficile rimozione; per quanto riguarda le coperture di facile rimozione, devono essere orientativamente di 300 m<sup>2</sup>.

In caso di particolari criticità, quali presenza di massetto di calcestruzzo soprastante, spessori elevati di strato culturale, destinazioni d'uso pregiate degli ambienti sottostanti la copertura, difficoltà di raggiungimento della copertura, difficoltà nello spostamento dei materiali, tipologie di utenza o valutazioni di costi/benefici, consigliano l'attivazione di condizioni tali da rendere praticabili eventuali ispezioni diagnostiche poco onerose o uno sviluppo limitato del degrado in occasione di infiltrazioni, è necessario ridurre la superficie del compartimento rispetto ai valori indicati.

Le principali caratteristiche da controllare sono:

- la stabilità dimensionale  
Una elevata stabilità dimensionale è fondamentale nella fase di applicazione del manto impermeabile, soprattutto quando esse si protraggono nel tempo. Un manto di elevata stabilità dimensionale riduce al minimo il rischio di danneggiamento dovuto ai movimenti sopra indicati. I riferimenti normativi sono: UNI EN 1107-1 (membrane bituminose) e UNI EN 1107-2 (membrane sintetiche). Valori usuali massimi di stabilità dimensionale sono intorno allo 1%.

- la resistenza al carico statico  
La caratteristica di resistenza al carico statico è importante per verificare che il manto resista, con adeguato margine di sicurezza, ai carichi (permanenti ed accidentali) previsti superiormente, che nel caso di coperture a verde intensivo possono essere molto elevati. Il riferimento normativo è UNI EN 12730. Maggiore è il valore di carico di progetto

agente sulla membrana, maggiore sarà la richiesta prestazionale (cioè il valore di carico del punzone di prova sotto il quale la membrana non si perfora).

- la flessibilità a freddo

Una elevata flessibilità a freddo è un elemento caratterizzante della buona qualità del materiale sintetico e di quello bituminoso. I riferimenti normativi sono EN 1109 (membrane bituminose) e UNI EN 495-5 (membrane sintetiche). I valori di flessibilità a freddo delle membrane bituminose non sono confrontabili con quelli delle membrane sintetiche per le differenti caratteristiche chimico-fisiche. Oltre a ciò non sono fra di loro confrontabili le flessibilità a freddo di membrane bituminose elastomeriche con quelle plastomeriche. In generale si richiedono i seguenti valori minimi:

- membrane sintetiche,  $\geq -35^{\circ}\text{C}$
- membrane bituminose elastomeriche,  $\geq -20^{\circ}\text{C}$  (primo strato) e  $-25^{\circ}\text{C}$  (secondo strato)
- membrane bituminose plastomeriche,  $\geq -10^{\circ}\text{C}$  (primo strato) e  $-20^{\circ}\text{C}$  (secondo strato)

misurati secondo le predette norme.

- l'invecchiamento artificiale tramite esposizione a lungo termine ad elevate temperature. Una ridotta differenza tra i valori di prima e dopo la prova è indice di una propensione al mantenimento delle prestazioni nel tempo. Le caratteristiche da confrontare sono, essenzialmente, la stabilità dimensionale e la flessibilità a freddo. La prova viene effettuata per una durata di almeno 12 settimane. Il riferimento è la UNI EN 1296.

- La resistenza rispetto all'azione delle radici. La membrana deve superare la prova definita dalle UNI EN 13948.

Le membrane, nel loro complesso, devono soddisfare i requisiti della UNI EN 13707 (membrane bituminose) e UNI EN 13956 (membrane sintetiche). Deve essere presente una dichiarazione del produttore sull'idoneità all'uso della membrana per l'applicazione in coperture a verde, prevista specificamente dalla marcatura CE. Le tipologie di materiale maggiormente utilizzate sono:

- membrane flessibili bitume polimero elastomeriche; sono caratterizzate dalla presenza di un polimero elastomerico, l'SBS, che conferisce, in particolare, flessibilità a basse temperature; si possono posare in monostrato o pluristrato. Sono armate con armature di vario tipo, anche composite, a secondo dell'uso. In genere si adottano spessori di 4 mm, con membrana in doppio strato;

- membrane flessibili bitume polimero plastomeriche; sono caratterizzate dalla presenza di un polimero plastomerico, l'APP, che conferisce, in particolare, stabilità di forma ad alte temperature; si possono posare in monostrato o pluristrato.

Sono armate con armature di vario tipo, anche composite, a secondo dell'uso. In genere si adottano spessori di 4 mm, con membrana in doppio strato;

- membrane flessibili sintetiche, PVC. Sono armate con armature di vario tipo a secondo dell'uso. In genere si adottano spessori di almeno 1.8 mm.

- membrane flessibili sintetiche, poliolefine. Possono o meno essere armate con armature di vario tipo a secondo dell'uso. In genere si adottano spessori di almeno 1.8 mm.

#### Elemento drenante

I criteri di scelta sono connessi alla capacità drenante. Le tipologie di materiale attualmente disponibili sono:

- elementi drenanti in aggregati naturali. In genere hanno uno spessore di almeno 5 cm ed una densità di almeno 150 kg/m<sup>3</sup>. Se di tipo poroso, normalmente essi vengono anche utilizzati come elementi di accumulo idrico assolvendo, in questo modo a due funzioni. È normalmente sconsigliato l'utilizzo di ghiaia di fiume in quanto, pur di basso costo, comporta spessori e carichi elevati sulla copertura.

- elementi drenanti in elementi preformati. In genere hanno uno spessore di circa 3 cm ed un peso per unità di superficie di circa 20 kg. Possono assolvere anche a funzioni di isolamento termico e di accumulo idrico. Per elementi co-

stituiti da aggregato granulare, i requisiti che devono essere richiesti all'elemento sono i seguenti:

- permeabilità, determinabile secondo la norma UNI EN 1097-6;

- resistenza al gelo, determinabile secondo la norma EN 1367-1;

- pH, determinabile secondo la norma EN 13037;

- conducibilità elettrica, determinabile secondo la norma EN 13038.

Per la scelta dell'elemento drenante realizzato con elementi preformati è necessario, inoltre, determinare la:

- capacità drenante sotto i carichi d'esercizio, secondo la norma UNI EN ISO 12958.

I materiali normalmente utilizzati possono essere classificati nel modo seguente:

- aggregati granulari:

pozzolana, pomice, lapillo, argilla espansa, perlite espansa, ardesia espansa, laterizi macinati, ecc;

- preformati;

- geosintetici: geosintetici omogenei, geosintetici compositi, geostuoie, georeti, ecc.

#### Elemento filtrante

Il requisito richiesto all'elemento filtrante è di evitare il passaggio di particelle fini dallo strato colturale verso l'elemento di drenaggio, al fine di mantenere nel tempo la funzionalità di quest'ultimo.

Per un buon funzionamento, è necessario che l'elemento filtrante deve avere una permeabilità (misurata secondo EN ISO 11058) almeno 10 volte superiore a quella dello strato colturale. La prestazione che deve essere controllata è la permeabilità all'acqua. Le due tipologie oggi correntemente utilizzate per la realizzazione di tale elemento, sono le seguenti:

- aggregato granulare. La permeabilità all'acqua, verificata secondo la norma DIN 18035 e con LK100 deve essere co-





munque maggiore di 0.3 cm/s;

- geotessile non tessuto o tessuto. La permeabilità all'acqua perpendicolare al piano, con 50 mm di carico, deve essere comunque maggiore di 0.3 cm/s1 x 10-3 m/s, verificata secondo la norma UNI EN ISO 11058.

L'elemento filtrante può essere realizzato mediante i seguenti materiali:

- aggregati granulari: pozzolana, pomice, lapillo, argilla espansa, perlite espansa, ardesia espansa, laterizi macinati, ecc;
- geotessili non tessuti o tessuti: geotessili non tessuti e prodotti affini (es. biotessili), ecc.

L'elemento filtrante deve permettere la penetrazione da parte degli apparati radicali.

### Strato culturale

Le caratteristiche principali riguardano:

- fuso granulometrico
- velocità infiltrazione/K sat
- conducibilità elettrica
- capacità di scambio cationico
- sostanza organica
- porosità totale
- capacità di ritenzione idrica a pF 0,7
- volume aria a pF 1,0
- acqua disponibile tra pF 0,7 e pF 4,2
- curva ritenzione idrica.

### La manutenzione

#### Manutenzione delle opere a verde

Sono da considerare quattro sottotipologie di manutenzione:

1. manutenzione di avviamento per il controllo. Le lavorazioni che costituiscono la manutenzione di avviamento al controllo comprendono tutte le opere e forniture necessarie per il raggiungimento dello stato di controllo, incluse le forniture e tutti le misure idonee a proteggere lo strato culturale e la vegetazione dall'eventuale erosione idrica ed eolica;
2. manutenzione di avviamento a regime (solo per estensivo). Le lavorazioni comprendono tutte le opere e forniture necessarie per il raggiungimento dello stato di manutenzione ordinaria previ-

Gli spessori minimi dello strato culturale sono i seguenti:

Tipo di vegetazione	Spessore dello strato culturale (cm)							
	8	10	15	20	30	50	80	100
Sedum	■							
Erbacee perenni a piccolo sviluppo		■						
Grandi erbacee perenni, piccoli arbusti tappezzanti Tappeti erbosi			■					
Arbusti di piccola taglia				■				
Arbusti di grande taglia e piccoli alberi					■			
Alberi di III grandezza						■		
Alberi di II grandezza							■	
Alberi di I grandezza								■

sto in progetto. Le attività che vengono svolte sono solitamente le stesse previste per quella di avviamento al controllo, ma con una frequenza ed un'intensità differente;

3. manutenzione ordinaria. Scopo della manutenzione ordinaria è il mantenimento nel tempo della funzionalità della tipologia di inverdimento prevista, mediante le lavorazioni agronomiche ordinarie, richieste in misura e modo diverso in funzione della tipologia di inverdimento prevista, delle condizioni stazionali, dell'andamento climatico. Tali lavorazioni hanno gli stessi scopi degli analoghi interventi nelle opere a verde ordinarie, ma devono essere attuati con metodi adeguati alla copertura a verde per non pregiudicare il mantenimento della stratigrafia esistente e la funzionalità dell'elemento di tenuta. In particolare sono da evitare sovraccarichi da macchinari e/o materiali, urti e impiego di attrezzature a punta o a taglio non adeguate;

4. manutenzione straordinaria. La manutenzione straordinaria viene effettuata in occasione di particolari situazioni che dovessero manifestarsi durante la vita del sistema quali, ad esempio, eventi meteorologici avversi di carattere

straordinario, insorgenze straordinarie di fitopatologie o altro.

Si ricorda che, come tutte le norme, anche la UNI 11235 costituisce:

- un supporto progettuale in quanto contiene indicazioni progettuali;
- un supporto commerciale in quanto dà garanzia a tutti gli attori del processo;
- un supporto istituzionale in quanto può essere la base per la definizione di normative di indirizzo locale;
- un supporto normativo in quanto costituisce un documento valevole in giudizio;
- un supporto sociale in quanto diminuisce i contenziosi.

Come è possibile comprendere, la norma è alquanto completa, proprio per l'obiettivo primario, cioè costituire un forte supporto progettuale, soprattutto in termini di rendere coscienti i progettisti di tutti i vari aspetti.

Sarà poi l'utilizzatore di tale norma che dovrà valutare se può affrontare da solo l'intero iter progettuale o esecutivo o gestionale oppure delegare parti a consulenti specialistici.

L'importante è capire proprio la necessità di progettare un sistema, non lasciando nulla al caso.