



Strategie e misure di adattamento al cambiamento
climatico nella Città Metropolitana di Milano

**STUDIO DI FATTIBILITÀ SULL'USO DI "SOLUZIONI
NATURALISTICHE" PER LA GESTIONE DELLE ACQUE
METEORICHE NEL COMUNE DI PARABIAGO**



www.lifemetroadapt.eu

Studio di Fattibilità sull'uso di "Soluzioni Naturalistiche" per la gestione delle acque meteoriche nel Comune di Parabiago

Nome progetto:	METRO ADAPT: strategie e misure di adattamento al cambiamento climatico nella Città Metropolitana di Milano
Azione	C3
Consegnabile n.	C3_D03
Partner responsabile:	AMBIENTE ITALIA
Partner coinvolti:	CAP
Data prevista	31/12/2019
Data consegna:	18/05/2020
Revisione:	1

Livello di disseminazione		
PU	Pubblico	X
NP	Documento a uso interno, non pubblicabile	

DATA	AUTORI	VERIFICATO	APPROVATO
13.02.2020	Alessia Menin Anacleto Rizzo Giulio Conte	G.Conte	G.Conte

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	IL QUADRO CONOSCITIVO	3
2.1	Descrizione della situazione attuale	3
2.2	Inquadramento normative	4
2.2.1	Acque di prima pioggia	4
2.2.2	Drenaggio urbano sostenibile.....	5
2.2.3	Invarianza idraulica.....	6
2.3	Inquadramento territoriale	6
2.3.1	Inquadramento geografico.....	7
2.3.2	Inquadramento climatico e idriologico	8
2.3.3	Inquadramento climatico e idrologico	11
2.3.4	Inquadramento urbanistico.....	12
2.3.5	Inquadramento dei sottoservizi	19
2.3.6	Inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico.....	22
2.3.7	Inquadramento ambientale.....	27
2.3.8	Contesto sociale	30
2.3.9	Vincoli e prescrizioni.....	30
3	IL CONFRONTO TRA LE POSSIBILI ALTERNATIVE	35
3.1	Lo studio di fattibilità come strumento di supporto alle decisioni e il metodo di analisi	35
3.2	Dagli obiettivi ai criteri di valutazione	37
3.3	I pesi.....	38
3.4	Gli Scenari e le Alternative	38
3.4.1	Definizione degli scenari.....	38
3.4.2	Descrizione delle Alternative.....	39
3.5	I criteri di valutazione e le “prestazioni” delle diverse alternative	56
3.5.1	Costi di realizzazione	56
3.5.2	Costi di gestione	59
3.5.3	I servizi ecosistemici	61
3.5.4	La matrice degli effetti.....	69
3.6	Il confronto tra le alternative: risultati dell’analisi MCA	70
4	CONCLUSIONI	75
5	BIBLIOGRAFIA.....	76
	ALLEGATI 1: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	78

1 INTRODUZIONE

Il presente studio di fattibilità è stato concepito nell'ambito del Progetto Metro ADAPT (attività C3.2) con lo scopo di presentare diverse soluzioni tecniche applicabili in un contesto urbano per garantire il drenaggio delle acque di pioggia.

In particolare si vogliono presentare diverse soluzioni non convenzionali (appartenenti alle famiglie dei "Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile – SUDS" o "Soluzioni Naturalistiche – *Nature Based Solutions* NBS"), confrontarle 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 riguarda 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 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.

Nello specifico, il caso preso in esame dal presente studio riguarda un tratto della strada e delle sue pertinenze e parcheggi di Via Lombardia posta nel Comune di Parabiago (MI), dove il Comune prevede un intervento di manutenzione straordinaria e un ammodernamento della rete stradale.

2 IL QUADRO CONOSCITIVO

2.1 Descrizione della situazione attuale

Il presente studio riguarda un tratto della strada e delle sue pertinenze e parcheggi di Via Lombardia posta nel Comune di Parabiago (MI) per cui è previsto di intervenire a breve con interventi di manutenzione ordinaria.

L'area di intervento del progetto si trova in un tratto interno di Via Lombardia (**Figura 1**) e serve principalmente la zona industriale offrendo una doppia carreggiata carrabile e sul lato sud una vasta area parcheggio, inoltre l'area d'intervento è delimitata sia a nord che a sud da marciapiedi.



Figura 1. Vista aerea dell'area d'intervento in Via Lombardia, Città di Parabiago. Estratto da Google Earth, 2019

Il marciapiede a nord serve la zona industriale e vi affacciano gli ingressi dei capannoni e laboratori, mentre il marciapiede a sud è attiguo all'area di parcheggio e delimitato da una siepe a sud (**Figura 16**).



Figura 2. Tratto interno lato est in Via Lombardia, Città di Parabiago. Estratto da Google Earth, 2019

Sulla carreggiata e sul parcheggio vi sono numerose presenze di avvallamenti del manto stradale e disconnessioni, oltre alla segnaletica ormai poco percettibile. I marciapiedi si presentano anch'essi con molte disconnessioni e inerbiti.

Lungo il percorso pedonale dei marciapiedi vi è la presenza di piantumazioni deteriorate. (**Figura 46**, **Figura 47**, e **Figura 48** in allegato).

2.2 Inquadramento normative

2.2.1 Acque di prima pioggia

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 Dlg 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.

Il **Regolamento Regionale di Regione Lombardia del 24 marzo 2006 n° 4**, relativo alla “Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne” in attuazione dell’articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n°26 (BURL del 28 marzo 2006 n° 13, 1° suppl. ord.) definisce, all’articolo 1, le acque di prima pioggia come

“quelle corrispondenti, nella prima parte di ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull’intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta delle acque meteoriche”

E sancisce, all’art. 3, le acque di prima pioggia soggette a disposizioni del Regolamento quelle provenienti da:

a) *Da superfici scolanti di estensione superiore a 2000 mq, calcolata escludendo le coperture e le aree a verde, costituenti pertinenze di edifici ed installazioni in cui si svolgono le seguenti attività: industria petrolifera, industrie chimiche, trattamento e rivestimenti dei metalli, concia e tintura delle pelli e del cuoio, produzione della pasta carta (della carta e cartone), produzione di pneumatici, aziende tessili che eseguono stampa tintura e finissaggio di fibre tessili, produzione di calcestruzzo, aree intermodali, autofficine, carrozzerie.*

b) *Dalle superfici scolanti costituenti pertinenza di edifici ed installazioni in cui sono svolte attività di deposito rifiuti, centro di raccolta e/o trasformazione degli stessi, deposito di rottami e deposito di veicoli destinati alla demolizione.*

c) *Dalle superfici scolanti destinate al carico e alla distribuzione di carburante ed operazioni connesse e complementari nei punti vendita delle stazioni di servizio per autoveicoli.*

d) *Dalle superfici scolanti specificatamente o anche saltuariamente destinate al deposito, al carico, allo scarico, al travaso e alla movimentazione in genere delle sostanze di cui alle tabelle 3/A e 5 dell’allegato 5 del Decreto Legislativo 03 Aprile 2006 n° 152 parte III.*

Non essendo le superfici scolanti d’interesse di tale studio (strade e parcheggi in ambiente urbano) comprese tra le superfici generanti acque di prima pioggia oggetto del Regolamento Regionale 3/2006, **non sono richieste disposizioni legate alla gestione delle acque di prima pioggia.**

2.2.2 Drenaggio urbano sostenibile

Il regolamento Regionale 23 novembre 2017, n. 7, - recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio) – incentiva l’utilizzo di sistemi di drenaggio urbano sostenibile (*Sustainable Urban Drainage Systems - SuDS*) definiti, all’art.2 comma 1 come

“sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo “alla sorgente” delle acque meteoriche, e a ridurre il degrado qualitativo delle acque, di cui all’articolo 58 bis, comma 1, lettera c), della l.r. 12/2005;”

e vengono indicati come sistemi di controllo da prediligere all’art.5. Difatti il comma 1 dell’art. 5 prevede che

“Il controllo e la gestione delle acque pluviali è effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l’infiltrazione, l’evapotraspirazione e il riuso”

Ed esplicita al comma 3 che

“Lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente ordine decrescente di priorità:

- a) mediante il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;
- b) mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio (PGT) comunale;
- c) scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con i limiti di portata di cui all'articolo 8;
- d) scarico in fognatura, con i limiti di portata di cui all'articolo 8."

Non essendo, nel contesto degli interventi di manutenzione del parcheggio di Parabiago oggetto di questo studio, il riuso delle acque meteoriche una soluzione percorribile per motivi di costi e opportunità, si evince **che le soluzioni di drenaggio urbano sostenibile siano quelle da privilegiare in ordine di priorità, in accordo al Regolamento Regionale 7/2017.**

2.2.3 Invarianza idraulica

Secondo il regolamento regionale 7/2017, nell'ambito degli interventi relativi alle infrastrutture stradali e autostradali, loro pertinenze e parcheggi, assoggettati ai requisiti di invarianza idraulica e idrologica, sono esclusi dall'applicazione del regolamento stesso:

- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete ciclopedonale, stradale e autostradale;
- gli interventi di ammodernamento, definito ai sensi dell'articolo 2 del regolamento regionale 24 aprile 2006, n. 7

L'art.2 del regolamento regionale 24 aprile 2006, n. 7 definisce come per "ammodernamento si intende l'intervento infrastrutturale su assi stradali e/o aree di intersezione esistenti finalizzato principalmente alla messa in sicurezza degli assi e/o delle aree di intersezione e che non comporta sostanziali incrementi della capacità di deflusso veicolare".

Trattandosi ,il progetto in oggetto, di una serie di interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria e ammodernamento delle rete stradale con le sue pertinenze, secondo l'art 3, comma 3 Reg RL 7/2017 e le ulteriori specifiche nell'art.2 articolo 2 del regolamento regionale 24 aprile 2006, n. 7, **si evince la non obbligatorietà a rispettare la suddetta norma per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica.**

2.3 Inquadramento territoriale

Dal punto di vista territoriale, Parabiago appartiene al Sistema Territoriale Metropolitano Lombardo, il quale interessa l'asse est-ovest compreso tra la fascia pedemontana e la parte più settentrionale della pianura irrigua, coinvolgendo, per la quasi totalità, la pianura asciutta.

Il territorio parabiaghese si colloca ad ovest dell'Adda, all'interno del Sistema di aggregato urbano lineare dell'Alto Milanese, elemento di unione tra l'area prealpina e la pianura padana, che costituisce cerniera tra i diversi ambiti geografici.

Il comune di Parabiago è inserito all'interno delle polarità emergenti a livello regionale, che interessa il territorio nord-ovest di Milano, dove il nuovo Polo Fieristico di Rho-Pero e l'Aeroporto di Malpensa possono svolgere il ruolo di attrattori autonomi di funzioni (**Figura 3**).

Parabiago rientra nella Città Metropolitana di Milano, trovandosi in direzione nord-ovest anche al limite con la provincia di Varese, e in direzione nord al limite con la provincia di Como.

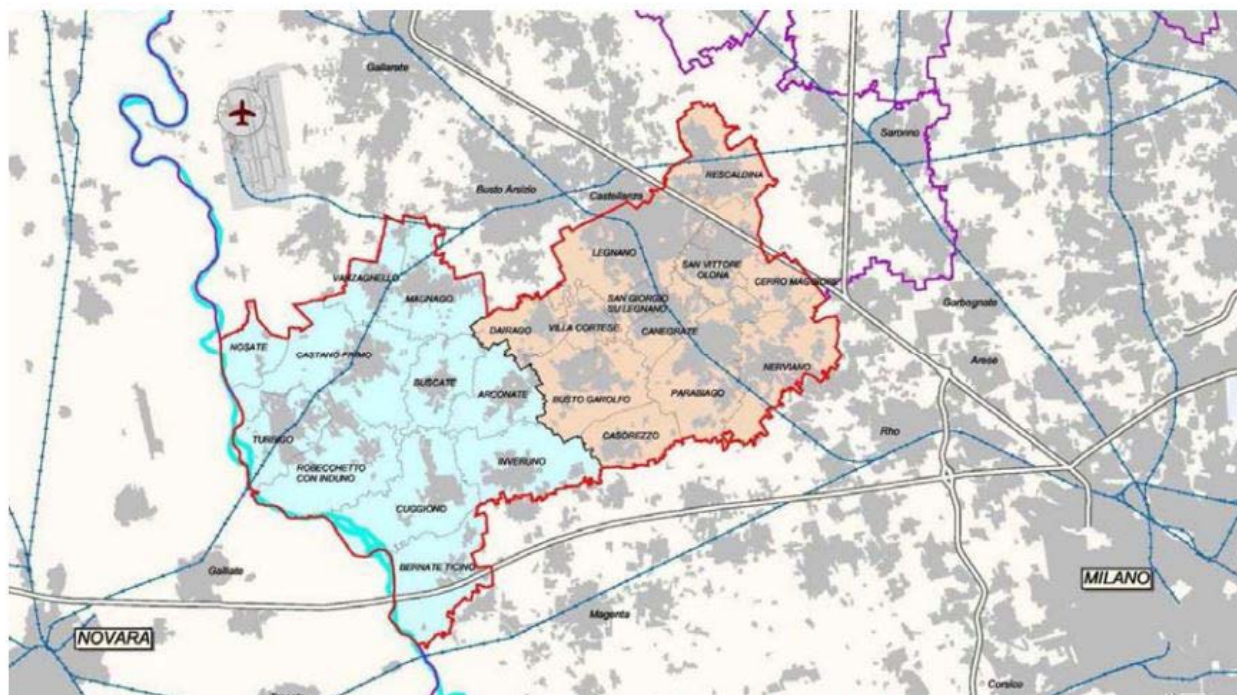


Figura 3. Parabiago e il Sistema territoriale di riferimento. Documento di Piano Città di Parabiago – Relazione Illustrativa DP.01a

2.3.1 Inquadramento geografico

Lo studio di fattibilità riguarda un'area collocata nella zona sud-est del territorio Parabiaghese. L'area d'intervento interessa un tratto interno di Via Lombardia, uno degli assi strutturali più importanti della città, il cui tracciato coincide con la strada provinciale n° 109.

Il tratto percorre parallelamente Viale Lombardia nel tratto compreso tra Via dell'Olona e Via Gabriele d'Annunzio e funge da area di sosta e da cerniera con la zona industriale (**Figura 4**).

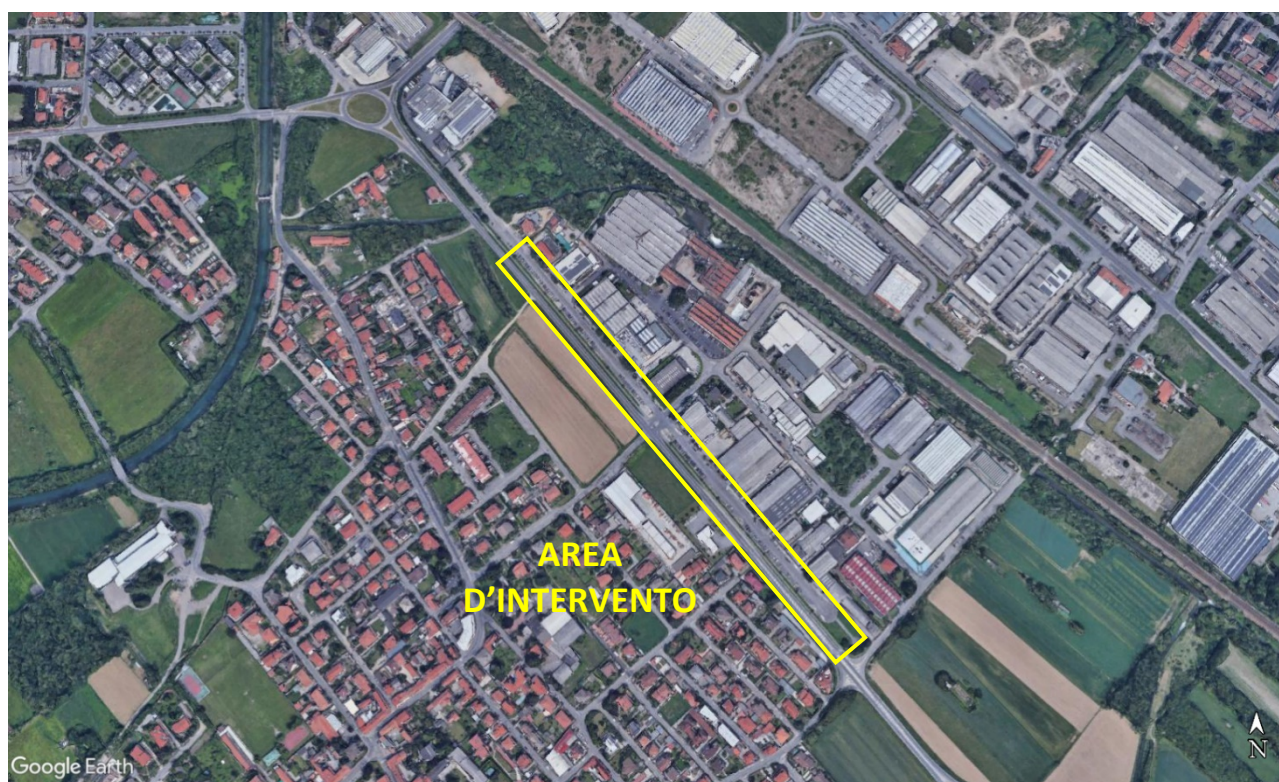


Figura 4. Vista aerea dell'area d'intervento in Via Lombardia, città di Parabiago. Estratto da Google Earth, 2019

2.3.2 Inquadramento climatico e idriologico

Il clima di Parabiago è caldo e temperato. Esiste una piovosità significativa durante tutto l'anno. Anche nel mese più secco si riscontra molta piovosità. In accordo con Köppen e Geiger la classificazione del clima è Cfa. Parabiago ha una temperatura media di 12.2 °C. La media annuale di piovosità è di 1103 mm.

Nel mese di Luglio, il mese più caldo dell'anno, la temperatura media è di 22.5 °C. Il mese più freddo è Gennaio, con una temperatura media di 1.7 °C.

Quando vengono comparati il mese più secco e quello più piovoso, il primo ha una differenza di Pioggia di 65 mm rispetto al secondo. Le temperature medie hanno una variazione di 20.8 °C nel corso dell'anno.

Tabella 1. Dati climatici per il comune di Parabiago. Climate-data.org (Accesso Dicembre 2019)

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Medie Temperatura (°C)	1.7	3.9	7.8	12	16.3	20	22.5	21.8	18.3	12.8	7	2.9
Temperatura minima (°C)	-1.9	-0.1	3	6.7	10.9	14.4	16.7	16.3	13.1	8.2	3.3	-0.6
Temperatura massima (°C)	5.3	8	12.7	17.3	21.8	25.6	28.4	27.3	23.6	17.4	10.8	6.4
Precipitazioni (mm)	60	69	89	102	111	105	75	98	88	125	113	68

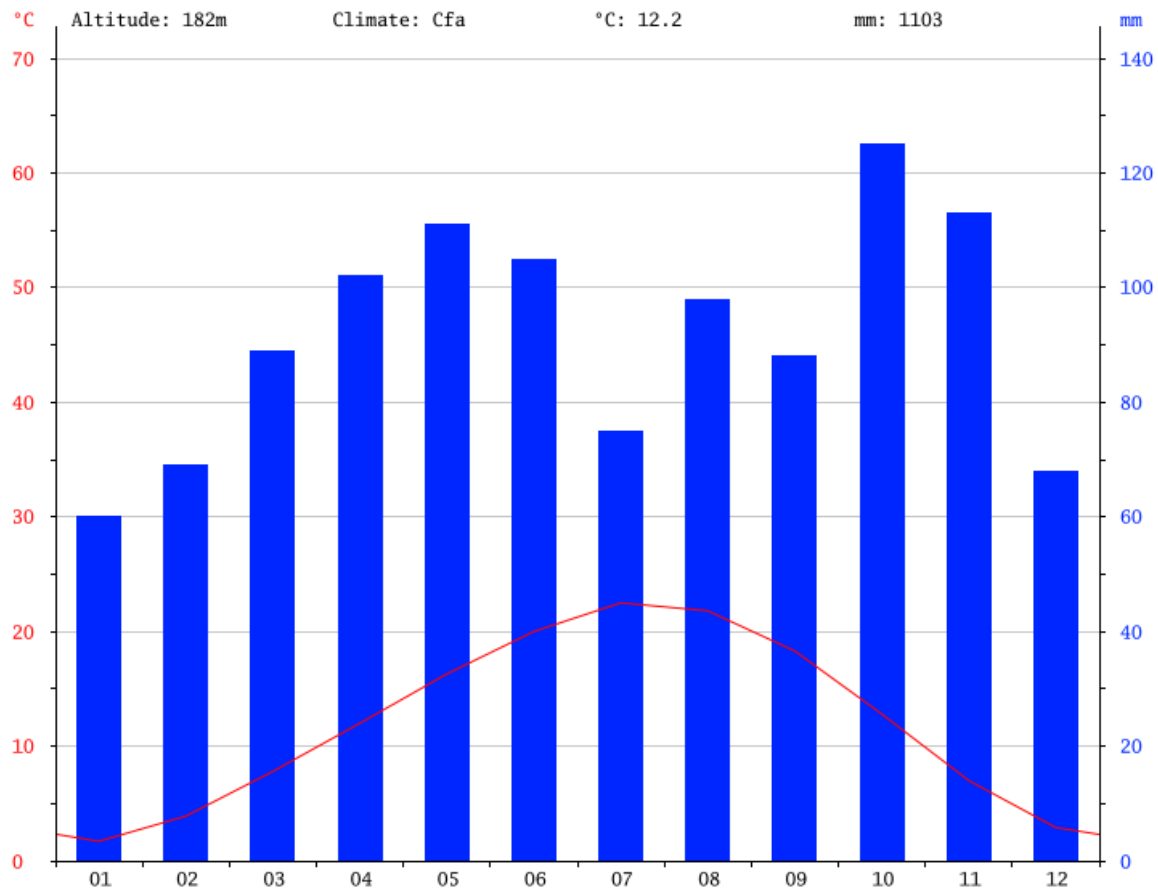


Figura 5. Andamento temperature e precipitazioni media per il comune di Parabiago. Climate-data.org (Accesso Dicembre 2019)

L'analisi idrologica del territorio oggetto di studio è stata condotta facendo riferimento alle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica ricavate da ARPA Lombardia nell'ambito del progetto STRADA [1].

Sul sito di ARPA Lombardia è possibile accedere ai dati raster dei parametri a 1 e n della LSPP con risoluzione al suolo di 2 km x 2 km, ricavati secondo il modello probabilistico GEV scala invariante, con stima dei parametri puntuali tramite il metodo degli L moments e estrapolazione spaziale dei quantili.

Accedendo al sito <http://idro.arpalombardia.it/pmapper40/map.phtml> è possibile, tramite ricerca per comune o pluviometro, visualizzare le stazioni ed il territorio di interesse e scaricare i valori dei parametri delle LSPP stimati con la metodologia sopra indicata.

Le LSPP e le altezze di pioggia per tempi di ritorno 2, 5, 10, 50 e 100 anni per il comune di Parabiago sono di seguito riportati.

Tabella 2. Altezze di pioggia per eventi di pioggia intensi per durata 1-24 ore e ari tempi di ritorno per il comune di Parabiago. ARPAL (Accesso Dicembre 2019)

Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
1	29.0	39.5	46.5	53.3	62.3	69.0	75.8
2	36.3	49.4	58.2	66.8	77.9	86.4	94.9
3	41.4	56.4	66.4	76.1	88.8	98.5	108.2
4	45.5	61.9	72.9	83.5	97.5	108.1	118.8
5	48.9	66.5	78.3	89.8	104.8	116.2	127.7
6	51.9	70.6	83.1	95.3	111.2	123.3	135.5
7	54.5	74.2	87.3	100.1	116.9	129.6	142.4
8	56.9	77.4	91.2	104.6	122.1	135.3	148.7
9	59.1	80.4	94.8	108.6	126.8	140.6	154.5
10	61.2	83.2	98.0	112.4	131.2	145.5	159.8
11	63.1	85.8	101.1	115.9	135.3	150.0	164.8
12	64.9	88.3	104.0	119.2	139.2	154.3	169.6
13	66.6	90.6	106.7	122.4	142.8	158.4	174.0
14	68.2	92.8	109.3	125.3	146.3	162.2	178.2
15	69.8	94.9	111.8	128.2	149.6	165.9	182.3
16	71.3	96.9	114.2	130.9	152.8	169.4	186.1
17	72.7	98.8	116.4	133.5	155.8	172.7	189.8
18	74.0	100.7	118.6	136.0	158.7	176.0	193.3
19	75.3	102.5	120.7	138.4	161.5	179.1	196.8
20	76.6	104.2	122.7	140.7	164.2	182.1	200.1
21	77.8	105.8	124.7	142.9	166.8	185.0	203.2
22	79.0	107.4	126.6	145.1	169.4	187.8	206.3
23	80.1	109.0	128.4	147.2	171.8	190.5	209.3
24	81.2	110.5	130.2	149.2	174.2	193.1	212.2

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

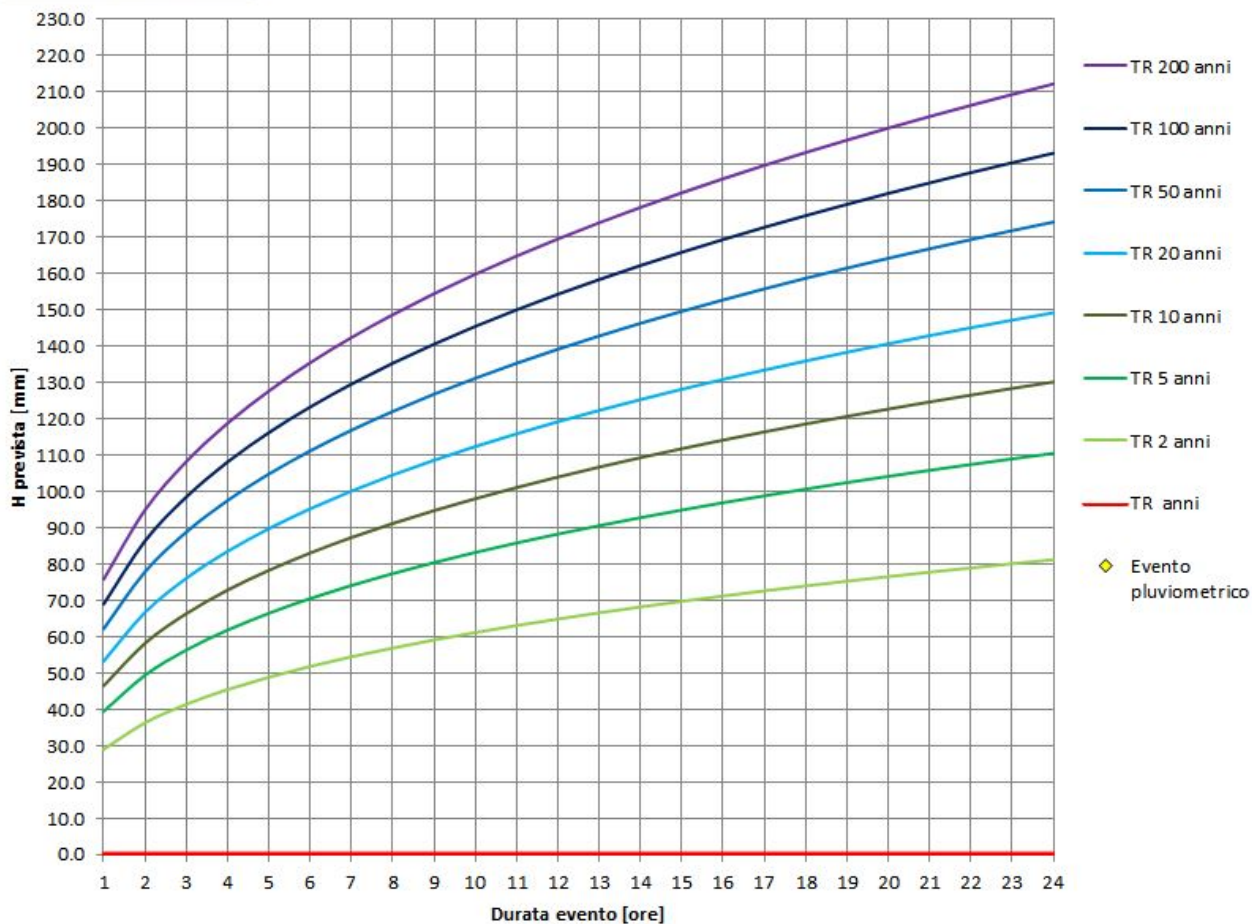


Figura 6. Linee Segnalatrici Possibilità Pluviometrica per il comune di Parabiago. ARPAL (Accesso Dicembre 2019)

2.3.3 Inquadramento climatico e idrologico

Le aree d'interesse sono state identificate tramite Sito Web www.catasto.servizi.it - Geoportale della Lombardia nella sezione Mappe catastali. (Figura 7).

Le particelle evidenziate nel seguente elenco sono:

- foglio 26 particella 25
- foglio 26 particella 30
- foglio 26 particella 54

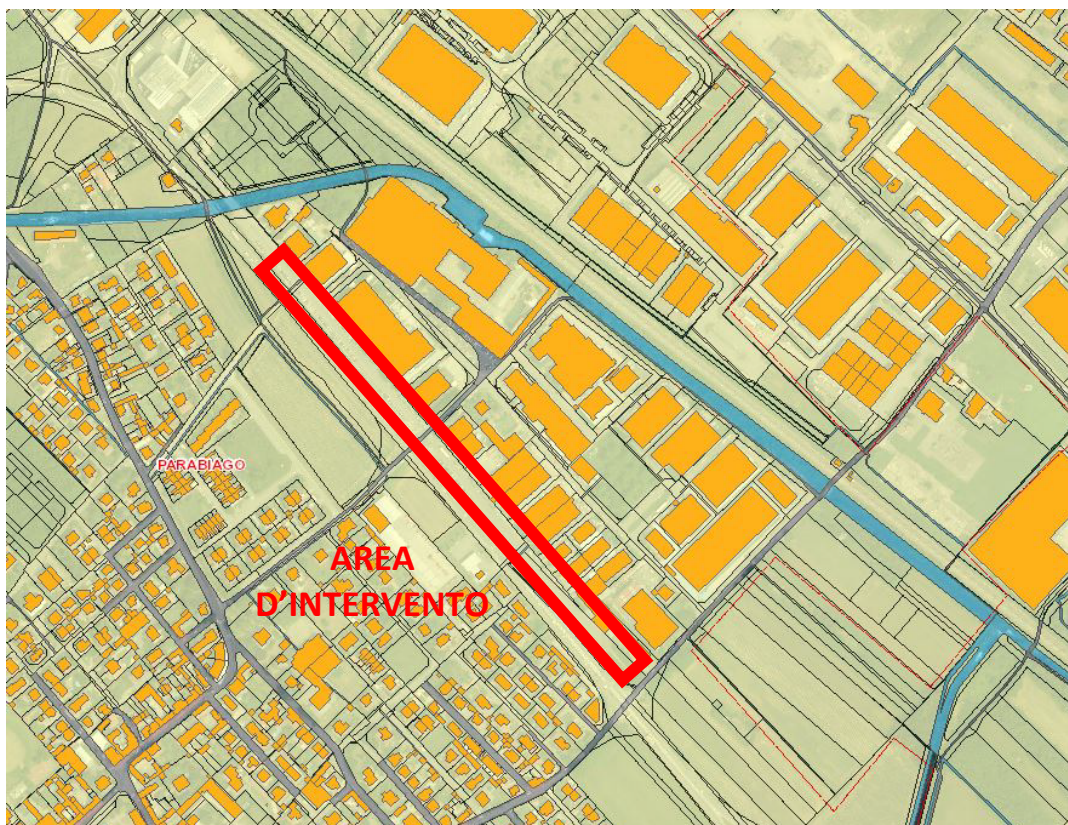


Figura 7. Estratto catastale di Via Lombardia, Città di Parabiago. Sito mappe catastali www.catasto.servizi.it, Geoportale della Lombardia. (Accesso Dicembre 2019)

2.3.4 Inquadramento urbanistico

Il sistema relazionale di Parabiago (**Figura 8**), è imperniato su una maglia infrastrutturale piuttosto complessa, derivante dallo sviluppo di fenomeni di mobilità. Sulla base delle principali caratteristiche funzionali degli assi infrastrutturali, sono riconoscibili le seguenti tipologie:

- la grande viabilità di attraversamento del territorio comunale;
- la rete urbana di collegamento tra i principali nuclei;
- il reticolo delle strade di quartiere e dei percorsi ciclopeditoni.

Un asse infrastrutturale importante è quello di viale Lombardia, il cui tracciato coincide con la strada provinciale n° 109.

Le Strategie Di Piano individuano delle tipologie di intervento mirate alla sicurezza stradale. Le tipologie fondamentali di intervento secondo le quali si articola la strategia per la messa in sicurezza della rete viaria di Parabiago sono:

- interventi lungo gli assi della viabilità primaria a maggior rischio (viale Lombardia, viale Repubblica, via Mameli, SS Sempione, via Resegone, via Unione, via Europa), basati sulla realizzazione di strumenti di prevenzione dei comportamenti pericolosi e sulla separazione/protezione dell'utenza debole;

- interventi sui nodi pericolosi, da eseguire ove ciò risulti tecnicamente e geometricamente possibile, attraverso la realizzazione di rotatorie compatte del diametro esterno di 26/35 metri (SS Sempione/via B. Croce, via Resegone/via Legnano, vi Po/viale Lombardia, viale Lombardia/via Fermi, viale Repubblica/via Mantegazza);
- interventi basati sull'applicazione di innovazioni tecnologiche di moderazione del traffico da utilizzare, ad esempio, in via Resegone, SS Sempione, via Amendola e via Minghetti;

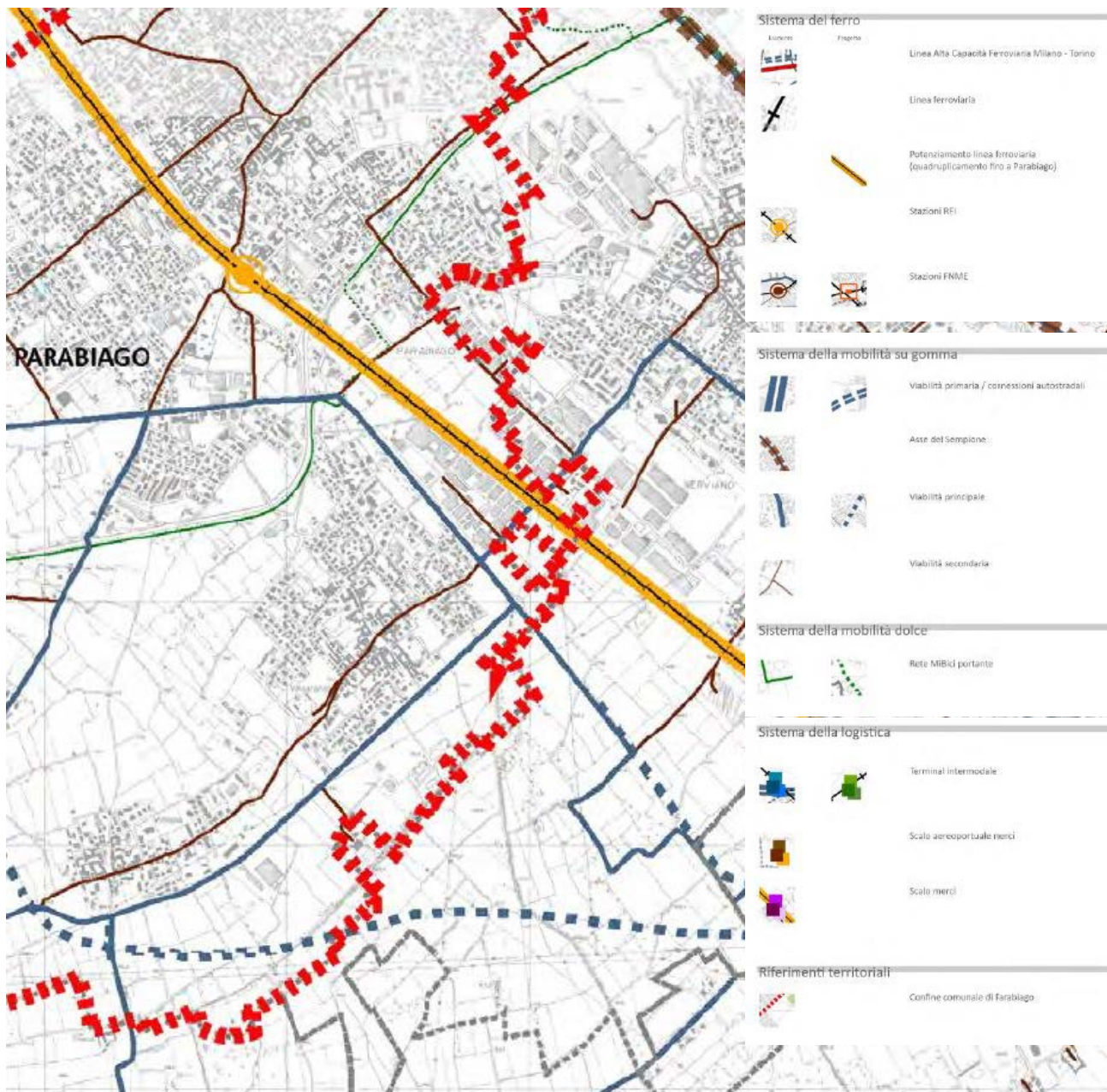


Figura 8. Sistema infrastrutturale DP2.1 del Maggio 2012. Estratto della Carta Sistema Infrastrutturale del PGT Città di Parabiago

- sviluppo di specifici progetti di moderazione del traffico in grado di tranquillizzare lo stesso sui tratti di viabilità più interna ai quartieri, ma alla quale non sono destinabili funzioni puramente locali. Si tratta ad esempio di via Amendola, via Minghetti, via Manara, via Butti, via Casorezzo, via Matteotti, via S.Ambrogio e via Mameli;

- individuazione delle aree da sottoporre alla disciplina delle “zone residenziali”, con riduzioni delle velocità massime ammesse a 30km/h ed adozione di provvedimenti idonei a garantire la moderazione dei comportamenti;
- realizzazione di percorsi protetti in sede propria per ciclisti e pedoni sulle strade radiali di collegamento con i comuni confinanti e di percorsi ciclopeditoni facilitati sulle strade interne;
- interventi specifici di protezione di luoghi particolarmente vulnerabili – scuole, oratori, centri sportivi – laddove non inseriti in progetti più complessivi di area o di asse;
- interventi di riqualificazione urbana ed ambientale in Parabiago centro e nei centri di vita delle frazioni per realizzare un ambiente complessivamente favorevole allo svolgimento di funzioni tipiche dell’abitare (shopping, passeggio, gioco, spostamento a piedi e in bicicletta).

2.3.4.1 Sistema Infrastrutturale

La Carta del Sistema Infrastrutturale del Piano di Governo del Territorio del Comune di Parabiago (**Figura 9**), approvato con delibera del Maggio 2012, individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità:

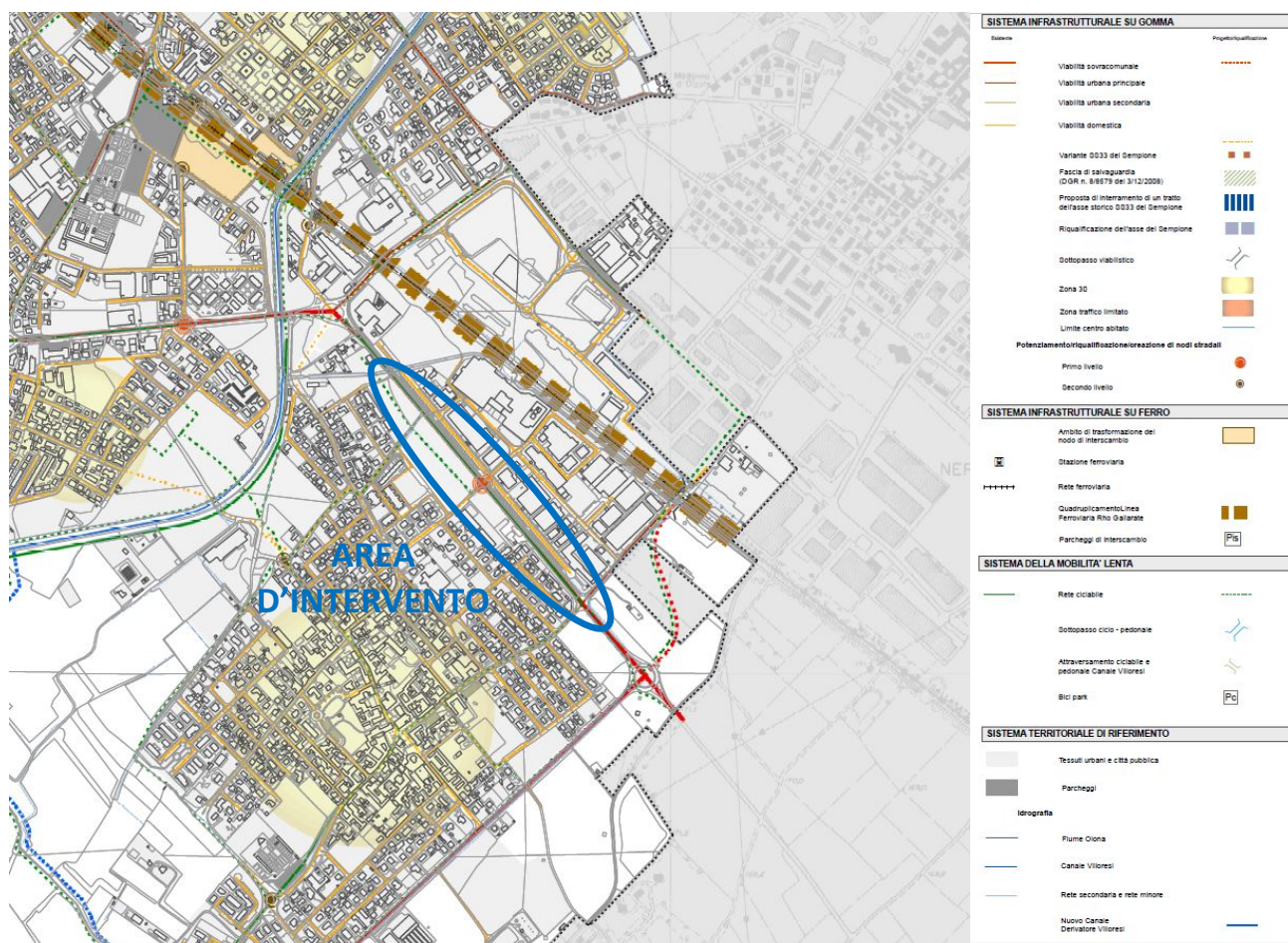


Figura 9. Sistema infrastrutturale DP2.1 del Maggio 2020. Estratto della Carta Sistema Infrastrutturale del PGT Città di Parabiago

- Viabilità Domestica lungo il tratto interno di Via Lombardia per il Sistema infrastrutturale su gomma;
 - o Le strade domestiche sono le strade da considerare allo stretto servizio degli insediamenti in particolare abitativi, destinate ad un traffico estremamente contenuto e nelle quali è possibile prevedere accorgimenti e attrezzature per la limitazione del traffico stesso. In queste strade, i passi carrai possono derogare dall'arretramento previsto dalle norme vigenti.
- Un nodo stradale posto nel collegamento tra il tratto centrale interno di Via Lombardia e la Viabilità principale, che necessita di potenziamento/riqualificazione;
- Parcheggi per il Sistema Territoriale di Riferimento.

Sia le strade urbane principali che le strade urbane secondarie devono essere dotate di tutte le attrezzature accessorie (marciapiedi, illuminazione, parcheggi, ecc.); per esse deve essere inoltre garantito il rispetto delle distanze previste dalla normativa vigente.

2.3.4.2 Uso del Suolo

La carta dell'uso del suolo del Piano di Governo del Territorio del Comune di Parabiago (**Figura 10**), approvato con delibera del Maggio 2012, individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità:

- Un'area adibita a parcheggi classificata come Infrastrutture e Servizi.

Dal Documento di Piano emerge come sia stata effettuata un'ampia ricognizione sul territorio finalizzata a rilevare la presenza di aree a parcheggio, così suddivise:

- a servizio della residenza;
- a servizio delle attività economiche.

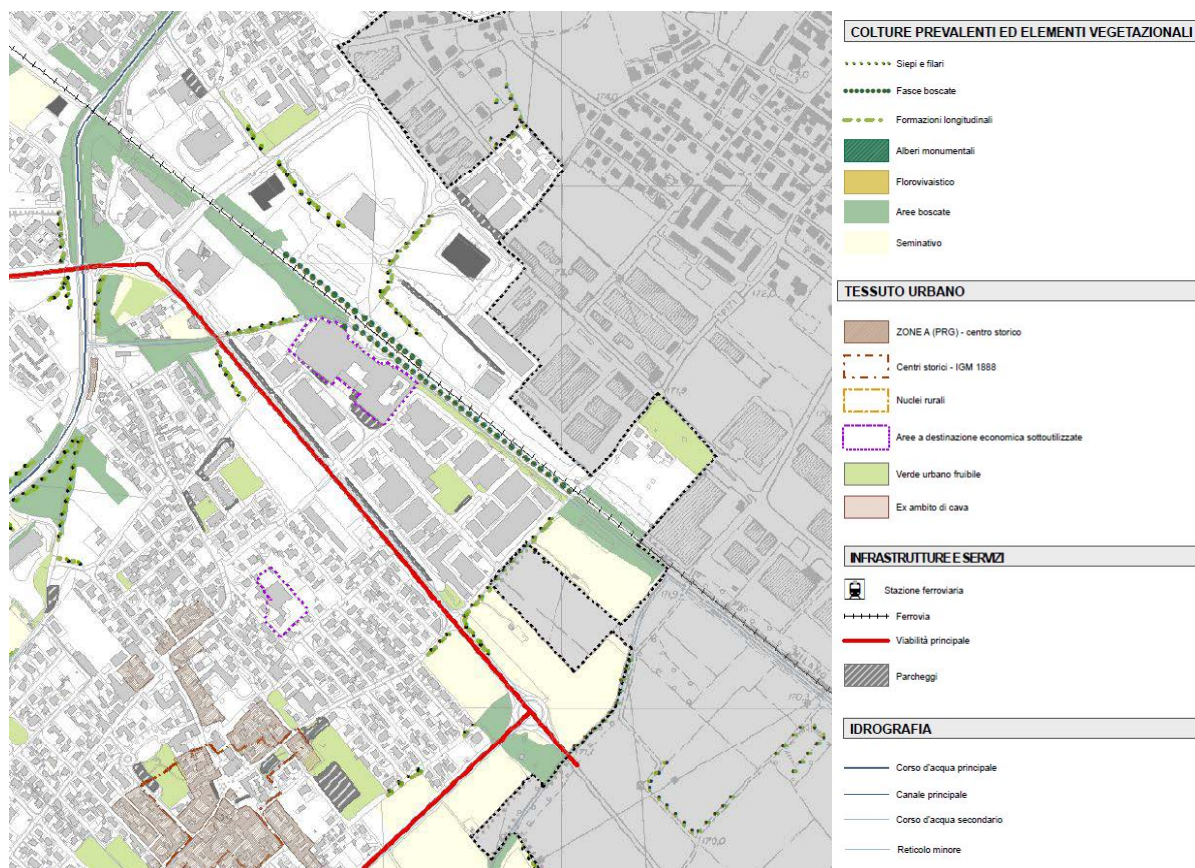


Figura 10. Uso del suolo DP3.6 del Maggio 2012. Estratto della Carta del Suolo del PGT Città di Parabiago

2.3.4.3 PRG valido e Piani Settore

Il Piano Regolatore Generale valido e la carta dei piani di settore del Piano di Governo del Territorio del Comune di Parabiago (**Figura 11**), approvato con delibera del Maggio 2012, individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità:

- Una viabilità che serve la zona D1

Destinazione d'uso della Zona D (di cui all'art. 21 delle N.T.A.)

a) Principale

- Produttiva – artigianale ed industriale il cui utilizzo rispetti le normative antinquinamento concernenti le specifiche attività e non risultino moleste rispetto al contesto, e comunque in conformità al D.P.R. 175/1998 e successive modificazioni;

b) Destinazione d'uso vietata

- Residenza;
- Residenza di servizio all'insediamento produttivo in misura superiore a mq. 150;
- Terziario non funzionale all'attività produttiva con superficie > 10% della S.l.p. consentita/esistente;
- Commerciale non funzionale all'attività produttiva con superficie superiore 10% della S.l.p. e comunque superiore a mq. 300. Per superfici superiori è d'obbligo il piano attuativo (P.A.);
- Depositi commerciali, attività espositiva, con superficie > 35% della S.l.p. consentita/esistente;

- Attività considerate nocive od insalubri secondo le normative vigenti;
- Servizi per il tempo libero (nella zona D1);
- Servizi per il tempo libero superiori al 20% della S.I.p. consentita/esistente (nella zona D2);
- Attrezzature ricettive;
- Attività agricola;
- Allevamento e ricovero animali domestici e non domestici;
- Recupero aree dismesse se non a fini produttivi aventi superfici > mq. 300 per le quali è d'obbligo il piano attuativo (P.A.) con recupero di standard aggiuntivi all'interno del lotto oggetto di intervento; la superficie oggetto di richiesta di cambio destinazione d'uso non dovrà essere riferita alla parte di proprietà ma a tutto l'ambito dell'edificio dismesso.

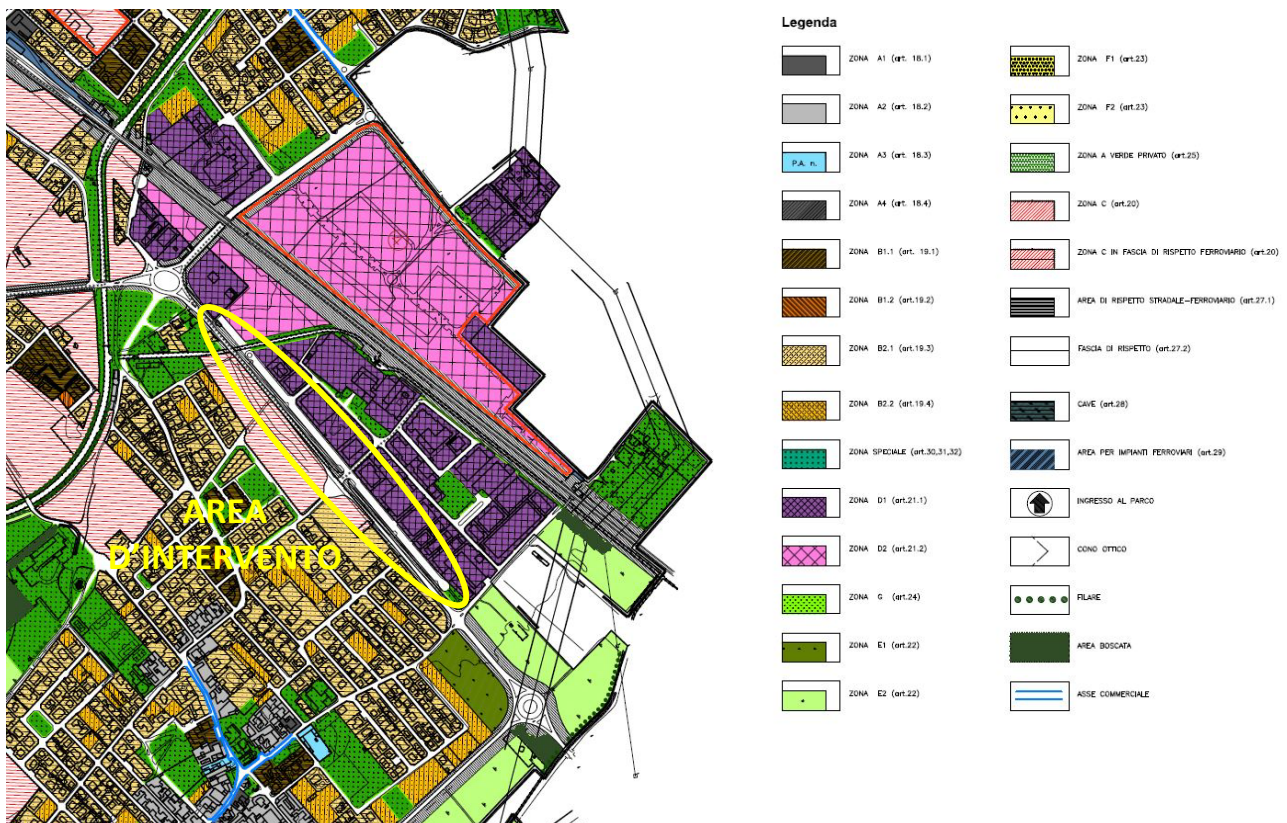


Figura 11. PRG valido e Piani di Settore DP4.1 del Maggio 2012. Estratto del PRG e Piani di Settore del PGT Città di Parabiago

2.3.4.4 Previsioni del Piano

La carta delle previsioni di Piano piani del Piano di Governo del Territorio del Comune di Parabiago (**Figura 12**), approvato con delibera del 2017, individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità:

- Una viabilità che serve una città consolidata da riqualificare per insediamenti di attività economiche;
- Una viabilità che serve una città dei servizi da potenziare;

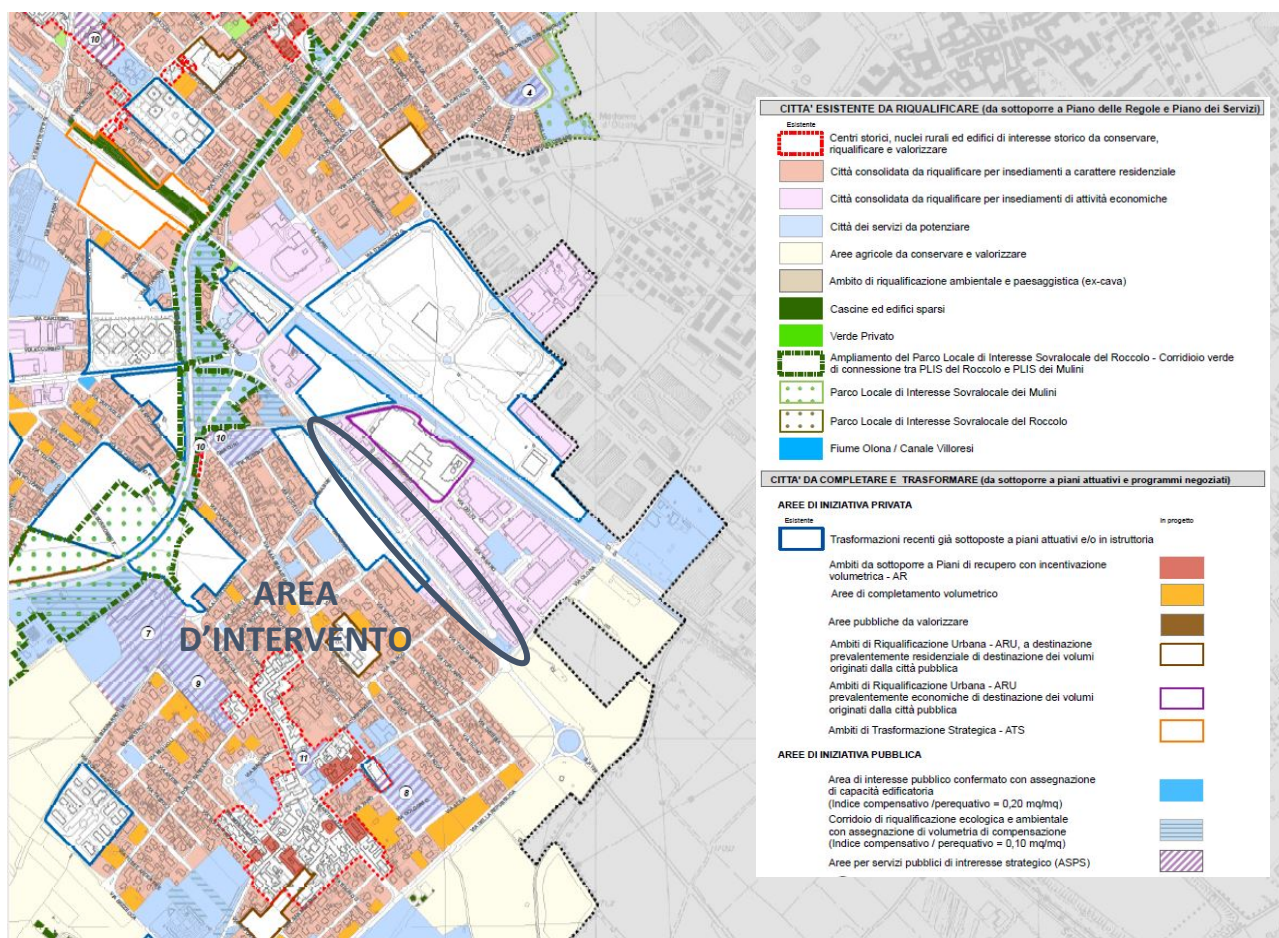


Figura 12. Previsioni di Piano: ambiti di riqualificazione e trasformazione urbana DP5.5 anno 2017/2018. Estratto della Carta Previsioni di Piano del PGT Città di Parabiago

2.3.4.5 Piano delle regole

La carta dell'Assetto della città consolidata – Tavola delle Regole - del Piano di Governo del Territorio del Comune di Parabiago (**Figura 13**), approvato con delibera del Dicembre 2012, individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità:

- Nella città delle attività economiche:

tessuto per attività economiche produttive (art 35 e art. 36 – Norme PR) dove le tipologie edilizie ed urbanistiche esistenti sono costituite da edifici prevalentemente monoplanari e rapporti semplificati e rigidi con gli spazi esterni, sia pubblici che privati. E' caratterizzato dalla presenza di capannoni di medie-grandi dimensioni destinati all'attività produttiva ed artigianale, a volte associati alla residenza, con una presenza di aree permeabili e verdi minima e una buona dotazione di spazi e parcheggi, sosta e movimentazione merci. Si tratta di aree collocate nei pressi delle principali arterie stradali e la qualità dell'edificato risulta generalmente sufficiente.;

- Nella città dei servizi:

servizi, attrezzature, verde e mobilità (Norme PS) ovvero servizi di interesse locale, sovralocale, attrezzature tecnologiche;

- Infrastrutture e viabilità:

Nodi viabilistici da riqualificare (Art.48 e art. 50 – Norme PR);

- Vicoli e tutele:

Fascia di rispetto stradale e ferroviaria (Art. 50 – Norme PR);

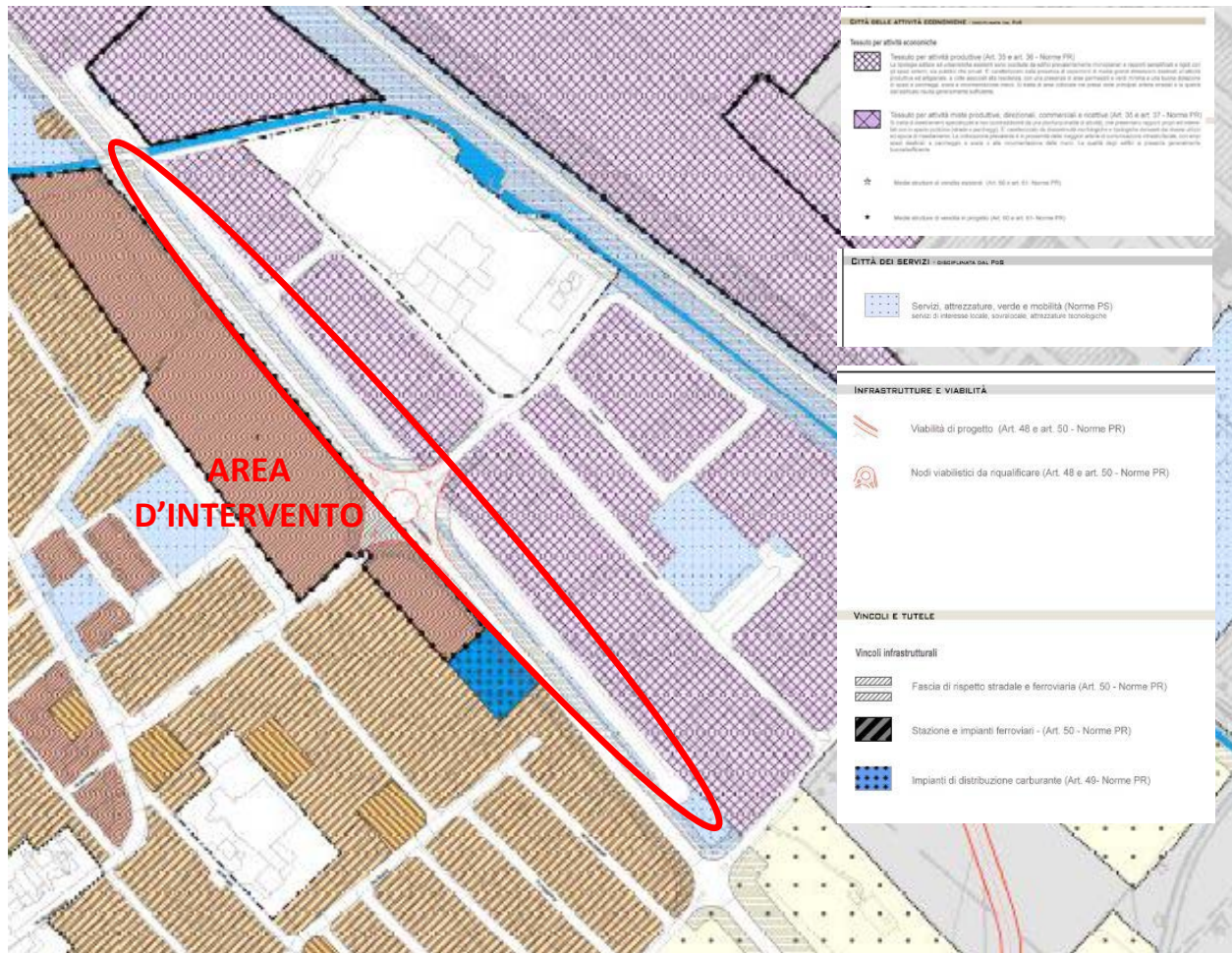


Figura 13. Tavola delle Regole – Tavola F – PR5 – Dicembre 2012. Estratto della Carta dell’assetto della Città Consolidata del Comune di Parabiago

2.3.5 Inquadramento dei sottoservizi

2.3.5.1 Rete Fognatura

La carta Rete Fognatura del Comune di Parabiago (**Figura 14**), approvato con delibera del 2019, individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità:

- Rete fognaria presente;
- Sistema di chiusini e caditoie presenti.

La pendenza della rete fognaria è indicata dalle frecce.

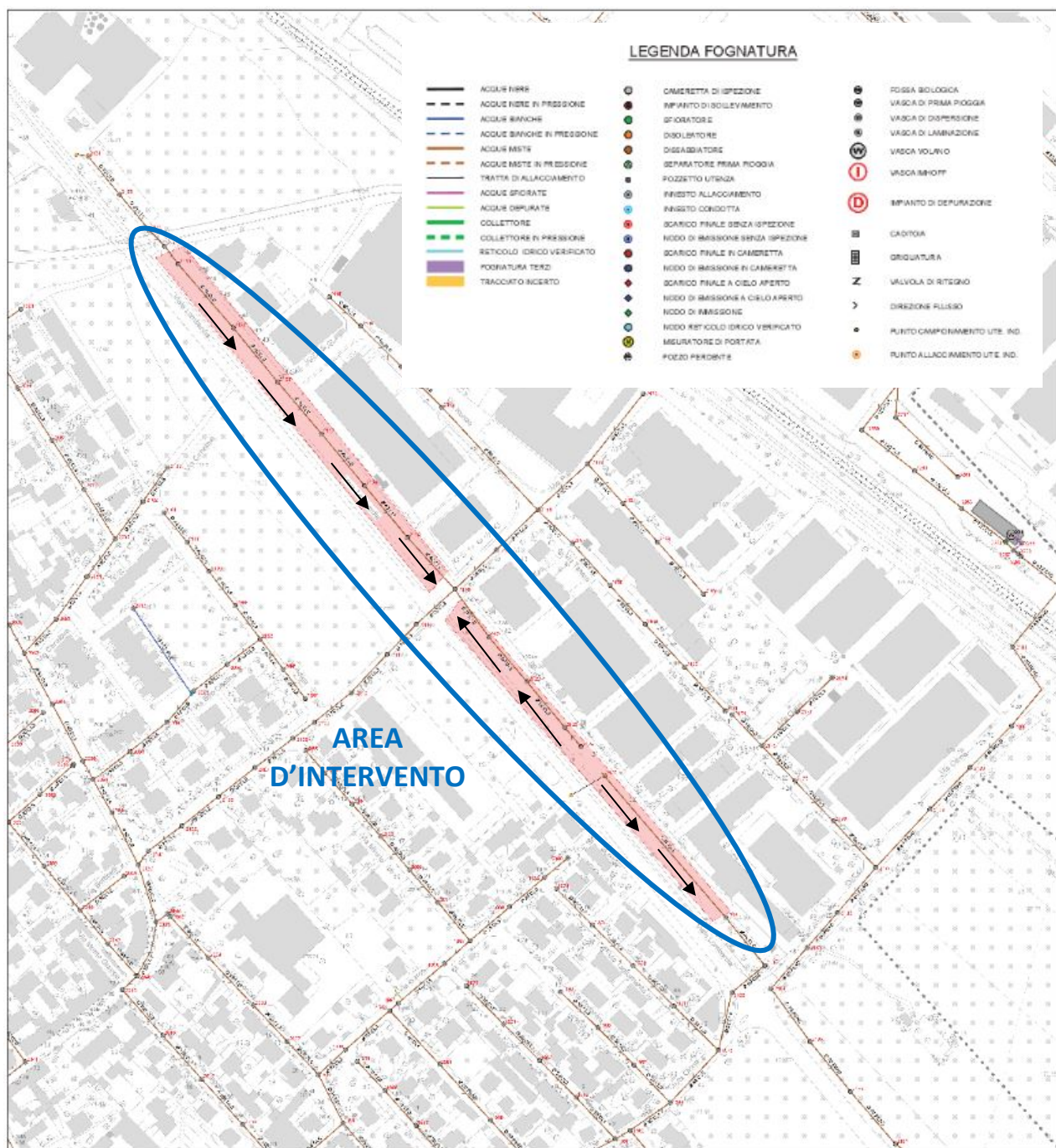


Figura 14. Estratto della Carta Rete fognatura del Comune di Parabiago in Via Lombardia. Redatto da Cap Holding in data 11.06.2019

2.3.5.2 Acquedotto

La carta dell'acquedotto del PGT del Comune di Parabiago (**Figura 15**) individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità:

- Tracciato rete presente;
- Una valvola generica presente.

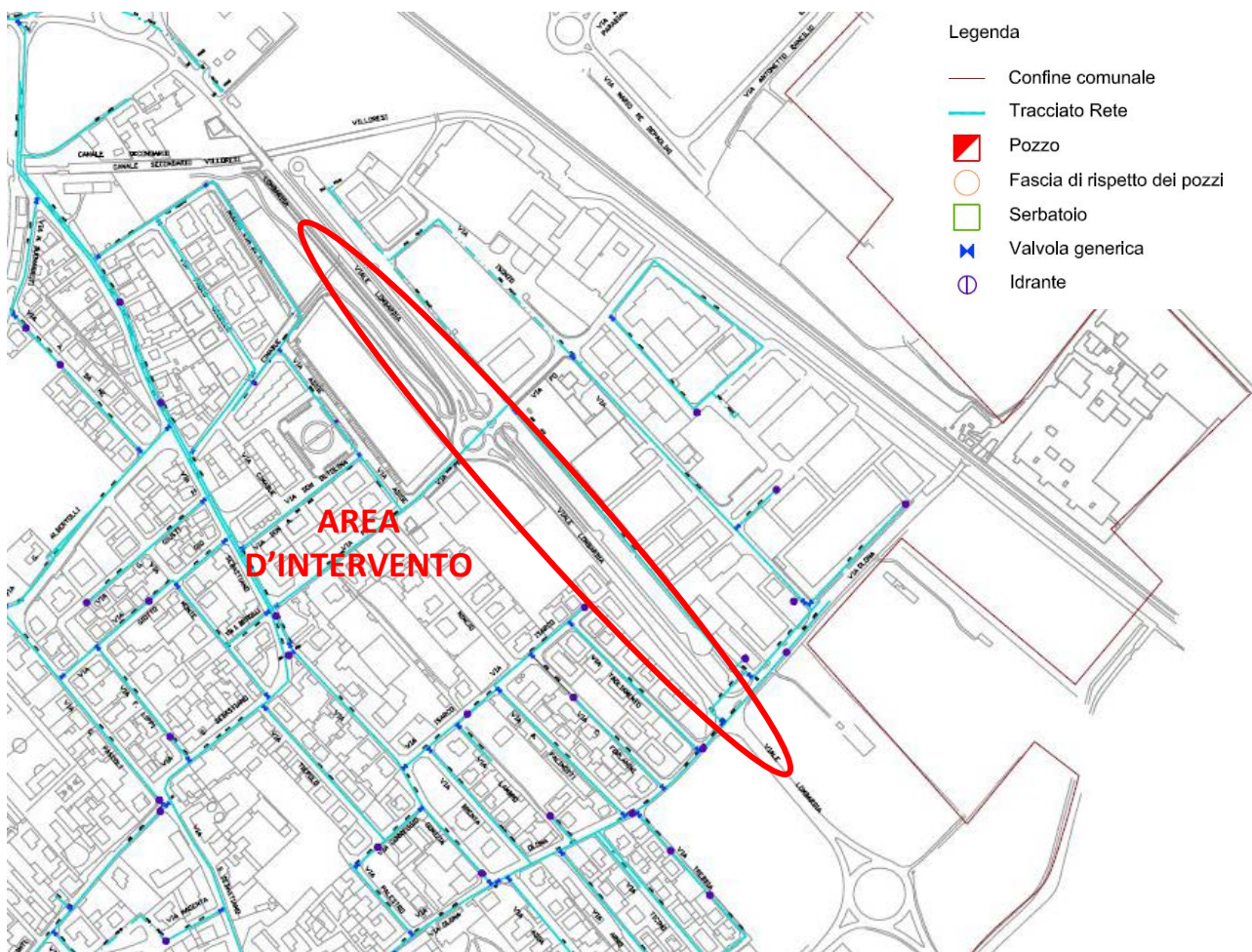


Figura 15. Acuedotto Tav. 01B. Estratto della Carta dell'Acuedotto del PGT Città di Parabiago

2.3.5.3 Metanodotto

La carta del Metanodotto del PGT del Comune di Parabiago (**Figura 16**) individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità:

- Rete gas bassa pressione presente su una porzione d'area;
- Rete gas media pressione presente nella zona centrale.

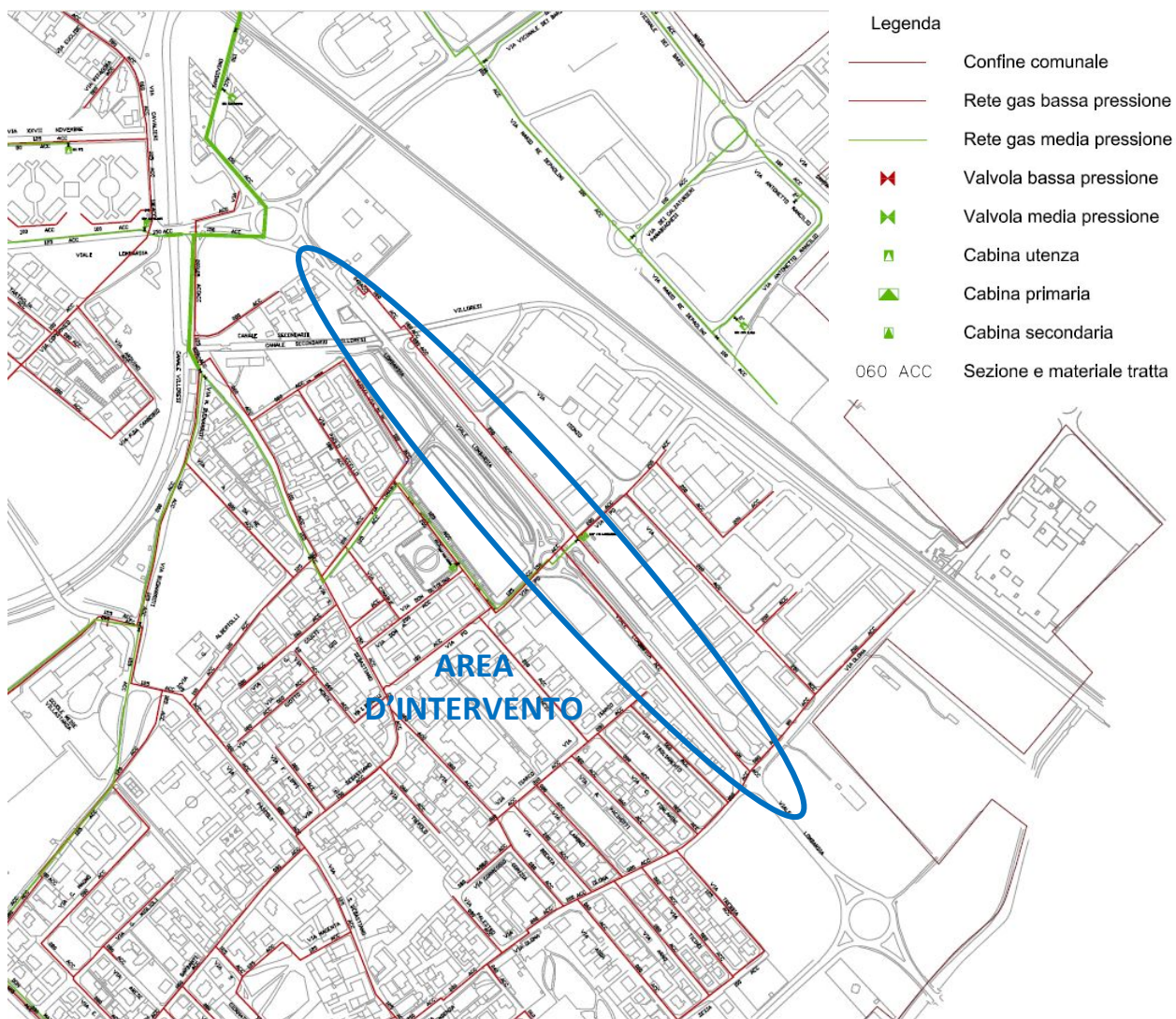


Figura 16. Metanodotto Tav. 03B. Estratto della Carta del Metanodotto del PGT Città di Parabiago

2.3.6 Inquadramento geologico, idrogeologico e idraulico

2.3.6.1 Geologia

Il territorio di Parabiago appartiene alla porzione della media-alta Pianura Padana, ed è posto tra le quote 189 e 167 metri s.l.m. e digrada verso sud-sud ovest con pendenza media dell'ordine del 4-5 per mille. Si estende prevalentemente sulla sponda destra del fiume Olona, occupando una superficie di circa 14,16 kmq.

In superficie sono presenti terreni di era quaternaria e di natura fluvioglaciale e fluviale.

L'elemento idrografico primario locale è costituito dal fiume Olona, che nasce sulle Prealpi di Varese, presso Rasa in Valganna e si sviluppa per circa 70 km nella Lombardia nordoccidentale.

La rete irrigua nella depressione valliva dell'Olona si sviluppa derivando le acque del fiume, mentre i soprastanti terreni appartenenti alla piana fluvioglaciale sono serviti localmente dalle diramazioni del canale irriguo artificiale del Consorzio Villoresi.

La ricostruzione delle strutture idrogeologiche ha messo in evidenza l'estrema vulnerabilità all'inquinamento della falda freatica e semiconfinata, che presentano come unica difesa naturale dall'inquinamento proveniente dalla superficie, la marcata soggiacenza dal piano di campagna e la presenza di orizzonti di copertura argillosi non continui.

Data l'alta vulnerabilità dell'acquifero sono attesi terreni con alta capacità drenante; è comunque richiesta, per le successive fasi di progettazione, una relazione geologica aggiornata che certifichi l'adeguatezza dei terreni a infiltrare in accordo ai principi del drenaggio urbano sostenibile.

2.3.6.2 Studio idrogeologico

Dalla carta dello studio geologico, idrogeologico e sismico del PGT del Comune di Parabiago (**Figura 17**), approvato con delibera di Giugno 2012, si individuano nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità:

- Direzione del flusso delle acque di falda freatica da NNO a SSE;
- Linee isofreatiche comprese tra i 156.5 e i 154.0 m s.l.m.;

Essendo Parabiago ad un'altitudine di 184 m s.l.m si deduce che la falda è a circa trenta metri di profondità.

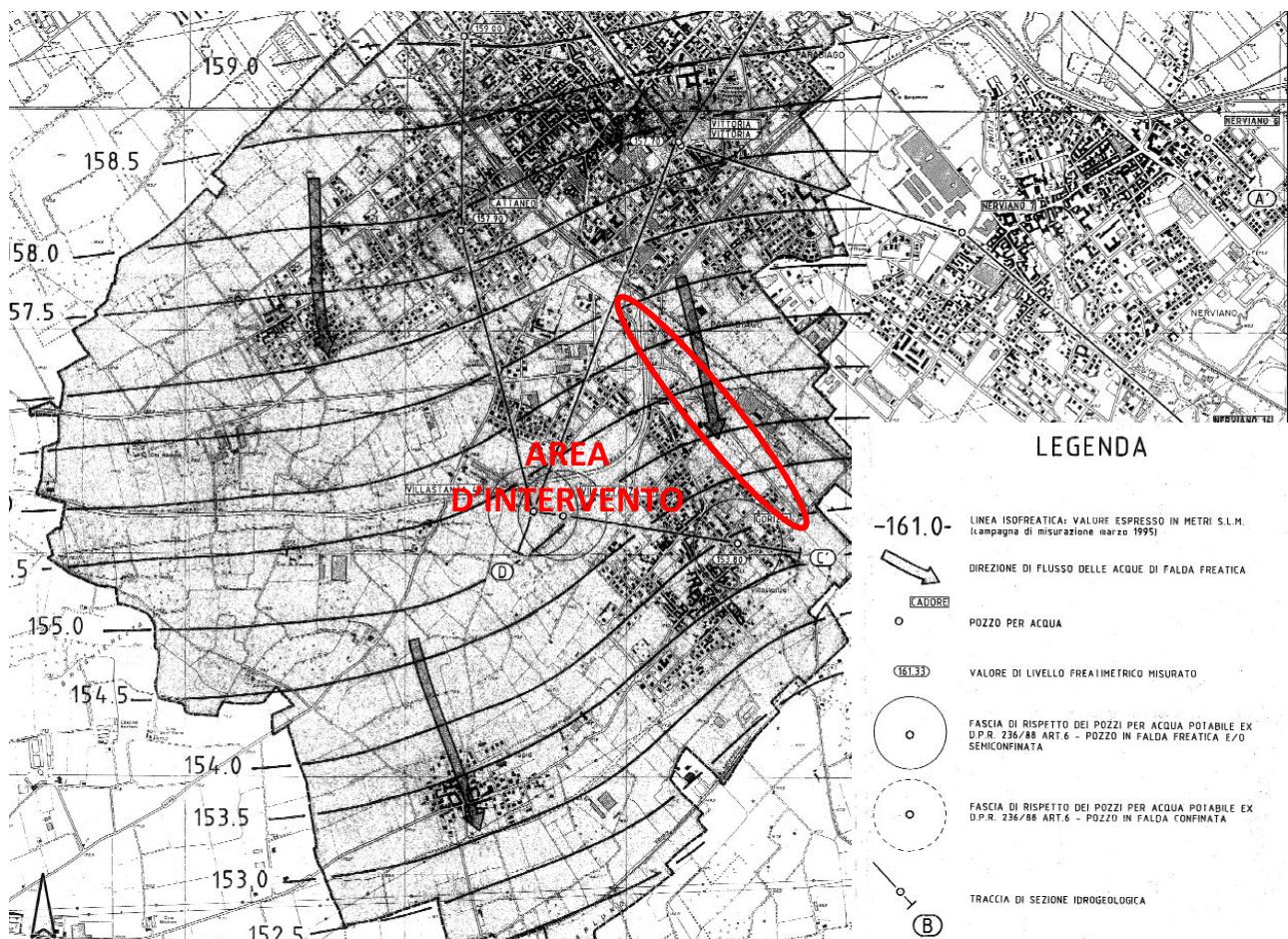


Figura 17. Elementi Idrogeologici – Piezometria e traccia delle sezioni idrogeologiche (dallo studio geologico del 1995) – Tav. 1.0 di Giugno 2012. Estratto della Carta Studio Geologico, idrogeologico e sismico del PGT Città di Parabiago

2.3.6.4 Carta dei Sistesi

La Carta di Sintesi dello studio geologico, idrogeologico e sismico del PGT del Comune di Parabiago (**Figura 19**), approvato con delibera di Giugno 2012, individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità:

- Area omogenea dal punto di vista della pericolosità/vulnerabilità V1;

V1 Area ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero. Acquiferi locali.

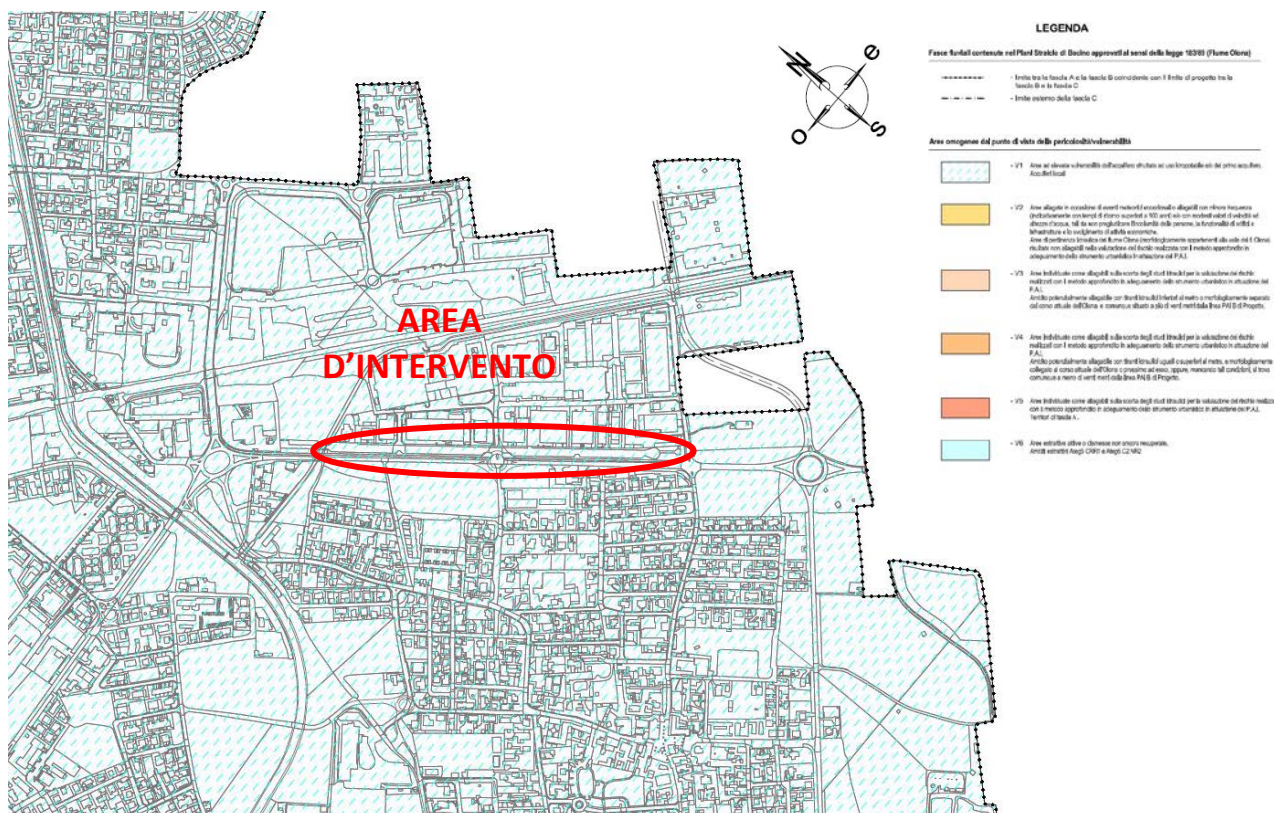


Figura 19. Carta di sintesi – Tav. 9 di Giugno 2012. Estratto della Carta Studio Geologico, idrogeologico e sismico del PGT Città di Parabiago

2.3.6.5 Carta di Fattibilità

La Carta di Fattibilità dello studio geologico, idrogeologico e sismico del PGT del Comune di Parabiago (**Figura 20**), approvato con delibera di Giugno 2012, individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità:

- Zona 2 per la suddivisione del territorio comunale in zone di fattibilità geologica delle Azioni di Piano;

Zona 2 Rischio Idrogeologico: Area ad elevata vulnerabilità dell'acquifero sfruttato ad uso idropotabile e/o del primo acquifero.

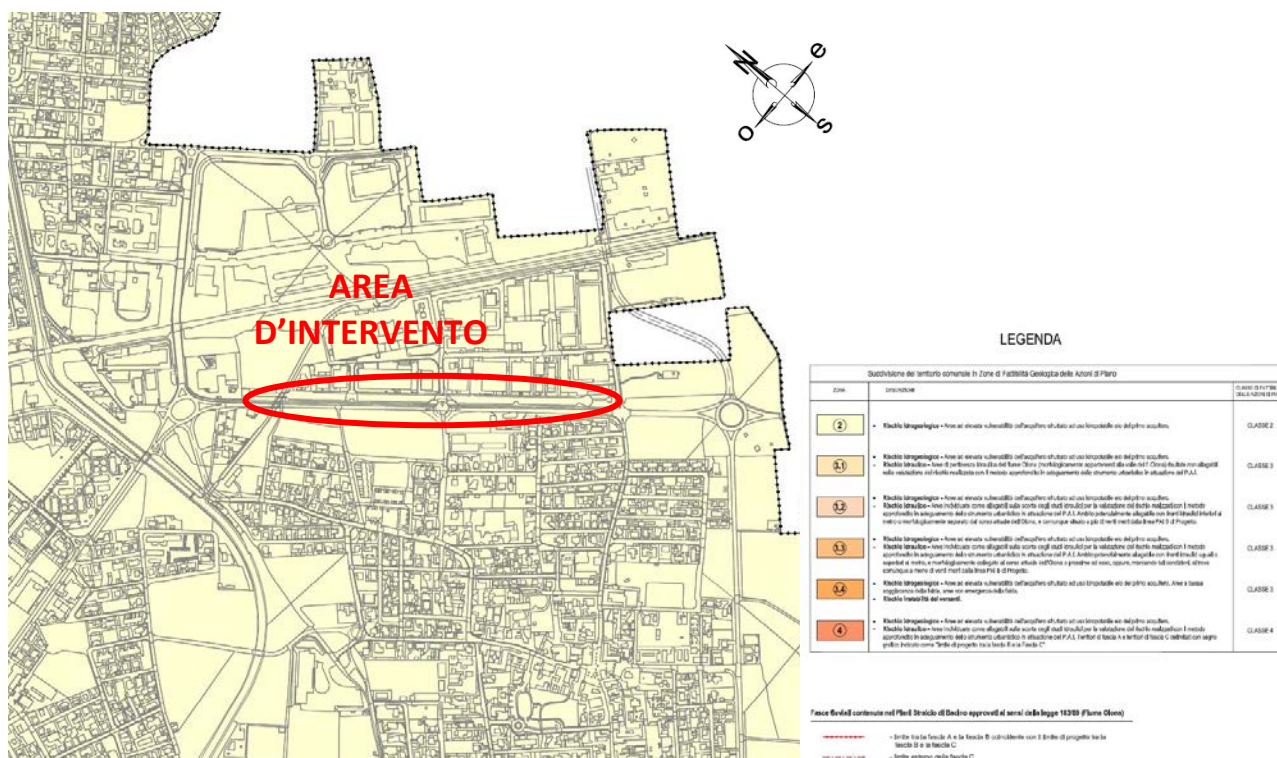


Figura 20. Carta di fattibilità – Tav. 10 di Giugno 2012. Estratto della Carta Studio Geologico, idrogeologico e sismico del PGT Città di Parabiago

2.3.6.6 Difesa del suolo

La Carta della Difesa del Suolo del PGT del Comune di Parabiago (**Figura 21**), approvato con delibera di Dicembre 2013, individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità:

- Rete idrografica;
- Macrosistemi idrogeologici: Ambiti di influenza del Canale Villoresi.

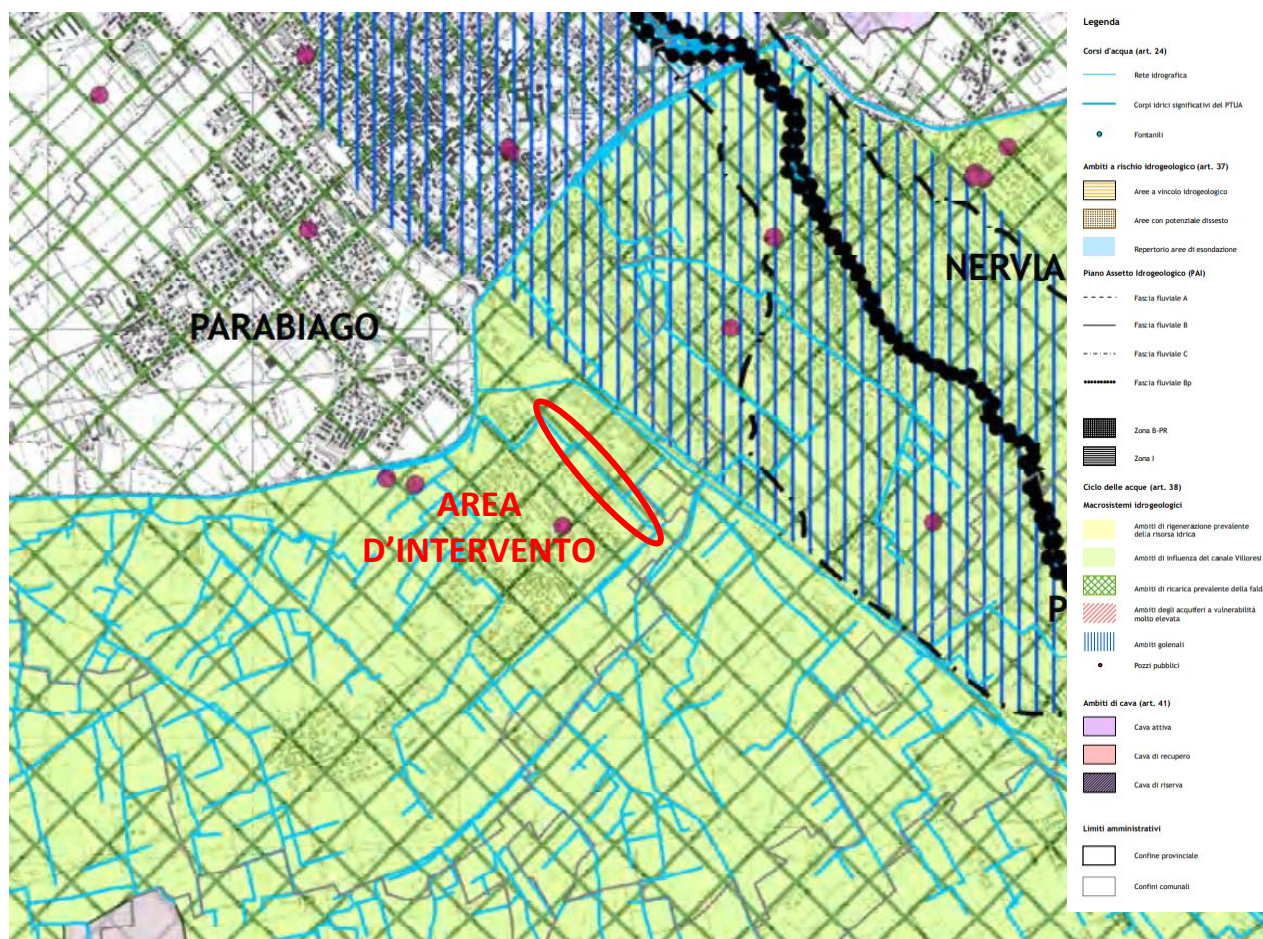


Figura 21. Difesa del Suolo – Tav. 7 del Dicembre 2013. Estratto della Carta della Difesa del Suolo del PTCP della provincia di Milano

2.3.7 Inquadramento ambientale

Il territorio di Parabiago è interessato da elementi di secondo livello a cavallo tra due settori della rete ecologica regionale:

- il settore 31 – i Boschi dell’Olona e del Bozzente
- il settore 32 – l’Alto Milanese

Il Settore 31 interessa un’area fortemente urbanizzata inframezzata da aree boscate relitte, localizzata immediatamente ad Est dell’aeroporto della Malpensa, a cavallo tra le province di Varese, Como e Milano e rientrante nel pianalto lombardo.

Include un ampio settore di Parco del Ticino, il settore settentrionale del Parco della Pineta di Appiano Gentile e di Tradate e quasi per intero i PLIS Medio Olona, Rugareto, Fontanile di San Giacomo e Alto Milanese che nell’insieme tutelano buona parte dei principali nuclei boscati presenti nel settore.

Per quanto riguarda i corsi d’acqua naturali, l’area è percorsa da un tratto del torrente Arno nel settore occidentale (per lo più inserito in un contesto fortemente urbanizzato), dal fiume Olona con relativa fascia boschiva ripariale nella fascia centrale e dal torrente Bozzente nell’area orientale, compreso un’ampia area boscata che costituisce la principale area sorgente all’interno del settore. Sono inoltre presenti significativi lembi di ambienti agricoli, con prati stabili, siepi, boschetti e filari.

Tutta l'area è permeata da una fitta matrice urbana e da una rete di infrastrutture lineari che ne frammentano la continuità ecologica. Tra le ultime, si segnala in particolare l'autostrada A8, che taglia in due il settore, da SE a NW e la SP233 che tende a isolare dal punto di vista ecologico l'importante e vasta area sorgente costituita dalla Pineta di Appiano Gentile e Tradate, con le aree boscate dell'Olona e del Bozzente.

Il Settore 32 si presenta densamente urbanizzato, localizzato immediatamente a sud della provincia di Varese e delimitato ad Ovest dal fiume Ticino, a Nord dal Parco Alto Milanese, a Est dagli abitati di Pogliano Milanese e Pregnana Milanese. Include un tratto del Parco del Ticino compreso fra Turbino e Bernate Ticino, il settore settentrionale del Parco Agricolo Sud Milano, la Riserva del Bosco WWF di Vanzago, i PLIS Parco del Rocco e PLIS Parco dei Mulini, ed il margine meridionale del PLIS Parco Alto Milanese. L'angolo sud-occidentale del settore è percorso da un breve tratto del fiume Ticino, mentre l'angolo nord-orientale è attraversato dal fiume Olona. E' inoltre interessato da corsi d'acqua artificiali quali il Canale secondario Villoresi ed il Canale Villoresi; quest'ultimo lo percorre da est ad ovest e lo frammenta in due settori.

Vi sono rappresentate aree boscate di notevole pregio naturalistico, in particolare nel Parco del Ticino e nel Bosco di Vanzago, le due principali aree sorgente del settore.

Il Parco del Rocco e il Parco Agricolo Sud Milano rappresentano fondamentali elementi di connessione ecologica, soprattutto tra il Bosco di Vanzago e il Parco del Ticino. Sono inoltre presenti significativi lembi di ambienti agricoli ricchi di prati stabili, siepi, boschetti e filari.

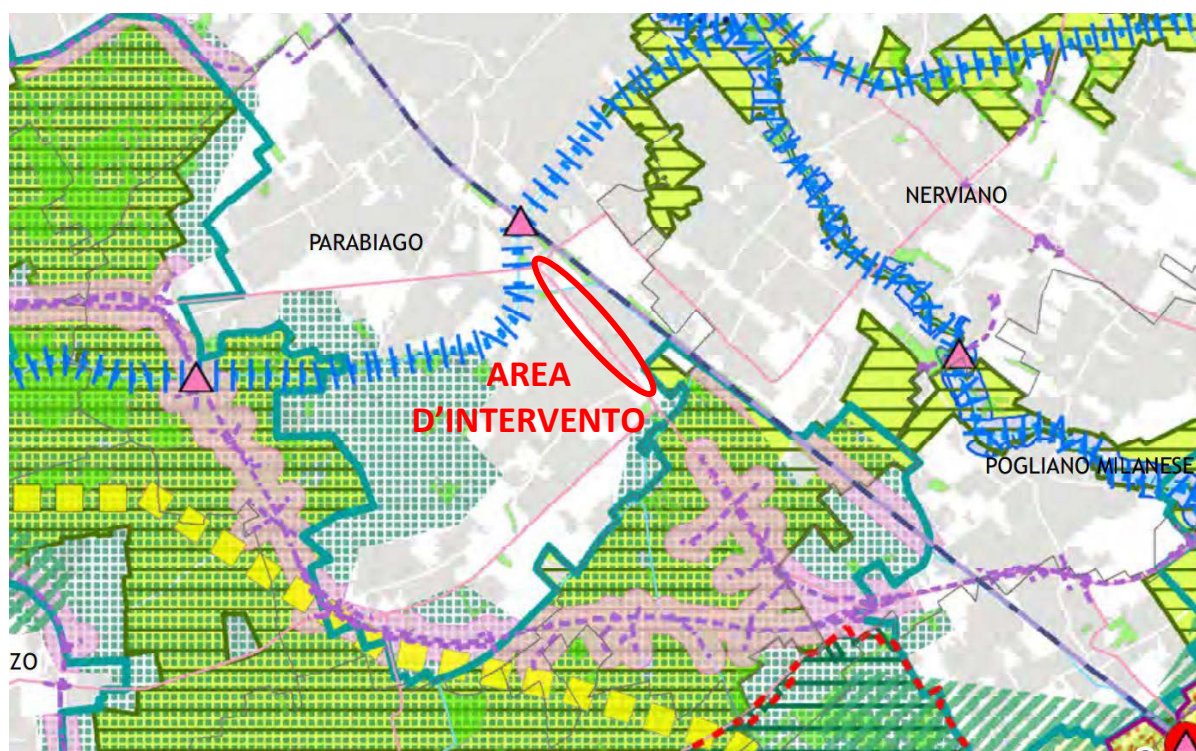
Tutta l'area è permeata da una fitta matrice urbana e da una rete di infrastrutture lineari che ne frammentano la continuità ecologica, in particolare l'autostrada A4 che, nel settore meridionale, attraversa il Parco Agricolo Sud Milano e il Parco del Ticino.

2.3.7.1 Rete ecologica

La Carta della Rete Ecologica del PGT del Comune di Parabiago (**Figura 22**), approvato con delibera di Dicembre 2013, non individua nessun dato specifico nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità.

Nelle vicinanze si può trovare un'infrastruttura lineare:

- Strada della rete primaria e principali estensioni.



Legenda

Elementi della Rete Ecologica

- ● ● Matrice naturale primaria
- Fascia a naturalità intermedia
- Gangli primari (art. 44)
- Gangli secondari (art. 44)
- Dorsale Verde Nord (art. 48)
- Corridoi ecologici primari (art. 45)
- Corridoi ecologici secondari (art. 45)
- /// Principali corridoi ecologici fluviali (art. 45)
- Corsi d'acqua minori con caratteristiche attuali di importanza ecologica (art. 45)
- Corsi d'acqua minori da riqualificare a fini polivalenti (art. 45)
- XXXXX Direttrici di permeabilità (art. 45)
- Principali linee di connessione con il verde
- Varchi perimetrati (art. 46)
- Varchi non perimetrati (art. 46)
- Barriere infrastrutturali (art. 47)
- ▲ Principali interferenze delle reti infrastrutturali in progetto/programmate con i corridoi ecologici (art. 47)
- Interferenze delle reti infrastrutturali in progetto/programmate con i gangli della rete ecologica (art. 47)
- Asse ecologico Lambro/Seveso/Olona

Elementi della Rete Ecologica Regionale

- Corridoi ecologici della RER
- Gangli della RER

Aree protette

- Siti di importanza comunitaria (SIC) (art. 49)
- Zone di protezione speciale (ZPS) (art. 49)
- Parchi regionali
- Parchi Locali di Interesse Sovracomunale (PLIS) (art. 50)
- Riserve naturali
- Parchi naturali istituiti e proposti

Infrastrutture lineari

- Strade della rete primaria e principale esistenti
- Strade della rete secondaria esistenti
- Strade in progetto/previste
- Ferrovie/Metro-Tramvie esterne esistenti
- Ferrovie/Metro-Tramvie esterne in progetto/previste

Altri elementi

- Stagni, lanche e zone umide estese (art. 53)
- Aree boscate (art. 51)
- Fiumi e altri corsi d'acqua
- Urbanizzato

Limiti amministrativi

- Confine provinciale
- Confini comunali

Figura 22. Rete Ecologica – Tav. 4 del Dicembre 2013. Estratto della Carta della Rete Ecologica del PTCP della provincia di Milano

2.3.8 Contesto sociale

A seguito delle considerazioni pervenute dal Quadro Conoscitivo dell'area, si ritiene necessaria un'analisi del contesto sociale per stimare un numero di persone che possono gravitare sull'area e beneficiare del suo miglioramento e di eventuali attività di educazione ambientale.

Trattandosi di una zona industriale, la maggior parte degli utenti è costituita dalle persone che lavorano negli isolati adiacenti alla strada interna di via Lombardia. Sono state stimate circa 200 persone che ogni giorno transitano per lavoro lungo il tratto interno di Via Lombardia, sulla base del numero di posti auto a disposizione (200).

Attualmente questo tratto di strada funge esclusivamente da parcheggio, ma la sua riqualificazione in termini ambientali può portare a incentivare delle attività didattiche ambientali con il coinvolgimento delle scuole primarie e secondarie.

Nel comune di Parabiago, nel raggio di 4 km circa dall'area d'intervento, sono presenti sia scuole primarie che secondarie. La cittadina dispone di 1 asilo nido comunale, 1 scuola materna statale e 4 scuole materne paritarie, 4 scuole elementari statali e 1 scuola elementare paritaria, 3 scuole medie statali e una scuola media paritaria, 2 scuole per l'istruzione di tipo superiore tra cui un Istituto Tecnico Commerciale e un Liceo Scientifico e Linguistico.

Se restringiamo il raggio d'azione, le scuole primarie e secondarie che si trovano più vicine all'area d'intervento e che nello specifico sono ubicate entro 500 metri e sono facilmente raggiungibili a piedi sono:

- Scuola Primaria "E. Travaini"
- Scuola Secondaria di I° grado "R. Rancillo"

Per un totale di circa 400 giovani utenti a cui possono essere dedicate delle attività educative in loco.

Si evidenzia, comunque, che l'area è di difficile raggiungibilità da parte delle scolaresche per via della cesura rappresentata da viale Lombardia.

2.3.9 Vincoli e prescrizioni

L'analisi dei vincoli preesistenti sul territorio comunale, riporta tutti i vincoli derivanti di livello sovraordinato (nazionale, regionale e provinciale) e di livello locale dei diversi strumenti urbanistici vigenti sul territorio di Parabiago, definisce un quadro vincolistico piuttosto complesso ed articolato e rappresenta l'insieme delle tutele e delle salvaguardie presenti sul territorio comunale. Per semplificarne l'analisi si è scelto di suddividere in tre categorie tutti i vincoli presenti sul territorio, a seconda dell'ambito che si andrà a tutelare.

I vincoli saranno dunque infrastrutturali se riguarderanno le fasce di rispetto della ferrovia, delle principali strade, degli impianti tecnologici e delle linee elettriche, antropici se riguarderanno tutti quegli ambienti modificati dall'uomo che per motivi storici ed artistici (monumenti, cascine, parchi storici) o di salubrità (cimitero) necessitano di particolari misure di tutela ed infine ambientali se riguarderanno il rispetto e la salvaguardia dei caratteri faunistici, paesaggistici ed ambientali del territorio comunale. Accanto a questi si inserisce il sistema dei vincoli geologici, idrogeologici e sismici, così come individuati puntualmente dallo studio geologico a supporto del PGT.

2.3.9.1 Elementi Paesistici e Ambientali

La Carta degli Elementi Paesistici e Ambientali del PGT del Comune di Parabiago – Vincoli Sovracomunali (**Figura 23**), approvato con delibera di Maggio 2012, non individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità alcun elemento di vincolo.

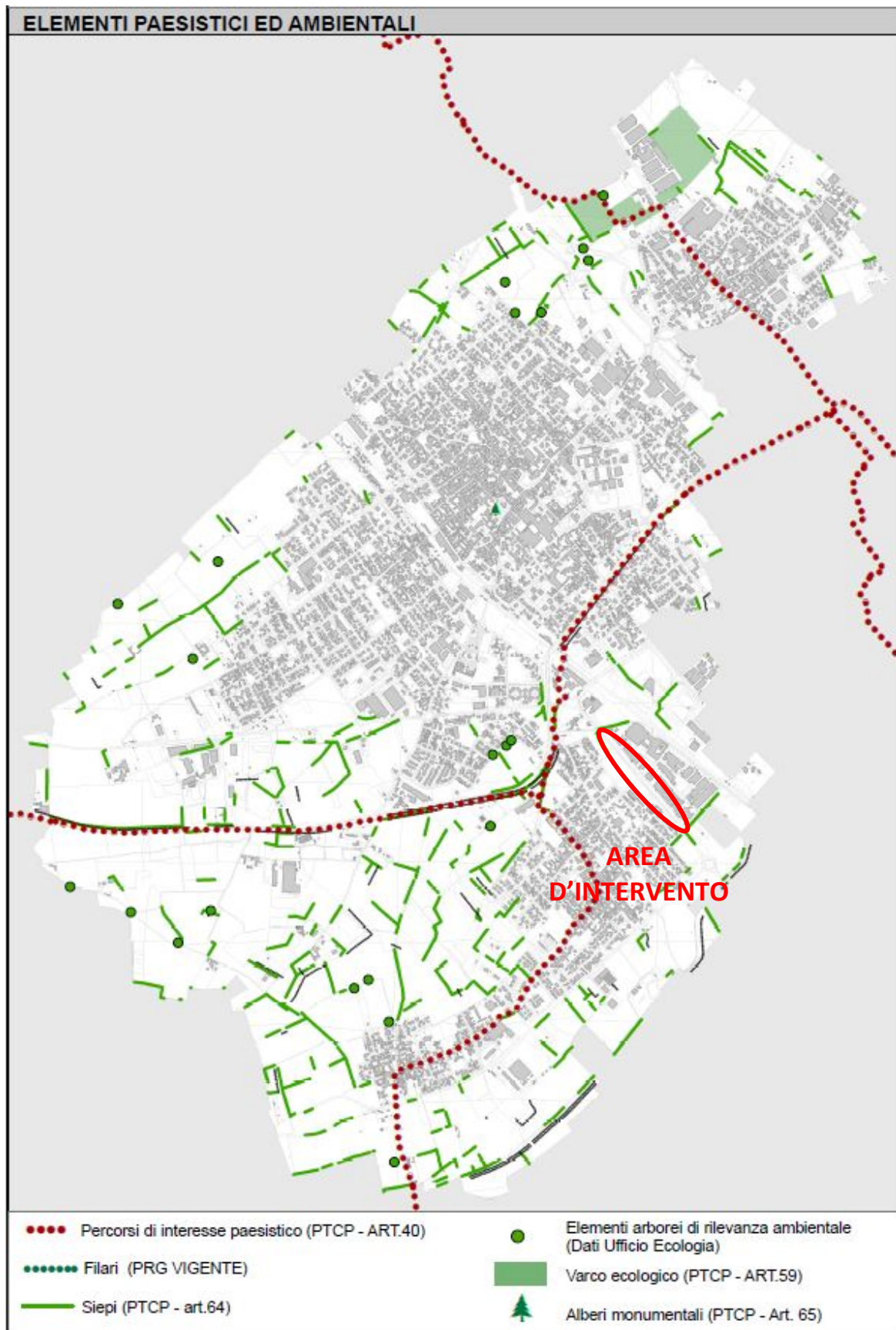


Figura 23. Vincoli Sovralocali DP4.3 del Maggio 2020. Carta degli Elementi Paesistici e Ambientali del PGT Città di Parabiago

2.3.9.2 Zone e aree a rischio archeologico

Secondo la Carta delle zone e aree a rischio archeologico del PGT del Comune di Parabiago – Vincoli Sovracomunali (**Figura 24**), la zona oggetto dello Studio di Fattibilità, pur non ricadendo in un'area a rischio archeologico, si trova all'interno del limite "zone a rischio archeologico" secondo il PRG vigente.

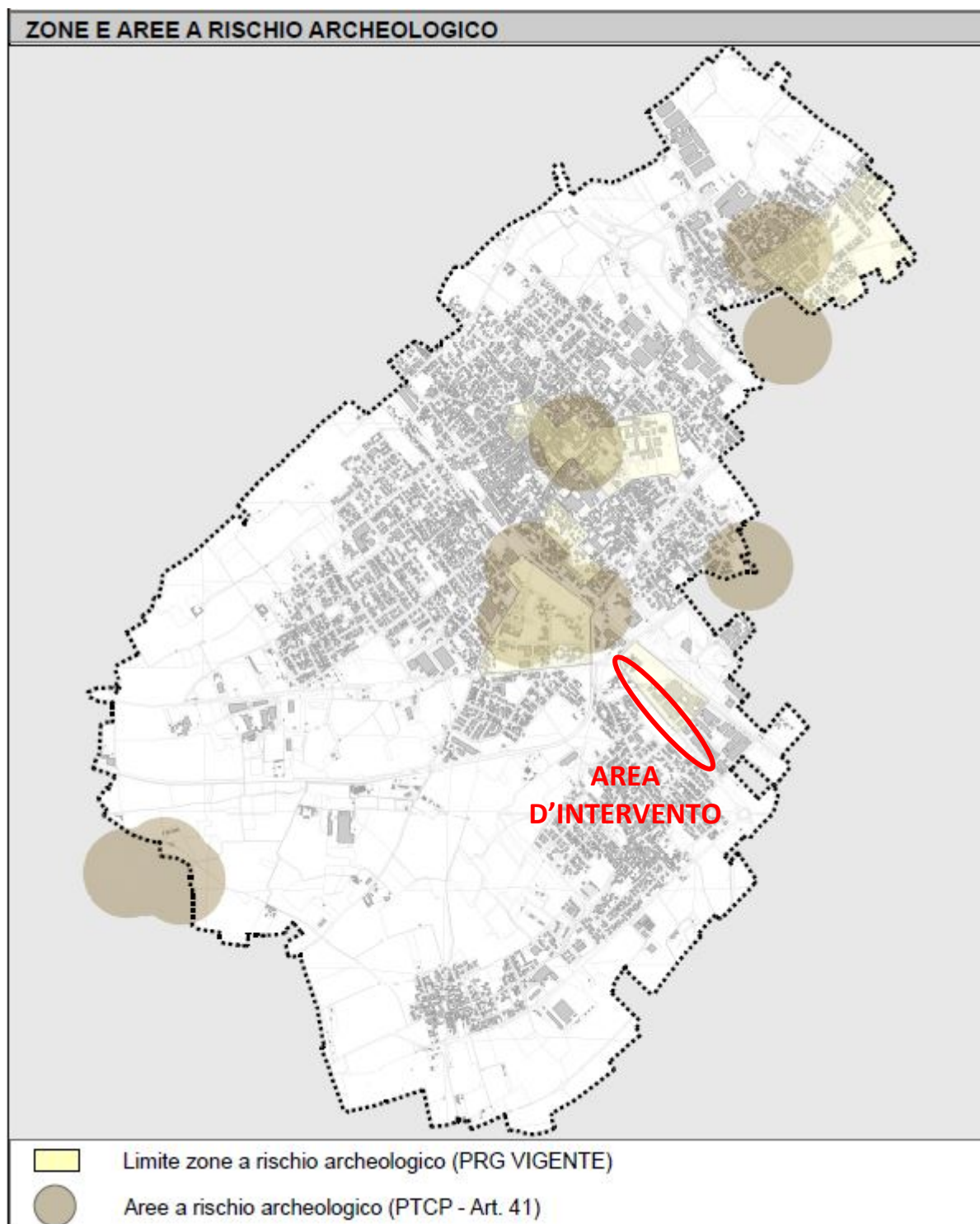


Figura 24. Vincoli Sovralocali DP4.3 del Maggio 2012. Carta delle Zone e Aree e Rischio Archeologico del PGT Città di Parabiago

2.3.9.3 Vincoli Sovralocali e Locali

La Carta dei Vincoli Locali e Sovralocali del PGT del Comune di Parabiago – Vincoli Locali (**Figura 25**), approvato con delibera di Maggio 2012, individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità:

- Vincoli ambientali: Nuova derivazione Canale Villoresi (Progetto Italferr);
- Vincoli infrastrutturali: metanodotto alta pressione

Non vi sono vincoli antropici e vincoli di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile nell'area dell'intervento.

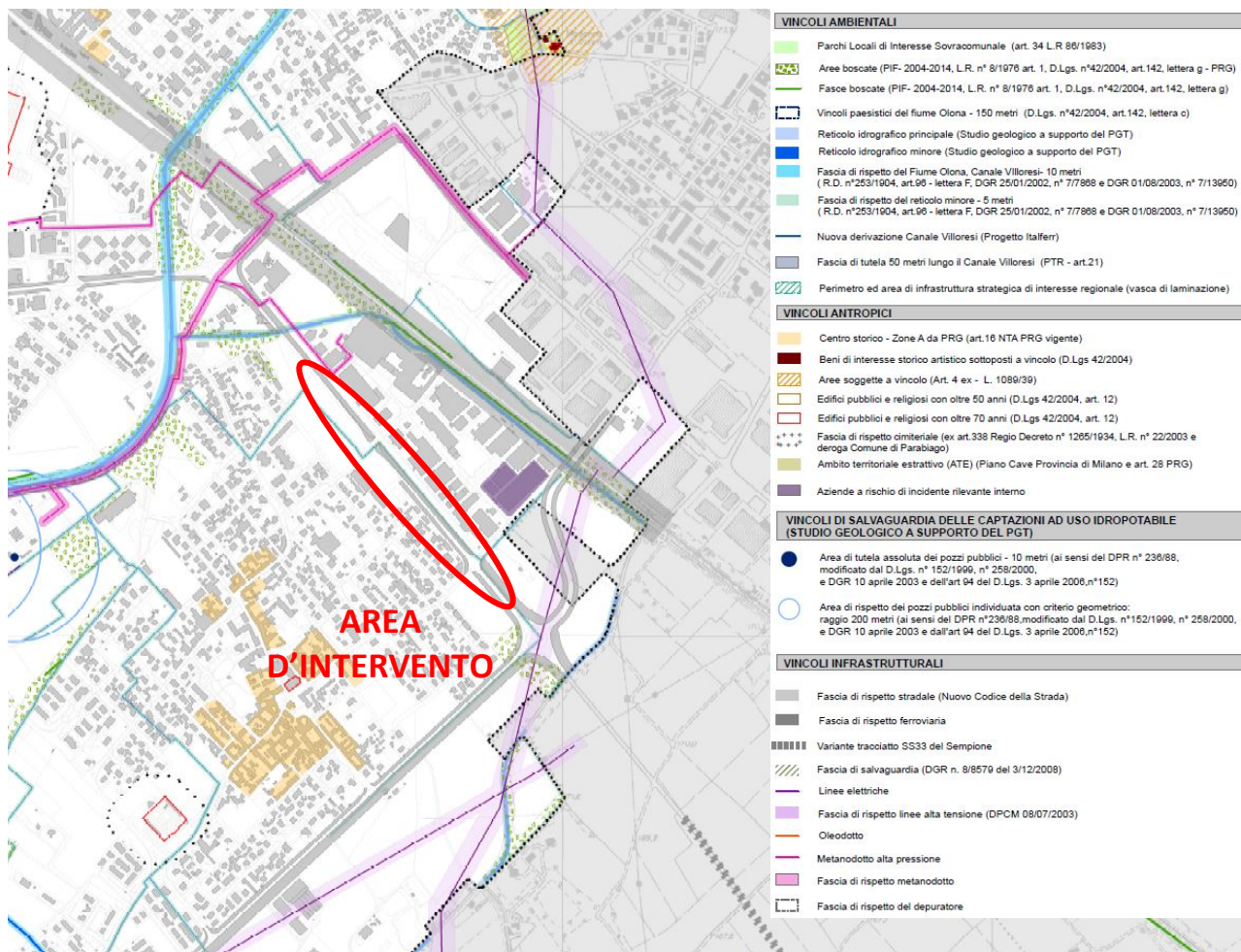


Figura 25. Vincoli locali DP4.3 del Maggio 2012. Estratto della Carta dei Vincoli Sovralocali e Locali del PGT Città di Parabiago

2.3.9.4 Trasformazioni Urbane

La Carta delle Trasformazioni Urbane, Piani e Progetti del PGT Città di Parabiago (**Figura 26**), approvato con delibera di Maggio 2012, non individua nella zona oggetto dello Studio di Fattibilità alcuna zona di trasformazione.

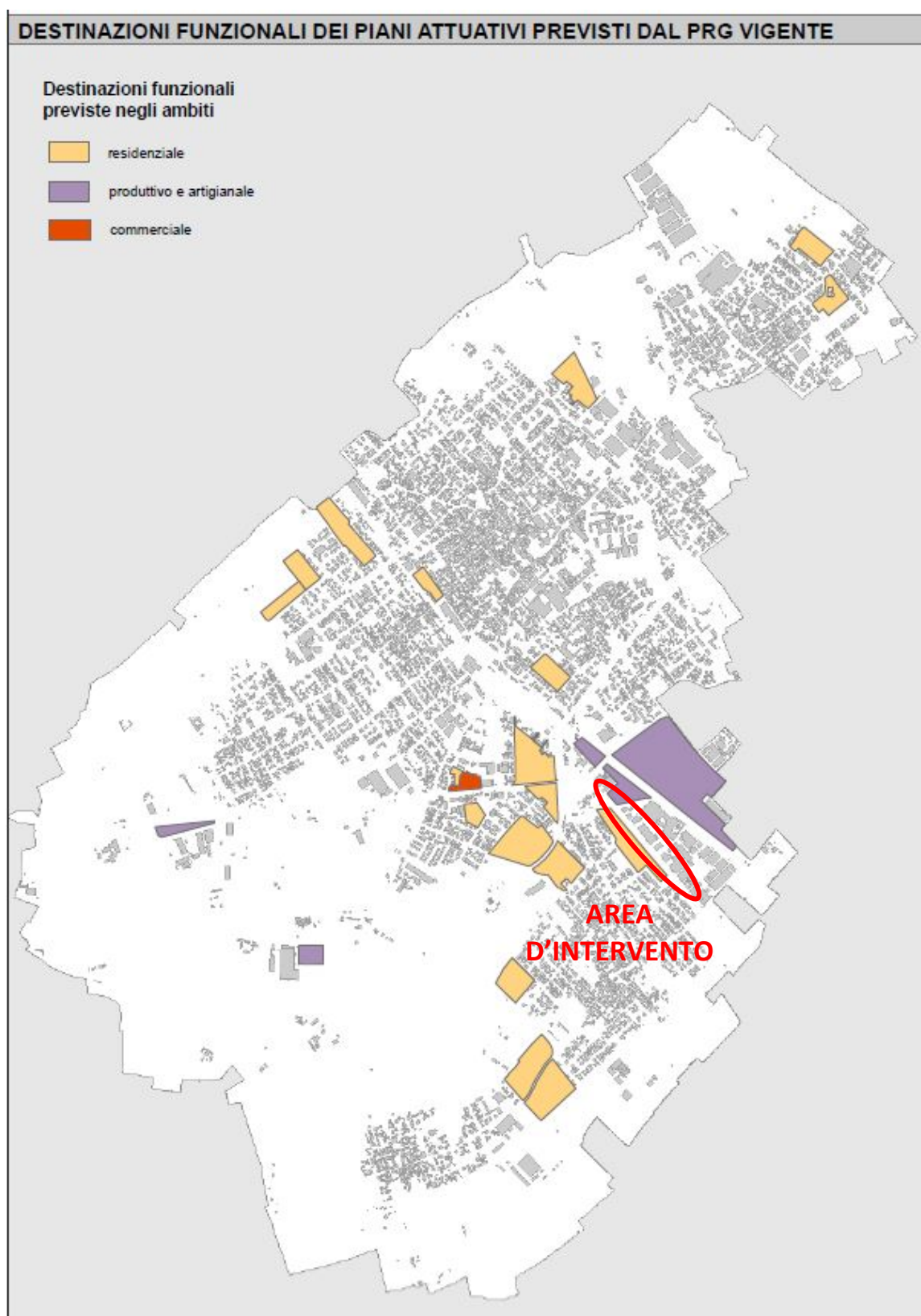


Figura 26. Trasformazioni Urbane, Piani e Progetti in atto DP4.2 del Maggio 2012. Estratto della Carta Trasformazioni Urbane, Piani e Progetti del PGT Città di Parabiago

3 IL CONFRONTO TRA LE POSSIBILI ALTERNATIVE

3.1 Lo studio di fattibilità come strumento di supporto alle decisioni e il metodo di analisi

La scelta dello strumento dello “studio di fattibilità” ha un significato preciso che va evidenziato¹. Si tratta della volontà di analizzare – in una fase molto precoce del processo decisionale che porterà al piano e/o al progetto – diverse soluzioni alternative, anche molto diverse tra loro, includendo soluzioni che potrebbero apparire troppo complesse o costose. Questa analisi permette di ampliare il raggio d’azione dei possibili interventi – prendendo in considerazione anche soluzioni che in fase di progettazione presumibilmente non emergerebbero – per evidenziare punti di forza e di debolezza delle diverse soluzioni. Si possono ottenere in questo modo due importanti risultati:

- Spesso, dal confronto tra diverse soluzioni, emergono esigenze/obiettivi secondari ma importanti, cui il progetto può rispondere senza ulteriore spesa o coinvolgendo attori che ad un’analisi più superficiale non verrebbero considerati
- È possibile scartare le soluzioni meno vantaggiose con cognizione di causa, contribuendo alla trasparenza del processo decisionale

La metodologia adottata per lo Studio di Fattibilità, si ispira alle più recenti ricerche ed esperienze internazionali nel campo della “Teoria delle decisioni”, con particolare riferimento alle decisioni in ambito pubblico, e si basa sulla così detta *Analisi Multicriterio*, un metodo di valutazione che è in grado di fornire una visione di sintesi, in cui appare evidente se accanto ad alcuni (sensibili) vantaggi, la stessa soluzione d’intervento porti a (seri) svantaggi. Con tale approccio è inoltre possibile comprendere quale grado di compromesso occorre accettare quando si preferisce una tipologia di intervento ad altre. Tale approccio ha trovato larga applicazione nei temi della sostenibilità ambientale, dove diverse variabili sono tipicamente coinvolte (vedasi, ad esempio, [2])

Per **analisi Multicriterio (Multi-criteria analysis – MCA)** si intende una schematizzazione del problema di valutazione e scelta in un problema decisionale in cui si identifica, in essenza, un numero finito di alternative di soluzione (Alternative) e un insieme di criteri di valutazione di tipo diverso, solitamente incommensurabili, cioè non quantificabili con la stessa unità di misura. Il pregio di tale approccio sta nel rendere espliciti i vantaggi e gli svantaggi che ognuna delle alternative considerate comporta. Il concetto di rendere esplicito si traduce nella realizzazione di una *Matrice degli effetti* e in una *Matrice di valutazione*.

La **Matrice degli effetti** è una tabella in cui le colonne corrispondono alle Alternative di soluzione e le righe ai criteri di scelta; nelle caselle della tabella viene riportata una “misura” (qualitativa o quantitativa) di come una data Alternativa si comporta dal punto di vista di ogni criterio, cioè il valore (frutto di una predizione) dei singoli indicatori utilizzati per misurare i criteri.

¹ L’introduzione nel nostro ordinamento del concetto di studio di fattibilità può essere fatto risalire al 1998. In quegli anni abbiamo due disposizioni di diverso tenore. La prima, la L. 415 del novembre 1998 che modificando l’art.14 “programmazione dei lavori pubblici” della l.109/94 in materia di lavori pubblici prevede espressamente che il programma triennale costituisce momento attuativo di studi di fattibilità e d’identificazione e quantificazione dei propri bisogni... Gli studi individuano i lavori strumentali al soddisfacimento di detti bisogni, indicano le caratteristiche funzionali, tecniche, gestionali ed economico-finanziarie degli stessi e contengono l’analisi dello stato di fatto di ogni intervento nelle sue eventuali componenti storico-artistiche, architettoniche, paesaggistiche, e nelle sue componenti di sostenibilità ambientale, socio-economiche, amministrative e tecniche. La seconda, preceduta da numerosi interventi legislativi diretti alla disciplina del cofinanziamento comunitario di opere e interventi pubblici, la delibera CIPE n.70/98 che prevede “di destinare parte delle risorse, riservate a programmi infrastrutturali, all’effettuazione di studi di fattibilità in funzione propedeutica all’attivazione del fondo della progettualità in modo da consentire alle regioni di disporre di un parco progetti di sicura affidabilità, da finanziare secondo criteri concertati tra stato e regioni stesse.

La **Matrice di valutazione** è una tabella simile alla precedente, ma costruita per supportare la decisione del portatore d'interesse. Nelle sue caselle vengono riportate le valutazioni, cioè la misura degli indici utilizzati per sintetizzare l'obiettivo o l'impatto per ogni criterio. Tale misura avviene per mezzo della definizione delle così dette *Funzioni di Valore*, approccio largamente accettato a livello internazionale (Nijkamp and Beinat, 1998).

L'analisi MCA qui proposta prevede la definizione di:

- Alternative
- Scenari
- Criteri di valutazione
- Funzioni valore
- Pesi

Con il termine **Alternativa** ci si riferisce alla definizione di una precisa soluzione di intervento per il problema trattato, che per questo studio riguarda la manutenzione straordinaria e ammodernamento del parcheggio e della sede stradale.

Per **Scenari** si intendono condizioni che possono influenzare il progetto dall'esterno, ma che non sono diretta scelta del progettista (p.es. diverso contesto normativo, un cambiamento rilevante delle condizioni socioeconomiche, ecc.).

I **Criteri** di valutazione, esprimono cosa ci interessa riguardo al problema trattato: innanzitutto gli obiettivi che vogliamo raggiungere (nel nostro caso una migliore pavimentazione degli spazi), ma anche gli altri aspetti "secondari" che ci interessano (p.es. costi, impatti ambientali, etc.), che è necessario quantificare per procedere alla valutazione delle Alternative.

Le **Funzioni di valore** servono per il passaggio dalla Matrice degli effetti alla Matrice di valutazione. Dato che ogni variabile può essere misurata in diverse unità, è necessario procedere a una normalizzazione in grado di definire con una unità univoca il grado di soddisfazione per ogni criterio. Il metodo qui proposto prevede la stima di ogni variabile dando un valore da 0 a 1, dove 0 rappresenta la soddisfazione minima (S_{min}) e 1 quella massima (S_{max}). Per determinare il grado di soddisfazione per ogni variabile si è proceduto coi seguenti passi (Alarcon et al., 2010):

- Definizione dell'orientamento della funzione di valore (crescente o decrescente).
- Definizione dei valori di minimo (S_{min} , valore 0) e di massimo (S_{max} , valore 1) delle performance/soddisfazioni
- Definizione del tipo (ordinale o cardinale) e della forma (lineare, concava, convessa, a S) della funzione di valore
- Definizione della funzione matematica associata alla funzione di valore

I **Pesi** definiscono le preferenze per i diversi criteri, che possono essere diversi in funzione dei diversi portatori d'interesse coinvolti (preferisco spendere meno o essere più attento agli impatti ambientali?).

Applicando i pesi ai valori normalizzati della Matrice di Valutazione si ottiene un punteggio univoco per ogni Alternativa, che è sintesi degli effetti per ogni criterio e delle preferenze dei portatori di interesse coinvolti.

3.2 Dagli obiettivi ai criteri di valutazione

Per confrontare diverse alternative attraverso l'analisi multicriterio è necessario definire criteri di valutazione chiari e quantificabili. I criteri in base ai quali valutare le diverse alternative di intervento derivano dai seguenti obiettivi:

- Migliorare le condizioni del parcheggio di via Lombardia (in particolare della pavimentazione che appare ammalorata)
- Garantire un buon drenaggio delle acque di pioggia che cadono sulla superficie del parcheggio
-

Tabella 3. Criteri di valutazione e relativi indicatori usati per il confronto delle alternative

Categoria di beneficio	Cosa copre?	Capacità* di monetizzare?	Categoria di servizi ecosistemici
Qualità dell'aria	Impatto sulla salute dovuto all'inquinamento atmosferico	✓	Regolazione
Estetico	Attrattiva e desiderabilità dell'area	✓	Culturale
Performance delle infrastrutture	Riduzione di flussi e volumi da trattare da sistemi fognari misti	✓	Approvvigionamento
Biodiversità ed ecologia	Siti di valore ecologico	✓	Supporto alla biodiversità
Comfort termico dell'edificio	Raffrescamento (estate) o isolamento (inverno)	✓	Regolazione
Riduzione e sequestro di carbonio	Consumo (risparmio energetico), incorporato (risparmio idrico), sequestro (piantumazioni)	✓	Regolazione
Criminalità	Crimini contro il patrimonio/proprietà o persone	x	Approvvigionamento/ Culturale
Crescita economica	Imprenditorialità, posti di lavoro, produttività	x	Approvvigionamento
Formazione	Maggiori opportunità educative	✓	Culturale
Incrementare lo sviluppo	Spazio per l'edilizia abitativa / altra crescita	✓	Approvvigionamento
Alluvioni	Danni alla proprietà / persone	✓	Regolazione/ Culturale
Salute	Benefici per la salute fisica, emotiva e mentale	✓	Culturale
Rumore	Attenuazione del rumore legato al traffico	✓	Regolazione/ Culturale
Fruizione e svago	Coinvolgimento in specifiche attività ricreative	✓	Culturale
Turismo	Attrattiva delle aree turistiche	x	Approvvigionamento
Moderazione del traffico	Riduzione rischio di incidenti stradali o creazione di opportunità ricreative sulle strade	x	Culturale
Qualità dell'acqua	Miglioramenti della qualità delle acque superficiali in termini di estetica, salute, biodiversità, ecc.	✓	Regolazione/ Culturale

Disponibilità di acqua	Ricarica delle acque sotterranee, raccolta dell'acqua piovana e miglior deflusso	✓	Approvvigionamento/ Regolazione
-------------------------------	--	---	------------------------------------

3.3 I pesi

I pesi sono stati ottenuti dando dei voti di importanza relativa a ciascun criterio, variabili da 1 a 10. I voti sono stati scelti dagli esperti autori di questo studio, cercando di sintetizzare le preferenze riscontrate dai committenti e dai diversi portatori di interesse coinvolti e colte durante gli incontri effettuati. Tali pesi sono riassunti in **Tabella 4**.

Tali pesi sono solo indicativi e utili per avere una prima valutazione delle alternative proposte. Tuttavia, l'impostazione del lavoro consente facilmente di mutarli e di verificare la solidità delle alternative scelte attraverso la MCA in questa fase. Ad esempio, sarebbe possibile organizzare incontri partecipati con i diversi portatori di interesse, in cui proporre questionari atti a ricalibrare i pesi qui proposti e verificare se la soluzione scelta rimanga la stessa o muti in ragione dei diversi punti di vista.

Tabella 4. Paesi dell'MCA, scelti dagli esperti

Criteri	Importanza relativa	Peso
Qualità aria	7	0.10
Riqualificazione urbana	7	0.10
Biodiversità	7	0.10
Emissioni e sequestro CO2	7	0.10
Educazione ambientale	5	0.07
Benessere/Salute	7	0.10
Acque reflue	7	0.10
Ricarica falda	2	0.03
Costi di realizzazione	10	0.14
Costi di gestione	10	0.14
Totale	69	1.00

3.4 Gli Scenari e le Alternative

3.4.1 Definizione degli scenari

Come dettagliato nell'inquadramento normativo, gli interventi d'interesse del presente studio di fattibilità non richiedono il rispetto dell'invarianza idraulica, come da interventi definiti nel Regolamento Regionale 7/2017. Tuttavia, si è ritenuto d'interesse valutare le prestazioni delle alternative di progetto nel caso in cui vi fosse l'obbligo di invarianza idraulica in accordo al Regolamento Regionale 7/2017, cioè nel caso in cui il parcheggio e la strada fossero state di nuova edificazione.

Si definiscono quindi 2 scenari:

- **Scenario 1:** situazione attuale (nessuna necessità di avere volumi volano)
- **Scenario 2:** richiesta di rispetto dei principi d'invarianza idraulica (con necessità di avere volumi volano)

3.4.2 Descrizione delle Alternative

3.4.2.1 Caratteristiche, proprietà e vantaggi dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile (SuDS)

Il **Drenaggio urbano sostenibile** (SuDS - *Sustainable Drainage Systems*) si pone l'obiettivo di gestire le acque di pioggia ricadenti in aree urbane in modo da:

(i) riequilibrare il bilancio idrologico e ridurre il carico inquinante verso i corpi idrici, ricreando le condizioni esistenti sul territorio prima dell'urbanizzazione: l'idea delle così dette città spugna (*sponge cities*) che sono in grado di assorbire le acque invece di farle scorrere in superficie o nelle reti fognarie;

(iii) costruire infrastrutture verdi in grado di sfruttare tutti i benefici forniti dai servizi ecosistemici delle soluzioni naturalistiche (Nature-Based Solutions).

I **Servizi ecosistemici** (*Ecosystem Services*) sono definiti come "i contributi, diretti o indiretti, degli ecosistemi al benessere umano".

Le tecniche di drenaggio urbano sostenibile forniscono diversi servizi ecosistemici oltre a quello dell'allontanamento delle acque di pioggia. A titolo di esempio, di seguito sono elencati 13 esempi di Servizi Ecosistemici forniti da soluzioni naturalistiche - *Soft Engineering* - per il drenaggio urbano delle acque di pioggia rispetto agli approcci tradizionali - *Hard Engineering*:

- regolazione atmosferica
- regolazione climatica
- regolazione idrica
- recupero delle acque
- controllo dell'erosione e trattenimento dei sedimenti
- formazione di suolo
- bilanciamento cicli dei nutrienti
- riduzione carico inquinante sfruttando i processi naturali
- pollinazione
- aumento biodiversità
- produzione di biomasse
- aumento aree ricreative
- educazione ambientale

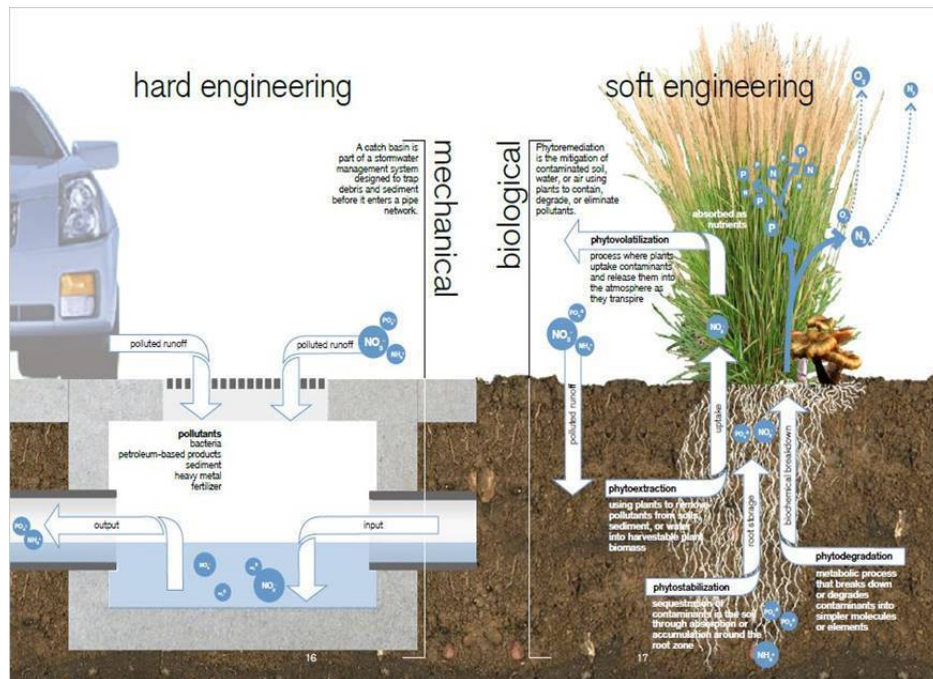


Figura 27. Confronto tra Hard e Soft Engineering. Huber, 2010

3.4.2.2 Generalità sulla progettazione delle Alternative

La progettazione si è sviluppata indirizzando le scelte progettuali in modo tale da migliorare la funzionalità delle aree di sosta intervenendo compatibilmente con le risorse che potranno ragionevolmente essere destinate alla gestione ordinaria.

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 drenaggio urbano sostenibile;
- Razionalizzazione delle aree di sosta, dei percorsi pedonali e degli accessi;
- Ipotesi di utilizzo di materiali e piante facenti parte della tradizione e del paesaggio del territorio.

Dal punto di **vista normativo**, la progettazione dell'intervento ha seguito le seguenti indicazioni:

Piano delle Regole Città di Parabiago - Norme Tecniche di Attuazione – PR10 Giugno 2012

- Art. 36. (Tessuto per attività produttive)
- Art. 47. (Norme generali relative alle reti ed elementi della viabilità)
- Art. 51. (Articolazione della rete)
- Art. 56. (Tutela e sviluppo del verde)

PRG – Norme Tecniche di Attuazione – B.U.R.L. n. 44 DEL 29/10/08

- Art. 8. (Dotazione di parcheggi)

- Art. 26. (Aree per la viabilità e per la mobilità)

Mentre per la **progettazione dell'intervento sulla sede stradale** ha seguito le seguenti normative nazionali e regionali:

- Codice della Strada e Regolamento di attuazione ed esecuzione (D.L. 30 Aprile 1992, n. 285);
- Testo aggiornato con la legge n. 41 del 23 Marzo 2016
- Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali (D.M. 19 aprile 2006)
- Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade (D.M. 05 novembre 2001) Norme sull'arredo funzionale delle strade urbane; Bollettino Ufficiale del CNR (n. 150 del 1992)
- Norme per la progettazione di zone di intersezione e assi stradali (dgr n. VIII/3219 del 27 settembre 2006)
- Regolamento regionale per la progettazione stradale (N. 7 del 24 aprile 2006)

I **coefficienti di afflusso**, in via semplificata, sono assunti pari a quelli proposti dal Regolamento Regionale 7/2017 art.11 comma d:

- *pari a 1 per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, tetti verdi e giardini pensili sovrapposti a solette comunque costituite e pavimentazioni continue quali strade, vialetti, parcheggi;*
- *pari a 0,7 per le pavimentazioni drenanti o semipermeabili, quali strade, vialetti, parcheggi;*
- *pari a 0,3 per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.*

Le **dimensioni delle vasche volano** sono state calcolate in modo semplificato facendo riferimento alle indicazioni dell'art. 12 del Regolamento Regionale 7/2017, il quale suggerisce di considerare 800 mc per ettaro impermeabile.

Nella foto seguente (**Figura 28**) si mostra lo stato attuale di un breve tratto interno di Via Lombardia, per confrontarlo con le alternative progettuali proposte.

L'area totale oggetto dell'intervento è di **13726 mq** di cui:

- 7261 mq di strada carrabile impermeabile costituita da un'unica corsia con doppio senso di marcia di una larghezza complessiva di 10 mt.
- 3408 mq di marciapiedi su entrambi i lati larghi 2.50 mt.
- 2709 mq di area parcheggio impermeabile su un lato larga 5 mt
- 348 mq di aree verdi in prossimità degli incroci

In base alla scelta progettuale del sistema del drenaggio urbano adottato, verrà analizzato l'alternativa che ne consegue.

Si sono, quindi, identificate 4 alternative:

- **A0:** solo rifacimento manto stradale
- **A1:** pavimentazione permeabile
- **A2:** trincee infiltranti
- **A3:** aree di bioritenzione

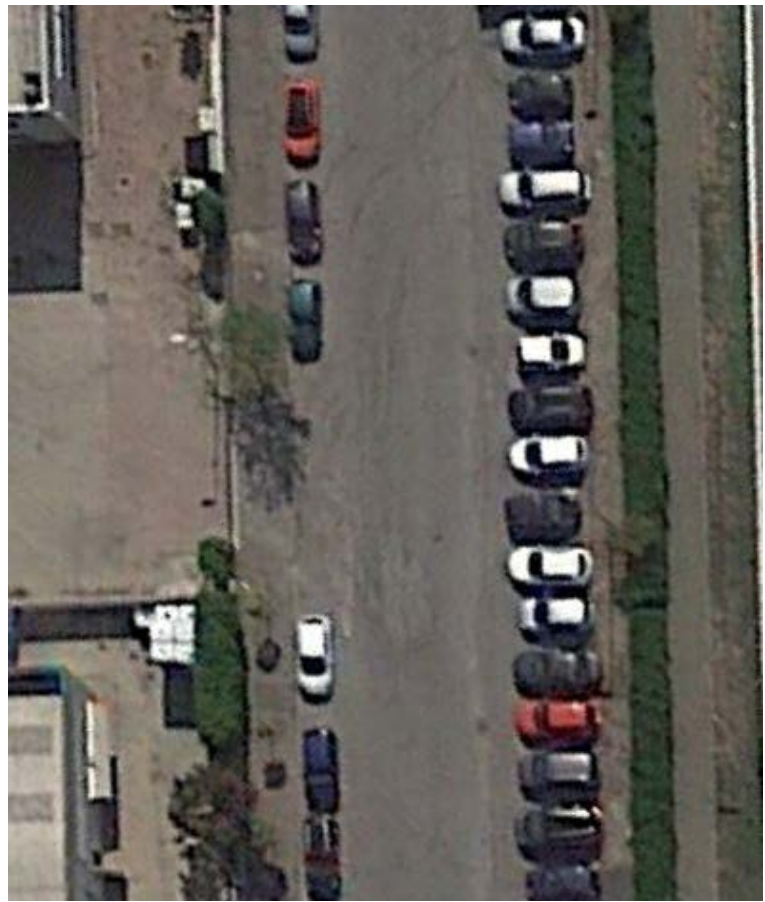


Figura 28. Statto attuale di un tratto di Via Lombardia, Città di Parabiago (MI). Google Earth

3.4.2.3 Alternativa 0: solo rifacimento manto stradale

Nell'immagine seguente (**Figura 29**) è riportata una riproduzione del tratto di strada, preso in analisi, di Via Lombardia al seguito del rifacimento del manto stradale e ripristino segnaletica come specificato in Alternativa 0.

L'alternativa 0 prevede il solo rifacimento del manto stradale della strada carrabile e dell'area di parcheggio, attualmente ammalorato.

In questa ipotesi non sono previsti nuovi sistemi di drenaggio urbano e l'assetto viario non viene riprogettato.

La riqualificazione si limita ad una manutenzione ordinaria del manto stradale e il rifacimento della segnaletica orizzontale.

L'area avrà un coefficiente medio pesato di deflusso pari a **0,99** e sarà così costituita:

- 7261 mq di strada carrabile impermeabile costituita da un'unica corsia con doppio senso di marcia di una larghezza complessiva di 10 mt.
- 3408 mq di marciapiedi su entrambi i lati larghi 2.50 mt.
- 2709 mq di area parcheggio impermeabile su un lato larga 5 mt
- 318 mq di aree verdi in prossimità degli incroci

Lo **Scenario 2** non prevede variazioni di ingombri per gli interventi, ma semplicemente la realizzazione di una vasca volano di volume pari a **1090 mc**.

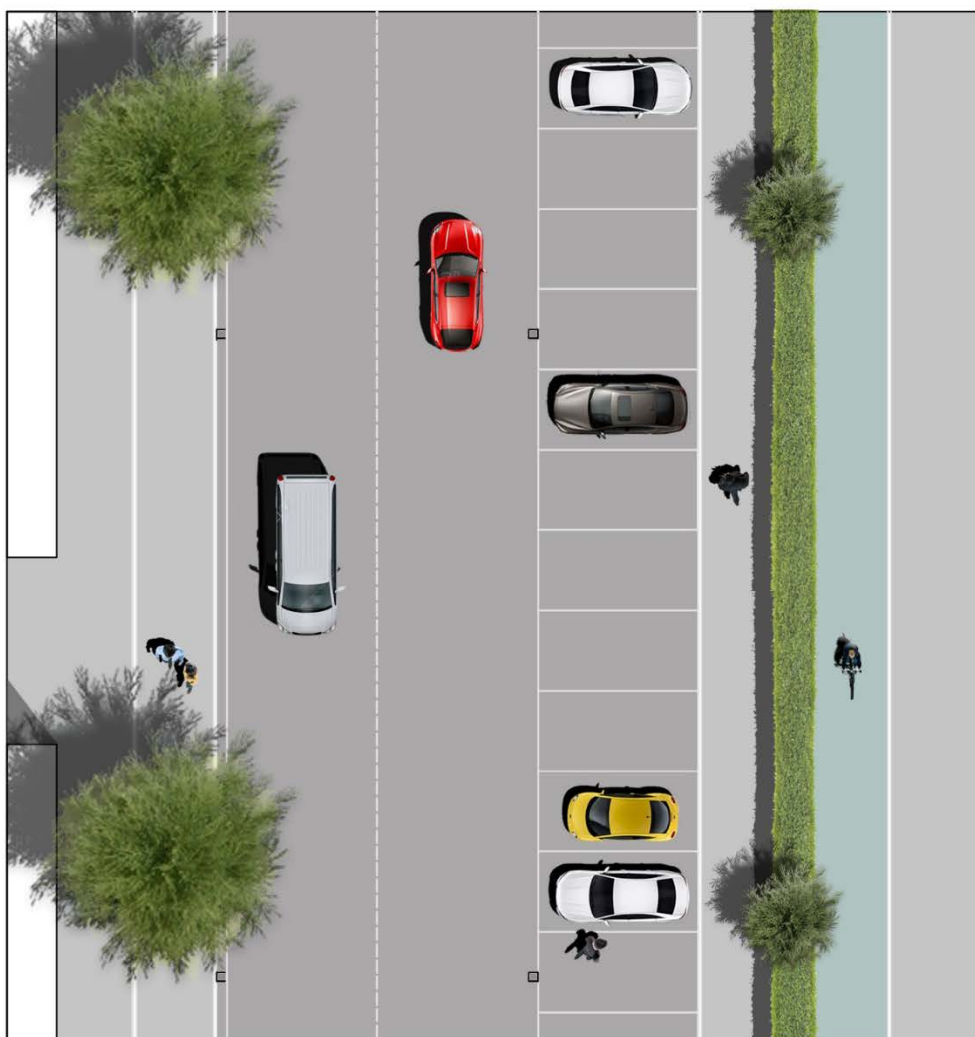


Figura 29. Stato di progetto – Alternativa 0. Planimetria e sezione di un tratto di Via Lombardia, Città di Parabiago (MI)

3.4.2.4 Alternativa 1: pavimentazione permeabile

L'alternativa 1 prevede di adottare come sistema di drenaggio urbano delle pavimentazioni permeabili nell'area riservata al parcheggio dei veicoli, lasciando invariato l'assetto viario.

Figura 30 mostra un esempio di pavimentazione drenante considerata, cioè costituita da grigliato in calcestruzzo riempito con ghiaia.

Nell'immagine **Figura 31** è riportata una riproduzione del tratto di strada, preso in analisi, di Via Lombardia al seguito del rifacimento del manto stradale, ripristino segnaletica e sostituzione asfalto con pavimento permeabile nell'area di sosta per i veicoli.

Il sistema di pavimentazione realizzato con superfici drenanti garantisce il deflusso superficiale dell'acqua meteorica che permea nel terreno attraverso elementi modulari costituiti da grigliati di cemento, caratterizzati dalla presenza di vuoti che vengono riempiti con materiale permeabile (ghiaia), in modo da permettere l'infiltrazione delle acque di dilavamento. Questa soluzione progettuale consente di diversificare e di caratterizzare l'immagine urbana.

Verrà inoltre rifatto il manto stradale della strada carrabile e la segnaletica orizzontale.

L'area di intervento avrà un coefficiente medio pesato di deflusso pari a 0,93 e sarà così costituita:

- 7261 mq di strada carrabile impermeabile costituita da un'unica corsia con doppio senso di marcia di una larghezza complessiva di 10 mt.
- 3408 mq di marciapiedi su entrambi i lati larghi 2.50 mt.
- 2709 mq di area parcheggio con pavimento drenante su un lato larga 5 mt
- 318 mq di aree verdi in prossimità degli incroci



Figura 30. Esempio di pavimentazione drenante. Archiexpo.it

Lo **Scenario 2** non prevede variazioni di ingombri per gli interventi, ma semplicemente la realizzazione di una vasca volano di volume pari a **1025 mc**, inferiore – seppur di poco – all’alternativa 0, grazie alla capacità di parcheggi permeabili di immagazzinare l’acqua di pioggia.

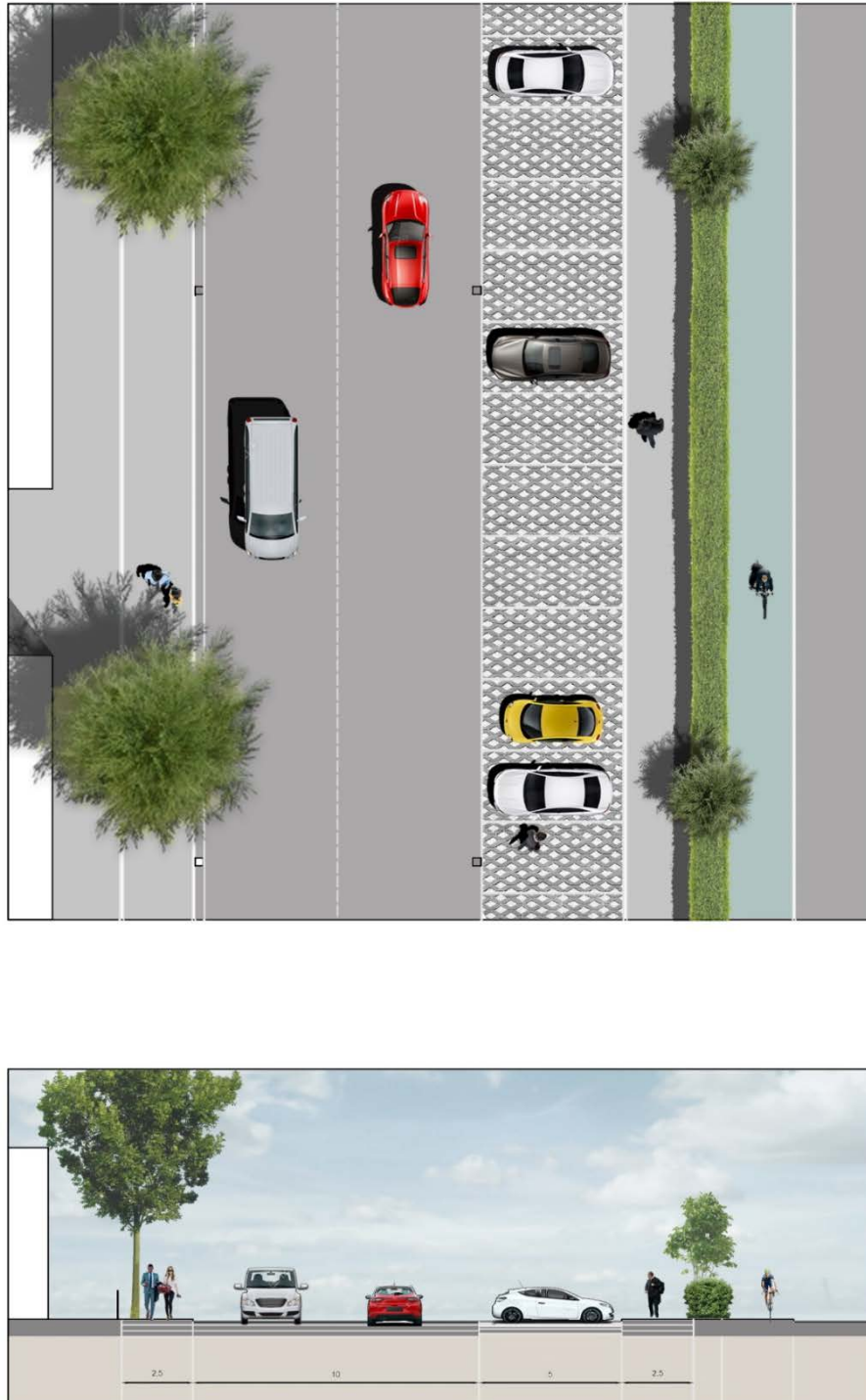


Figura 31. Stato di progetto – Alternativa 1. Planimetria e sezione di un tratto di Via Lombardia, Città di Parabiago (MI)

3.4.2.5 Alternativa 2: trincee infiltranti

L'alternativa 2 prevede di adottare come sistema di drenaggio urbano delle trincee infiltranti nell'area compresa tra il marciapiede e la strada carrabile e tra l'area di sosta e il marciapiede. Nell'immagine (**Figura 32**) un esempio di trincea infiltrante.

Le trincee infiltranti sono delle trincee riempite di ghiaia, in grado di contenere, stoccare e filtrare temporaneamente le acque di pioggia e le acque della superficie drenata. Possono essere impermeabili (se necessario) o possono permettere l'infiltrazione nel suolo, a seconda delle caratteristiche geotecniche del terreno e della posizione della falda.

Le acque di pioggia drenate vengono raccolte tramite canalette laterali e addotte ad un canale di raccolta delle acque meteoriche. Sul fondo di tale canale viene ricavata una trincea filtrante che garantisce un certo filtraggio del deflusso, catturando sedimenti, sostanze organiche e residui di olio.

L'acqua raccolta in parte filtrerà nel sottosuolo e in parte verrà convogliata verso l'uscita, facendola eventualmente affluire o alla fognatura pubblica o in un altro sistema di ritenzione o trattamento prima dello scarico in un corpo idrico. Le acque di seconda pioggia verranno poi smaltite dal canale una volta che, saturata la capacità di filtrazione della trincea, si instaura una componente di moto orizzontale. Le trincee infiltranti possono essere utilizzate al posto delle classiche tubazioni di fognatura, permettendo di convogliare le acque pioggia senza l'utilizzo di caditoie, cordoli o pozzetti stradali. Va sempre prevista una tubazione di troppo pieno per eventi meteorici intensi.

I criteri dimensionali di questa alternativa vengono differenziati in funzione dei 2 scenari:

- **Alternativa 2.1** (Scenario 1): trincee infiltranti classiche
- **Alternativa 2.2** (Scenario 2): trincee infiltranti ottimizzate per massimizzare i volumi di accumulo

Le trincee sono state posizionate in prossimità delle caditoie esistenti, che verranno recuperate per permettere un funzionamento da troppo pieno della fognatura esistente. A tal fine, la pendenza trasversale del manto stradale verrà rimodulata in modo da veicolare le acque verso le trincee, che saranno dotati di apposite aperture sui cordoli per ricevere le acque di pioggia. Le caditoie stradali esterne alle trincee verranno tappate. In questo modo, il progetto prevede di mandare le acque di pioggia ricadenti sull'area d'interesse prima alle trincee e – solo quando la capacità di laminazione di questi ultimi risulterà esaurita (cioè per eventi piovosi intensi) – le acque in eccesso finiranno in fognatura, attraverso il troppo pieno. La necessità di inglobare i tombini esistenti nelle trincee e di avere dimensioni diverse delle trincee tra sinistra e destra della sezione stradale è stata sfruttata per un inserimento architettonico degli elementi SuDS non banalizzato e più piacevole.

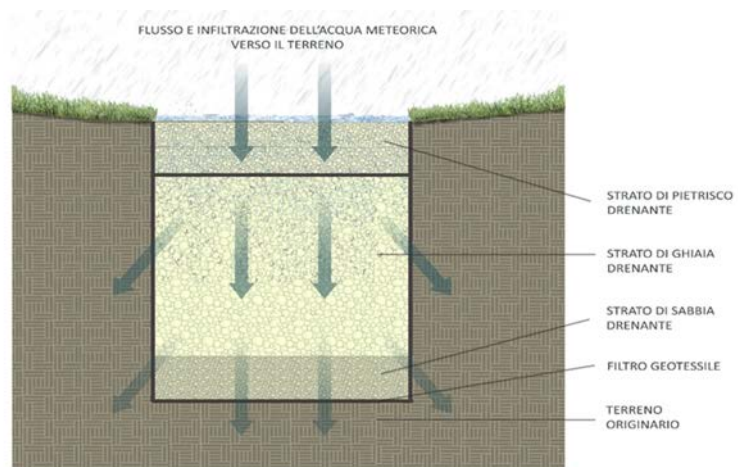


Figura 32. Sinistra: esempio di trincea infiltrante. Ballard et al., 2015
 Destra: Tipologico trincea infiltrante. Comune di Bologna, 2018

3.4.2.5.1 Alternativa 2.1

Nell'immagine seguente (**Figura 33**) una riproduzione del tratto di strada, preso in analisi, di Via Lombardia al seguito del rifacimento del manto stradale, ripristino segnaletica e inserimento trincee infiltranti, come specificato in Alternativa 2.1.

Nell'alternativa 2.1 le trincee infiltranti avranno una larghezza di 1 mt, le trincee a lato della strada carrabile saranno lunghe 5 mt, mentre quelle a lato dell'area parcheggio saranno lunghe 10 mt. La diversa lunghezza delle trincee filtranti sui due lati stradali è dovuta al fatto che le trincee di sinistra sono progettate per raccogliere solo le acque di pioggia ricadenti sulla carreggiata di sinistra, mentre quelle di destra riceveranno sia le acque della carreggiata di destra che quelle dei parcheggi.

L'alternativa, non prevedendo obiettivi specifici di accumulo, massimizza la capacità di trattamento delle trincee, che verranno realizzate con un minimo volume di accumulo sulla superficie, pari a soli 20 cm.

Si prevede inoltre il rifacimento del manto stradale della strada carrabile, il rifacimento della segnaletica orizzontale e verrà variata la larghezza dell'asse viario in quanto è prevista una riduzione della strada carrabile come consentito da normativa di riferimento. La carreggiata, a doppio senso di marcia, larga attualmente 10 mt e verrà ridotta a 8 mt. I marciapiedi e i parcheggi non subiranno variazioni di larghezza.

L'area di intervento avrà un coefficiente medio pesato di deflusso pari a **0,97** e sarà così costituita:

- 5983 mq di strada carrabile impermeabile costituita da un'unica corsia con doppio senso di marcia di una larghezza complessiva di 8 mt.
- 4216 mq di marciapiedi su entrambi i lati larghi 2.50 mt di cui 808 mq realizzati ex novo
- 2714 mq di area parcheggio impermeabile su un lato larga 5 mt
- 495 mq di trincee infiltranti larghe 1 mt e lunghe 5/10 mt
- 318 mq di aree verdi in prossimità degli incroci



Figura 33. Stato di progetto – Alternativa 2.1. Planimetria e sezione di un tratto di Via Lombardia, Città di Parabiago

3.4.2.5.2 Alternativa 2.2

Nell'immagine seguente (**Figura 34**) è riportato il caso dell'inserimento di trincee infiltranti massimizzate per l'accumulo, come specificato in Alternativa 2.2.

Nell'alternativa 2.2 le trincee infiltranti avranno una larghezza di 1.5 mt e una sezione trapezoidale per permettere una maggiore capacità di accumulo delle acque e ridurre i volumi richiesti dalla vasca volano, le trincee a lato della strada carrabile saranno lunghe 9 mt, mentre quelle a lato dell'area parcheggi saranno lunghe 18 mt.

L'alternativa, avendo obiettivi specifici di accumulo, aumenta il più possibile, compatibilmente con l'inserimento estetico della componente SuDS, il volume di accumulo sulla superficie, adottando una sezione trapezia vuota al di sopra del medium di riempimento alta 50 cm.

Anche in questa scelta progettuale, si prevede il rifacimento del manto stradale della strada carrabile, il rifacimento della segnaletica orizzontale e verrà variata la larghezza dell'asse viario in quanto è prevista una riduzione della strada carrabile come consentito da normativa di riferimento. La carreggiata, a doppio senso di marcia, larga attualmente 10 mt e verrà ridotta a 7 mt. I marciapiedi e i parcheggi non subiranno variazioni di larghezza.

Considerando il volume di laminazione messo a disposizione delle trincee infiltranti (533 mc, considerando solo la superficie e trascurando il volume di vuoti della ghiaia), l'alternativa 2.1 richiede la realizzazione di una vasca volano di volume pari a **506 mc**.

L'area di intervento avrà un coefficiente medio pesato di deflusso pari a **0,95** e sarà così costituita:

- 5983 mq di strada carrabile impermeabile costituita da un'unica corsia con doppio senso di marcia di una larghezza complessiva di 8 mt.
- 3936 mq di marciapiedi su entrambi i lati larghi 2.50 mt. di cui 528 mq realizzati ex novo
- 2714 mq di area parcheggio impermeabile su un lato larga 5 mt
- 915 mq di trincee infiltranti larghe 1.5 mt e lunghe 9/18 mt
- 318 mq di aree verdi in prossimità degli incroci

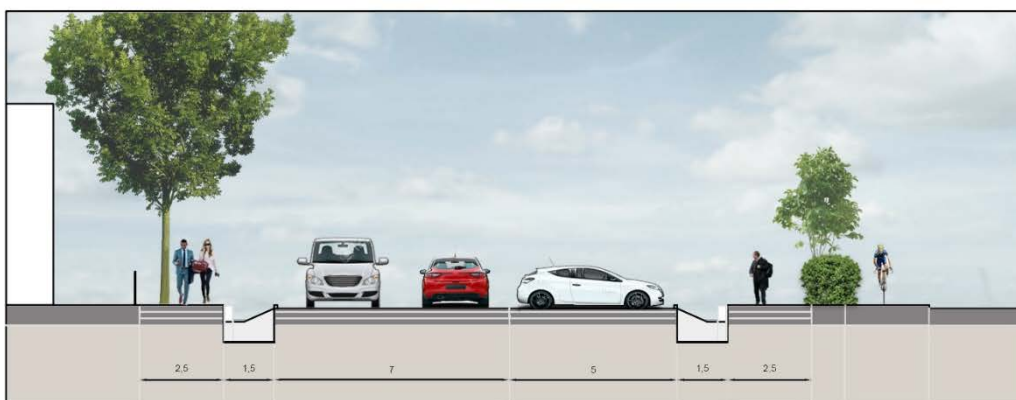
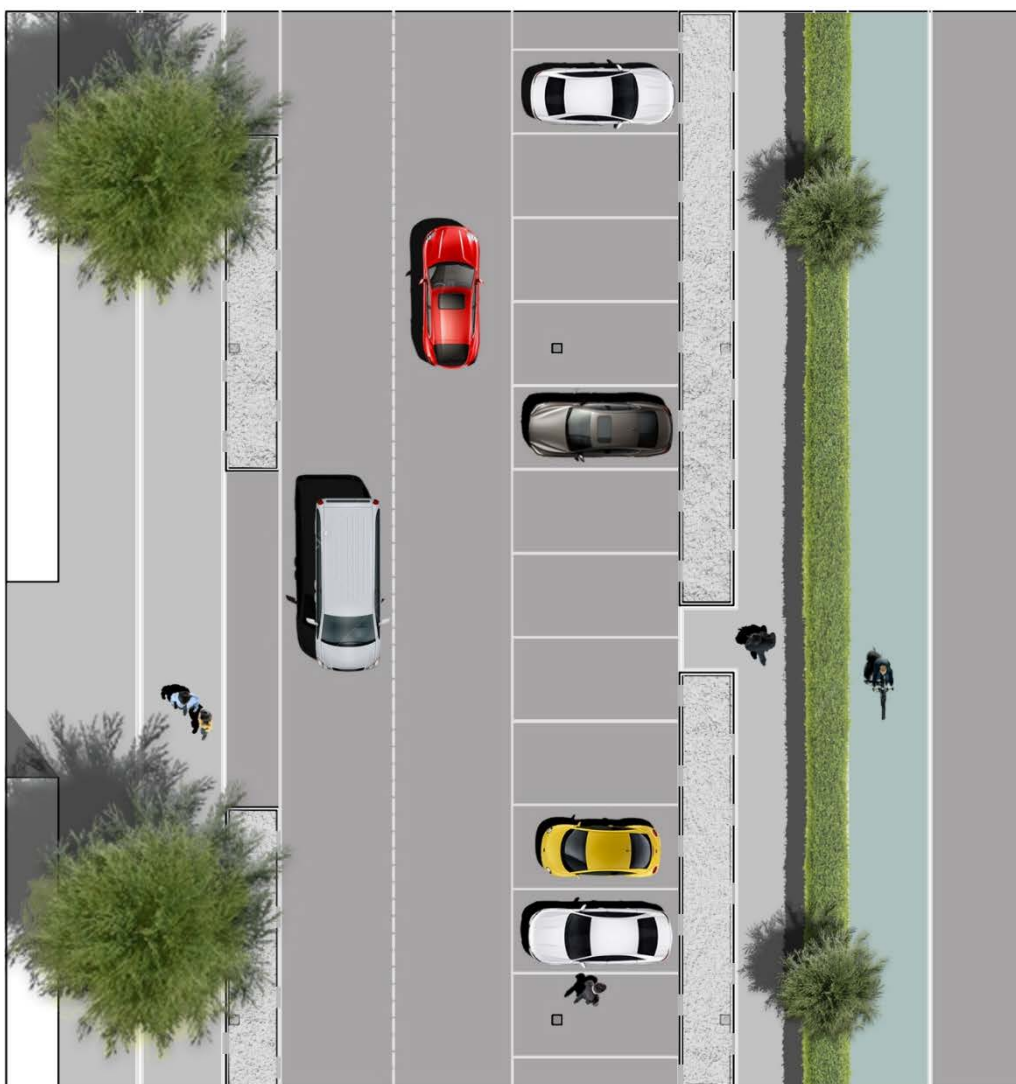


Figura 34. Stato di progetto – Alternativa 2.2. Planimetria e sezione di un tratto di Via Lombardia, Città di Parabiago

3.4.2.6 Alternativa 3: aree di bioritenzione

L'alternativa 3 prevede di adottare come sistema di drenaggio urbano delle aree di bioritenzione nell'area compresa tra il marciapiede e la strada carrabile e tra l'area di sosta e il marciapiede.

Nell'immagine seguente (**Figura 35**) un esempio di area di bioritenzione.

Le aree di bioritenzione sono leggere depressioni del suolo ricoperte a verde, finalizzate alla raccolta e al trattamento delle acque meteoriche drenate dalle superfici impermeabili circostanti mediante filtrazione e rimozione degli agenti inquinanti.

Questi sistemi permettono quindi un filtraggio e una depurazione del tutto naturale dell'acqua raccolta con ottime rimozioni dei principali inquinanti veicolati dalle acque di pioggia di dilavamento. Inoltre, le aree di bioritenzione hanno un effetto benefico anche in termini di riduzione del rischio idraulico, aumento della biodiversità, oltre a poter essere utilizzate come elemento di arredo urbano.

Le acque di dilavamento vengono convogliate tramite deflusso superficiale all'area di bioritenzione vegetata. La fascia con copertura erbosa effettua un'azione di filtraggio del materiale più grossolano e di rallentamento della velocità di deflusso. Nell'area di ristagno si ha un accumulo temporaneo e un'ulteriore deposizione di materiale trasportato. Lo strato di materiale organico effettua una prima filtrazione delle acque meteoriche e favorisce la crescita di microorganismi che provvedono ad una degradazione della materia organica trasportata. Lo spessore di suolo vegetativo svolge la funzione di sistema di filtrazione; le particelle argillose del suolo forniscono siti per l'assorbimento di inquinanti. La vegetazione garantisce la stabilità del suolo e partecipa all'azione di trattenimento degli inquinanti.

I criteri dimensionali di questa alternativa vengono differenziati in funzione dei 2 scenari:

- **Alternativa 3.1** (Scenario 1): aree di bioritenzione classiche
- **Alternativa 3.2** (Scenario 2): aree di bioritenzione ottimizzate per massimizzare i volumi di accumulo

Analogamente al caso delle trincee, le aree di bioritenzione sono state posizionate in prossimità delle caditoie esistenti, che vengono inglobate all'interno delle aree di bioritenzione e recuperate per permettere un funzionamento da troppo pieno della fognatura esistente (vedi **Figura 36**).

Non è previsto alcun sistema di irrigazione per le aree di bioritenzione.



Figura 35. Sinistra: esempio area di bioritenzione. Ballard et al., 2015
 Destra: Tipologico area di bioritenzione. Comune di Bologna, 2018



Figura 36. Esempio di *retrofitting* stradale con creazione di una area di bioritenzione con al suo interno il pozzetto stradale esistente, recuperato con funzione di troppo pieno. Sudrain.org

3.4.2.6.1 Alternativa 3.1

Nell'immagine (**Figura 37**) una riproduzione del tratto di strada, preso in analisi, con l'inserimento di aree di bioritenzione, come specificato in Alternativa 3.1.

Nell'alternativa 3.1 le aree di bioritenzione avranno una larghezza di 1 mt, le aree di bioritenzione a lato della strada carrabile saranno lunghe 5 mt, mentre quelle a lato dell'area parcheggio saranno lunghe 10 mt.

L'alternativa, non prevedendo obiettivi specifici di accumulo, massimizza la capacità di trattamento delle aree di bioritenzione, che verranno realizzate con un minimo volume di accumulo sulla superficie, pari a soli 20 cm.

Oltre al rifacimento del manto stradale della strada carrabile e della segnaletica orizzontale, verrà variata la larghezza dell'asse viario in analogia con quanto previsto dall'Alternativa 2.1 (riduzione della carreggiata a doppio senso di marcia da 10 a 8 m). I marciapiedi e i parcheggi non subiranno variazioni di larghezza.

L'ipotesi progettuale prevede la piantumazione dell'area di bioritenzione con piante e arbusti facenti parte della tradizione e del paesaggio del territorio come descritto nel Piano delle Regole Città di Parabiago - Norme Tecniche di Attuazione – PR10 Giugno 2012. Art. 56 - Tutela e sviluppo del verde.

L'area di intervento avrà un coefficiente medio pesato di deflusso pari a **0,97** e sarà così costituita:

- 5983 mq di strada carrabile impermeabile costituita da un'unica corsia con doppio senso di marcia di una larghezza complessiva di 8 mt.
- 4216 mq di marciapiedi su entrambi i lati larghi 2.50 mt. di cui 808 mq realizzati ex novo
- 2714 mq di area parcheggio impermeabile su un lato larga 5 mt
- 495 mq di aree di bioritenzione larghe 1 mt e lunghe 5/10 mt
- 318 mq di aree verdi in prossimità degli incroci

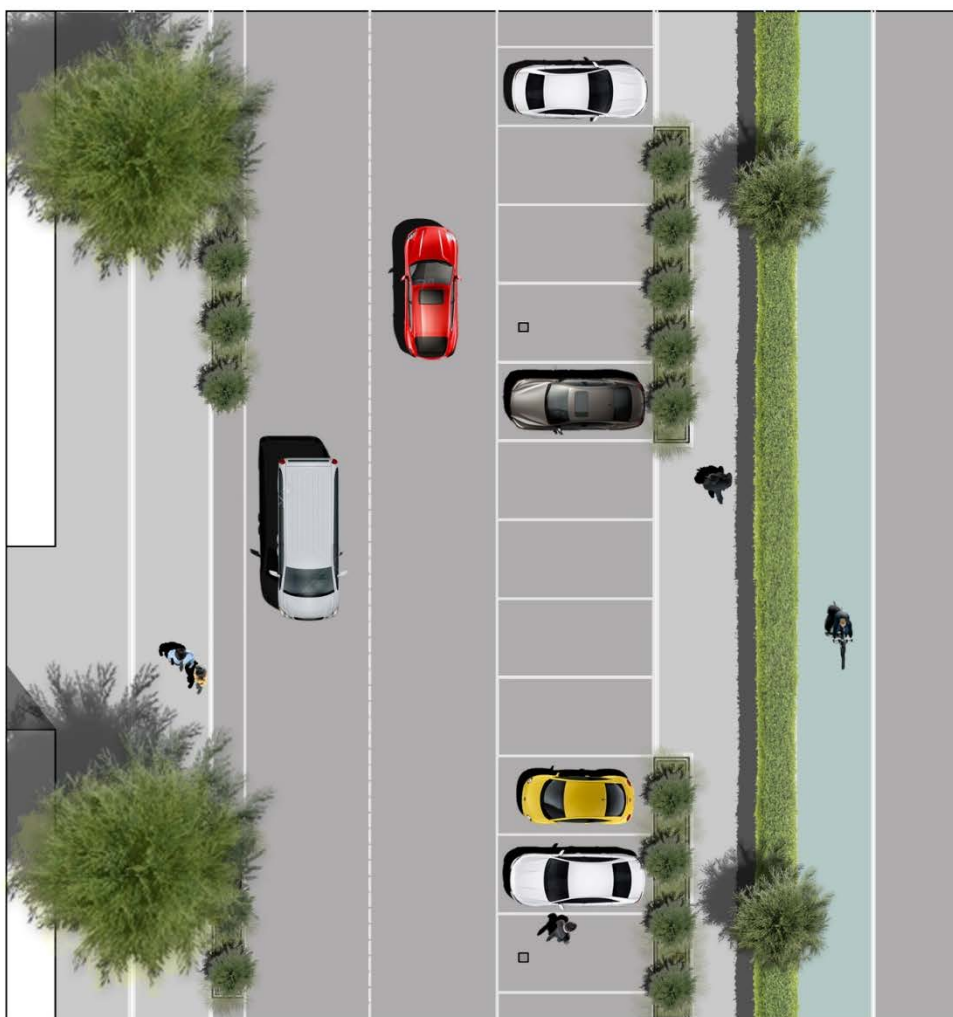


Figura 37. Stato di progetto – Alternativa 3.1. Planimetria e sezione di un tratto di Via Lombardia, Città di Parabiago (MI)

3.4.2.6.2 Alternativa 3.2

Nell'immagine di **Figura 38** è presentata una riproduzione del tratto di strada attrezzato come specificato in Alternativa 3.2.

Nell'alternativa 3.2 le aree di bioritenzione avranno una larghezza di 1.5 mt e una sezione trapezoidale per permettere l'accumulo delle acque nella vasca cosiddetta vasca volano, le aree di bioritenzione a lato della strada carrabile saranno lunghe 9 mt, mentre quelle a lato dell'area parcheggi saranno lunghe 18 mt.

Per quanto riguarda il rifacimento del manto stradale e della segnaletica orizzontale e le dimensioni della carreggiata stradale questa alternativa si comporta come l'Alt. 2.2 (riduzione da 10 a 7 m.).

L'alternativa, avendo obiettivi specifici di accumulo, aumenta il più possibile, compatibilmente con l'inserimento estetico della componente SuDS, il volume di accumulo sulla superficie, adottando una sezione trapezia vuota al di sopra del medium di riempimento alta 50 cm.

L'ipotesi progettuale prevede la piantumazione dell'area di bioritenzione con piante e arbusti facenti parte della tradizione e del paesaggio del territorio come descritto nel Piano delle Regole Città di Parabiago - Norme Tecniche di Attuazione – PR10 Giugno 2012. Art. 56 - Tutela e sviluppo del verde.

In questa alternativa, la larghezza di 1.5 mt dell'area di bioritenzione permette la piantumazione di alberi che permettono ombreggiamento sull'area pedonale e sull'area di sosta e favoriscono l'abbattimento delle isole di calore.

Considerando il volume di laminazione messo a disposizione delle aree di bioritenzione (427 mc, considerando solo la superficie, trascurando il volume di vuoti della ghiaia e considerando una porosità apparente per occupazione delle piante pari a 0.8), l'alternativa 3.1 richiede la realizzazione di una vasca volano di volume pari a **612 mc**.

L'area di intervento avrà un coefficiente medio pesato di deflusso pari a **0,95** e sarà così costituita:

- 5983 mq di strada carrabile impermeabile costituita da un'unica corsia con doppio senso di marcia di una larghezza complessiva di 8 mt.
- 3936 mq di marciapiedi su entrambi i lati larghi 2.50 mt. di cui 528 mq realizzati ex novo
- 2714 mq di area parcheggio impermeabile su un lato larga 5 mt
- 915 mq di aree di bioritenzione larghe 1.5 mt e lunghe 9/18 mt
- 318 mq di aree verdi in prossimità degli incroci

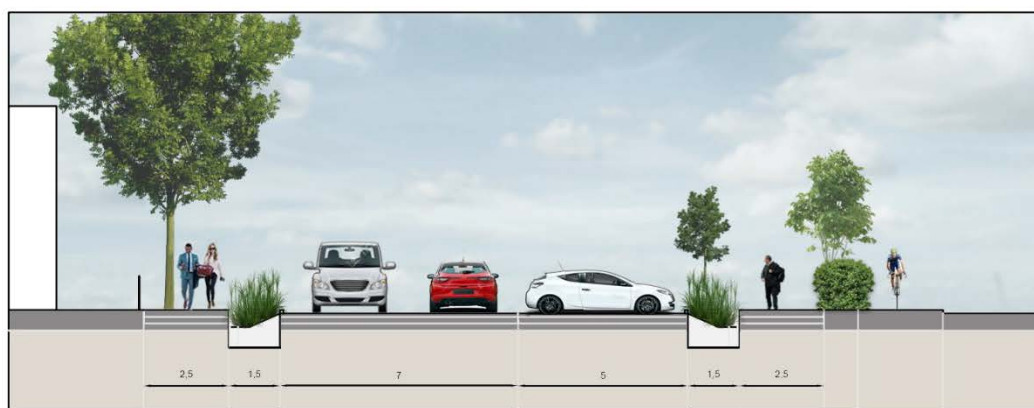
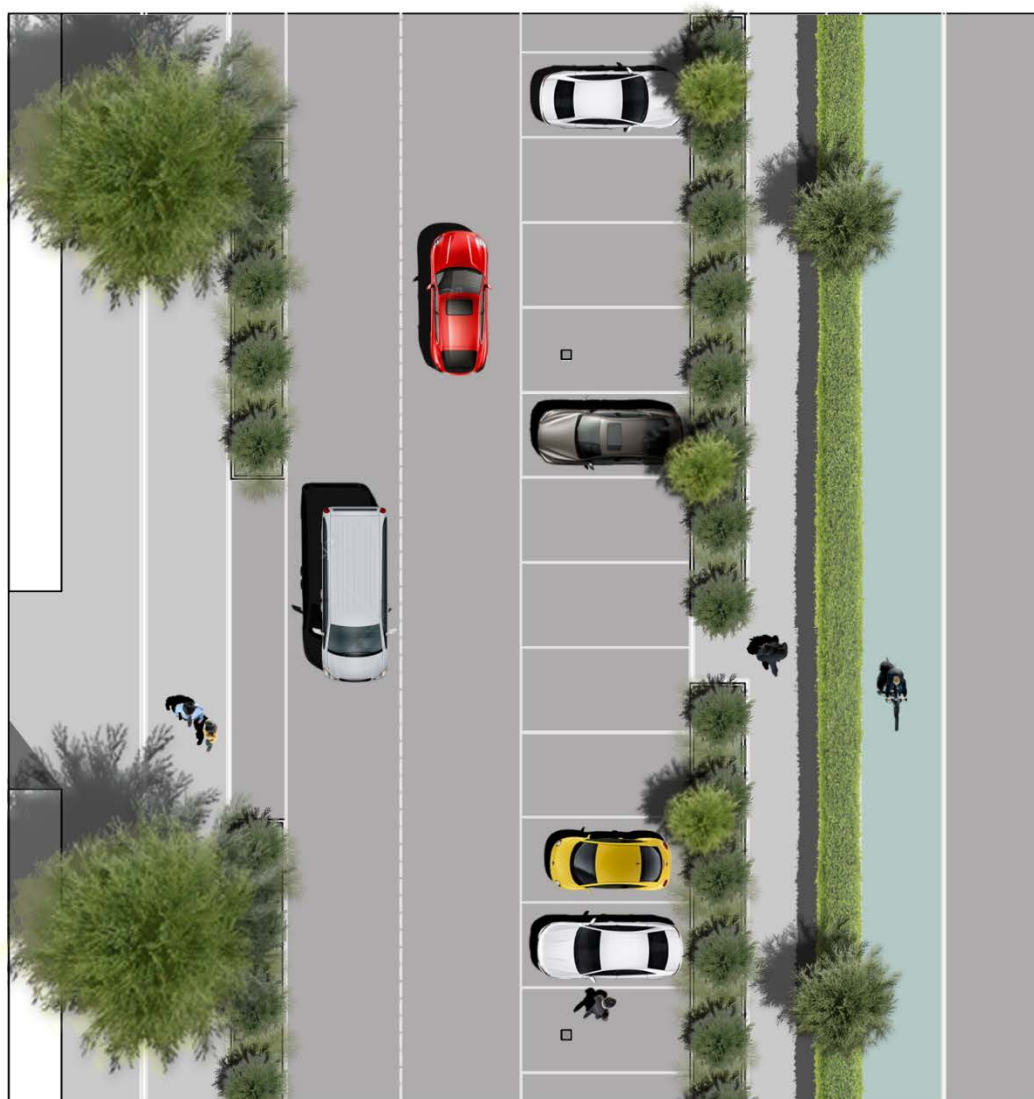


Figura 38. Stato di progetto – Alternativa 3.2. Planimetria e sezione di un tratto di Via Lombardia, Città di Parabiago (MI)

3.5 I criteri di valutazione e le “prestazioni” delle diverse alternative

Rispetto all’obiettivo principale per cui si realizza l’intervento (sanare la pavimentazione ammalorata della strada e del parcheggio garantendo un buon drenaggio delle acque di pioggia) tutte le alternative ipotizzate sono egualmente efficaci: rispetto a quest’obiettivo, dunque, le diverse alternative hanno prestazioni identiche e non è quindi necessario metterle a confronto. I criteri di valutazione quindi si riducono ai costi (di gestione e di manutenzione) e ai servizi ecosistemici che possono essere forniti dalle diverse soluzioni.

3.5.1 Costi di realizzazione

Per i **costi parametrici di realizzazione** si è cercato di dare valori il più possibile vicini a quelli reali, compatibilmente con livello di dettaglio disponibile in uno studio di fattibilità. A tal fine, una serie di costi parametrici sono stati elaborati per mezzo del Prezziario ufficiale della Regione Lombardia. I costi parametrici sono riassunti in **Tabella 5**.

Tabella 5. Riassunto costi di realizzazione parametrici da prezziario Regione Lombardia

Costi realizzazione parametrici da prezziario Regione Lombardia	Valore	Unità
costo rifacimento manto stradale	39.67	€/mq
costo parcheggi permeabili	78.88	€/mq
costo trincea infiltrante - sez. rettangolare	117.21	€/mq
costo trincea infiltrante - sez. trapezia	87.23	€/mq
costo area bioritenzione - sez. rettangolare	160.14	€/mq
costo area bioritenzione - sez. trapezia	131.09	€/mq
costo area bioritenzione - sez. trapezia con alberature	185.09	€/mq
nuovo allaccio collettore	807.49	€
Vasca Volano - Regol. RL invarianza 7/2017 (art. 16)	850	€/mc

Sulla base dei costi parametrici soprariportati si calcolano i costi di realizzazione per tutte le alternative e gli scenari, così come riassunti in **Tabella 6**. Si noti come trincee filtranti e aree di bioritenzione, per le alternative progettuali dello Scenario 2, mettano a disposizione, con appositi accorgimenti progettuali, considerevoli volumi di laminazione (51% e 41% dei volumi richiesti per invarianza idraulica per le trincee infiltranti e le aree di bioritenzione, rispettivamente) permettendo di ridurre i volumi, e quindi i costi di realizzazione, delle vasche volano in confronto alle altre alternative progettuali.



www.lifemetroadapt.eu

Tabella 6. Riassunto dei costi di realizzazione e di gestione per le diverse alternative

		ALT 0 Solo rifacimento manto stradale	ALT 0.1 Solo rifacimento manto stradale + VV	ALT 1.1 Paviment. Permeab.	ALT 1.2 Paviment. Permeab. + VV	ALT 2.1 Trincee infiltr.	ALT 2.2 Trincee infiltr. + VV	ALT3.1 Aree biorit.	ALT3.2 Aree biorit. + VV
Area strada carrabile	mq	7261	7261	7261	7261	5983	5843	5983	5843
Area marciapiedi	mq	3408	3408	3408	3408	4216	3936	4216	3936
Area parcheggio	mq	2709	2709	2709	2709	2714	2714	2714	2714
Aree verdi	mq	348	348	348	348	318	318	318	318
Area parcheggio asfaltato	mq	2709	2709	0	0	2714	2714	2714	2714
Area parcheggio permeabile	mq	0	0	2709	2709	0	0	0	0
Area Trincee infiltr lato sx	mq	0	0	0	0	155	419	0	0
Area Trincee infiltr lato dx	mq	0	0	0	0	310	837	0	0
Area bioritenzione lato sx	mq	0	0	0	0	0	0	155	419
Area bioritenzione lato dx	mq	0	0	0	0	0	0	310	837
% SuDS	%	0	0	19.74%	19.74%	3.39%	9.15%	3.39%	9.15%
coefficiente di afflusso medio pesato		0.99	0.99	0.93	0.93	0.97	0.95	0.97	0.95
V invarianza idraulica	m3	0	1089.73	0.00	1024.71	0.00	1039.21	0.00	1039.21
V VV SuDS	m3	0	0	0	0	93.0	533.6	74.4	426.9
% VV SuDS			0.00%		0.00%		51.35%		41.08%
V VV	m3	0	1090	0	1025	0	506	0	612



www.lifemetroadapt.eu

Costi									
Rifacimento manto stradale	€	288,043.87 €	288,043.87 €	288,043.87 €	288,043.87 €	237,345.61 €	231,791.81 €	237,345.61 €	231,791.81 €
Parcheggio asfaltato	€	107,466.03 €	107,466.03 €	0.00 €	0.00 €	107,664.38 €	107,664.38 €	107,664.38 €	107,664.38 €
Parcheggio permeabile	€	0.00 €	0.00 €	213,685.92 €	213,685.92 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €
Trincea infiltrante lato sx	€	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	18,167.55 €	36,505.76 €	0.00 €	0.00 €
Trincea infiltrante lato dx	€	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	36,335.10 €	73,011.51 €	0.00 €	0.00 €
Area bioritenzione lato sx	€	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	24,821.70 €	54,861.17 €
Area bioritenzione lato dx	€	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	0.00 €	49,643.40 €	154,920.33 €
Nuovi allacci collettore lato dx	€	0.00 €	1.00 €	0.00 €	1.00 €	25,032.19 €	25,032.19 €	25,032.19 €	25,032.19 €
Vasca Volano	€	0.00 €	926,268.80 €	0.00 €	871,005.20 €	0.00 €	429,777.43 €	0.00 €	520,487.30 €
Costi di realizzazione		395,509.90 €	1,321,779.70 €	501,729.79 €	1,372,735.99 €	424,544.83 €	903,783.07 €	444,507.28 €	1,094,757.18 €

3.5.2 Costi di gestione

I costi di gestione sono stati calcolati in modo semplificato, al fine della analisi multicriterio, cioè cercando di catturare le principali variabili che possano differenziare le prestazioni delle diverse alternative. Si è quindi deciso di considerare solo le voci di costo di gestione ordinarie, trascurando tutte quelle voci di gestione e manutenzione straordinarie, legate alla necessità di rimediare a condizioni critiche o occasionali (p.es. si è trascurata la necessità di sostituire i materiali per eventuale intasamento dopo una certa vita utile dell'opera). I costi di gestione qui riportati, quindi, sono solamente funzionali al confronto delle alternative, e non sono da considerarsi rappresentativi, per intero, dei costi di gestione che possono essere necessari per gestire tali sistemi.

Per la stima dei costi di gestione ordinari, quindi, si sono scelte le seguenti voci di costo:

Sfalcio delle essenze vegetali (Solo Alternativa 3 – aree di bioritenzione)

Personale per le visite di controllo delle componenti SuDS (tutte le alternative, esclusa l'alternativa 0 che non prevede interventi di drenaggio urbano sostenibile), per cui si assume 1 persona per 1 ora ogni 3 mesi

Personale per le visite di controllo dopo eventi meteorici intensi (tutte le alternative), per cui si assume 1 persona per 2 ore per 3 eventi l'anno

Manutenzione delle caditoie stradali, per cui si è assunto il costo per la pulizia, lavaggio, spurgo, trasporto e smaltimento del materiale spurgato; si ipotizza, a parità di costo di pulizia (dato che il numero di caditoie non cambia tra le diverse alternative) una frequenza di pulizia differente tra le diverse alternative

Alternativa 0 (pavimentazione ordinaria): pulizia 1 volta all'anno, al fine di garantire un corretto funzionamento della rete fognaria nello smaltimento delle acque di pioggia

Alternativa 1 (pavimentazione permeabile): pulizia ogni 3 anni, per tenere conto della capacità, da parte delle pavimentazioni permeabili, di trattenere sedimenti e, quindi, di ridurre il rischio di intasamento dei pozzetti

Alternative 2 e 3 (trincee infiltranti e aree di bioritenzione): pulizia ogni 10 anni, per tenere conto la capacità maggiore di trattenere sedimenti e fogliame, oltre alla capacità di questi sistemi di usare la fognatura esistente solo come troppo pieno, quindi, sostanzialmente mantenendo inefficaci le caditoie per quasi la totalità dell'anno (vedasi sezione 3.5.3.2 per maggiori dettagli progettuali)

I costi di gestione stimati sono riassunti in **Tabella 7**.



www.lifemetroadapt.eu

Tabella 7. Riassunto dei costi di gestione per le diverse alternative

		ALT 0 Solo rifacimento manto stradale	ALT 0.1 Solo rifacimento manto stradale + VV	ALT 1.1 Paviment. Permeab.	ALT 1.2 Paviment. Permeab. + VV	ALT 2.1 Trincee infiltr.	ALT 2.2 Trincee infiltr. + VV	ALT3.1 Aree biorit.	ALT3.2 Aree biorit. + VV
1	Sfalcio	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 78	€ 157
2	Personale - visite SuDS	€ 0	€ 0	€ 800	€ 800	€ 800	€ 800	€ 800	€ 800
3	Personale - visite eventi intensi	€ 1,200	€ 1,200	€ 1,200	€ 1,200	€ 1,200	€ 1,200	€ 1,200	€ 1,200
4	Manutenzione caditoie	€ 969	€ 969	€ 323	€ 323	€ 97	€ 97	€ 97	€ 97
		€ 2,169	€ 2,169	€ 2,323	€ 2,323	€ 2,097	€ 2,097	€ 2,175	€ 2,254

3.5.3 I servizi ecosistemici

3.5.3.1 Metodologia

La valutazione dei servizi ecosistemici è stata svolta col metodo del *value transfer*, dando, quindi, un valore economico ai servizi ecosistemici. A tal fine è stata utilizzata la metodologia proposta dal CIRIA, **BEST (Benefits Estimation Tool – valuing the benefits of blue-green infrastructure)**, che permette di valutare e monetizzare i servizi ecosistemici forniti dalle infrastrutture verdi e blu mostrati alla tabella seguente.

Tabella 8. Lista servizi ecosistemici considerati da BEST

Categoria di beneficio	Cosa copre?	Capacità* di monetizzare?	Categoria di servizi ecosistemici
Qualità dell'aria	Impatto sulla salute dall'inquinamento atmosferico	✓	Regolazione
Amenità	Attrattiva e desiderabilità dell'area	✓	Culturali
Performance degli asset	Flussi ridotti verso opere e volume da trattare da sistemi misti/combinati	✓	Approvvigionamento
Biodiversità ed ecologia	Siti di valore ecologico	✓	Supporto alla vita
Temperatura dell'edificio	Raffrescamento (estate) o isolamento (inverno)	✓	Regolazione
Riduzione e sequestro del carbonio	Operativo (risparmio energetico), incarnato (risparmio idrico), sequestro (impiantare)	✓	Regolazione
Criminalità	Crimini contro il patrimonio/proprietà o persone	x	Approvvigionamento/ Culturali
Crescita economica	Business, posti di lavoro, produttività	x	Approvvigionamento
Formazione scolastica	Più opportunità educative	✓	Culturali
Consentire lo sviluppo	Headroom per l'edilizia abitativa / altra crescita	✓	Approvvigionamento
Alluvione	Danni alla proprietà / persone	✓	Regolazione/ Culturali
Salute	Benefici per la salute fisica, emotiva e mentale dalla ricreazione e miglioramento estetico	✓	Culturali
Rumore	Attenuazione del rumore legato al traffico	✓	Culturali
Ricreazione	Coinvolgimento in specifiche attività ricreative	✓	Culturali
Turismo	Attrattiva delle aree turistiche	x	Approvvigionamento
Moderazione del traffico	Rischio di incidenti stradali o opportunità ricreative svolte nelle strade	x	Culturali



www.lifemetroadapt.eu

Qualità dell'acqua	Miglioramenti della qualità delle acque superficiali in termini di estetica, salute, biodiversità, ecc.	✓	Regolazione/ Culturali
Quantità d'acqua	Ricarica delle acque sotterranee, raccolta dell'acqua piovana e miglioramenti al flusso	✓	Approvvigionamento/ Regolazione

* Si noti che BEST consente all'utente di immettere una somma forfettaria o un valore attuale se le informazioni diventano disponibili o se viene intrapreso uno studio dettagliato per i benefici segnati da una croce in questa colonna.

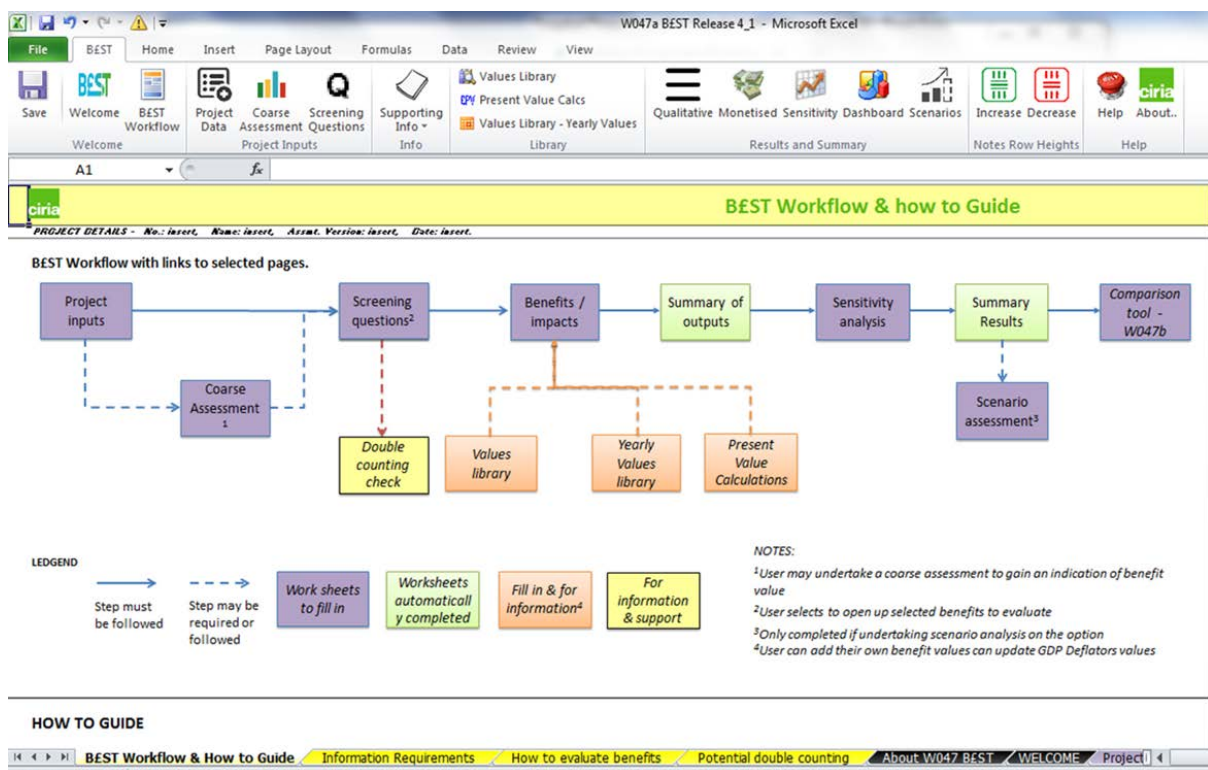


Figura 39. BEST workflow

SECTION AQ2 - use this section to estimate the impact of the proposals

Proposed option

Vegetative interventions excluding trees

Information taken from SuDS Used Sheet for the types of SuDS below

Green roof Intensive		ha
Green roof extensive		ha
New basins (total incl. surrounding)		ha
Area of other interventions e.g. raingardens, swales		ha
Total contributing vegetative interventions area		0 ha

Select vegetation pollutant removal levels (tonnes/year/ha)

SO ₂	0.01982293	Default values shown as single value available
NO ₂	0.023289572	Default values shown as single value available
O ₃	0.04491909	Default values shown as single value available
PM-10	0.006493738	Default values shown as single value available
CO		

GENERAL NOTES

New trees planted

Tree size	Tree type (small)	Tree type (medium)	Tree type (large)	Size of tree (species) when it has matured
Numbers	200	100	100	Distribute the total number of trees across the size range
Default tree pollutant removal levels from ranges (tonnes/year/tree):				
Low, Central, High, Urban				
SO ₂	0.000013608	0.000031752	0.00004536	Default values shown as single value available
NO ₂	0.000036288	0.000077112	0.000127008	Default values shown as single value available
O ₃	0.000063504	0.000122472	0.000195048	Default values shown as single value available
PM-10	0.00006804	0.000131544	0.00020412	Default values shown as single value available
CO				Values to be added at a later date

Pollutant removal monetary values

GENERAL NOTES

Evaluation time frame (year)

WELCOME Project Data Coarse Assessment Screening Questions AQ - Air quality Am - Amenity BE - Biodiversity

Figura 40. Esempio di foglio di calcolo del software B_{EST} per la valutazione del servizio ecosistemico legato al miglioramento della qualità dell'aria

Per questo studio di fattibilità è stata utilizzata la versione 2019 del software B_{EST} (5.1.1.). Il software richiede diversi input per la valutazione dei servizi ecosistemici, utilizzando poi valori di letteratura per la monetizzazione degli stessi. Il software, inoltre, richiede di scegliere dei **valori di confidenza** per le quantità e il valore di monetizzazione scelto. I valori di confidenza variano da 25%, 50%, 75% e 100% (crescente al crescere della confidenza attesa) e permettono di pesare l'affidabilità del dato utilizzato, cioè di considerare l'incertezza che può esserci sia sulla quantificazione del servizio ecosistemico che del suo valore economico. Il software calcola, quindi, per ogni servizio ecosistemico, la monetizzazione pura e quella che prende in considerazione le incertezze della valutazione.

3.5.3.2 Stima e monetizzazione servizi ecosistemici per le alternative

Per la monetizzazione dei Servizi Ecosistemici si è considerato una vita utile delle opere di 20 anni (fino al 2040).

Le monetizzazioni sono state valutate in €, utilizzando il tasso di cambio £/€ pari a 0.85². Tutti i parametri economico-finanziari sono stati mantenuti pari ai valori di default del software.

I livelli di confidenza per le quantità e il valore economico sono stati scelti in accordo alle linee guida di B_{EST} del 2019 e sulla base del livello di precisione dei valori stimati nella valutazione. Livelli di confidenza, dati ed ipotesi per la valutazione dei servizi ecosistemici sono riassunti in **Tabella 9**.

² Tasso alla data 04/12/2019

Tabella 9. Ipotesi per valutazione servizi ecosistemici

		Livello di confidenza quantità	Livello di confidenza valore economico	Dati e note
	Miglioramento qualità dell'aria	50%	100%	465 mq e 1256 mq di aree di bioritenzione per le Alternative 3.1 e 3.2 n° 75 alberi di piccola taglia Alternativa 3.2 n° 0 alberi in tutte le altre alternative
	Riqualificazione urbana	50%	50%	n° 200 persone che beneficeranno della riqualificazione urbana dell'area per Alternative 3 (assunto pari al n° di posti auto) n° 0 per tutte le altre alternative (non prevedono nuovi spazi verdi)
	Aumento biodiversità e valore ecologico	50%	25%	Delta di valore di biodiversità tra valore nullo (area urbana) e valore di ambiente a canneto umido per Alternative 3 0 per tutte le altre alternative
	Emissioni e sequestro di CO2	25%	100%	Tutte le alternative che disconnettono il sistema dalla rete fognaria permettono di ridurre i consumi di energia legati al collettamento e alla depurazione dei reflui. Nell'alternativa 3.2 si prevedono 75 alberi di piccola taglia. 0 alberi in tutte le altre alternative
	Educazione ambientale	25%	50%	n° 90 studenti coinvolti in attività di educazione ambientale tramite visite all'intervento per Alternative 3 (n° 6 visite l'anno, scolaresca da 15 alunni) n° 30 studenti coinvolti in attività di educazione ambientale tramite visite all'intervento per Alternative 1 e 2 (n° 2 visite l'anno, scolaresca da 15 alunni)

	Benessere/Salute	50%	25%	n° 50 persone che beneficeranno della vista di spazi verdi in area fortemente urbanizzata per Alternative 3 (ridotto di $\frac{1}{4}$ rispetto al numero di posti auto per considerare solo dipendenti che affacciano sul parcheggio) n° 0 per tutte le altre alternative (non prevedono nuovi spazi verdi)
	Gestione acque reflue	50%	100%	Vedasi descrizione metodologia nel paragrafo
	Ricarica della falda	50%	75%	Vedasi descrizione metodologia nel paragrafo

Riguardo alla valutazione dei servizi ecosistemici, merita approfondire le ipotesi alla base della valutazione dei due servizi **Gestione acque reflue** e **Ricarica della falda**, in cui si evidenzia il diverso comportamento rispetto alla gestione delle acque di pioggia delle soluzioni SuDS studiate. A tal fine, è utile considerare il grafico in **Figura 42**, che mostra la distribuzione di frequenza delle altezze di pioggia giornaliere per la città di Torino, (lo usiamo solo a scopo esemplificativo, per cui non è necessario fare riferimento alla specifica situazione della città di Parabiago). Dal grafico appare chiaramente la stragrande maggioranza degli eventi meteorici annuali avviene con basse intensità di pioggia. E' quindi importante evidenziare come soluzioni SuDS tradizionali, quali aree di bioritenzione, trincee infiltranti e pavimentazioni permeabili, progettate per avere ingombri ridotti in termini di occupazioni di spazi, giochino un ruolo importante nella gestione della maggioranza dei volumi di pioggia annuali. Nel caso del parcheggio di Parabiago di via Lombardia, le trincee infiltranti e le aree di bioritenzione progettate per lo Scenario 1 riescono ad accumulare sulla superficie, e quindi gestire indipendentemente dalla capacità di infiltrazione del medium di riempimento (tipicamente ghiaia o sabbia), fino a 6.8 e 5.4 mm di altezza di pioggia, rispettivamente, indipendentemente dalla intensità dell'evento (altezza di accumulo di progetto sopra la superficie di 20 cm). I valori sono simili ai 5 mm di pioggia che tipicamente si assume che le pavimentazioni permeabili siano in grado di infiltrare, ma occupando uno spazio decisamente maggiore (19.7% dell'area drenata) rispetto a quella occupata da trincee infiltranti e aree di bioritenzione (3.4%). Confrontando questi valori di altezza di pioggia con i valori di **Figura 42**, si nota come pavimentazioni permeabili, trincee infiltranti e aree di bioritenzione progettate per lo Scenario 1 riescano a gestire, infiltrare e, quindi, non mandare in fognatura circa l'80% delle acque di pioggia annualmente ricadenti sul parcheggio. Mentre le condizioni per lo Scenario 2 non cambiano per le pavimentazioni permeabili, questi benefici risultano ancora maggiori per le Alternative 2 e 3, data la necessità di aumentare le superfici e i volumi di stoccaggio nelle componenti SuDS, in modo da limitare il volume volano per l'invarianza idraulica. In questo modo le altezze di pioggia gestibili per evento dalle componenti SuDS diventano ancora maggiori, e con valori significativi anche per eventi di pioggia intensi a basso tempo di ritorno. In accordo con le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSSP) riportate nell'inquadramento idrologico (**Figura 5** e **Tabella 2**), le trincee infiltranti per lo Scenario 2 (Alternativa 2.2) riescono, mantenendo una occupazione di area minore delle pavimentazioni permeabili (9.2%), ad accumulare una altezza di pioggia per evento pari a 38.9 mm, corrispondente ad un evento con tempo di ritorno 5 anni e durata 1 ora e, quindi, a gestire circa il 95% delle piogge annuali (altezza di accumulo di progetto sopra la superficie di 50 cm). A parità di ingombri, valori leggermente minori, ma comunque significativi, si hanno anche per le aree di bioritenzione dello Scenario 2 (Alternativa 3.2), le quali perdono un po' di volume di accumulo per via della presenza delle piante, ma garantiscono comunque di accumulare una altezza di pioggia per evento pari a

31.1 mm, corrispondente ad un evento con tempo di ritorno 2 anni e durata 1 ora e, quindi, a gestire circa il 90% delle piogge annuali. I risultati sopra descritti e, quindi, la valutazione dei servizi ecosistemici per i volumi di pioggia non mandati a depurazione e infiltrati per la ricarica della falda sono riassunti in **Tabella 10**.

	Scenario 1	Scenario 2
Alternativa 2 Trincea infiltrante		
Alternativa 3 Area di bioritenzione		

Figura 41. Confronto Alternative 2 e 3 per i 2 Scenari

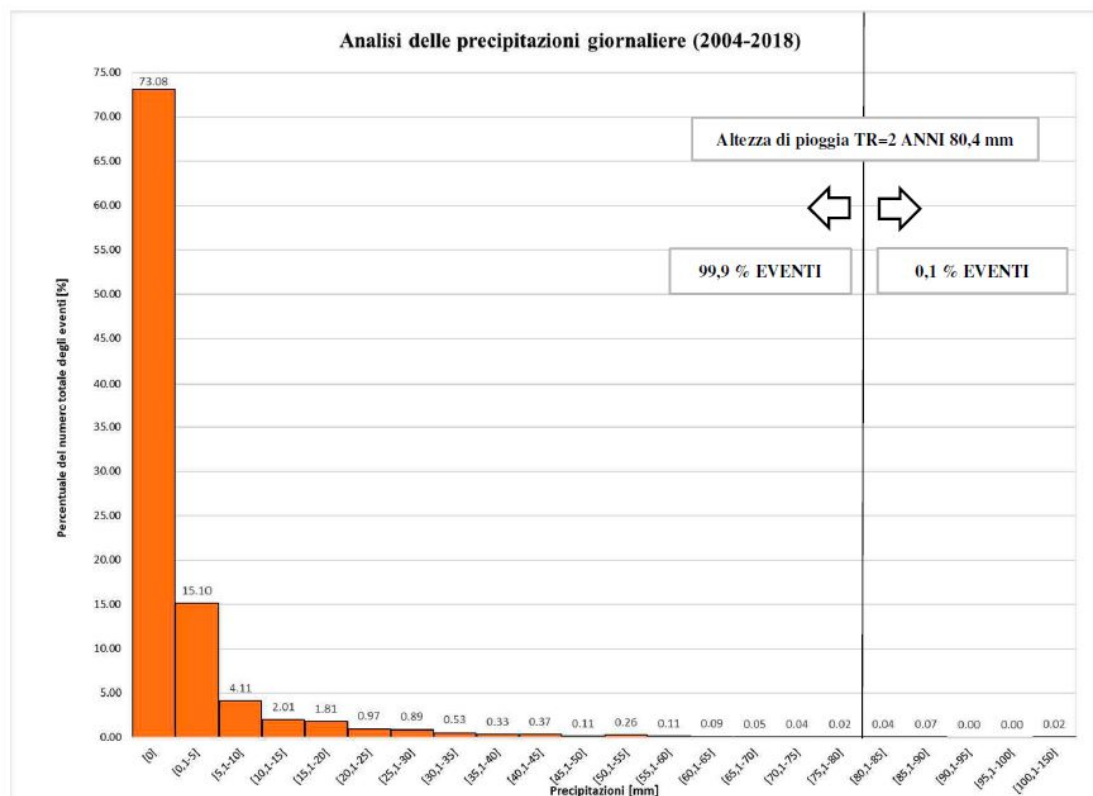


Figura 42 Distribuzione delle altezze di pioggia giornaliere registrate dalla stazione pluviometrica di Torino via della Consolata (2004-2018)³

Tabella 10. Riassunto risultati gestione acque di pioggia diverse soluzioni SuDS

	Area [mq]	% Area occupata da SuDS	Altezza di pioggia gestibile per evento [mm]*	% Volumi di pioggia annui trattenuti	Volume di pioggia mandato in fognatura medio giornaliero [mc/d]**	Volumi di pioggia infiltrati [mc/anno]**
ALT 0 Solo rifacimento manto stradale				0%	41.2	0
ALT 0.1 Solo rifacimento manto stradale + VV				0%	41.2	0
ALT 1.1 Paviment. Permeab.	2709	19.7%	5	80%	7.7	11303
ALT 1.2 Paviment. Permeab. + VV	2709	19.7%	5	80%	7.7	11303

³ “Effetto di sistemi di drenaggio urbano sostenibile sulla qualità delle acque di prima pioggia: modellazione della rete di Borgo Dora”.
 Candidata: Angela Petruzzello; Relatori: prof. Fulvio Boano; Correlatori: dr. Ing. Anacleto Rizzo; Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile, Politecnico di Torino; A.A. 2018/2019

ALT 2.1 Trincee infiltr.	465	3.4%	6.8	80%	8.0	11722
ALT 2.2 Trincee infiltr. + VV	1256	9.2%	38.9	95%	2.0	13612
ALT3.1 Aree biorit.	465	3.4%	5.4	80%	8.0	11722
ALT3.2 Aree biorit. + VV	1256	9.2%	31.1	90%	3.9	12895

* Per le trincee infiltranti e per le aree di bioritenzione il valore riportato trascura la capacità di infiltrazione del medium di riempimento, cioè considera solo il volume di accumulo sulla superficie del sistema SuDS. Altezze di pioggia gestibili maggiori si hanno per le trincee filtranti, a parità di area, dato che è stata considerata una riduzione di volume a disposizione per le aree di bioritenzione dovuta alla presenza delle piante

** Calcolati assumendo, in accordo all'inquadramento climatico, 1103 mm di pioggia media annuale e i coefficienti di afflusso medi pesati sull'area

La **valutazione e monetizzazione dei servizi ecosistemici** per tutte le alternative e scenari è riassunta in **Tabella 11**. Come si può vedere dalla monetizzazione ottenuta per l'Alternativa 3.2 (**Figura 43**), i servizi ecosistemici a maggiore valore monetario sono quelli maggiormente percepiti dalla popolazione (riqualificazione urbana, salute e educazione) seguiti dalla ricarica della falda, mentre hanno monetizzazioni di ordini di grandezza inferiori gli altri. Come mostra **Figura 43**, l'applicazione dei pesi di confidenza su quantità e valore economico permette di livellare sensibilmente tutte le monetizzazioni dei servizi ecosistemici, in particolare quelli sociali. Tuttavia, il valore monetario messo a disposizione dei servizi ecosistemici è significativo, di fatti, tutte le soluzioni che integrano soluzioni SuDS sono in grado di creare valori da servizi ecosistemici due volte superiori ai costi di gestione ordinaria previsti (**Tabella 11**).

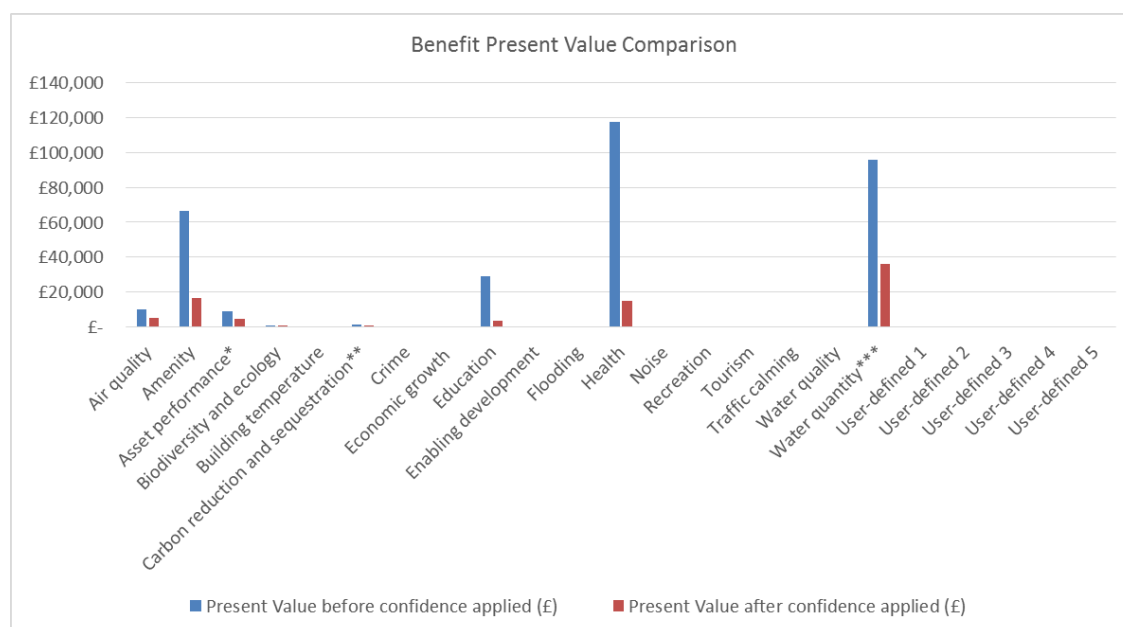


Figura 43. Confronto valutazione servizi ecosistemici della Alternativa 3 al valore effettivo (blu) e applicando i pesi di confidenza (rosso)

Tabella 11. Riassunto valutazione e monetizzazione servizi ecosistemici

	ALT 0 Solo rifaciment o manto stradale	ALT 0.1 Solo rifaciment o manto stradale + VV	ALT 1.1 Paviment. Permeab.	ALT 1.2 Paviment. Permeab. + VV	ALT 2.1 Trincee infiltr.	ALT 2.2 Trincee infiltr. + VV	ALT3.1 Aree biorit.	ALT3.2 Aree biorit. + VV
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
Qualità aria	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 543.71	€ 5,745.16
Riqualificazione urbana	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 19,603.15	€ 19,603.15
Biodiversità	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 17.83	€ 17.83
Sequestro e riduzione CO2	€ 0.00	€ 0.00	€ 207.27	€ 207.27	€ 207.27	€ 242.54	€ 205.41	€ 491.31
Educazione ambientale	€ 0.00	€ 0.00	€ 1,432.96	€ 1,432.96	€ 1,432.96	€ 1,432.96	€ 4,298.89	€ 4,298.89
Benessere/Salute	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00	€ 17,236.94	€ 17,236.94
Acque reflue	€ 0.00	€ 0.00	€ 4,637.16	€ 4,637.16	€ 4,595.63	€ 5,426.16	€ 4,595.63	€ 5,163.16
Ricarica falda	€ 0.00	€ 0.00	€ 36,992.85	€ 36,992.85	€ 38,364.17	€ 44,549.83	€ 38,364.17	€ 42,203.20
Totale [2019-2040]	€ 0.00	€ 0.00	€ 43,270.24	€ 43,270.24	€ 44,600.03	€ 51,651.49	€ 84,865.72	€ 94,759.63
Totale medio annuo [€/y]	€ 0.00	€ 0.00	€ 2,060.49	€ 2,060.49	€ 2,123.81	€ 2,459.59	€ 4,041.22	€ 4,512.36
Costo di gestione e manutenzione ordinario annuo [€/y]	€ 2,168.86	€ 2,168.86	€ 2,322.95	€ 2,322.95	€ 2,096.89	€ 2,096.89	€ 2,175.01	€ 2,254.06

3.5.4 La metriche degli effetti

Le matrici degli effetti per gli Scenari 1 e 2 sono riassunte in **Tabella 12** e **Tabella 13**.

Tabella 12. Matrice degli effetti per lo Scenario 1

		Matrice di effetti – Scenario 1			
		Alternative			
Criteri	Orient.	A0.1	A1.1	A2.1	A3.1
Qualità aria	↑	€ 0	€ 0	€ 0	€ 544
Riqualificazione urbana	↑	€ 0	€ 0	€ 0	€ 19,603
Biodiversità	↑	€ 0	€ 0	€ 0	€ 18
Emissioni e sequestro CO2	↑	€ 0	€ 207	€ 207	€ 205
Educazione ambientale	↑	€ 0	€ 1,433	€ 1,433	€ 4,299
Benessere/Salute	↑	€ 0	€ 0	€ 0	€ 17,237
Acque reflue	↑	€ 0	€ 4,637	€ 4,596	€ 4,596
Ricarica falda	↑	€ 0	€ 36,993	€ 38,364	€ 38,364
Costi di realizzazione	↓	€ 395,510	€ 501,730	€ 424,545	€ 444,507
Costi di gestione	↓	€ 2,169	€ 2,323	€ 2,097	€ 2,175

Tabella 13. Matrice degli effetti per lo Scenario 2

Matrice di effetti – Scenario 2					
Criteri	Orient.	Alternative			
		A0.2	A1.2	A2.2	A3.2
Qualità aria	↑	€ 0	€ 0	€ 0	€ 5,745
Riqualificazione urbana	↑	€ 0	€ 0	€ 0	€ 19,603
Biodiversità	↑	€ 0	€ 0	€ 0	€ 18
Emissioni e sequestro CO2	↑	€ 0	€ 207	€ 243	€ 491
Educazione ambientale	↑	€ 0	€ 1,433	€ 1,433	€ 4,299
Benessere/Salute	↑	€ 0	€ 0	€ 0	€ 17,237
Acque reflue	↑	€ 0	€ 4,637	€ 5,426	€ 5,163
Ricarica falda	↑	€ 0	€ 36,993	€ 44,550	€ 42,203
Costi di realizzazione	↓	€ 1,321,780	€ 1,372,736	€ 903,783	€ 1,094,757
Costi di gestione	↓	€ 2,169	€ 2,323	€ 2,097	€ 2,254

3.6 Il confronto tra le alternative: risultati dell'analisi MCA

Le **matrici di valutazione**, ottenute dalla adimensionalizzazione delle matrici degli effetti sono riassunte in **Tabella 14**. L'adimensionalizzazione è stata ottenuta con funzioni di valore con le seguenti caratteristiche:

- Lineari
- Orientamento come riportato nella matrice degli effetti di **Tabella 12**
- Massimi e minimi relativi (cioè massimi e minimi dagli effetti stimati dei criteri per tutte le alternative) per tutti i criteri escluso quello dei costi di gestione
- Massimo e minimo assoluto per i costi di gestione, visto il poco livellamento tra le diverse alternative per questo criterio; si assume come minimo 0.00 € e come massimo 5,000.00 €
- La valutazione degli effetti dei diversi criteri per le diverse alternative è rappresentata graficamente in **Figura 44**.

Tabella 14. Matrice di valutazione per le diverse alternative nello Scenario 1 (sinistra) e 2 (destra) con scala di colori a evidenziare le prestazioni delle alternative per i diversi criteri: rosso prestazione minima (0); verde prestazione massima (1)

Matrice di valutazione Scenario 1					Matrice di valutazione Scenario 2				
Criteri	Alternative				Criteri	Alternative			
	A0.1	A1.1	A2.1	A3.1		A0.2	A1.2	A2.2	A3.2
Qualità aria	0.00	0.00	0.00	1.00	Qualità aria	0.00	0.00	0.00	1.00
Riqualificazione urbana	0.00	0.00	0.00	1.00	Riqualificazione urbana	0.00	0.00	0.00	1.00
Biodiversità	0.00	0.00	0.00	1.00	Biodiversità	0.00	0.00	0.00	1.00
Emissioni e sequestro CO2	0.00	1.00	1.00	0.99	Emissioni e sequestro CO2	0.00	0.42	0.49	1.00
Educazione ambientale	0.00	0.33	0.33	1.00	Educazione ambientale	0.00	0.33	0.33	1.00
Benessere/Salute	0.00	0.00	0.00	1.00	Benessere/Salute	0.00	0.00	0.00	1.00
Acque reflue	0.00	1.00	0.99	0.99	Acque reflue	0.00	0.85	1.00	0.95
Ricarica falda	0.00	0.96	1.00	1.00	Ricarica falda	0.00	0.83	1.00	0.95
Costi di realizzazione	1.00	0.00	0.73	0.54	Costi di realizzazione	0.11	0.00	1.00	0.59
Costi di gestione	0.57	0.54	0.58	0.56	Costi di gestione	0.57	0.54	0.58	0.55

La **valutazione dei criteri** evidenzia i seguenti punti:

- L'alternativa 3 con le aree di bioritenzione rende meglio in termini di tutti i servizi ecosistemici aggiuntivi (qualità dell'aria, riqualificazione urbana, biodiversità, emissioni e sequestro CO₂, educazione ambientale, benessere/salute, acque reflue, ricarica della falda), come atteso dato che prevede una progettazione non solo concentrata su temi idraulici
- L'alternativa 2 con le trincee infiltranti rende al pari della alternativa 3 (aree di bioritenzione) per tutti i criteri legati all'idraulica (acque reflue, ricarica falda); l'assenza delle piante, e quindi un volume di laminazione leggermente maggiore, permette prestazioni leggermente migliori per criteri idraulici ma decisamente peggiori per tutti gli altri servizi ecosistemici, pertanto i risultati suggeriscono di prendere sempre in considerazione una progettazione multi-obiettivo degli elementi SuDS
- In termini del criterio emissioni e sequestro di CO₂, tutte le alternative hanno prestazioni migliori dell'alternativa 0 in quanto riducono l'afflusso in fogna di acque destinate a processi che consumano energia (sollevamenti e trattamento). Si evidenzia inoltre come l'adozione di aree di bioritenzione più estese nello Scenario 2 (% di superficie totale occupata da 3.4% a 9.2%, con larghezza trasversale da 1 m a 1.5 m) abbia permesso di inserire delle alberature nelle aree di bioritenzione, permettendo una performance migliore per l'alternativa 3.2 su questo criterio
- In termini di costi di realizzazione, è interessante notare come l'alternativa 0, che potremmo definire "*business as usual*", cioè il semplice rifacimento del manto stradale, renda meglio in termini di costi solo nello Scenario 1 (costo totale 395,509.00 €); al contrario, se fosse necessario prevedere volumi di laminazione per l'invarianza idraulica, gli alti costi di realizzazione di volumi interrati con vasche in cemento armato (costi di realizzazione totali per alternativa 0.2 1,321,779.70 €) portano a preferire soluzioni ibride SuDS e, in generale, confermano che laminare le acque in superficie con infrastrutture verdi (alternativa 2.2 con trincee infiltranti, 903,783.70 €; alternativa 3.2 con aree di bioritenzione, 1,094,757.18 €) costa decisamente meno che farlo sotto terra con infrastrutture grigie; un altro dato interessante che emerge dalla valutazione dei costi di realizzazione è che le pavimentazioni permeabili, tra le pratiche più diffuse e più promosse, è la soluzione più costosa sia per lo Scenario 1, dati gli alti costi di realizzazione a confronti delle maggiori superfici richieste rispetto ad altre soluzioni SuDS (% di superficie totale occupata 19.7%), sia per lo Scenario 2, dato che l'impossibilità di laminare volumi d'acqua sulla superficie (se confrontata con le altre tecniche SuDS) comporta un costo d'investimento maggiore non compensato da un minore coefficiente di afflusso medio pesato.
- In termini di costi di gestione, le alternative rendono in egual modo; difatti, se da un lato l'utilizzo di tecniche SuDS comporti attività di gestione e manutenzioni aggiuntive rispetto allo stato di fatto (controlli del corretto funzionamento dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile, gestione del nuovo verde delle soluzioni naturalistiche), dall'altro si attendono meno costi di gestione per la gestione e manutenzione delle caditoie stradali, le quali riceveranno meno carichi di sedimenti (tutte le alternative SuDS) e funzioneranno solo da troppo pieno (Alternativa 2 - trincee infiltranti ; Alternativa 3 – aree di bioritenzione)

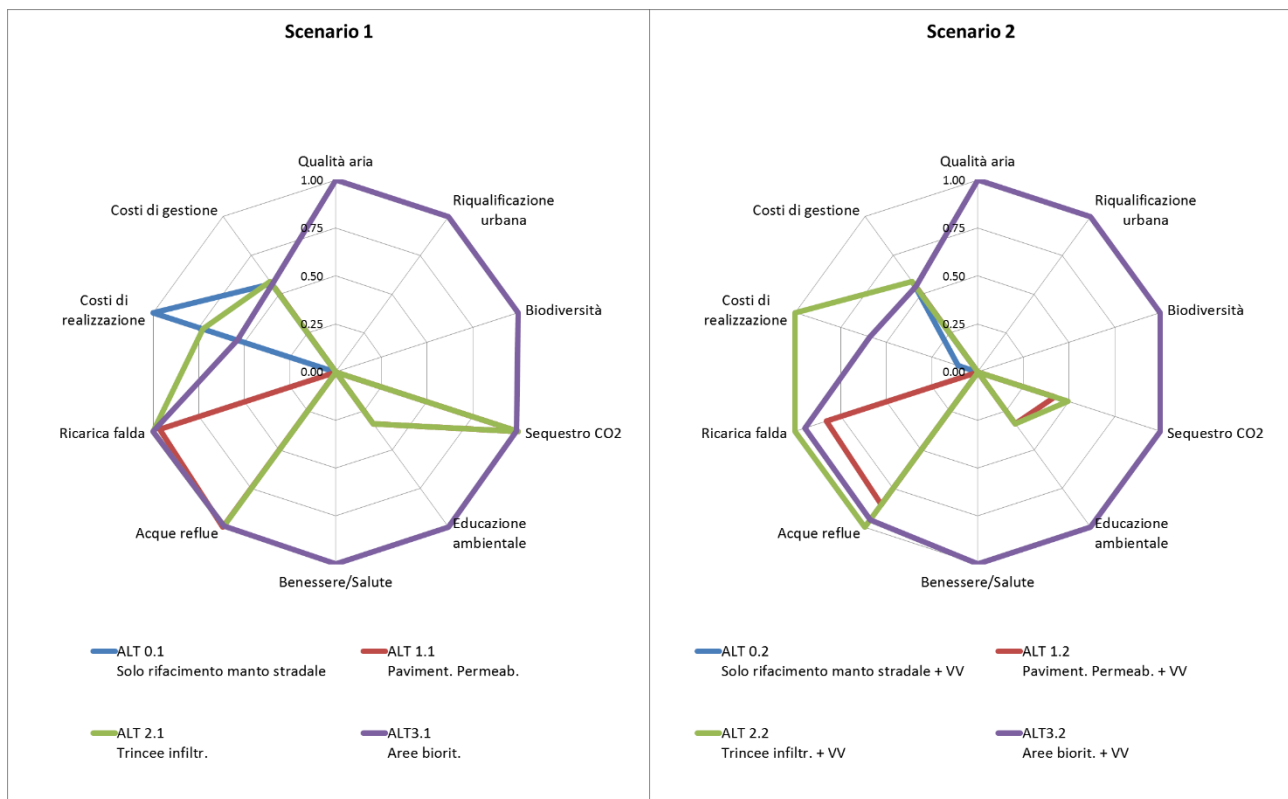


Figura 44. Rappresentazione grafica della valutazione dei criteri per le alternative per gli Scenari 1 (a sinistra) e 2 (a destra)

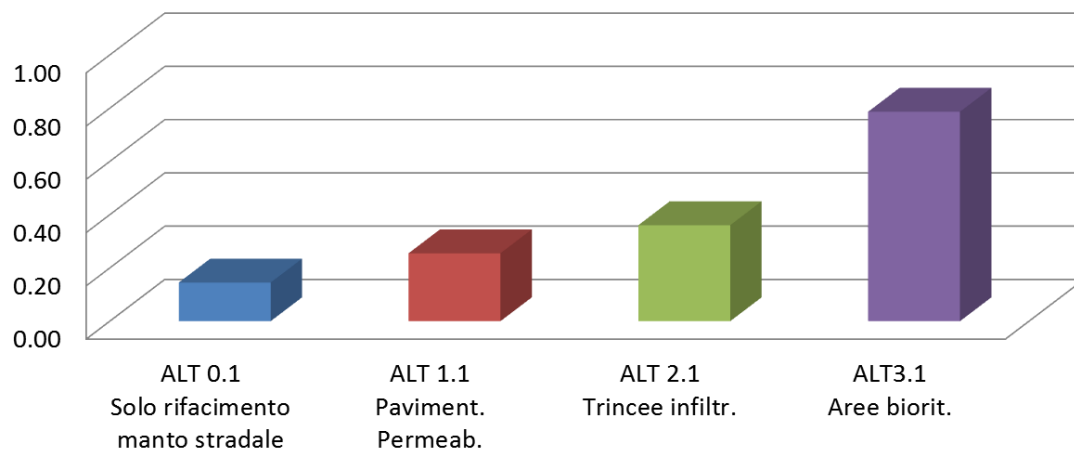
Applicando i pesi di **Tabella 4** alle valutazioni di **Tabella 14** si ottiene il **punteggio finale** per ogni alternativa per gli Scenari 1 e 2. I pesi scelti attribuiscono la massima importanza agli obiettivi di progetto (10 costi d’investimento e di gestione; 7 acque reflue, qualità aria, riqualificazione urbana, biodiversità, emissioni e sequestro CO₂, benessere/salute e acque reflue). Mentre gli altri criteri hanno meno rilevanza. Stante questa “graduatoria” dell’importanza relativa dei diversi criteri di valutazione, **la soluzione migliore appare essere l’alternativa A3, le aree di bioritenzione**, le quali ottengono un punteggio di 0.79 per entrambi gli Scenari. La necessità di dover fornire volumi di laminazione per l’invarianza idraulica non sposta gli equilibri tra le soluzioni SuDS con trincee infiltranti (Alternativa 2) e Aree di bioritenzione (Alternativa 3) rispetto alle altre; è interessante notare, però come lo Scenario 2 cambi il punteggio finale tra le altre due alternative, favorendo le pavimentazioni permeabili (Alternativa 1.2) rispetto allo schema attuale (Alternativa 0.2), per via dei maggiori costi d’investimento di quest’ultima per l’implementazione delle vasche volano.

Tabella 15. Punteggio finale alternative con pesi degli esperti per lo Scenario 1 (sinistra) e 2 (destra)

Punteggio finale – pesi degli esperti Scenario 1			
Alternative			
A0.1	A1.1	A2.1	A3.1
0.14	0.26	0.36	0.79

Punteggio finale – pesi degli esperti Scenario 2			
Alternative			
A0.2	A1.2	A2.2	A3.2
0.02	0.18	0.35	0.79

Punteggio finale - Scenario 1



Punteggio finale - Scenario 2

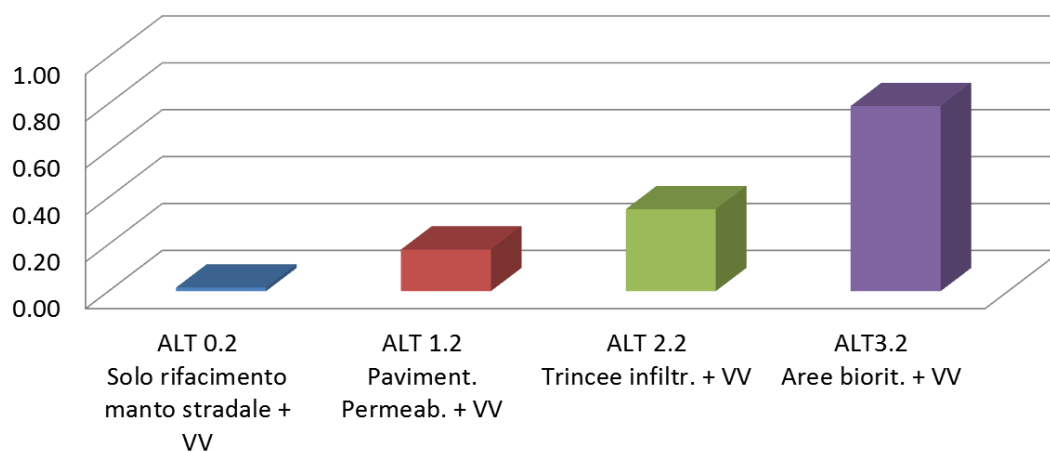


Figura 45. Punteggio finale alternative con pesi degli esperti per lo Scenario 1 (in alto) e 2 (in basso)



Figura 46. Render della soluzione scelta (Alternativa 3, aree di bioritenzione) nello scenario di progetto, in tempo asciutto (in alto) e in tempo di pioggia (in basso)



www.lifemetroadapt.eu

4 CONCLUSIONI

Il consumo di suolo è ormai universalmente riconosciuto come una delle principali cause di problemi ambientali, come il rischio idraulico (provocato dalla mutata risposta idrologica del suolo impermeabilizzato) o le isole di calore urbane. E' quindi necessario, oltre che limitare l'ulteriore crescita della superficie urbanizzata, intervenire sull'esistente, cogliendo tutte le opportunità per favorire il progressivo "rinverdimento" (greening) delle nostre città.

I Comuni devono tenere a mente questa necessità/opportunità sia nelle operazioni urbanistiche (incluse quelle private), che nelle periodiche attività di manutenzione straordinaria. L'oggetto del presente studio è un semplice intervento di manutenzione straordinaria di risistemazione di una copertura ammalorata di un parcheggio e di una strada, che può trasformarsi in un'occasione di riqualificazione urbana, a beneficio dell'ambiente e dei cittadini.

L'analisi svolta dimostra che, se si tiene conto di tutti i benefici inclusi quelli derivanti dai servizi ecosistemici, le soluzioni "basate sulla natura" (NBS) sono decisamente preferibili, rispetto alle soluzioni convenzionali (Alternativa 0) ma anche a soluzioni innovative come i parcheggi permeabili (Alt.1).

5 BIBLIOGRAFIA

- [1] ARPA Lombardia, "Il monitoraggio degli eventi estremi come strategia di adattamento ai cambiamenti climatici: Le piogge intense e le valanghe in Lombardia," ARPA, Milan, 2013.
- [2] A. Nardini, *Decidere l'ambiente con l'approccio partecipato*, Mazzanti, 2005.

APPROFONDIMENTI BIBLIOGRAFICI

Letteratura scientifica

- Alarcon, B., Aguado, A., Manga, R. and Josa, A., 2010. A value function for assessing sustainability: application to industrial buildings. *Sustainability*, 3(1), pp.35-50
- 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.
- 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*.
- 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 - Przejście Relacji" Publisher: Obszar Metropolitalny Gdansk-Gdynia-Sopot ul. Długi Targ 39/40, 80-830 Gdansk, 109-119; 978-83-65496-02-07, 2018.

Nijkamp P. and E. Beinat (Eds.) 1998. *Multicriteria Evaluation in Land-use Management: Methodologies and Case Studies*, Kluwer Academic Press

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 capacità 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

Dessì 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

"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

www.susdrain.org

ALLEGATI 1: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 46. Tratto interno lato ovest in Via Lombardia, Città di Parabiago. Estratto da Google Earth



Figura 47. Stato attuale marciapiedi lato sud in Via Lombardia, Città di Parabiago. Estratto da Google Earth



Figura 48. Statto attuale marciapiedi lato nord in Via Lombardia, Città di Parabiago. Estratto da Google Earth



www.lifemetroadapt.eu

Partner



Città
metropolitana
di Milano



AMBIENTEITALIA
we know green

e-geos
AN ASI / TELESPAZIO COMPANY



Questo documento è stato preparato nell'ambito del progetto europeo METRO ADAPT. Questo progetto ha ricevuto finanziamenti dallo strumento finanziario LIFE dell'Unione europea nell'ambito del contratto LIFE17 CCA / IT / 000080 - CUP I43E17000230007

L'unica responsabilità per il contenuto di questa pubblicazione è degli autori. Non rappresenta necessariamente l'opinione dell'Unione Europea. Né l'EASME né la Commissione europea sono responsabili dell'uso che può essere fatto delle informazioni in esso contenute.

CONTATTI:

Website: www.lifemetroadapt.eu



Con il contributo dello strumento
finanziario LIFE dell'Unione Europea