

**GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NEL PARCHEGGIO DELLE  
POSTE A SAN VINCENZO (LI)**

**CUP: G59J21015580006**

**RELAZIONE GENERALE**

**I Progettisti**

**IRIDRA S.r.l.**

Via La Marmora, 51 50121 FIRENZE  
055470729 - fax 0555475593  
[info@iridra.com](mailto:info@iridra.com) - [www.iridra.com](http://www.iridra.com)



I Progettisti

Ing. Nicola Martinuzzi  
Ing. Anacleto Rizzo  
Paes. Michela Galletti  
Paes. Riccardo Cilia

Staff collaboratori:

Ing. Chiara Zurli  
Geom. Ivano Filippini

Direttore Tecnico:  
Dr. Fabio Masi

**R.U.P.**

Ing. Riccardo Benifei

DATA  
Marzo 2024

ELABORATO  
**E1\_01**



## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PARTE I – OBIETTIVI E BISOGNI.....</b>	<b>4</b>
1.1	PREMESSE GENERALI E OBIETTIVI DA SODDISFARE .....	4
1.2	ANALISI DELLO STATO DI FATTO .....	4
1.2.1	Stato dei luoghi.....	4
1.3	INQUADRAMENTO NORMATIVO .....	5
1.3.1	Acque di prima pioggia .....	5
1.3.2	Invarianza idraulica e drenaggio urbano sostenibile.....	7
1.3.3	Normative europee .....	7
1.4	INDIVIDUAZIONE DEGLI STAKEHOLDERS E CRITICITÀ .....	8
1.4.1	Stakeholder.....	8
<b>2</b>	<b>PARTE II – ELEMENTI PER LA PROGRAMMAZIONE DELL’INTERVENTO.....</b>	<b>9</b>
2.1	SCELTE TECNICHE E PROGETTUALI PRELIMINARI.....	9
2.2	ANALISI DELLE SOLUZIONI POSSIBILI PER LA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE E CONDIVISIONE DELLE SCELTE.....	9
2.3	DESCRIZIONE PRELIMINARE DEGLI INTERVENTI.....	12
2.4	INDIVIDUAZIONE DELLE PROCEDURE AUTORIZZATIVE .....	15
2.5	INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITÀ ALLA REALIZZAZIONE DELL’OPERA .....	15
2.5.1	Criticità .....	15
2.5.2	Analisi delle indagini e delle competenze specialistiche necessarie.....	16
2.6	ASPETTI ECONOMICI DELL’INTERVENTO .....	18
2.7	CRITERI PROGETTUALI SUDS .....	18
2.7.1	Generalità e dimensionamento elementi retrofitting SuDS .....	18
2.7.2	Idraulica .....	19
2.7.3	Qualità delle acque.....	19
2.7.4	Biodiversità.....	21
2.7.5	Riqualificazione urbana .....	21
<b>3</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>23</b>

## **1 PARTE I – OBIETTIVI E BISOGNI**

### **1.1 Premesse generali e Obiettivi da soddisfare**

Il presente progetto di fattibilità tecnico economica (PFTE) ha lo scopo di individuare la soluzione tecnica più adeguata per la riqualificazione di un'area situata nella zona centrale del comune di San Vincenzo (LI), per garantire il drenaggio delle acque di pioggia. In particolare, si è scelto di proporre soluzioni non convenzionali appartenenti alle famiglie dei "Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile – SuDS" o "Soluzioni Basate sulla Natura – NBS". Gli interventi previsti interessano il parcheggio che si trova in piazza Salvo D'Acquisto, compreso tra via Biserno e la linea ferroviaria.

I sistemi di drenaggio urbano sostenibile sono sistemi multi-funzionali che permettono la gestione in superficie delle acque di pioggia, evitando di sovraccaricare la rete fognaria esistente e gli impianti di depurazione, riducendo fenomeni di inondazioni locali. Trattandosi, spesso, di interventi multi-obiettivo, sono in grado di fornire molteplici servizi ecosistemici e di contribuire al miglioramento del paesaggio. Inoltre, favoriscono la riduzione dell'inquinamento dell'aria, dell'acqua e delle isole di calore, fornendo un supporto alla biodiversità.

### **1.2 Analisi dello stato di fatto**

#### **1.2.1 Stato dei luoghi**

L'idea progettuale riguarda la riqualificazione di un'area che si trova nella parte centrale del comune di San Vincenzo ed è individuata in rosso nella figura sottostante. In particolare, l'intervento interessa un'area complessiva di circa 5300 m<sup>2</sup> costituita dal parcheggio esistente in piazza Salvo D'Acquisto, compreso tra via Biserno, via Lucca e la linea ferroviaria. Quest'area è situata ad una quota altimetrica di circa 7 m s.l.m. e attualmente risulta asfaltata con file di stalli divise da strisce di aree verdi con presenza di alcuni alberi. Lungo il lato ovest del parcheggio sono presenti le campane per la raccolta dei rifiuti. Il parcheggio è separato dalla strada da un'altra striscia di area verde con un albero e da un marciapiede in autobloccanti, sono presenti inoltre alcune panchine e una cabina telefonica. Attualmente l'ingresso del parcheggio si trova nella parte nord est, mentre l'uscita a metà del lato che dà su via Biserno.



*Figura 1. Area di intervento nel comune di San Vincenzo (LI) - Fonte: Google Earth*

### **1.3 Inquadramento normativo**

#### **1.3.1 Acque di prima pioggia**

Le normative di riferimento per le acque di prima pioggia sono le seguenti:

- D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152
- Direttiva 91/271/CEE
- Direttiva 91/676/CEE
- Regolamento 8 settembre 2008, n.46/R
- L.R. 10 ottobre 2011, n.50

- L.R. 31 maggio 2006, n.20

L'art. 113 del **Decreto Legislativo 03 aprile 2006 n° 152** parte III "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento" afferma che le acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia vanno disciplinate. Sempre l'art. 113 del D.lgs. 152/2006, che recepisce le direttive comunitarie n° 91/271/CEE "Trattamento delle acque reflue urbane" e n° 91/676/CEE "Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia", afferma che:

*"1. Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni, previo parere del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, disciplinano e attuano:*

*a) le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;*

*b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione.*

*2. Le acque meteoriche non disciplinate ai sensi del comma 1 non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti dalla parte terza del presente decreto.*

*3. Le regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari condizioni nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.*

*4. É comunque vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee."*

Le acque meteoriche di dilavamento (AMD) sono regolate dal **Regolamento Regionale dell'8 settembre 2008, n° 46/R**, modificato sulla base della legge regionale n° 50 del 10 ottobre 2011. Tale regolamento definisce all'art. 39 comma 1 per quali attività produttive le AMD siano da considerarsi acque meteoriche contaminate (AMC), rimandando all'elenco di attività riportato alla Tabella 5 dell'Allegato 5 del regolamento stesso. Le superfici drenate urbane, non rientrano nelle attività produttive elencate in Tabella 5 dell'Allegato 5 al Regolamento regionale dell'8 settembre 2008, n° 46/R; le acque meteoriche di dilavamento non sono quindi da ritenersi acque meteoriche contaminate e non sono soggette alle richieste art 39.

Il medesimo Regolamento Regionale 46/R del 2008 definisce, alle norme generali dell'art. 38, l'obiettivo prioritario di riuso delle AMD, oltre l'indirizzo di separare sempre, ove possibile le AMD non contaminate (AMDNC). Dichiara infatti al comma 1, c) che *"fatta salva la priorità del riuso, ove possibile è da prevedere la separazione delle AMD derivanti da tetti e altre coperture, non suscettibili di essere inquinate da sostanze pericolose, ed il loro convogliamento entro reti esclusivamente pluviali aventi a recapito nei corpi recettori."*

La **legge RT 20/2006** inoltre definisce all'art. 8 comma 2 che *"Lo scarico di AMPP derivanti dalle aree pubbliche fuori dalla pubblica fognatura è ammesso e non necessita di autorizzazione allo scarico. Devono essere previsti idonei trattamenti delle AMPP, ove necessari al raggiungimento e/o al mantenimento degli obiettivi di qualità, per le autostrade e le strade extraurbane principali di nuova realizzazione e nel caso di loro adeguamenti straordinari."* Dato che gli interventi previsti dal presente progetto ricadono su aree in accordo

alla definizione di aree pubbliche della legge RT 20/2006<sup>1</sup> e non interessano autostrade e strade extraurbane, essi non necessitano autorizzazione e sistemi di trattamento di acque meteoriche di prima pioggia (AMPP). Gli interventi proposti, separando le acque di pioggia da quelle nere e convogliando il più possibile tali acque ad infiltrazione nel sottosuolo, sono quindi da considerarsi in linea con gli obiettivi di gestione delle AMD e le AMPP del regolamento e della legge regionale.

### 1.3.2 Invarianza idraulica e drenaggio urbano sostenibile

La normativa di riferimento per l'invarianza idraulica in Toscana è:

- D.P.G.R. 9 febbraio 2007, n. 2/R

Al fine di favorire la diffusione di soluzioni per migliorare la gestione dei deflussi urbani, favorendo l'infiltrazione e riducendo e rallentando il runoff, è opportuno introdurre tali concetti nella normativa regionale. In Regione Toscana l'argomento è regolato dal **D.P.G.R. Toscana 09/02/2007, n. 2/R** che, all'art. 17 "Interventi per il contenimento dell'impermeabilizzazione del suolo negli spazi urbani" prevede i due seguenti commi:

*1. I nuovi spazi pubblici o privati destinati a viabilità pedonale o meccanizzata sono realizzati con modalità costruttive idonee a consentire l'infiltrazione o la ritenzione anche temporanea delle acque, salvo che tali modalità costruttive non possano essere utilizzate per comprovati motivi di sicurezza igienico-sanitaria e statica o di tutela dei beni culturali e paesaggistici.*

*2. È vietato il convogliamento delle acque piovane in fognatura o nei corsi d'acqua, quando sia tecnicamente possibile il loro convogliamento in aree permeabili, senza determinare fenomeni di ristagno.*

Tali norme indirizzano correttamente gli interventi, ma non costituiscono uno stimolo verso il progressivo *retrofitting* con sistemi SuDS delle coperture stradali. Si ritiene opportuno quindi prendere a riferimento alcuni esempi di norme regionali che regolano la gestione dei deflussi urbani superficiali; in particolare, la normativa della Regione Lombardia risulta particolarmente interessante per gli argomenti oggetto del presente studio.

### 1.3.3 Normative europee

Le normative europee indicano i requisiti e forniscono raccomandazioni per la progettazione, il dimensionamento, l'installazione, l'identificazione, la messa in opera e la manutenzione dei sistemi di raccolta, gestione e trattamento delle acque piovane. Le norme europee inoltre specificano i requisiti minimi per questi sistemi.

La norma europea di riferimento per la progettazione dei Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile è la UNI EN 16941-1:2018 *Sistemi di acqua non potabile in sito – Parte 1: Sistemi per l'impiego di acqua piovana*, che rimanda, tra le altre, alle seguenti norme:

---

<sup>1</sup> Legge RT 20/2006 art. 2, comma c), punto n). Aree pubbliche: le strade, come definite dall'articolo 2 del decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285 (Nuovo codice della strada), come modificato dal decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, e le relative pertinenze anche destinate alla sosta o movimentazione dei veicoli, che non siano parte di insediamenti o stabilimenti;

- EN 476, *General requirements for components used in drains and sewers*
- EN 1295 -1, *Structural design of buried pipelines under various conditions of loading - Part 1: General requirements*
- EN 1610, *Construction and testing of drains and sewers*

## **1.4 Individuazione degli stakeholders e criticità**

### **1.4.1 Stakeholder**

Si suggerisce di coinvolgere attivamente, in sede di progettazione esecutiva, la seguente lista minima di stakeholder:

- Il Sindaco del comune di San Vincenzo
- Gli assessori interessati dall'intervento
- Il responsabile del settore Gestione Territorio del comune di San Vincenzo
- Il Comandante della Polizia locale
- Ulteriori tecnici del comune di San Vincenzo d'interesse per la proposta progettuale.

Gli stakeholder da coinvolgere per le future Conferenze dei Servizi sono:

- Regione Toscana - Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile
- Eventuali gestori dei sottoservizi quali luce, gas, elettricità e telecomunicazioni
- Gestore unico del servizio idrico ASA – Azienda Servizi Ambientali S.p.A.



## 2 PARTE II – ELEMENTI PER LA PROGRAMMAZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1 Scelte tecniche e progettuali preliminari

Lo studio dell'area, delle connessioni e della morfologia urbana al contorno ha portato all'individuazione di proposte che seguono specifiche linee guida progettuali:

- scelta di appropriate tipologie di sistemi per la depurazione e la gestione sostenibile delle acque meteoriche;
- utilizzo di materiali e piante facenti parte della tradizione e del paesaggio del territorio.

L'obiettivo è quello di realizzare interventi di drenaggio delle acque meteoriche uniti ad una riqualifica dell'area. Da un punto di vista idraulico, quindi, gli interventi devono concorrere all'ottimizzazione del funzionamento idraulico per i tempi di ritorno d'interesse (2, 5, 10 anni). Da un punto di vista di riqualificazione urbana, gli interventi devono concorrere a migliorare la qualità del vivere dei cittadini.

### 2.2 Analisi delle soluzioni possibili per la gestione delle acque meteoriche e condivisione delle scelte

Al contrario di un approccio ingegneristico tradizionale, a cui ad un problema spesso corrisponde una sola soluzione tecnica, l'approccio SuDS è integrato e mette disposizione, per le sole soluzioni naturali, un ampio numero di tecniche. Non vi è, quindi, una singola soluzione tecnica ottimale, ma, a seconda delle caratteristiche sito specifiche e dei diversi obiettivi di progetto – principalmente idraulico, più votato alla qualità delle acque, oppure con principale interesse per l'arredo urbano o la biodiversità – le tecniche SuDS rappresentano una “cassetta degli attrezzi” con cui progettare, con approccio multidisciplinare ed in concerto coi vari professionisti (architetti, geologi, ingegneri idraulici, agronomi, etc.) ed i vari portatori di interesse (cittadini, amministrazioni, associazioni), la soluzione tecnica su misura più appropriata. Come si vede in **Tabella 1**, per spostare l'acqua da un punto A ad uno B, al posto del classico tubo, posso usare canali vegetati (*swales*), dreni filtranti (*filter drains*) o fasce vegetate (*filter strips*) in funzione delle condizioni locali e degli obiettivi da perseguire. Al tempo stesso, se devo accumulare e gestire l'acqua in un punto X, non ho solo l'opzione vasca d'accumulo, ma posso usare diverse soluzioni naturali, dalle aree di bioritenzione (*bioretention systems*), ai box alberati filtranti (*trees*), fino a bacini di detenzione (*detention basins*) o agli stagni e zone umide (*ponds and wetlands*).

Tecnica SuDS	Picco idraulico	Piccoli volumi di runoff	Grandi volumi di runoff	Qualità delle acque	Arredo urbano	Biodiversità
Raccolta delle acque di pioggia ( <i>Rainwater harvesting</i> )		•	•		•	
Tetti verdi ( <i>Green Roofs</i> )	○	•		•	•	•
Trincee o bacini di infiltrazione ( <i>Infiltration systems</i> )	•	•	•	•	•	•
Fasce filtranti ( <i>Filter strips</i> )		•		•	○	○
Dreni filtranti ( <i>Filter drains</i> )	•	○		•	○	○
Fossi vegetati	•	•	•	•	•	•

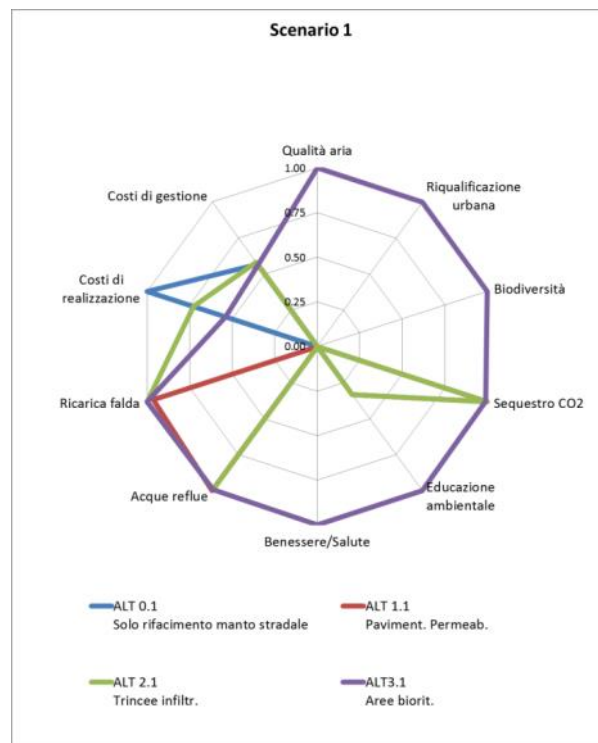
Tecnica SuDS	Picco idraulico	Piccoli volumi di runoff	Grandi volumi di runoff	Qualità delle acque	Arredo urbano	Biodiversità
( <i>Swales</i> )						
Aree di bioritenzione ( <i>Bioretention systems</i> )	●	●	●	●	●	●
Box albertati filtranti ( <i>Trees</i> )	●	●		●	●	●
Pavimentazioni permeabili ( <i>Pervious pavements</i> )	●	●	●	●	○	○
Bacini di detenzione ( <i>Detention basins</i> )	●	●		●	●	●
Stagni e zone umide/fitodepurazione ( <i>Ponds and wetlands</i> )	●			●	●	●

**Tabella 1.** Soluzioni naturali SuDS ed effetto atteso per diversi criteri progettuali: ○ contributo atteso limitato; ● alto contributo atteso. Adattato da Woods-Ballard et al., (2015); in corsivo la nomenclatura usata nel SuDS Manual per far riferimento alle diverse soluzioni.

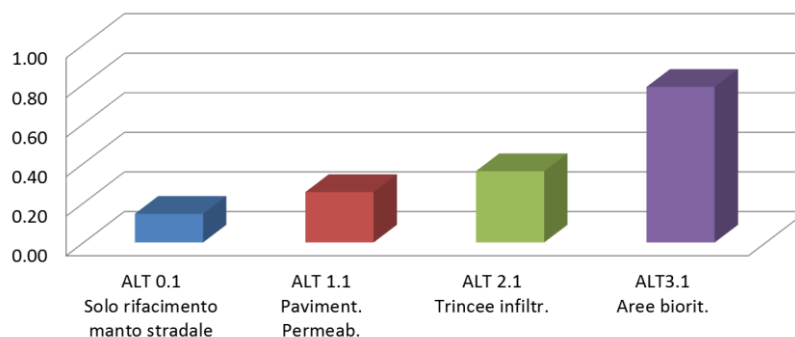
Nell'ambito del **Progetto Metro ADAPT<sup>2</sup>** (attività C3.2) è stato realizzato, dagli scriventi, uno studio di fattibilità con lo scopo di presentare diverse soluzioni tecniche applicabili in un contesto urbano per garantire il drenaggio delle acque di pioggia. In particolare sono state presentate diverse soluzioni SuDS non convenzionali appartenenti alla famiglia delle "Soluzioni Basate sulla Natura" (NBS), le quali sono state confrontate tra loro e con le soluzioni convenzionali (pavimentazione impermeabile e drenaggio attraverso la rete fognaria) mettendo in luce vantaggi e svantaggi di ciascuna soluzione. Il confronto tra le diverse soluzioni ha riguardato non solo gli aspetti strettamente tecnici per cui vengono realizzate le opere (tipicamente lo scopo di un sistema di drenaggio è allontanare le acque di pioggia per evitare allagamenti della superficie interessata) ed i costi di realizzazione e di gestione delle diverse soluzioni. Le diverse soluzioni sono state messe a confronto considerando anche aspetti secondari, ma comunque importanti, come il contributo a ridurre l'inquinamento dell'aria e dell'acqua, il supporto alla biodiversità, il miglioramento del paesaggio e le opportunità di fruizione. Si tratta di funzioni svolte tipicamente dalle NBS che sfruttano la capacità degli ecosistemi naturali di offrire "servizi" alle comunità umane: si parla in questi casi di "servizi ecosistemici". La capacità di ciascuna alternativa di offrire anche servizi ecosistemici è stata valutata nel confronto tra le diverse alternative attraverso una analisi multicriterio in cui sono state elicitate le preferenze (con dei pesi) per ogni uno dei criteri oggetto d'analisi. Nello specifico, il caso preso in esame ha riguardato un tratto della strada e delle sue pertinenze presso il Comune di Parabiago (MI), dove il Comune prevedeva un intervento di manutenzione straordinaria e un ammodernamento della rete stradale. I risultati dell'analisi sono riportati in **Figura 2** e mostrano come l'alternativa con un maggiore grado di naturalità, cioè le aree di bioritenzione, siano preferibili e comportino la scelta di questa soluzione rispetto alle altre proposte (trincea infiltrante, pavimentazione permeabile, sola manutenzione ordinaria); ciò è principalmente dovuto alle migliori performance in una serie di servizi ecosistemici d'interesse per i cittadini e per l'ambiente

<sup>2</sup> <http://www.lifemetroadapt.eu/it/>

(riqualificazione urbana, biodiversità, sequestro CO<sub>2</sub>, educazione ambientale, benessere/salute), per il quale le altre alternative hanno performance minori o trascurabili.



Punteggio finale - Scenario 1



**Figura 2.** Risultati nello studio di fattibilità Metro ADAPT per diversi interventi retrofitting SuDS proposti per il rifacimento di un parcheggio presso il comune di Parabiago: in alto, rappresentazione grafico grado di preferenza (0 minimo, 1 massimo) per i diversi criteri di valutazione adottati; in basso, punteggio finale analisi multicriterio pesata per la scelta della alternativa migliore.

In accordo alla valutazione qualitativa di **Tabella 1** e ai risultati evidenziati dal progetto MetroADAPT, la scelta progettuale per gli interventi da realizzare nell'area di interesse è ricaduta sull'adozione di sistemi a maggiore vocazione multi-obiettivo (aree di bioritenzione, trincea infiltrante) per fornire benefici analoghi a quelli di interventi classici di deimpermeabilizzazione, veicolando anche numerosi altri servizi ecosistemici.

La scelta progettuale, inclusi i dettagli dell'assetto presentato negli elaborati grafici, è stata condivisa e discussa con tutti i portatori d'interesse principali.

### 2.3 Descrizione preliminare degli interventi

Il progetto prevede la riqualificazione del parcheggio di piazza Salvo D'Acquisto mediante la realizzazione sistemi di drenaggio appartenenti alle soluzioni NBS che consentano di raccogliere e trattare le acque di pioggia che ricadono sul parcheggio.

In particolare, per la depurazione e la gestione sostenibile delle acque meteoriche è previsto un intervento di retrofitting per la realizzazione di **4 aree di bioritenzione** nella parte centrale del parcheggio e una **trincea infiltrante** nella parte sud-ovest.

Le aree di bioritenzione occuperanno un'area totale di 307 m<sup>2</sup> e saranno realizzate ampliando e ridefinendo le aree verdi attualmente esistenti nel parcheggio con funzione di separazione tra gli stalli. Le acque di dilavamento verranno convogliate all'interno delle aree di bioritenzione tramite deflusso superficiale grazie alla pendenza degli stalli. Attraversando la fascia con copertura erbosa e gli strati sottostanti del pacchetto di inerti le acque di pioggia subiranno un'azione di filtraggio del materiale più grossolano e la degradazione della materia organica, in modo da poter essere successivamente infiltrate nel sottosuolo. Le acque potranno accumularsi temporaneamente in superficie fino ad un'altezza massima di 5 cm, superata la quale verranno scaricate tramite caditoie di troppo pieno. I nuovi pozzetti di troppo pieno saranno collegati con tratti di tubazione Dn160 alla fognatura presente nel parcheggio. Le caditoie esistenti infatti verranno sostituite da chiusini, ma la rete fognaria attuale rimarrà in funzione per gli eventi meteorici particolarmente intensi. Non sarà modificato il percorso né il punto di scarico della rete fognaria esistente nel parcheggio.

Le acque drenate dalle aree di bioritenzione n.3 e n.4 (per la numerazione si rimanda alla tavola E2\_03 del presente progetto) verranno infiltrate nel terreno, mentre quelle trattate dalle aree di bioritenzione n.1 e n.2 saranno raccolte mediante tubazione posizionata sul fondo e convogliate ad un **serbatoio di accumulo**. La tubazione fessurata al fondo del SuDS n.1 avrà diametro Dn200, mentre nel SuDS n.2 (costituito da due elementi distinti per la presenza di alberi al centro dell'attuale aiuola) saranno inserite al fondo due tubazioni Dn160 che si uniranno nel pozzetto di confluenza 1. Da tale pozzetto una tubazione Dn200 convoglierà le acque al pozzetto di confluenza 2 e infine al serbatoio di accumulo.

Il serbatoio di accumulo previsto da progetto sarà realizzato mediante due vasche prefabbricate in calcestruzzo, di volume totale 30 m<sup>3</sup> e posizionate al di sotto di alcuni stalli nella zona sud-est del parcheggio. Le acque raccolte saranno prelevate per il successivo riutilizzo per il lavaggio delle strade. Nella progettazione si considera un prelievo da parte del comune circa una volta al mese. Anche l'acqua in eccesso nel serbatoio sarà scaricata tramite troppopieno nella fognatura esistente.

La trincea infiltrante, posizionata parallelamente alla linea ferroviaria, occuperà un'area di circa 50 m<sup>2</sup> e riceverà le acque drenate da alcuni stalli sul lato ovest del parcheggio. Sul fondo della trincea sarà presente una tubazione fessurata per facilitare la distribuzione delle acque per tutta la lunghezza della trincea. Anche la trincea prevedrà un'altezza massima di accumulo superficiale di 5 cm e l'inserimento di caditoie di troppo pieno per scaricare le acque in eccesso nella fognatura esistente.

Per la pavimentazione del parcheggio è previsto il rifacimento dell'asfalto e la rimodulazione delle pendenze verso le aree di bioritenzione e la trincea infiltrante. Nel parcheggio è prevista una zona per il passaggio pedonale e la ridefinizione della viabilità interna con la sistemazione degli stalli rispetto allo stato attuale, considerando per ogni nuovo stallo una dimensione standard pari a 2.5 x 5 m. Tramite la continuazione della pavimentazione del marciapiede esistente lungo via Biserno verrà chiuso il secondo accesso al parcheggio, mantenendo un unico accesso posizionato nella parte nord-est. Inoltre, verrà ampliata l'area verde a sud-est

che separa il parcheggio dalla strada e sarà realizzata una nuova zona per il posizionamento delle campane per la raccolta dei rifiuti.

L'intervento prevede la sostituzione di alcuni alberi esistenti e la piantumazione di nuovi alberi sia all'interno delle aree di bioritenzione, sia nelle aree verdi perimetrali al parcheggio, come elemento di separazione rispetto alla strada, alle abitazioni e alla linea ferroviaria.

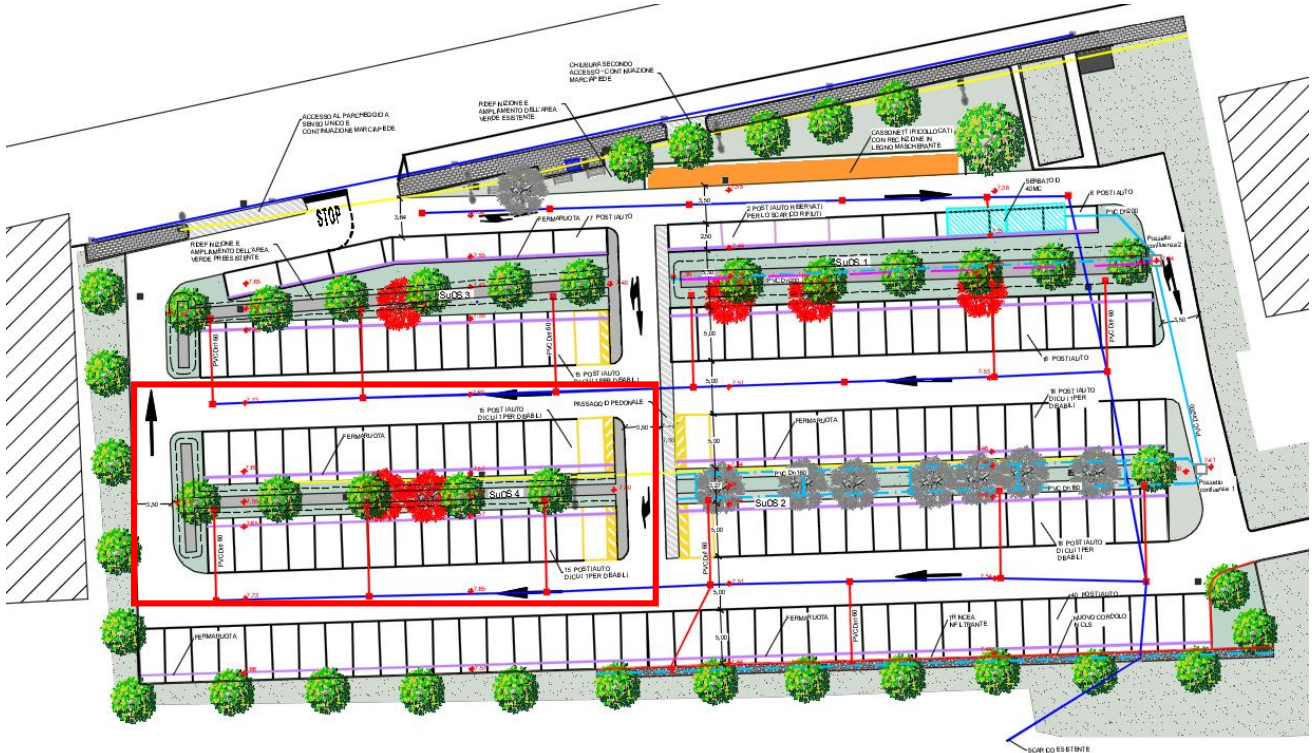


Figura 3. Planimetria dello stato di progetto

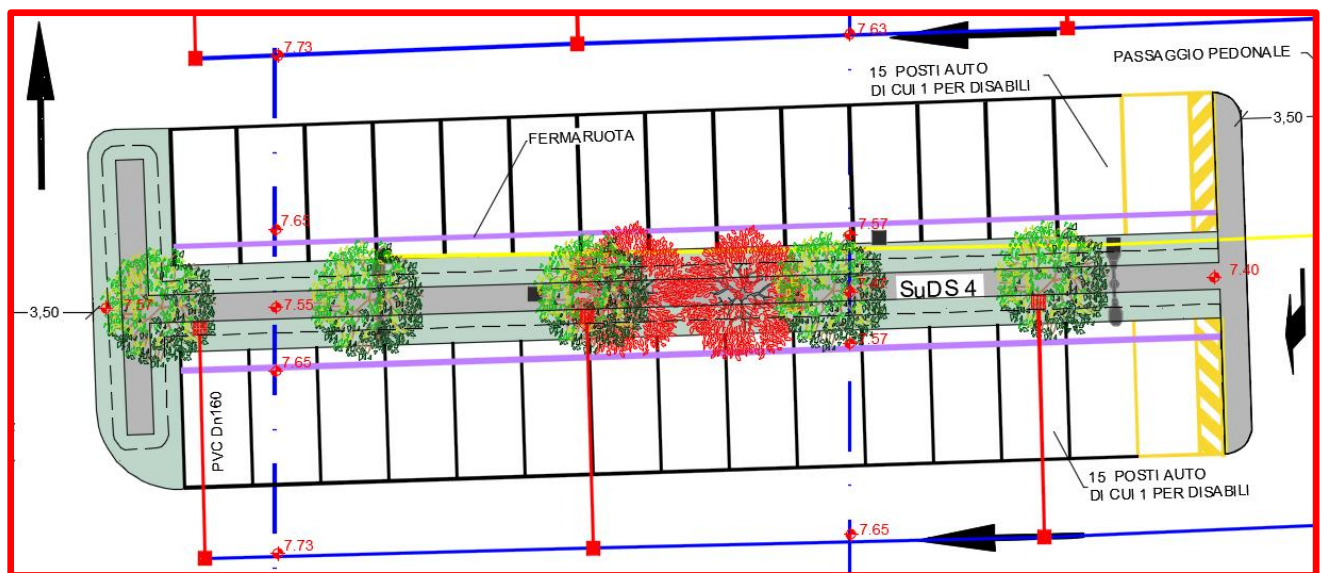


Figura 4. Estratto planimetrico dello stato di progetto – Area di bioritenzione n.4

LEGENDA			
	Fognatura acque meteoriche esistenti		Panchina
	Rete illuminazione pubblica		Area verde esistente
	Tubazione di drenaggio SuDS		Area verde di progetto
	Tubazione verso il serbatoio di raccolta		Elementi SuDS
	Allaccio alla fognatura esistente		Fermaruota in cls
	Caditoia esistente		Pavimentazione autobloccanti esistente
	Pozzetto esistente		Nuovo tratto di marciapiede
	Caditoia di progetto		Albero esistente
	Pozzetto con chiusino di progetto		Albero di progetto
	Illuminazione esistente		Albero rimosso

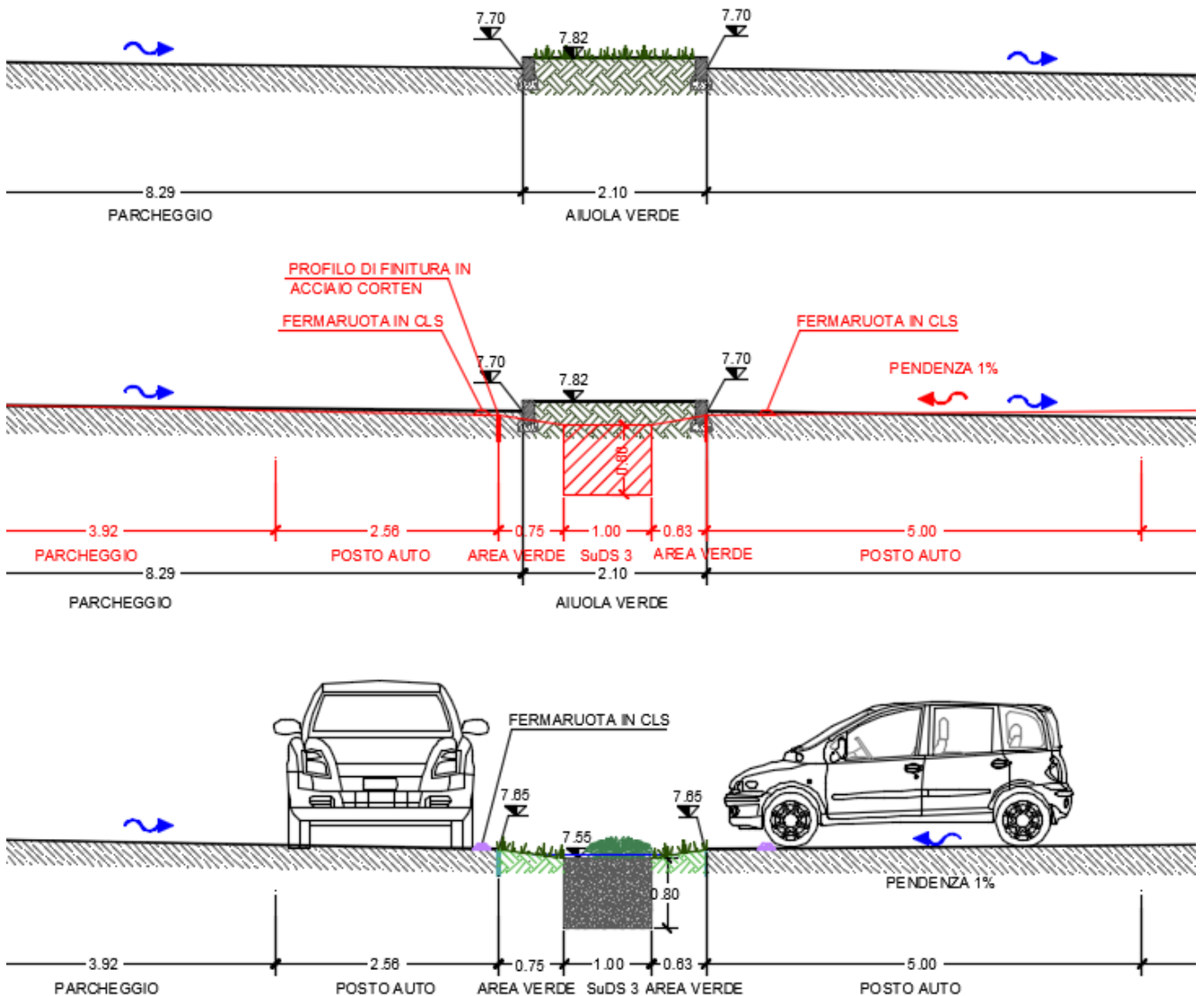


Figura 5. Sezione tipologica del parcheggio con area di bioritenzione

Nel dettaglio, l'intervento sarà quindi costituito da:

- 307 m<sup>2</sup> di aree di bioritenzione interne al parcheggio per il drenaggio delle acque meteoriche

- 50 m<sup>2</sup> di **trincea infiltrante** realizzata nell'area verde che separa il parcheggio dalla linea ferroviaria
- **serbatoio di accumulo** da 30 m<sup>3</sup>

La scelta di progetto garantisce un approccio sostenibile e propone un intervento multi-obiettivo che possa unire i benefici del trattamento e dell'infiltrazione di acqua piovana alla riqualificazione urbana. All'interno dell'area di progetto si prevede inoltre la posa di apposita segnaletica e cartelli informativi per illustrare gli interventi e sensibilizzare gli utilizzatori sui temi legati al rischio idraulico e al drenaggio sostenibile.

## **2.4 Individuazione delle procedure autorizzative**

L'area non presenta vincoli di rilievo e non si rilevano motivi ostativi alla realizzazione degli interventi previsti. Non è prevista, quindi, la necessità di alcuna autorizzazione per la realizzazione degli interventi.

## **2.5 Individuazione delle criticità alla realizzazione dell'opera**

### **2.5.1 Criticità**

#### *2.5.1.1 Sottoservizi*

L'inquadramento cartografico non ha permesso di individuare la posizione esatta delle tubazioni della rete fognaria e dei sottoservizi, come la rete dell'illuminazione e delle telecomunicazioni, le quali dovranno essere individuate nelle successive fasi di progettazione.

#### *2.5.1.2 Cittadinanza*

Va evidenziato come le soluzioni proposte di drenaggio urbano sostenibile, benché sempre più presenti nel dibattito degli esperti del settore, sono per lo più sconosciuti all'opinione pubblica. Si suggerisce, perciò di accompagnare le successive fasi di progettazione e realizzazione, ad una attenta **comunicazione alla cittadinanza delle soluzioni SuDS**.

Da esperienze condotte su processi di co-progettazione di parchi per l'adattamento ai cambiamenti climatici (vedasi le esperienze StartPark<sup>3</sup> a Prato o Lucca) è stata constatato, dagli scriventi, che i cittadini non sono tendenzialmente contrari a tali soluzioni tecniche se queste sono opportunamente spiegate e disseminate. Al tempo stesso è probabile che, se questi interventi venissero realizzati con un approccio totalmente dall'"alto" (*top-down*) senza campagne di informazione che li anticipino, i cittadini, vedendo aiuole e aree verdi che ricevono direttamente le acque di pioggia stradale, non capiscano gli interventi; in questo caso si potrebbero avere lamentele e campagne pubbliche e/o social negative per l'amministrazione.

---

<sup>3</sup> <http://www.startpark.org/>



**Figura 6.** Attività di coinvolgimento dei cittadini su tematiche simili a quelle della proposta di progetto per Bovisio Masciago, in presenza (In alto, Start Park Prato) e online (in basso, Start Park Lucca).

### 2.5.2 Analisi delle indagini e delle competenze specialistiche necessarie

Nelle costruzioni esistenti è cruciale la conoscenza della struttura (geometria e dettagli costruttivi) e dei materiali che la costituiscono. Le modalità di analisi e verifica di interventi da effettuarsi su strutture esistenti sono infatti dipendenti dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile, quindi dal livello di conoscenza relativo a geometria, dettagli costruttivi e materiali.

Trattandosi di interventi di natura locale, che per definizione non provocano modificazione dei carichi trasmessi in fondazione, è possibile non effettuare indagini sui terreni.

È fondamentale conoscere la natura della stratigrafia dei materiali per capirne la classificazione per un eventuale riutilizzo, anche se parziale, gli oneri di conferimento e la caratteristica meccanica della fondazione e sottofondazione.

Nell'ambito delle fasi di progettazione si rendono quindi necessarie le seguenti indagini:

- Definizione caratteristiche di infiltrazione del suolo al fine di dimensionare correttamente i sistemi SuDS di infiltrazione. Dovranno essere svolte prove di Lefrank nei punti soggetti a carotaggio e/o prove di infiltrometriche a doppio anello; dette analisi vanno svolte almeno in 3 punti per verificare l'eventuale variazione di tali parametri lungo le aree oggetto degli interventi.
- Tracciamento dei sottoservizi: è necessario individuare e tracciare tutti i sottoservizi stradali, quali ad esempio linea elettrica, linea del gas, posizione dei collettori fognari e della rete acquedottistica, linea telefonica e rete, etc.



- Verifica delle interferenze e delle coincidenze in merito a progetti sviluppati dai gestori dei servizi a rete in corso di progettazione e programmazione.
- Verifica catastale delle particelle evidenziate per confermare che gli interventi siano tutti su suolo pubblico.

## 2.6 Aspetti economici dell'intervento

Il Quadro economico dell'intervento (per il quale si rimanda all'elaborato SVN\_2024\_PFTE\_E1\_06) ammonta a netti € 751.638,15 di cui:

- Totale lavori a base d'asta: € 421.633,29
- Oneri della sicurezza: € 12.633,51

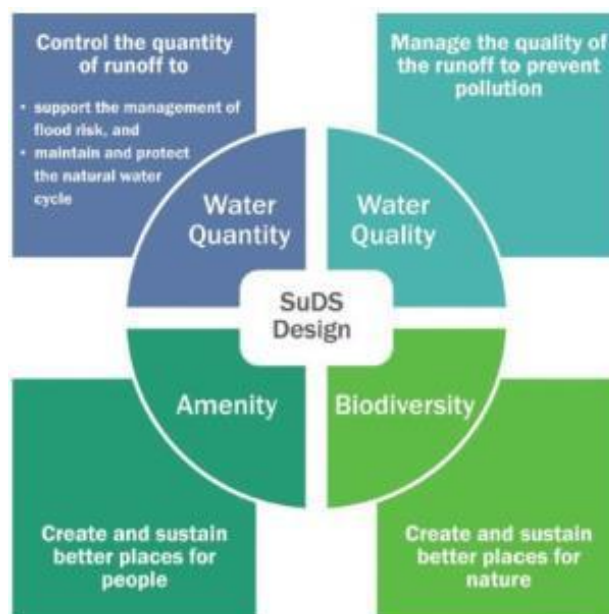
L'importo totale dei lavori in progetto compresi gli oneri della sicurezza ammonta quindi a € 434.266,80.

Le restanti somme a disposizione dell'amministrazione (IVA esclusa) ammontano a € 199.205,24, a cui si aggiungono l'IVA (22%) per lavori a base d'asta, sicurezza e imprevisti pari a € 105.092,57 e l'IVA (22%) per altre prestazioni (spese tecniche B3-B6-B8) pari a €13.073.54.

## 2.7 Criteri progettuali SuDS

### 2.7.1 Generalità e dimensionamento elementi retrofitting SuDS

Gli interventi SuDS possono essere un'occasione per fornire numerosi servizi ecosistemici multipli in ambiente urbano, fino a 13 diversi se si utilizzano NBS al posto delle convenzionali infrastrutture grigie, spaziando da aspetti idraulici ed ambientali, fino a obiettivi più propriamente naturalistici e socioculturali. In accordo al più recente riferimento tecnico disponibile in letterature internazionale, il SuDS Manual del 2015 del CIRIA, sono quattro i macro-temi chiave per una corretta progettazione multi-obiettivo delle soluzioni SuDS: idraulica (Water Quantity); qualità delle acque (Water quality); biodiversità (Biodiversity); amenità, che può essere interpretato come tutti gli aspetti legati a architettura e cittadinanza (Amenity).



**Figura 7.** Macro-temi per una progettazione multi-obiettivo di interventi SuDS. Fonte: Woods Ballard et al. 2015. "The SuDS Manual"

I sistemi di retrofitting proposti, principalmente le aree di bioritenzione, vengono tipicamente dimensionati per mezzo di rapporti tra la superficie SuDS e la superficie drenata. Manuali e linee guida, incluso il "SuDS

Manual” (Woods-Ballard et al., 2015), suggeriscono un range del 1-5%. Su bacini urbani (superficie drenata principalmente impermeabile, con coefficienti d’afflusso pari a 0,9-1,0 per tetti e strade) questo range, se accoppiato un’altezza di accumulo libera sopra il medium filtrante di 5-10 cm, permette di:

- indipendentemente dall’intensità dell’evento piovoso, accumulare in superficie i primi 2,5-5 mm dell’evento piovoso, cioè l’evento veicolante la maggior parte del carico inquinante dovuto all’effetto prima pioggia (*first flush*), garantendone il trattamento tramite infiltrazione nel medium di riempimento indipendentemente dalla durata dell’evento di pioggia;
- fornire un volume di accumulo superficiale e nel medium di riempimento per eventi meteorici intensi fino a 80 mm dell’evento piovoso, altezza di pioggia significativa in termini di invarianza idrologica ed idraulica per eventi con tempo di ritorno di 50 anni.

Il dimensionamento degli elementi SuDS ha dato prevalenza agli aspetti di riqualificazione urbana, verificando che tutti gli elementi SuDS avessero un rapporto minimo tra superficie SuDS e superficie drenata pari al 2%.

### 2.7.2 Idraulica

Sono stati quindi delineati i sottobacini drenati dagli elementi SuDS di progetto e si evidenzia che:

- i volumi di laminazione sono divisi tra le aree di bioritenzione, con un volume di 93.7 m<sup>3</sup>, e la trincea infiltrante, con un volume di 14.5 m<sup>3</sup>;
- complessivamente gli elementi SuDS di progetto sono quindi in grado di laminare un volume di pioggia di 108.2 m<sup>3</sup>, corrispondente a un evento di pioggia con tempo di ritorno 2 anni e durata pari a 3 ore;
- tutti gli elementi retrofitting SuDS di progetto hanno un rapporto minimo area SuDS su area drenata maggiore del 2%, risultando perciò verificati;
- le dimensioni degli elementi SuDS di progetto permettono di intercettare, nell’accumulo superficiale, i primi 2-5 mm dell’evento di piogge indipendentemente dall’intensità dello stesso, il carico inquinante veicolato dalle acque di prima pioggia è quindi efficacemente intercettato.

Gli elementi SuDS devono essere progettati per drenare in 24-48 ore, in modo da evitare ristagni e per poter rifornire in breve tempo il volume di accumulo per l’evento di pioggia successivo.

### 2.7.3 Qualità delle acque

Le aree di bioritenzione forniscono un efficiente **trattamento delle acque di prima pioggia** per mezzo di:

- rimozione di solidi (p.es. sedimenti fini) e inquinanti associati (p.es. nutrienti, oli e grassi, metalli) per mezzo della filtrazione promossa dalla superficie della vegetazione e dal materiale inerte;
- rimozione dei particolati fini e inquinanti associati per mezzo di infiltrazione nei medium filtranti, fornendo processi trattamento quali filtrazione e prelievo da parte della vegetazione e del biofilm batterico;
- rimozione degli inquinanti disciolti per mezzo di assorbimento sul medium filtrante e di processi biologici (sia aerobici che anaerobici, a seconda delle diverse soluzioni tecniche di progetto adottate).

Se correttamente progettate, le aree di ritenzioni vegetata possono fornire alte efficienze di trattamento, come mostrato in **Tabella 2**.

Pollutant	Typical removal efficiency
TSS	> 90%
Total phosphorous	> 80%
Nitrogen	50% on average
Metals (zinc, lead, cadmium)	> 90%
Metals (copper)	up to 60%

**Tabella 2.** Efficienze di rimozione di aree di bioritenzione (Woods-Ballard et al., 2015).

In prima analisi, si evidenzia come le acque di runoff raccolte nei sistemi di drenaggio urbano sostenibile di progetto non sono da considerarsi acque meteoriche inquinate, dato che le superfici drenate non rientrano tra le attività produttive che generano acque meteoriche contaminate (Regolamento Regionale 46/2008).

È comunque da evidenziare come i sistemi di drenaggio urbano sostenibile scelti, sono state progettate in accordo alle linee guida di progettazione del “SuDS Manual” (Woods-Ballard et al., 2015), e quindi sono attese buoni rendimenti sulla rimozione dei principali inquinanti veicolati delle acque di runoff urbano. Sempre il SuDS Manual riporta il dettaglio dell’analisi statistica di letteratura sia delle concentrazioni degli inquinanti principali veicolati dalle acque di runoff, in funzione del diverso uso del suolo della superficie drenata, sia quelle in uscita dai sistemi di drenaggio urbano sostenibile, i cui risultati di rilievo per il presente studio sono riassunti in **Tabella 3**, da cui emerge che:

- le soluzioni SuDS forniscono una buona capacità di rimozione per le trincee infiltranti (trattamento primario) e una eccellente capacità di rimozione per le aree di bioritenzione (trattamento primario e secondario), contribuendo a ridurre il carico inquinante generato dal bacino urbano;
- le concentrazioni in uscita dagli elementi SuDS, che siano semplici trincee infiltranti (trattamento primario) o aree di bioritenzione (trattamento primario e secondario) sono compatibili coi limiti per la classificazione in “Buono Stato Chimico” dei corpi idrici sotterranei in accordo al art. 4, comma 2, D.lgs. 30/2009

Sulla base della metodologia usata nel paragrafo precedente è possibile anche stimare il carico inquinante di prima pioggia intercettato e rimosso, per mezzo dell’analisi statistica di letteratura fornita dal SuDS Manual.

	Concentrazioni intervallo: 25° perc. – 75° perc.				
	TSS [mg/l]	Cadmio totale [µg/l]	Rame totale [µg/l]	Zinco totale [µg/l]	Nickel totale [µg/l]
Acque di runoff in ingresso a sistemi SuDS in ambiente urbano (valore medi)	20 – 114	0.2 – 0.6	6 – 22	29 – 112	10 – 50
<b>Uscita SuDS</b>					
Aree di bioritenzione	5 – 20	0.04 – 0.1	4 – 10	5 – 29	3 – 8
Trincee infiltranti*	10 – 40	0.08 – 0.2	8 – 10	10 – 58	6 – 16
<b>Limiti buono stato di qualità dei corpi idrici sotterranei (art. 4, comma 2, D.lgs. 30/2009)</b>					
	N/A	5	N/A	N/A	20

\* Efficienza di rimozione per le trincee infiltranti ridotta del 50% rispetto a quella delle aree di bioritenzione, in accordo all'indice di mitigazione delle tecniche SuDS fornito dal SuDS Manual (Woods-Ballard et al., 2015)

**Tabella 3.** Confronto tra analisi statistica di letterature concentrazioni in e out sistemi SuDS del SuDS Manual (Woods-Ballard et al., 2015 - riadattato) e standard ambientali buono stato di qualità chimico dei corpi idrici sotterranei.

#### 2.7.4 Biodiversità

La scelta delle piante è stata svolta dal team multi-disciplinare considerando i seguenti requisiti generali:

- adattamento alle condizioni di asciutto/bagnato;
- adattamento al carico inquinante veicolato dalle acque di pioggia;
- capacità di penetrazione delle radici;
- preferenza per piante native;
- inserimento paesaggistico;
- minima necessità di manutenzione, scegliendo piante che richiedano un numero minimo di sfalci l'anno ed evitando l'utilizzo di impianti di irrigazione;
- per quanto riguarda la sicurezza stradale, saranno scelte piante che, al massimo sviluppo della parte emergente, non comportino altezze che possano compromettere la visuale dei guidatori;
- la rusticità e l'adattabilità e il rispetto dei parametri climatici dell'area su cui si interviene considerando anche il microclima urbano e soprattutto alte temperature estive, registrate in zona.

Le specie perenni e arbustive che verranno utilizzate nei SuDS, sono specie che crescono nei bordi di zone che si allagano parzialmente durante l'anno e pertanto adattabili a situazioni di alternanza asciutto/bagnato. In generale sono tutte specie estremamente rustiche. Verranno messe a dimora piante allevate con specifiche tecniche vivaistiche, in maniera da mantenere sempre attiva la capacità filtrante delle radici. Sono state inserite specie autoctone o varietà selezionate per l'ambiente urbano.

#### 2.7.5 Riqualificazione urbana

Le nuove aree verdi utilizzate per trattare ed infiltrare le acque meteoriche sono state inquadrare per avere funzione multi-obiettivo: svolgere la funzione tecnica e, per la propria naturale vocazione, consentire la convergenza di diverse attività possibili, rafforzando la relazione di strutture green-blue con le ricadute sociali.

L'area di intervento ad oggi è caratterizzata da aree verdi perimetrali, da aiuole inerbite e prevalentemente dall'area parcheggio, che verrà trasformata in una risorsa da cui raccogliere l'acqua meteorica per trattarla e riutilizzarla nel lavaggio delle strade oppure infiltrarla nel sottosuolo.

Attualmente in alcune zone del parcheggio sono presenti le linee della segnaletica orizzontale per l'individuazione degli stalli, mentre in altre zone queste risultano sbiadite o assenti. Nella ricostruzione dello stato attuale, utilizzando sia immagini aeree da Google Earth che foto da rilievo sul posto, sono stati stimati 183 posti auto attuali. Con il presente progetto verrà modificata la viabilità interna del parcheggio realizzando una carreggiata a senso unico per razionalizzare gli spazi. Tramite alcune modifiche nella disposizione degli stalli verrà ricavato lo spazio per le aree di bioritenzione, che saranno realizzate ampliando e ridefinendo le aiuole attuali. I nuovi **posti auto** nel parcheggio saranno in totale **154**, di cui 5 per disabili.

La pavimentazione asfaltata sarà risagomata al fine di convogliare l'acqua di pioggia nelle aree di bioritenzione e nella trincea infiltrante.

Sono previsti inoltre percorsi pedonali per consentire una migliore fruibilità per le carrozzine e le sedie a rotelle.

Sul lato est del parcheggio sarà ampliata l'area verde esistente e individuato uno spazio per la collocazione dei cassonetti con recinzione in legno mascherante. In tale area verde e in tutte le fasce inerbite che circondano il parcheggio verranno piantate nuove alberature. L'insieme sistematico di tutti questi interventi contribuirà a creare zone d'ombra e di controllo microclimatico localizzato, consentendo la fruibilità dell'area verde nei periodi estivi e invernali.

Un altro elemento che caratterizza la ricaduta sociale all'interno del progetto multi-obiettivo è la creazione di zone per la sosta dei pedoni mediante l'aggiunta di panchine e alberature.

La gestione di sistemi SuDS è, in analogia altre soluzioni NBS, piuttosto semplice e non richiede manodopera specializzata. Le principali attività di manutenzione ordinaria richieste dai sistemi di drenaggio urbano sostenibile sono:

- Sfalcio piante (taglio; trasporto, carico, scarico; smaltimento in discarica);
- Gestione caditoie (pulizia; trasporto, carico, scarico; smaltimento in discarica);
- Personale per visite di controllo (visite periodiche; visite dopo eventi meteorici intensi).

### 3 BIBLIOGRAFIA

#### *Letteratura scientifica*

Ahiablame, L.M., Engel, B.A. and Chaubey, I., 2012. Effectiveness of low impact development practices: literature review and suggestions for future research. *Water, Air, & Soil Pollution*, 223(7), pp.4253-4273.

Ashley, R., Lundy, L., Ward, S., Shaffer, P., Walker, A.L., Morgan, C., Saul, A., Wong, T. and Moore, S., 2013. Water-sensitive urban design: opportunities for the UK. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer* (Vol. 166, No. ME2, pp. 65-76). ICE Publishing.

Ashley, R.M., Digman, C.J., Horton, B., Gersonius, B., Smith, B., Shaffer, P. and Baylis, A., 2017, August. Evaluating the longer term benefits of sustainable drainage. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Water Management* (Vol. 171, No. 2, pp. 57-66). Thomas Telford Ltd.

G. Brunetti, F. Principato, P. Piro, Numerical analysis of the hydrologic performance of a per-meable pavement, *Atti del XXXV Convegno di Idraulica e Costruzioni idrauliche*, Bologna 14 – 16 settembre 2016, pp 1203-1206

Bruce K. Ferguson, 2005” “Porous pavements”

Dietz, M.E., 2007. Low impact development practices: A review of current research and recommendations for future directions. *Water, air, and soil pollution*, 186(1-4), pp.351-363.

Drake, J.A., Bradford, A. and Marsalek, J., 2013. Review of environmental performance of permeable pavement systems: state of the knowledge. *Water Quality Research Journal of Canada*, 48(3), pp.203-222.

DWA (2017) Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Kläranlagen mit bepflanzten und unbepflanzten Filtern zur Reinigung häuslichen und kommunalen Abwassers, in German. (*Principles of design, construction and operation of planted and unplanted filters for treatment of domestic wastewater*). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA): Hennef, Germany.

Eisemberg, K. Collins Lindow e D. R. Smith. 2015 “Permeable pavements di B.

Fletcher, T.D., Andrieu, H. and Hamel, P., 2013. Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. *Advances in water resources*, 51, pp.261-279.

Fletcher, T.D., Shuster, W., Hunt, W.F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., Trowsdale, S., Bar-raud, S., Semadeni-Davies, A., Bertrand-Krajewski, J.L. and Mikkelsen, P.S., 2015. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more–The evolution and application of terminology surrounding urban drain-age. *Urban Water Journal*, 12(7), pp.525-542.

Guo, J.C., 2017. *Urban flood mitigation and stormwater management*. CRC Press.

Haubner, S.M., 2001. *Georgia Stormwater Management Manual*.

Hou, L., Feng, S., Huo, Z., Ding, Y. and Zhang, S., 2008. Experimental study on rainfall-runoff relation for porous pavements. *Hydrology Research*, 39(3), pp.181-190.

Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas. Fayetteville, AR: University of Arkansas Community Design Center.

Li, H., Sharkey, L.J., Hunt, W.F. and Davis, A.P., 2009. Mitigation of impervious surface hydrology using bioretention in North Carolina and Maryland. *Journal of Hydrologic Engineering*, 14(4), pp.407-415.

Liu, J., Sample, D.J., Bell, C. and Guan, Y., 2014. Review and research needs of bioretention used for the treatment of urban stormwater. *Water*, 6(4), pp.1069-1099.

Liu, Y., Engel, B.A., Flanagan, D.C., Gitau, M.W., McMillan, S.K. and Chaubey, I., 2017. A review on effectiveness of best management practices in improving hydrology and water quality: needs and opportunities. *Science of the Total Environment*, 601, pp.580-593.

Lucke, T., Dierkes, C. and Boogaard, F., 2017. Investigation into the long-term stormwater pollution removal efficiency of bioretention systems. *Water Science and Technology*, 76(8), pp.2133-2139.

Masi F., Rizzo A., Bresciani R., Sustainable Rainwater Management in the City: Opportunities and Solutions for the Anthropogenic Environmental Impacts Reduction and Urban Resilience Increase, in "Smart Metropolia - Przeszrenie Relacji" Publisher: Obszar Metropolitalny Gdansk-Gdynia-Sopot ul. Dlugi Targ 39/40, 80-830 Gdansk, 109-119; 978-83-65496-02-07, 2018.

Masotti, L., & Verlicchi, P. (2005). *Depurazione delle acque di piccole comunità. Tecniche naturali e tecniche impiantistiche*. HOEPLI EDITORE.

Marchioni, M. and Becciu, G., 2015. Experimental results on permeable pavements in urban areas: a synthetic review. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 10(6), pp.806-817.

A. Palla, I. Gnecco, M. Carbone, G. Garofalo, L.G. Lanza, P. Piro, 2015. Influence of stratigraphy and slope on the drainage capacity of permeable pavements: laboratory results, *Urban Water Journal* 12 (5), 394-403

Pennino, M.J., McDonald, R.I. and Jaffe, P.R., 2016. Watershed-scale impacts of stormwater green infrastructure on hydrology, nutrient fluxes, and combined sewer overflows in the mid-Atlantic region. *Science of the Total Environment*, 565, pp.1044-1053.

M. Pilotti e M. Tomirotti, Analisi sperimentale della capacit  filtrante di coperture drenanti. Technical Report n. 4, 2015

Vogel, J.R., Moore, T.L., Coffman, R.R., Rodie, S.N., Hutchinson, S.L., McDonough, K.R., McLemore, A.J. and McMaine, J.T., 2015. Critical review of technical questions facing low impact development and green infrastructure: A perspective from the Great Plains. *Water Environment Research*, 87(9), pp.849-862.

Woods Ballard, B., Wilson, S., Udale-Clarke, H., Illman, S., Scott, T., Ashley, R. and Kellagher, R., 2015. The SuDS Manual, C753, CIRIA, London, UK. ISBN 978-0-86017-760-9.

### **Linee guida**

Dess  V. et al., 2016 "RIGENERARE LA CITTA' CON LA NATURA. Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici". Regione Emilia-Romagna, Politecnico di Milano, redatto nell'ambito del progetto europeo REPUBLIC-MED



Gibelli G., 2015, GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE URBANE. MANUALE DI DRENAGGIO 'URBANO'. Perché, Cosa, Come Regione Lombardia, Ersaf, Milano

"LIBERARE IL SUOLO. Linee guida per migliorare la resilienza ai cambiamenti climatici negli interventi di rigenerazione urbana", Regione Emilia Romagna, SOS4LIFE LIFE15 ENV/IT/000225, 2020

"Linee guida sull'adozione di tecniche di drenaggio urbano sostenibile per una città più resiliente ai cambiamenti climatici", IRIDRA, azione nell'ambito del Piano di Adattamento al cambiamento climatico di Bologna, aprile 2018.

Masseroni, Massara, Gandolfi, Bischetti, 2018. Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile. CAP Holding spa. Progetto SMARTGREEN

### **Sitografia**

[www.igidra.com](http://www.igidra.com)

[www.susdrain.org](http://www.susdrain.org)