



Programma Italia-Francia Marittimo 2021-2027, progetto P.Ri.S.Ma. MED2.

ALLEGATO TECNICO

- a. Descrizione dell'opera
- b. Struttura della Pergola
- c. Impianti di irrigazione e illuminazione
- d. Requisiti del sito di installazione
- e. Analisi Habitat e Vegetazione
- f. Norme e tempistica per la messa in opera
- g. Norme per la Manutenzione

Il presente Allegato è stato redatto dal Dott. Marcello Militello, Agronomo e Funzionario Tecnico Scientifico dell'Istituto Regionale per la Floricoltura.

Il testo non vuole essere una manuale di corretta messa in opera ma semplicemente un resoconto di quanto fatto per giungere alla messa in opera della pergola verde realizzata presso l'Istituto Regionale per la Floricoltura di Sanremo nell'estate del 2025.

a. Descrizione dell'opera

Le **installazioni verdi**, nascono dall'integrazione del *Know how* del partenariato di PRISMAMED2 per la realizzazione di un'opera multifunzionale.

L'integrazione delle peculiarità di varie installazioni, ha permesso di giungere al concept di "pergola verde" che racchiude al suo interno i seguenti obiettivi:

- reimpiego di materie prime provenienti dal recupero di reti da pesca/acquacoltura al fine di incrementare la sostenibilità ambientale nelle aree portuali dove la pergola viene realizzata;
- realizzazione di punti di approdo, caratterizzati da un evidente impatto sull'ambiente e dal depauperamento degli habitat costieri;
- ridurre gli effetti di "isole di calore" dovute all'ingente superficie cementizia esposta all'irraggiamento solare in aree fortemente assolate come i porti.

Il concept pertanto assurge al ruolo multiplo di creare vere e proprie installazioni artistiche che migliorano la percezione dello spazio portuale, diversamente caratterizzato solo da opere cementizie attraverso:

- riduzione della superficie cementizia esposta al sole (sostituzione di una superficie irraggiata con una coltivata);
- creazione di isole di conservazione della biodiversità vegetale.
- La realizzazione di aree ombreggiate fruibili dagli utenti con punti di osservazione arredati con panchine e provviste di coperture "verdi", permette di

L'opera, per corrispondere ai requisiti imposti dalla normativa Italia vigente a "pergola" viene così descritta:

"deve intendersi una struttura realizzata al fine di adornare e ombreggiare giardini o terrazze, costituita da un'impalcatura formata da montanti verticali ed elementi orizzontali che li connettono ad una altezza tale da consentire il passaggio delle persone; di norma quindi, come struttura aperta su tre lati e nella parte superiore, non richieda alcun titolo edilizio a meno che sia provvisto di copertura e di tamponature non facilmente amovibili che lo qualifichi alla stregua di una tettoia (TAR Lazio n. 5634/2021)."

PERGOLA e non PERGOLATO

Una precisazione occorre fra pergola e pergolato; quest'ultimo è realizzato in appoggio o aderenza ad un edificio esistente, cioè uno dei lati è chiuso dalla parete del manufatto adiacente; la pergola invece è libera su tutti i lati, assumendo un maggior livello di autonoma utilizzazione rispetto al pergolato.

COLLEGAMENTO AL SUOLO

Pergola e pergolato non devono avere una fondazione fissa, tipo una platea in cls oppure puntiformi. Al contrario, non devono essere stabilmente infissi al suolo.

Praticamente andrebbe concepito al pari un arredo mobile, o di facile rimozione; si rammenta infatti che la perdita del requisito di amovibilità è condizione sufficiente per considerarlo manufatto edilizio a tutti gli effetti, o nuova costruzione.

È bene ricordare che per la messa in opera della pergola è comunque necessario presentare una CILA presso gli uffici SUAP del comune in cui verrà installata la struttura.

La pratica di natura formale e non autorizzativa permette il deposito del progetto e dei conseguenti calcoli di resistenza al vento e sollecitazioni di natura sismica.

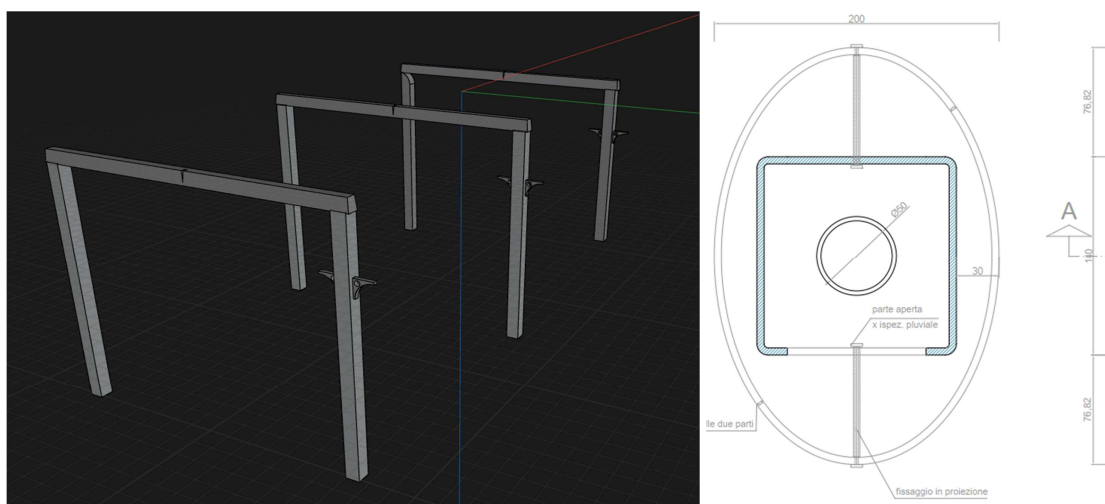
b. Struttura della Pergola

La struttura, conformemente a quanto imposto dalla normativa urbanistica vigente in Italia, per rispondere ai requisiti di “pergola” deve essere *formata da montanti verticali ed elementi orizzontali che li connettono ad una altezza tale da consentire il passaggio delle persone e non essere ancorata direttamente al suolo con fondamenta ma con l’adozione di piastre imbullonate.*

Pertanto la struttura è schematizzabile in 3 macroelementi:

- Portali
- Correnti di collegamento dei portali
- Vasche di coltivazione

PORTALI:



Sono i componenti strutturali più importanti della pergola con la funzione di sostenere il peso delle strutture sovrastanti.

Sono realizzate in materiale ferroso in forma scatolare o come lamiera piegata a formare una sezione a “C”. il dimensionamento completo è presente nei disegni tecnici.

Aspetto molto importante del dimensionamento, secondo normativa urbanistica del comune di Sanremo nel quale è stato realizzato il prototipo è che la dimensione dei pilastri non deve superare i 14 cm di diametro.

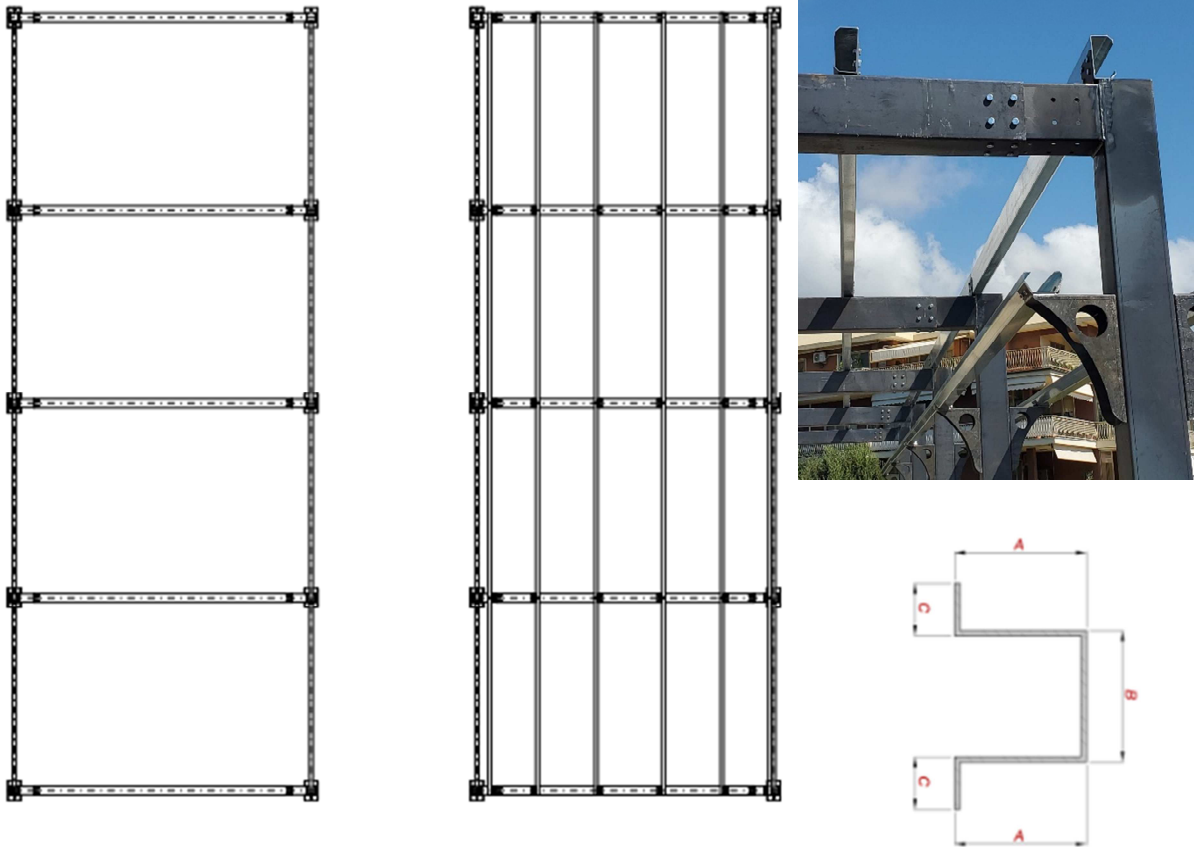
La distanza fra un portale ed il successivo è di 3 metri lineari mentre la distanza tra pilastri dello stesso pilastro è di 4,60 metri; tutte le distanze si intendono da centro pilastro.

Il sistema di fissaggio al suolo vede l’adozione di piastre a 4 bulloni. L’adozione della piastra a 4 bulloni permette anche la regolazione della verticalità in fase di installazione.

CORRENTI DI COLLEGAMENTO DEI PORTALI:

Sono i componenti strutturali che svolgono più funzioni:

- Sostengono la struttura evitando il ribaltamento dei portali;
- Garantiscono la resistenza al carico da vento e le oscillazioni da fenomeni sismici;
- fungono da supporto per le vasche di coltivazione.



Sono realizzati in acciaio zincato poiché soggetti ad esposizione diretta della pioggia e del sole. Come tutta la struttura, l'esposizione ad aerosol salmastro è molto alta e per questo motivo il materiale deve avere una zincatura ed uno spessore adeguato all'ambiente marino.

Sono realizzati con profilo a "omega" al fine di sfruttare le "ali" del profilato per il fissaggio degli elementi di fondo delle vasche di coltivazione.

VASCHE DI COLTIVAZIONE:

Costituiscono la parte cruciale delle pergole poiché, oltre alla funzione di fornire il supporto di coltivazione, in realtà hanno anche indirettamente il ruolo di fornir rigidità alla struttura; infine hanno il maggior impatto visivo sulla struttura poiché rappresentano la maggior superficie contigua dell'intera struttura, ne consegue che l'attenzione nella scelta dei materiali di questo componente è stata massima.

In fase di prototipazione è stato scelto il legno per la realizzazione del fondo per le caratteristiche di leggerezza, valore estetico e resistenza agli agenti atmosferici (trattamenti con impregnanti marini specifici).

In fase di realizzazione è emerso però un consistente impiego di manodopera nella preparazione del tavolato e la loro messa in opera.

Se da una parte il legno trattato fornisce buone garanzie di resistenza, la loro sostituzione richiede un ulteriore importante impiego di manodopera all'interno di una finestra temporale stimata in 5 anni. In ottica di riduzione dell'impiego di manodopera e soprattutto per ridurre al massimo i costi manutentivi si propone, in questa fase, anche una soluzione alternativa attualmente in fase di valutazione tecnica.

Materiale previsto in capitolato:

Legno grezzo di abete, a larghezze variabili, compresa la chioderia, misurato a superficie effettiva spessore 2,5 cm. Alla fine il materiale della larghezza effettiva di 15 cm è stato piallato e impregnato a mano tagliando a misura 324 tavolette che sono state fissate con 648 viti di acciaio ai correnti di collegamento dei portali.

Il materiale suggerito in sostituzione è il legno composito (WPC - Wood Plastic Composite) ovvero un materiale composito in fibra di legno e polimero plastico. Questo materiale ibrido, che unisce l'aspetto estetico del legno alla durevolezza resistenza all'umidità e praticità della plastica, offre una soluzione a bassa manutenzione già impiegata come pavimenti per esterni, facciate e mobili da giardino.

Sebbene siano necessari alcune modifiche alla struttura si sta valutando se i maggiori costi della materia prima controbilancino la ridotta manodopera e la durata nel tempo che pertanto non ne richiede la sostituzione prima dei 10 anni.

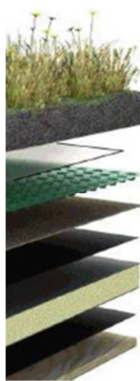
Il sistema di fissaggio vede l'impiego di una orditura secondaria in alluminio che, fornendo un ulteriore irrigidimento alla struttura, potrebbe comportare un ricalcolo dei correnti di collegamento dei portali e la riduzione della loro sezione.

L'impiego del WPC in sostituzione del Legno di abete non comporterebbe variazioni dal punto di vista estetico poiché i WPC mantiene la finitura molto simile a quella del legno naturale.

Inoltre, molte aziende interpellate hanno mostrato un forte interesse nell'integrazione della plastica riciclata nel loro iter di produzione. Alcune aziende, infatti, applicano già politiche di economia circolare e reimpiego di materiali sia legnosi che plastici.

STRATI TECNICI E SUBSTRATO DI COLTIVAZIONE

Come definito dallo standard UNI 11235/07 il tetto verde è costituito da vari strati tecnici oltre al cotico erboso.



- Copertura vegetale
- terreno di coltivo
- strato di filtraggio moduli drenanti in HDPE
- strato di filtraggio-protezione
- isolamento termico compatibile
- barriera (schermo) vapore
- supporto di base

Nella fattispecie della pergola verde la sfida è nel ridotto spessore delle vasche di coltivazioni che comportano una condizione fortemente limitante sia per le essenze vegetali coltivate che per i materiali impiegati.

In particolare, non è presente lo strato di isolamento termico e lo strato di protezione del materiale coibente.

La riduzione dello strato di suolo disponibile a 4 – 6 cm comporta un'ottimizzazione degli spazi e dei materiali che vengono così descritti nel capitolato d'opera.

“Fornitura e posa in opera di sistema multistrato per tetto verde costituito da strato di protezione meccanica, elemento di accumulo drenaggio e aerazione, telo filtrante e substrato, con i requisiti previsti dalla norma UNI 11235”

La barriera a vapore non è presente ed il telo isolante è in materiale plastico PVC per involucri agricoli, laghi artificiali. Gli strati di filtraggio superiore ed inferiore ai moduli filtranti di HDPE sono in TNT.

Il substrato individuato contiene meno del 10% di torbe ed è costituito per l'80% da materiali minerali porosi. La restante parte è costituito da composti vagliati ed una frazione di argilla inferiore al 2%.

È stato impiegato un quantitativo pari a 4,8 metricubi di substrato per il riempimento delle vasche di coltivazione così schematizzate:

Vasca lato monte altezza 10 cm larghezza 1,00 metri, lunghezza 12,20 metri

Vasca centrale altezza 12 cm larghezza 1.30 metri, lunghezza 12,20 metri

Vasca lato mare altezza 8 cm, larghezza 1,00, lunghezza 12,20 metri

Mensola altezza 8 cm, larghezza 0,75 metri, lunghezza 12,00 metri

ATTENZIONE! Il substrato può avere un calo volumetrico legato al compattamento e degradazione della frazione torbosa. È bene tenere in conto un refilling dopo 1 anno dall'impianto per permettere un continuo sviluppo agli apparati radicali pari al 10% del volume impiegato inizialmente.

In questa fase, l'adozione dello spessore ridotto di 8cm risulta particolarmente complesso da gestire dal punto di vista agronomico a causa del ridotto volume di substrato a disposizione degli apparati radicali. Se ne sconsiglia l'adozione se non in presenza di un'adeguata vigilanza da parte di personale addetto alla cura delle piante per intervenire prontamente con interventi irrigui e/o di manutenzione del cotico erboso.

DRENAGGIO E CANALIZZAZIONE ACQUE METEORICHE

Tenendo conto del sito di installazione della pergola è bene conoscere intensità e volume degli eventi piovosi nel quale insiste la struttura.

Nello specifico è stata tenuto in conto un evento piovoso “estremo” pari a 60mm/h a substrato saturo per determinare la capacità di allontanamento delle acque dalla pergola al fine di evitare fenomeni di galleggiamento del cotico vegetale, esondazione dell’acqua dalle vasche di coltivazione, sovraccarico della struttura (in fase di progettazione è stato tenuto conto del carico a vasche sature di acqua).

Le vasche sono state dotate di un drenaggio in mezzeria ed uno in testata (pendenza maggiore del 3/1000 sul lato lungo e 8/1000 trasversalmente monte/mare).

Le vasche sono idraulicamente interconnesse in mezzerie ed in testata.

In testata è inoltre connessa la mensola che non è dotata di drenaggio in mezzeria ma solo in testata in considerazione della minor esposizione ad eventi meteorici.

Le linee di drenaggio sono dotate di tubazione da 50mm di diametro così come le testate. L’interconnessione delle testate è realizzata con un tubo da diametro 60mm garantendo un deflusso massimo pari ad una portata di 0.82 lt/secondo ed una velocità di 0.35 m/s.

c. Impianti di irrigazione e illuminazione

Per garantire il rifornimento idrico nella stagione estiva e garantire l'illuminazione notturna, sia per motivi di sicurezza che per garantire la fruibilità della pergola nelle ore serali è stato previsto un impianto di irrigazione ed uno di illuminazione.

Entrambe gli impianti sono ad approvvigionamento solare con stoccaggio attraverso batterie.

IMPIANTO IRRIGAZIONE

L'impianto è stato semplificato al massimo per ridurre i consumi elettrici e poterlo alimentare con dei piccoli pannelli fotovoltaici a supporto di una batteria di stoccaggio di limitate dimensioni.

La distribuzione dell'acqua è garantita sulla superficie coltivata attraverso il sistema a tubo poroso in gomma. Questo sistema è caratterizzato da una pressione di esercizio molto bassa (< 2 bar) e portata a distribuzione lineare che diversamente da ala gocciolante crea punti di discontinuità e richiede maggiori pressioni di esercizio. Inoltre, il tubo è interrabile senza problemi di ostruzione dei fori.

Il tubo ha un diametro interno di 15mm, ad una pressione di esercizio di 1 bar eroga 20 litri metro lineare per ora.

L'acqua viene pompata attraverso una pompa elettrica a basso voltaggio (12volt) alimentata dai pannelli fotovoltaici (120W). Ha una potenza massima di 8 amp ed una portata massima di 36 lt/h ed una pressione massima di esercizio di 7 bar.

Il pannello fotovoltaico è di tipo monocristallino a celle interconnesse che eroga una potenza massima di 120 W e dotato di regolatore di tensione da 20 Amp per un range di funzionamento di 12,6-13,7 volt.

Il sistema, dotato di timer programmabile per cicli da 1 minuto fino a 1 ora con frequenza da 1 ora a 72 ore.

Infine la batteria di tipo al piombo di derivazione automobilistica ha una capacità di accumulo di 100 Ah.

Nelle condizioni ottimali di installazione e soleggiamento il sistema permette una ricarica completa della batteria in 5 ore con una capacità di lavoro, a batteria completamente carica e mancanza di sole di 12 ore.

IMPIANTO ILLUMINAZIONE

Per garantire l'illuminazione dal tramonto per tutta la notte, la pergola è dotata di sistema di illuminazione con sensori crepuscolari e PIR.

Questo permette un'illuminazione base durante tutta la notte a partire dal tramonto pari al 25% della potenza installata ed una piena illuminazione (100% potenza installata) in caso di presenza di persone sotto la pergola.

La potenza installata è pari a 2 watt/mq con proiettori a LED a luce calda (5600 K).

I proiettori sono fra loro connessi e dotati di sistema di carica fotovoltaica con pannello dedicato di 120W come per il sistema di pompaggio e batteria di accumulo pari 100 Amp.

Sistema di carica e autonomia del sistema di illuminazione vede una carica completa in 5 ore ed un'autonomia di 48 ore a consumo ridotto (25% potenza installata) e di 22 ore a piena potenza.

d. Requisiti del sito di installazione

Vincoli paesaggistico-ambientali

L'Italia è un paese ricco di aree tutelate sia per ragioni storico-culturali che per motivi ambientali e paesaggistici. Soprattutto le aree costiere e le aree ad elevato impatto turistico sono generalmente fortemente vincolate.

È necessario, in fase di scelta del sito, individuare tutti i vincoli ricadenti nell'area per verificare la possibilità di installazione e le eventuali misure di mitigazione o adeguamento della struttura stessa al sito.

Le banche dati o le fonti di informazioni possono essere così riassunte:

- **SITAP** (Sistema Informativo Territoriale Ambientale e Paesaggistico, Ministero della Cultura) — contiene perimetrazioni georeferite e info descrittive dei vincoli paesaggistici.
- **SIBA** (Sistema Informativo Beni e Ambiti Paesaggistici) — zone protette, vincoli urbanistici/ambientali, PLIS
- **Piani Paesaggistici Regionali / PTPR** — carte del paesaggio (cartografie normative) che indicano le zone vincolate, le prescrizioni, le tipologie di tutela.
- **Tavole urbanistiche comunali** (es. PGT, PRG) — contengono tavole specifiche che mostrano vincoli locali.

In funzione dei vincoli presenti e delle autorità locali potrebbe essere richiesto uno studio specifico con strumenti quali:

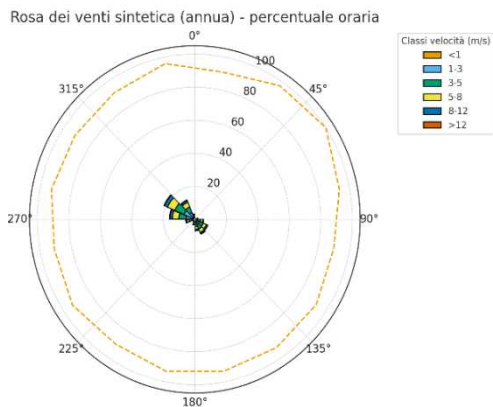
- **GIS (Geographic Information Systems)**: per sovrapporre cartografie di vincolo, uso del suolo, ortofoto, topografia, reti idriche, vegetazione, modelli digitali del terreno (DEM/DTM) per analisi visive, di pendenza, vista panoramica.
- **Modelli di visibilità / visibilità panoramica (viewshed analysis)**: per capire da dove un intervento è visibile, quanto è impattante dal punto di vista visivo.
- **Rilievi sul campo**: fotografie, rilievi topografici, rilievi botanici, rilievi di elementi storici, osservazioni dirette.
- **Fotografia aerea / ortofoto / telerilevamento**: per capire la copertura vegetale, il paesaggio esistente, tipi di uso del suolo, strutture, elementi architettonici.
- **Analisi di compatibilità ambientale / paesaggistica**: includere parametri come colore, materiali, scala, proporzioni, riflessi, impatto su flora, fauna, biodiversità.
- **Valutazioni di Impatto Ambientale (VIA) / VAS / valutazioni paesaggistiche**: procedure formali che includono studi, consultazioni, mitigazioni.

Ventosità e Vento prevalente

La scelta del sito per l'installazione non può prescindere da una corretta dei fattori ambientali quali la ventosità e la direzione del vento prevalente.

Lo studio della ventosità (intensità e frequenza del vento) e vento prevalente (direzione dominante) di un'area, può essere fatta usando strumenti e metodi che spaziano da misure dirette a modelli numerici.

Le attuali stazioni meteorologiche automatiche (AWS) presenti sul mercato permettono uno studio puntuale con costi piuttosto contenuti, ma se non sono presenti serie storiche di dati, questo può essere solo uno strumento di supporto per il monitoraggio delle condizioni post-installazione.



Risultati principali (dal dataset sintetico)

- Percentuale di calma (≤ 0.5 m/s): **~1.43%**.
- Velocità media annua: **~4.56 m/s**.
- Velocità mediana: **~3.94 m/s**.
- Raffica massima registrata (simulata): **~48.2 m/s** (valore estremo creato per mostrare how to handle gusts).
- Direzione prevalente (centro del bin): **~303.8° (NW)** con **~21.3%** delle ore.

In considerazione del fatto che l'installazione debbano avvenire in aree portuali o comunque costiere, non dovrebbe essere difficile recuperare serie storiche di dati presso le Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale, Capitanerie di Porto, Guardia Costiera, Aeronautica Militare ed ENAV.

Questo permetterà di fornire dati precisi per il successivo calcolo di carico da vento, ed orientamento della pergola in modo da non esporre il lato con maggiore sviluppo orizzontale al vento dominante.

In fase di progettazione del prototipo è stato tenuto in conto il carico vento massimo dell'area del ponente ligure. La progettazione ha visto l'interruzione di tutte le superficie continue che potessero creare portanza aerea inserendo soluzioni di discontinuità per interrompere i flussi che potessero creare portanza e rischio sollevamento.

Lo stesso substrato scelto e le specie vegetali selezionate non sono soggetti a rischio di vortici e sollevamento.

Orientamento nord-sud

La disposizione spaziale della pergola, come già visto per il vento prevalente, è bene tenga conto anche dell'orientamento al sole soprattutto in presenza di grandi coni d'ombra dovuti a edifici o grandi esemplari arborei (generalmente Eucaliptus).

È molto importante evitare la presenza di zone soggette a ombreggiamento soprattutto in inverno quando il sole è più basso all'orizzonte. Quando queste condizioni sono inevitabili bisognerà adeguare la struttura a queste condizioni limitanti.

Le soluzioni adottate in fase di prototipazione hanno visto l'adozione di vasche di coltivazione con spessore ridotto (minore capacità di accumulo idrico, maggiore drenaggio) ed impiegando specie vegetali con maggiori fabbisogni idrici.

Questa combinazione da una parte riduce i rischi di ristagni di umidità invernali, ma richiederà una maggiore attenzione in estate con bagnature settimanali per soddisfare il fabbisogno idrico della vegetazione e la ridotta capacità di accumulo.



Figura 1- Spessori delle vasche di coltivazione. Da sinistra verso destra lo spessore passa da 8 cm nella zona fortemente ombreggiata in inverno, a 12 cm nella zona centrale e a 10 centimetri nella zona più esterna.

Disponibilità di acqua dolce



Come emerso dai precedenti paragrafi l'irrigazione della superficie coltivata si rende necessaria a partire dalla tarda primavera fino all'inizio delle piogge autunnali. Non si esclude che le zone particolarmente ventose possano richiedere bagnature accessorie.

L'impianto di irrigazione è stato progettato per lavorare a bassa pressione e con tempi molto limitati di intervento (interventi di 15 minuti con cadenza settimanale da adeguare alle condizioni specifiche di ombreggiamento, ventosità e scelta delle specie).

I consumi idrici possono quindi variare significativamente rispetto al prototipo. Si consiglia comunque una capacità di accumulo di 1000 litri (tank da cantiere) rifornita periodicamente o connessa alla rete idrica con galleggiante per l'auto-riempimento.

La disponibilità di acqua è anche legata agli aspetti di manutenzione trattati in capitolo a parte per la riduzione degli effetti del deposito salmastro.

Accessibilità mezzi furgonati o cassonati (9mt)



Passo : 4.750 cm
 Lunghezza totale :6.190 cm
 Larghezza totale: 2.100 cm
 Altezza totale : 2.550 cm
 Peso a vuoto : 490 kg.
 Peso massimo supportato 4000kg

Un aspetto da non tralasciare nella fase di scelta del sito è l'accessibilità con mezzi grandi e pesanti.

Per il trasporto dei materiali sono necessari automezzi cassonati dotati di gru con ingombri superiori alle auto. Questi aspetti vanno tenuti in conto non solo per gli ingombri ma anche per i pesi e quindi la capacità di carico di ponti o fondi mobili.

Si riporta un ingombro a titolo di esempio con le masse in gioco.

e. Analisi Habitat e Vegetazione

Uno dei ruoli che determinano la multifunzionalità della pergola verde è quello di zona di conservazione di biodiversità. Avere delle zone di coltivazione non facilmente accessibili ma comunque in pien'aria permette di creare delle zone di conservazione sicure da atti vandalici e furti.

Inoltre la presenza di copertura vegetale determina tutti quei benefici ben noti legati alla riduzione dell'insolazione della superficie cementizia ed un effetto rinfrescante generalizzato oltre che otticamente gradevole.

Studiare la **vegetazione spontanea** e individuare **specie a rischio di erosione genetica** richiede una combinazione di strumenti sul campo, metodi analitici e banche dati scientifiche al fine di individuare per il **Ponente Ligure** le specie con habitat a rischio o a rischio di erosione genetica, o comunque protette e compatibili con le condizioni di coltivazione in ambiente marino con ridotte disponibilità di suolo.

Rispondono a queste caratteristiche le specie rupestri costiere. Queste specie vengono generalmente minacciate dall'antropizzazione che ne riduce la dimensione degli habitat minacciandone la sopravvivenza.

Attraverso lo studio di testi scientifici e testi normativi quali Flora d'Italia, e Analisi fitosociologici disponibili presso le università, La lista Rossa IUCN, Floritaly è possibile accedere agli elenchi di specie minacciate. Infine, un campionamento sul territorio, individuando le aree più sensibili è possibile fare l'individuazione. Ricordando che le specie protette hanno forti vincoli per la raccolta spontanea, è bene contattare le autorità forestali per chiedere i dettagli o l'autorizzazione per la raccolta in natura.

Per la realizzazione del prototipo sono state individuate, raccolte e propagate le seguenti specie suddivise fra quelle presenti in tutta l'area del Nord Tirreno quindi adottabili in un'area molto vasta e quelle tipiche Liguri:

- **Mesembryanthemum nodiflorum L.**



Nome comune: Erba cristallina stretta; erba cristallina nodiflora

Habitat: luoghi rupestri, muri a secco, dal livello del mare sino a circa 800 m.

Diffusione in Liguria: frequente in tutte le province.

Caratteristiche ecologiche e morfo-fisiologiche: eliofila, mesoterma, xerofila, aerosol marino tollerante, succulenta, con apparato radicale di estensione limitata, resistente agli stress termici giornalieri e stagionali. Tappezzante. La fioritura avviene da aprile a settembre.

- **Drosanthemum floribundum (L.) Schwantes**



Nome Comune: Erba cristallina / Barba di Giove (*D.hispidum*)

Habitat: Origine Sud Africana introdotta a fini ornamentali

Diffusione in Liguria: comune in tutte le province.

Caratteristiche ecologiche e morfo-fisiologiche: Piante di ambienti aridi, con gemme perennanti poste a non più di 20 cm dal suolo e con foglie o fusti, o tutti e due, adattati a funzionare da riserve d'acqua., aerosol marino tollerante, succulenta, con apparato radicale di estensione limitata, resistente agli stress termici giornalieri e stagionali. Tappezzante. La fioritura avviene da aprile a giugno.

- **Petrosedum rupestre (L.) P.V.Heath**



Nome comune: Borracina rupestre

Habitat: luoghi rupestri, muri a secco, dal livello del mare sino a circa 1.500 m.

Diffusione in Liguria: frequente in tutte le province.

Caratteristiche ecologiche e morfo-fisiologiche: eliofila, mesoterma, xerofila, aerosol marino tollerante, succulenta, con apparato radicale di estensione limitata, resistente agli stress termici giornalieri e stagionali. Tappezzante. La fioritura avviene da aprile a luglio.

- Petrosedum sediforme (Jacq.) Grulich subsp. Sediforme



Nome Comune: Borracina di Nizza

Habitat: luoghi rupestri, muri a secco, prati aridi, dal livello del mare sino a circa 1.400

Diffusione in Liguria: limitatamente comune in tutte le province.

Caratteristiche ecologiche e morfo-fisiologiche: eliofila, mesoterma, xerofila, aerosol marino tollerante, succulenta, con apparato radicale di estensione limitata, resistente agli stress termici giornalieri e stagionali. Tappezzante. La fioritura avviene da aprile a luglio.

- Sedum album L. subsp. Album



Nome Comune: Borracina bianca

Habitat: luoghi rupestri, muri a secco, dal livello del mare sino a circa 1.600 m.

Diffusione in Liguria: comune in tutte le province.

Caratteristiche ecologiche e morfo-fisiologiche: eliofila, mesoterma, xerofila, aerosol marino tollerante, succulenta, con apparato radicale di estensione limitata, resistente agli stress termici giornalieri e stagionali. Tappezzante. La fioritura avviene da maggio ad agosto.

- Sedum dasyphyllum L. subsp. dasyphyllum



Nome Comune: Borracina cinerea

Habitat: luoghi rupestri, muri a secco, prati sassosi, dal livello del mare sino a circa 1.800 m.

Diffusione in Liguria: comune nelle aree costiere in tutte le province limitatamente disponibile.

Caratteristiche ecologiche e morfo-fisiologiche: eliofila, mesoterma, xerofila, aerosol marino tollerante, succulenta, con apparato radicale di estensione limitata, resistente agli stress termici giornalieri e stagionali. Tappezzante. La fioritura avviene da aprile a luglio.

- Petrosedum ochroleucum (Chaix) Niederle



Nome Comune: Borracina biancastra

Habitat: luoghi rupestri, muri a secco, prati aridi, dal livello del mare sino a circa 2.000 m.

Diffusione in Liguria: raramente presente nelle aree costiere in tutte le province.

Caratteristiche ecologiche e morfo-fisiologiche: eliofila, mesoterma, xerofila, aerosol marino tollerante, succulenta, con apparato radicale di estensione limitata, resistente agli stress termici giornalieri e stagionali. Tappezzante. La fioritura avviene da maggio ad agosto.

- Sempervivum arachnoideum L.



Nome Comune: Semprevivo ragnateloso

Habitat: su rupi, muri per lo più silicei, da 1.000 ad oltre 2.500 m di quota.

Diffusione in Liguria: limitatamente in tutte le province, su Alpi Liguri e Appennino. Pianta tutelata.

Stazioni di possibile osservazione e raccolta: Val Nervia, Valle Argentina.

Caratteristiche ecologiche e morfo-fisiologiche: eliofila, mesoterma, xerofila, aerosol marino tollerante, succulenta, con apparato radicale di estensione limitata, resistente agli stress termici giornalieri e stagionali. Non tappezzante, lentamente accestente. La fioritura avviene tra maggio e agosto.

Sono state altresì individuate altre specie da prato arido in corso di prova.

- Lippia nodiflora.
- Verbena Hybrida.
- Frankenia leavis.
- Dymondia margaretae.

Sebbene queste siano specie particolarmente vocate per i prati aridi, in fase di piantumazione della pergola è emerso immediatamente come queste specie non si adattino alle condizioni del ridotto strato di suolo disponibile. Pertanto in questa fase iniziale di sperimentazione se ne sconsiglia l'adozione se non sulla vasca di coltivazione con maggiore spessore.

F. Norme e tempistica per la messa in opera

• Normativa cogente TETTI VERDI

- **NTC 2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni):** non citano esplicitamente i tetti verdi, ma si applicano per carichi permanenti e variabili (peso substrato, acqua, vegetazione).
- **D.M. 26/06/2015 (“Requisiti minimi”):** collegato alla EPBD; i tetti verdi sono considerati soluzione tecnica migliorativa per l’isolamento estivo/invernale.
- **CAM Edilizia (D.M. 23/06/2022):** obbligatori per appalti pubblici; i tetti verdi contribuiscono al requisito di “verde tecnologico” e gestione delle acque meteoriche.

• Norme regionali e comunali:

- Milano (PGT 2019): bonus volumetrici e obblighi in alcune zone.
- Bolzano: obbligo tetti verdi per nuove costruzioni >300 m².
- Genova, Firenze, Bologna: regolamenti edilizi che incentivano o obbligano.

• Normativa volontaria

- **Linee guida ANIT e GBC Italia:** promuovono l’uso dei tetti verdi come miglioramento prestazionale.
- **Protocollo ITACA:** assegna punteggi per tetti verdi su criteri di sostenibilità.
- **LEED Italia:** applica gli stessi principi della versione internazionale.
- **Linee guida ANCI-ISPRA:** promuovono tetti verdi come strumento di adattamento climatico urbano.

• Normativa cogente URBANISTICA

EUROPA : Assenza di obbligo comunitario → competenza degli Stati e dei Comuni.

- **Germania:** molti Länder prevedono obbligo urbanistico di tetti verdi su nuove costruzioni (collegati alla Legge federale sul bilancio idrico).
- **Francia: Loi Biodiversité 2016** → nuove aree commerciali devono avere copertura verde o fotovoltaico.
- **UK: “London Plan”** → prevede tetti verdi obbligatori per nuovi edifici nella Greater London.
- **Italia**
 - **Regolamenti edilizi comunali:**
 - Milano (PGT 2019): incentivi volumetrici e obblighi in alcune zone.
 - Bolzano: obbligo tetti verdi su nuove coperture >300 m².
 - Torino, Firenze, Bologna, Genova: obblighi/incentivi legati a SUL, classe energetica o gestione acque.

- **Strumenti urbanistici:** i tetti verdi sono sempre più considerati **standard urbanistici equivalenti** al verde in quota (verde tecnologico).
- **Norme tecniche edilizie:**
 - Carichi permanenti e variabili → **NTC 2018** (substrato saturo d'acqua, vegetazione, accumulo neve).
 - Prestazioni energetiche → D.M. 26/06/2015 "Requisiti minimi" e D.Lgs. 192/2005.
 - Gestione acque meteoriche → molti Piani di Governo del Territorio prevedono i tetti verdi come misura compensativa per la permeabilità persa.

• Normativa SICUREZZA SUL LAVORO

EUROPA:

- **Direttiva 89/391/CEE (direttiva quadro)** e direttive figlie: stabiliscono principi generali di sicurezza in cantiere e nei luoghi di lavoro.
- **Direttiva cantieri 92/57/CEE:** obblighi per coordinatore della sicurezza nei cantieri temporanei o mobili.
- **Direttiva 2001/45/CE:** requisiti per lavori in quota, ponteggi e accessi sicuri.

Italia

- **D.Lgs. 81/2008 (Testo Unico Sicurezza)**
 - **Titolo IV:** cantieri temporanei e mobili → PSC, POS, ruolo del Coordinatore della Sicurezza.
 - **Titolo II:** luoghi di lavoro → i tetti verdi accessibili devono avere protezioni contro la caduta (parapetti, linee vita, reti).
 - **Allegato IV:** requisiti di sicurezza per coperture e accessi.
- **Linee guida INAIL** (2018, "Lavori in quota su coperture") → distinguono coperture praticabili, non praticabili, e prescrivono sistemi permanenti di protezione.
- **Norme UNI rilevanti:**
 - **UNI EN 795:2012:** dispositivi di ancoraggio (linee vita).
 - **UNI 11560:2014:** sistemi di ancoraggio permanenti in copertura.
 - **UNI 11235:2015:** progettazione, esecuzione, manutenzione dei tetti verdi → integra aspetti di sicurezza in fase manutentiva.
- **Piani di manutenzione:** obbligatorio prevedere procedure sicure di accesso e manutenzione della vegetazione.

• Normativa Ambientale-Paesaggistica

- **Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 42/2004)** — articoli riguardanti vincolo paesaggistico: art. 136 (beni culturali), art. 142 (vincolo paesaggistico "ope legis")
- Leggi storiche che intervengono: Legge 29 luglio 1939, n. 1497; Legge 8 agosto 1985, n. 431; normativa regionale in materia di paesaggio.
- Normative ambientali correlate: Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), Valutazione Ambientale Strategica (VAS), eventuali norme per aree Natura 2000, aree protette, parchi, fiumi, reti ecologiche

NOTA BENE:

Cronoprogramma

E' buona norma concordare con le imprese affidatarie un cronoprogramma per la realizzazione dell'opera da inserire all'interno del contratto di affidamento con valore legale e vincolante.

Nel caso specifico la realizzazione dell'ancoraggio della struttura al suolo è stata realizzata mentre in officina si realizzavano i portali che sono stati successivamente assemblati in cantiere.

L'assemblaggio sul sito riguarda l'ancoraggio dei portali al suolo e la connessione degli stessi con i correnti.

Terminata questa prima fase la struttura è stata definitivamente fissata al suolo regolando tutte le pendenze previste da progetto.

Una volta riempite le vasche con il substrato si sono attesi 2 giorni prima di verificare l'eventuale presenza di assestamenti della struttura e che le pendenze fossero tutte come da progetto.

Queste fasi si dovrebbero completare in un periodo di circa 35 giorni lavorativi consecutivi (tenuto conto delle domeniche non lavorative).

La piantumazione del cotico erboso può richiedere l'intervento di 3 persone per 5 giorni lavorativi continuativi. E' fondamentale la presenza di un trabattello mobile o di un ponteggio che permetta ai giardinieri di muoversi lungo la struttura intervenendo sempre attraverso i corridoi di manutenzione e mai da sopra la struttura.

Completato il trapianto del cotico erboso è possibile disporre l'impianto di irrigazione e di illuminazione che richiede complessivamente 3 giornate lavorative consecutive.

Al netto di imprevisti meteorologici, festività ed interruzioni di cantiere, dall'apertura del cantiere al collaudo non dovrebbero essere necessari più di 45 giorni lavorativi consecutivi.

G. Norme per la Manutenzione

Strutture

Le strutture principali in acciaio Cor-Ten non richiedono manutenzione ordinaria in quanto lo strato esterno una volta passivato rimane inerte. È necessario soltanto il controllo visivo in caso di eventuali danneggiamenti accidentali.

Gli elementi zincati richiedono verifica visiva annuale della condizione del trattamento protettivo ed eventuale ripristino delle parti danneggiate.

Scarichi

Si prevede verifica annuale della funzionalità dei pluviali di scarico, con eventuale pulizia e disostruzione qualora necessario.

Tetto verde

La manutenzione del tetto verde riguarda prevalentemente gli aspetti riguardanti le colture. L'accesso per manutenzione sarà fatto negli spazi fra le vasche di coltura. L'operatore dovrà intervenire lateralmente, senza accedere alla copertura per la quale non è prevista la praticabilità.

La manutenzione riguarda la rimozione di grandi esemplari di essenze spontanee o la sostituzione di piante morte a causa della deposizione di escrementi da parte di gabbiani che dovranno essere rimossi prima di procedere con la sostituzione delle piante e del substrato compromesso.

Dopo eventi di mareggiate molto intense è consigliabile intervenire con una nebulizzazione abbondante al fine di allontanare la deposizione di salsedine il cui accumulo potrebbe danneggiare le specie vegetali. Tale intervento oltre a seguire le importanti mareggiate va effettuato comunque ogni anno all'inizio della primavera.

È consigliato aggiungere una volta all'inizio della primavera e durante l'estate un concime liquido completo in fertirrigazione da somministrare almeno 3 volte nell'arco dell'anno. Le specie selezionate hanno ridotti fabbisogni nutritivi ma un adeguato rifornimento degli elementi nutritivi può notevolmente migliorare lo sviluppo del coticco.

Impianti irrigazione ed illuminazione

Gli impianti di irrigazione ed illuminazione vanno controllati periodicamente nella loro funzionalità ed automatismi.

Con cadenza annuale occorre verificare visivamente la presenza di ogni tipo di danno che possa portare a distacco di elementi ed intervenire tempestivamente con il ripristino degli elementi danneggiati