

committente:



tipologia commessa:

PROGETTO DEFINITIVO

oggetto della commessa:

NUOVO PERCORSO CICLABILE IN VIA COL.FINCATO DI COLLEGAMENTO TRA LA CIRCOSCRIZIONE 6 EST E LA CIRCOSCRIZIONE 8 NORD EST

titolo dell'elaborato:

RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA

E L A B O R A T O

A.03

file:\\ PD_A.00_Copertine Relazioni_REV01.dwg

consegna in data

Settembre 2021

revisioni in data:

**REV 01
emessa in data
29/09/2021**

Il Capo Servizio e R.U.P.:

geom. Sabrina Nicolini

Il Dirigente Direzione LL. PP.:

ing. Michele Fasoli

responsabile di progetto:

dott. ing. Francesco Seneci

gruppo di lavoro:

ing. Francesco Seneci
ing. Nicola Ambrosi
arch. Matteo Masconale
arch. Giorgio Gagliardi
geol. Mirko Demozzi
p.i. Luca Baroni

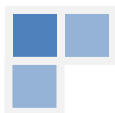


NETMOBILITY

37135 VERONA - Via Morgagni, 24 - tel/fax +39 045 8250176 - e-mail: netmobility@netmobility.it - sito web: www.netmobility.it
Partita I.V.A. e Codice Fiscale 03184140238

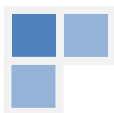
per le nostre stampe usiamo solo carte
riciclate con certificazione Ecolabel o
BlauerAngel o FSC

questo documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto di questo studio (legge 22 aprile 1941, n.633 - art 2575 e segg. c.c.)



Sommario

Sommario	2
1. introduzione	3
2. QUADRO LEGISLATIVO E NORMATIVO DI RIFERIMENTO	4
3. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO	5
3.1. Inquadramento territoriale	5
3.2. Inquadramento urbanistico	6
3.3. Inquadramento geologico e idrogeologico	10
3.4. Caratteristiche geotecniche del sito	12
3.5. Descrizione dello stato dei luoghi e gestione acque meteoriche attuale	12
4. Descrizione dell'intervento di progetto	13
4.1. Coefficiente di deflusso	14
4.2. Classificazione dell'intervento	15
4.3. Definizione delle opere di mitigazione	16
5. Elaborazione delle piogge	17
5.1. Determinazione del tempo di ritorno	17
5.2. LSPP (Linea Segnalatrice Probabilità Pluviometrica)	17
6. VERIFICA dell'INVARIANZA IDRAULICA	20
6.1. Calcolo dei volumi di compensazione con il metodo razionale	20
6.2. Calcolo della dispersione a suolo e del volume di accumulo	20
6.2.1. Ambito 1 – Fosso	20
6.2.2. Ambito 2 – Fosso	21
6.2.3. Ambito 3 – Trincae disperdente	21
6.3. Verifica opere di invarianza idraulica	21
6.3.1. Ambito 1 – Fosso	21
6.3.2. Ambito 2 – Fosso	22
6.3.3. Ambito 3 – Trincea drenante	23
7. CONCLUSIONI	25



1. *introduzione*

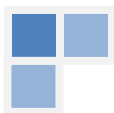
La presente relazione è relativa al progetto di invarianza idraulica e idrologica sviluppato nell'ambito dell'intervento di realizzazione di un "NUOVO PERCORSO CICLABILE IN VIA COL.FINCATO DI COLLEGAMENTO TRA LA CIRCOSCRIZIONE 6 EST E LA CIRCOSCRIZIONE 8 NORD EST".

Il progetto di invarianza idraulica e idrologica è costituito dai sistemi compensativi di progetto atti a garantire che le portate massime e i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree di intervento nei ricettori naturali o artificiali di valle non risultino maggiori a quelli preesistenti l'urbanizzazione al fine di annullare il rischio idraulico derivante dall'impermeabilizzazione di progetto.

L'esigenza della stesura del presente documento deriva dalle disposizioni impartite dalla D.G.R. del Veneto n. 2948 del 6 ottobre 2009, succeduta alle precedenti DGR n. 3637 del 13/12/2002, n. 1322 del 10/05/2006, n. 1841 del 19/06/2007, con le quali la Regione Veneto ha voluto introdurre uno strumento atto a verificare le conseguenze della modificazione del territorio, al fine di impedire, o quantomeno ridurre, fenomeni di allagamento e di rischio idraulico introducendo il principio di "invarianza idraulica".

Il calcolo per il dimensionamento del sistema di compensazione è basato sui dati pluviometrici della zona, applicati con tempi di ritorno di 200 anni.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche afferenti all'area di intervento è valutato in base alle caratteristiche di accettazione del terreno e assicura l'equilibrio del bilancio fra le acque in entrata e le acque in uscita.



2. **QUADRO LEGISLATIVO E NORMATIVO DI RIFERIMENTO**

Di seguito vengono elencati i principali riferimenti normativi e legislativi considerati in fase progettuale:

Lavori pubblici:

- D. Lgs. N.50 del 18/04/2016 e s.m.i. – Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture;

Codice della strada:

- D.L. 30/04/1992, n.285 - Nuovo Codice della Strada;
- D.P.E. 16/12/1992, n.495 - Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada;

Progettazione del corpo stradale:

- D.M. Infr. e Trasp. 05/11/ 2001, n. 6792 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;
- D.M. Infr. e Trasp. 22/04/ 2004 - Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante «Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade»;
- D.M. Infr. e Trasp. 19/04/2006 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali;

Acque meteoriche:

- DGR del Veneto n. 2948 del 06/10/2009 - L. 3 agosto 1998, n. 267 - Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009 e s.m.i.;
- DGR del Veneto n. 842 del 15/05/2012 - Piano di tutela delle acque e s.m.i.;



3. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

3.1. Inquadramento territoriale

L'area di intervento è situata a sud del centro abitato di Poiano in prossimità del raccordo tra la viabilità di Via Col. Fincato e la tangenziale est.



Immagine 1 – Vista aerea

3.2. Inquadramento urbanistico

Si riportano di seguito gli stralci cartografici estratti dagli elaborati del Piano degli Interventi del Comune di Verona.

A partire dalla prima immagine sotto riportata, si evince che sulla zona trattata sono presenti i seguenti vincoli: vincolo paesaggistico, fascia di rispetto aeroportuale e stradale.

Inoltre, si ricade all'interno di zona di ricarica degli acquiferi (art.39) e di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi – unità M (art. 43).

Per quanto riguarda invece "Il Paesaggio", il tratto interessato dal progetto rientra nell' Ambito della pianura valliva – Unità 5 (estratto tavola 2.2), oltre a ricadere su area di connessione naturalistica – Ambito ammortizzazione frangia urbana e su corridoio ecologico secondario (estratto tavola 3.2).

Urbanisticamente, la zona si trova quasi interamente all'interno della zona a prevalente destinazione agricola, sub-ambito agricolo di ammortizzazione e transizione.

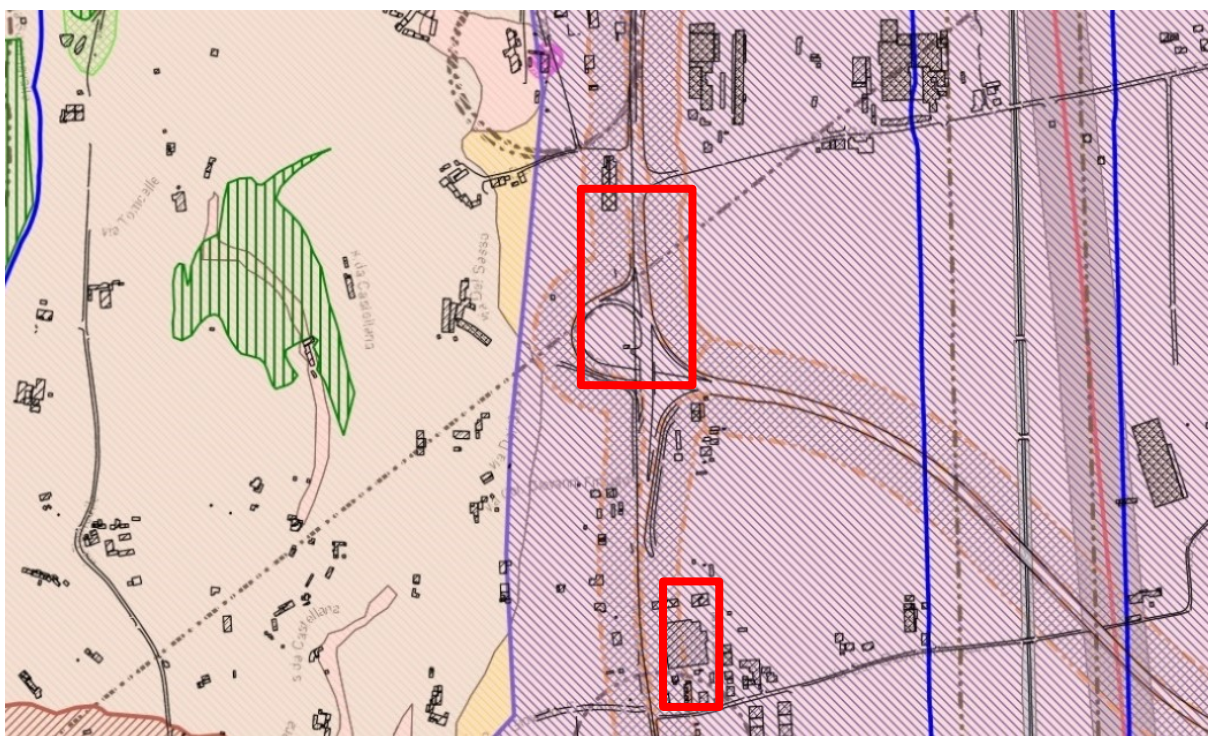


Immagine 2 – Estratto P.I. Tavola 1 – Vincoli della pianificazione

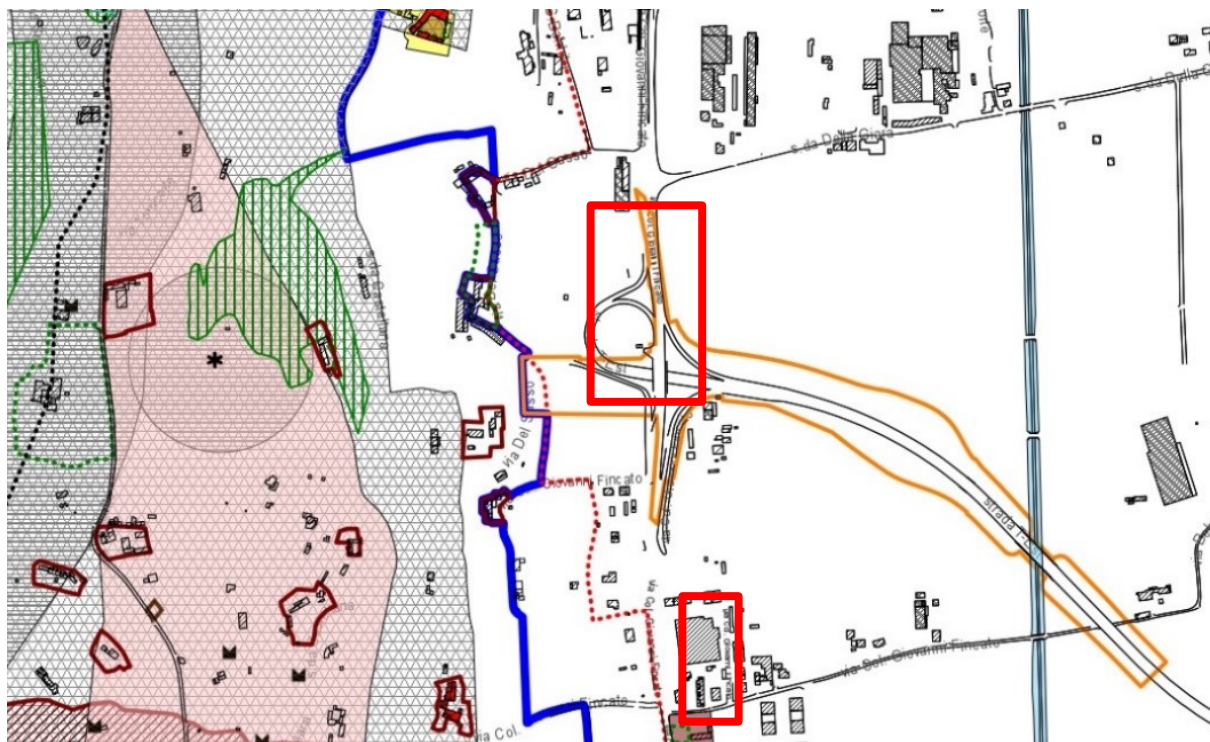


Immagine 3 – Estratto P.I. Tavola 2.1 – Il Paesaggio – Tutela del paesaggio

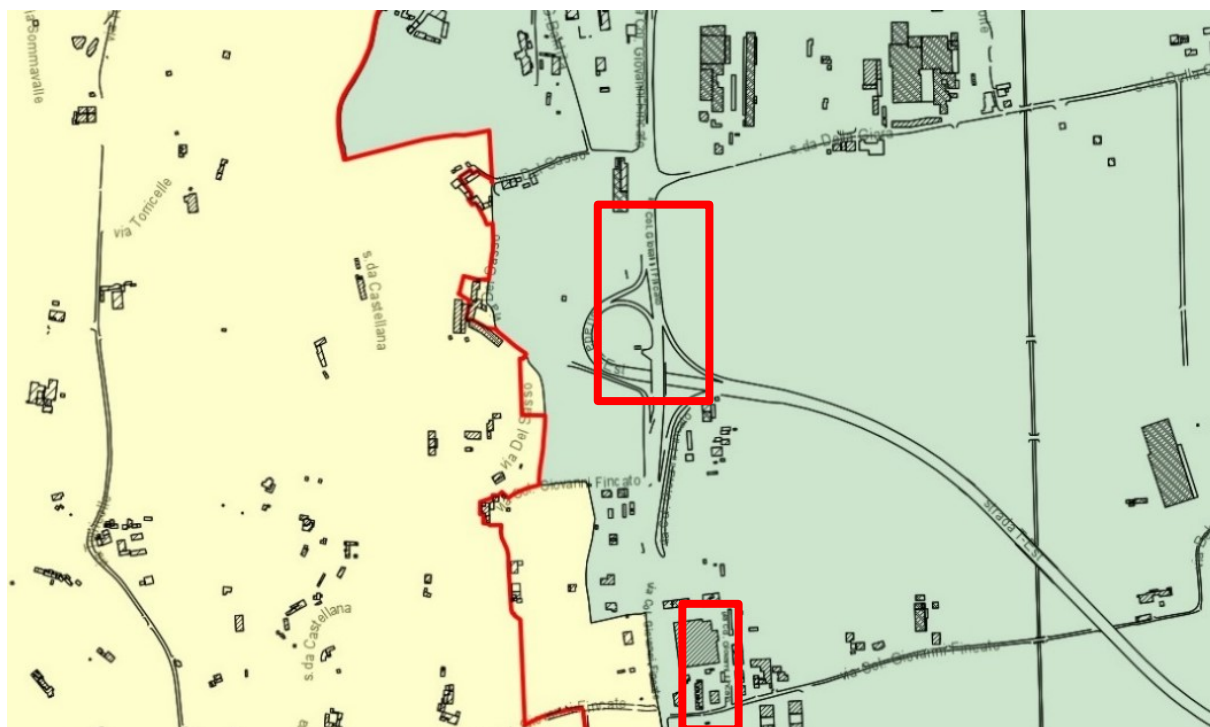


Immagine 4 – Estratto P.I. Tavola 2.2 – Il Paesaggio – Unità del paesaggio



Immagine 5 – Estratto P.I. Tavola 3.1 – Rete ecologica – Ambiti ed elementi



Immagine 6 – Estratto P.I. Tavola 3.2 – Rete ecologica – Zonizzazione

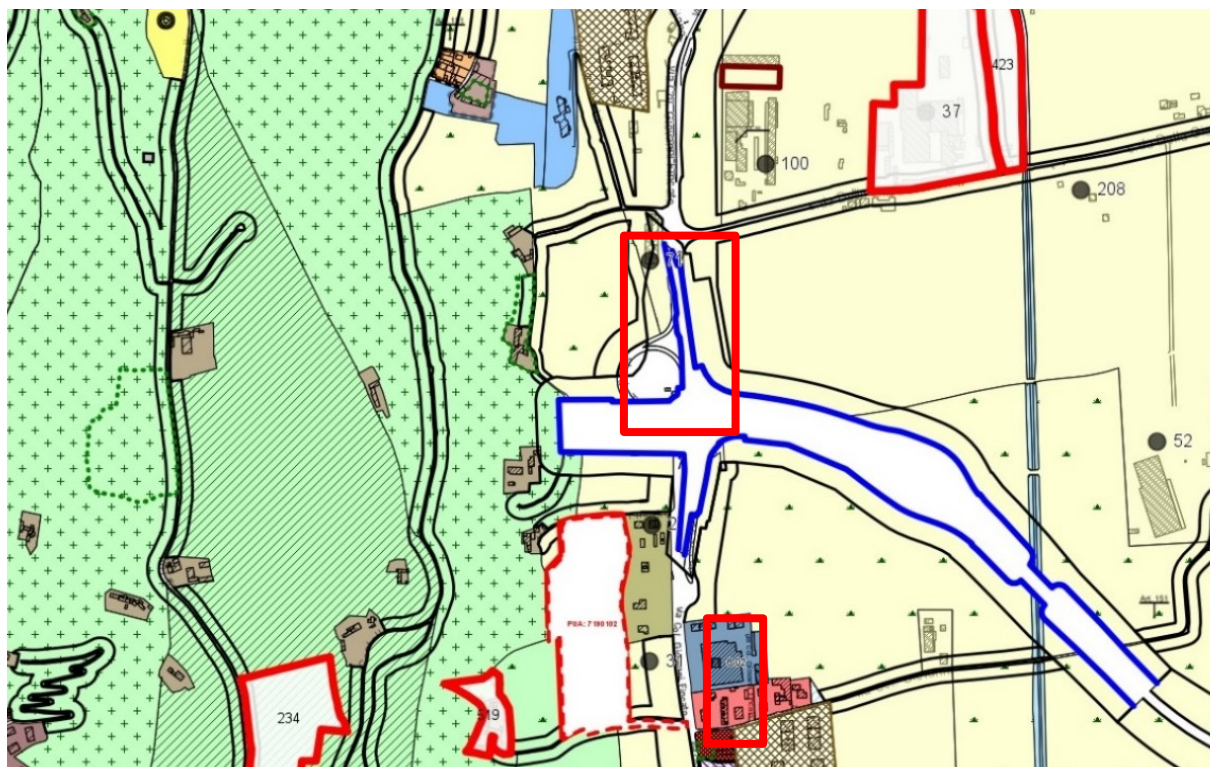


Immagine 7 – Estratto P.I. Tavola 4 Regolativo – Tavola 5 Operativo

3.3. Inquadramento geologico e idrogeologico

L'area in esame è posta a sud dell'abitato di Poiano, frazione del Comune di Verona.

Si riportano di seguito gli estratti cartografici relativi alla Carta della compatibilità geologica e della Carta idrogeologica del Piano degli interventi del Comune di Verona.

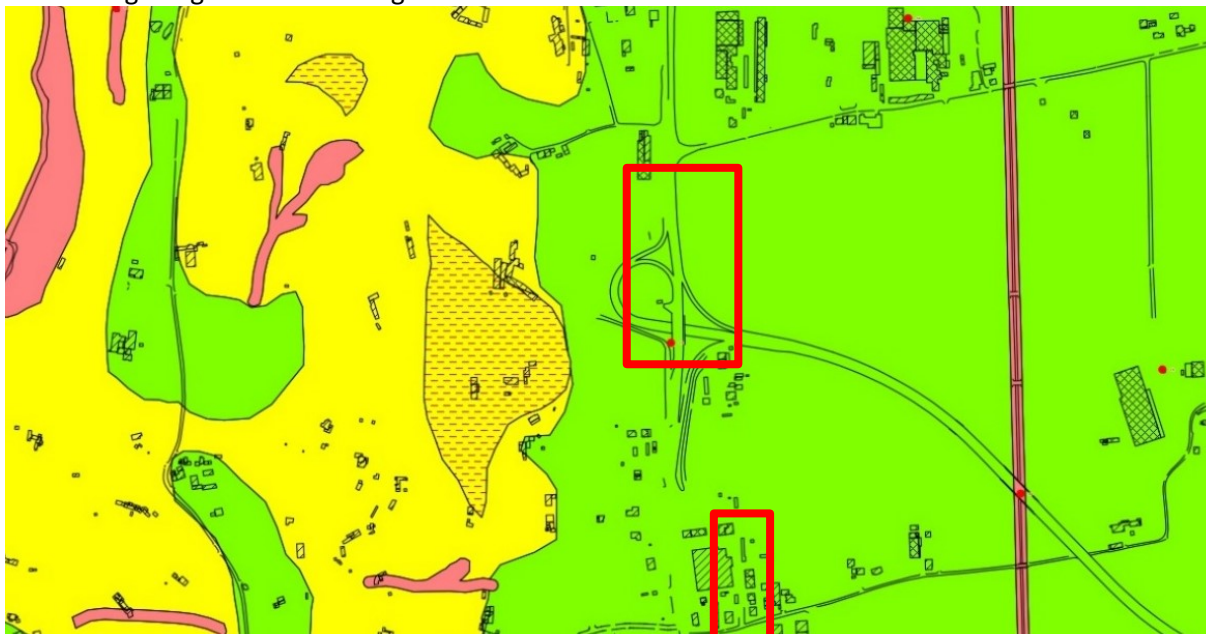


Immagine 8 – Estratto Carta della compatibilità geologica

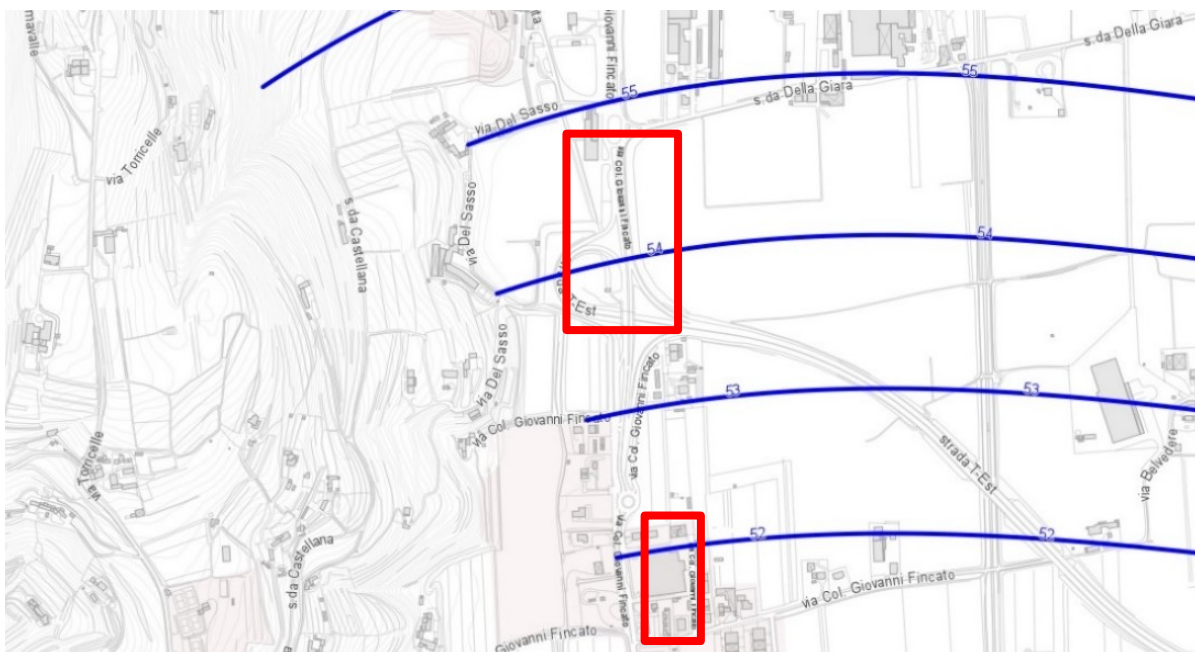


Immagine 9 – Estratto Carta idrogeologica

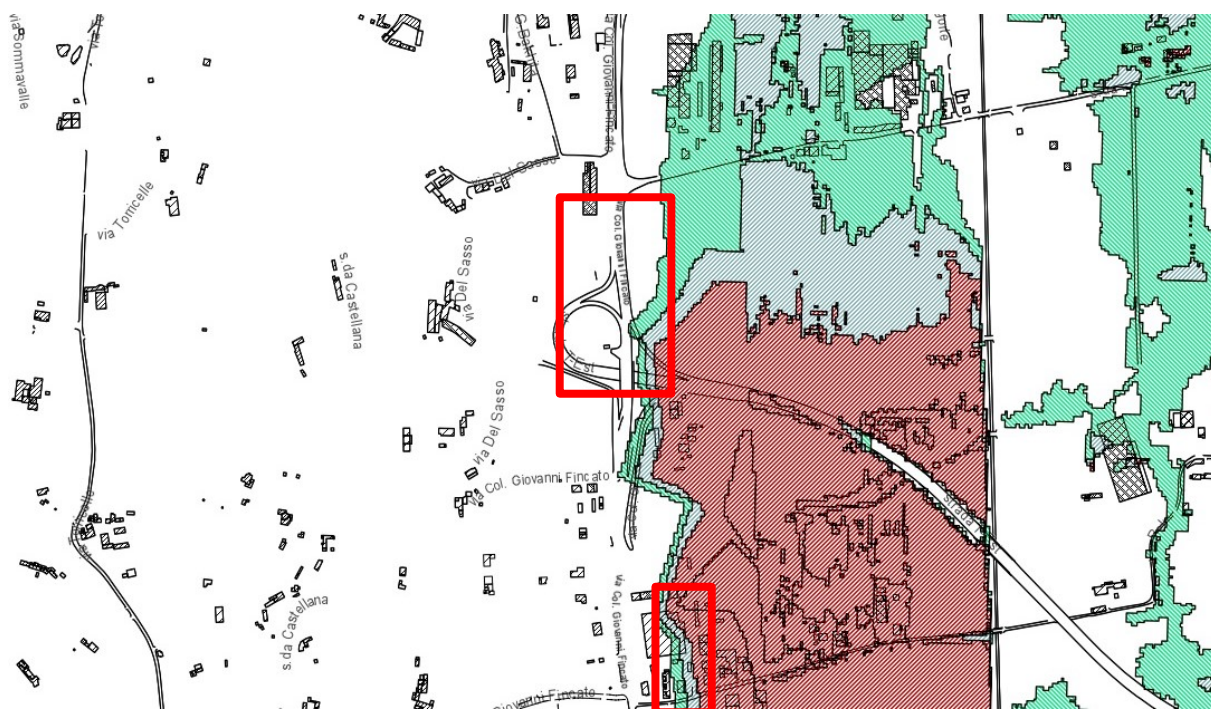


Immagine 10 – Estratto mappa per misure di salvaguardia relative al piano di gestione delle alluvioni

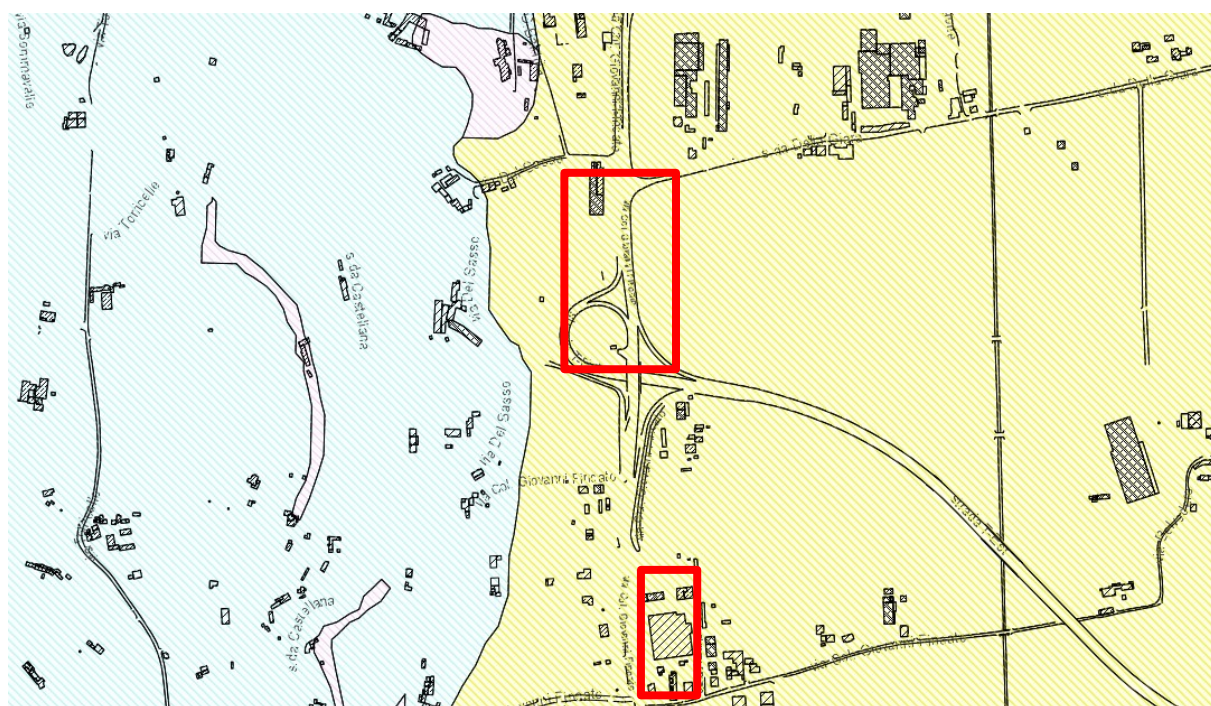
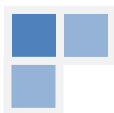


Immagine 11 – Estratto carta vulnerabilità intrinseca degli acquiferi



3.4. Caratteristiche geotecniche del sito

Si riporta di seguito la stratigrafia n.74 estratta dal Piano degli interventi del Comune di Verona Da cui si evince la bassa permeabilità del suolo.

Stratigrafie

Da -A	Tipo	Falda	Note	Luogo
0 - -4.6	argilla bruno rossastra con plaghe di ossidazione	-14,5	sondaggio 2b tangenziale est	
-4.6 - -5	limo bruno scuro con plaghe ossidate			
-5 - -10	sabbia fine limosa			
-10 - -12.7	limo sabbioso debolmente umido			
-12.7 - -13.4	limo sabbioso saturo, con plaghe ossidate			
-13.4 - -14.1	limo argilloso grigiastro			
-14.1 - -17.1	ghiaia con ciottoli poligenici in abbondante matrice limo argillosa			
-17.1 - -21.8	alternanze di limi sabbiosi e argille limose molli, asciutti o debolmente umidi; colore grigiastro			
-21.8 - -24	argilla limosa nerastra con plaghe torbose, asciutta, pi- compatta al letto			

In assenza di informazioni più specifiche, per gli scarichi a suolo si assume un valore di permeabilità pari a $k=5 \times 10^{-5}$ m/s. Tale valore permette di gestire lo smaltimento delle acque piovane creando una rete di raccolta confluyente in dispositivi di drenaggio per lo smaltimento al suolo e contemporanea funzione di compensazione delle portate maggiori che si possono verificare in caso di scrosci di particolare imponenza.

Resta inteso che in fase di progettazione esecutiva il valore di permeabilità dovrà essere riscontrato in sito anche mediante prove sui terreni.

3.5. Descrizione dello stato dei luoghi e gestione acque meteoriche attuale

La zona è caratterizzata da terreni incolti modestamente permeabili e non presenta un vero e proprio reticolo idraulico di scolo ma degli avvallamenti, perlopiù a margine delle strade, di raccolta e smaltimento delle acque piovane, senza un vero e proprio recapito. Il drenaggio delle acque piovane avviene naturalmente per infiltrazione nel terreno.

Al di sotto dello strato di terreno organico superficiale, dalla stratigrafia riportata nel Piano degli Interventi, si evince la presenza di un terreno argilloso.

La falda idraulica inoltre si presenta a profondità notevoli e tali da non influenzare minimamente il comportamento idraulico degli strati superficiali.

4. *Descrizione dell'intervento di progetto*

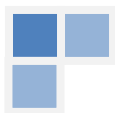
L'intervento di progetto prevede la realizzazione di un percorso ciclabile e pedonale che si articola in due tratti distinti collegati tra loro dalla controstrada esistente lungo via Col. Fincato che non viene modificata.



Il primo tratto a nord parte dal punto di arresto dell'analogo percorso in via di realizzazione che, discendendo dalla Valpantena, si attesterà all'ingresso del parcheggio del supermercato Famila. Il secondo tratto a sud andrà a riconfigurare i margini e l'attraversamento stradale delle aree di via Fincato prospicienti il supermercato Esselunga.

Dal punto di vista idraulico è possibile suddividere l'intervento in 4 ambiti caratterizzati per una diversa gestione delle acque meteoriche:

- Ambito 1, corrispondente ai tratti 1 e 2 di progetto, posti in un'area a verde che separa il parcheggio del supermercato dalla viabilità e pavimentato in asfalto. Tale ambito, avente sviluppo pari a circa 150m, prevede l'impermeabilizzazione di un'area di superficie complessiva pari a circa 390mq.
- Ambito 2, corrispondente ai tratti 3 e 4 di progetto, posti in area agricola/boscata per i quali il progetto prevede una pavimentazione con calcestruzzo drenante. Tale ambito, avente sviluppo pari a circa 215m, prevede l'impermeabilizzazione di un'area di superficie complessiva pari a circa 770mq.
- Ambito 3, corrispondente al tratto 5 di progetto – "Fronte Esselunga Ovest", posto perlopiù su banchina stradale sterrata e pavimentato in asfalto. Tale ambito, avente sviluppo pari a circa 70m, prevede la nuova impermeabilizzazione di un'area di superficie complessiva pari a circa 142mq. Tuttavia, non avendo rilevato in sito la presenza di un sistema di raccolta e



gestione delle acque meteoriche, ai fini della compatibilità idraulica si considera una superficie comprensiva della corsia stradale in direzione sud, per un totale di circa 655mq.

4.1. Coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso è definito come il rapporto tra volume defluito attraverso una determinata sezione in un definito intervallo di tempo e volume meteorico affluito nello stesso intervallo. Per le reti destinate alla raccolta delle acque meteoriche si prendono in considerazione i coefficienti di deflusso fissati dalla DGR 2948/2009 con riferimento alla piovosità dello scroscio sull'ora, riassunti nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

TIPOLOGIA DI SUPERFICIE	ϕ
Aree Agricole	0,10
Superfici permeabili (aree Verdi)	0,20
Superfici semi permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato...)	0,60
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,...)	0,90

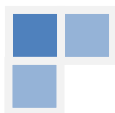
Tabella 1 - Tabella dei coefficienti di deflusso

Nel caso (come quello allo studio), in cui la superficie sia composta da componenti diverse, il coefficiente di deflusso è dato dalla media ponderata sulle aree:

$$\phi = \frac{\sum \phi_i \cdot S_i}{\sum S_i}$$

I coefficienti di deflusso per l'area in oggetto sono riportati nelle **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, che riepilogano i coefficienti di deflusso ante operam e dello stato di progetto.

TIPOLOGIA DI SUPERFICIE	Superficie [mq]	ϕ
Aree Agricole	770	0,10
Superfici permeabili (aree Verdi)	390	0,20
Superfici semi permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato...)	142	0,60
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, ecc...)	513	0,90



Coefficiente di deflusso medio ANTE-OPERAM	1.815	0,39
Superficie impermeabile equivalente	702	

Tabella 2 - Coefficienti deflusso ANTE-OPERAM

TIPOLOGIA DI SUPERFICIE	Superficie [mq]	ϕ
Aree Agricole	0	0,10
Superfici permeabili (aree Verdi)	0	0,20
Superfici semi permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato...)	770	0,60
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, ecc...)	1045	0,90
Coefficiente di deflusso medio ANTE-OPERAM	1.815	0.77
Superficie impermeabile equivalente	1402	

Tabella 3 - Coefficienti deflusso POST-OPERAM

4.2. Classificazione dell'intervento

La normativa prevede una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici. Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento. La classificazione è riportata nella seguente tabella.

CLASSE DI INTERVENTO	DEFINIZIONE
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con Imp. < 0.3
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con Imp. > 0,3

Tabella 4 - Classificazione interventi

Nelle varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

1. nel caso di trascurabile impermeabilizzazione potenziale, è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
2. nel caso di modesta impermeabilizzazione, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
3. nel caso di significativa impermeabilizzazione, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
4. nel caso di marcata impermeabilizzazione, è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

L'intervento in oggetto ricade nel caso di modesta impermeabilizzazione potenziale.

4.3. Definizione delle opere di mitigazione

In considerazione della tipologia di opere in progetto che presentano uno sviluppo perlopiù longitudinale, si ritiene che anche le opere di mitigazione debbano avere una conformazione analoga.

Pertanto, dove gli spazi lo consentono, si prevede la realizzazione di un avvallamento superficiale in area a verde posto a bordo del percorso con funzione di invaso delle acque della pista, laminazione dei volumi in eccesso e smaltimento a suolo mediante naturale infiltrazione.

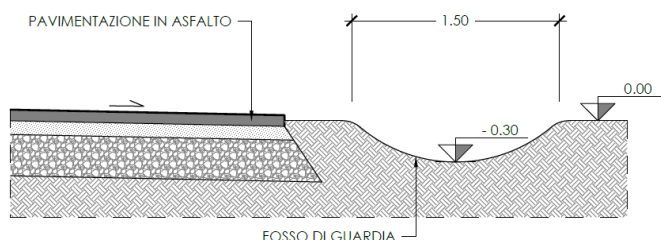


Immagine 12 – Particolare fosso di guardia per pavimentazione asfaltata – Ambito 1

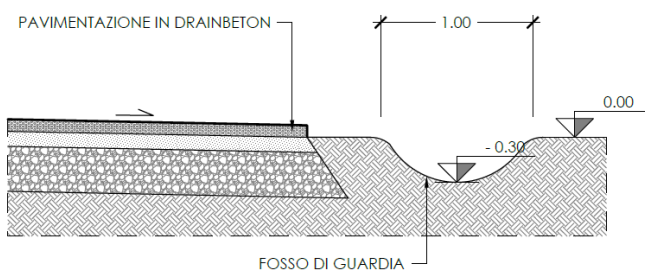


Immagine 13 – Particolare fosso di guardia per pavimentazione in cls drenante – Ambito 2

Dove invece non vi è lo spazio per la realizzazione di opere a bordo pista, si prevede la captazione delle acque mediante caditoie stradali e il collettamento in una trincea drenante posta al di sotto del sedime ciclabile che ha funzione di vaso e di dispersione a suolo delle acque.

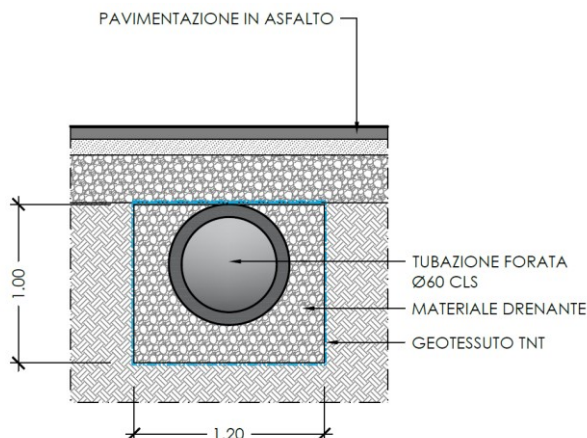


Immagine 14 – Particolare trincea disperdente per pavimentazione asfaltata – Ambito 3

Tali soluzioni, classificabili come “scarico a suolo” si ritengono compatibili con quanto previsto all’art.39 - comma 5 del Piano Tutela Acque della Regione Veneto.

5. Elaborazione delle piogge

5.1. Determinazione del tempo di ritorno

La scelta del tempo di ritorno (T_r) più adeguato allo scopo deve essere compatibile con la tipologia realizzativa dell’opera in progetto.

Ancorché il D.P.C.M. 04/06/1996 prescriva che “ai fini del drenaggio delle acque meteoriche le reti di fognatura bianca o mista debbano essere dimensionate e gestite in modo da garantire che fenomeni di rigurgito non interessino il piano stradale o le immissioni di scarichi neri con frequenza superiore ad una volta ogni cinque anni per ogni singola rete”, in questa sede si considererà ai fini del calcolo un tempo di ritorno pari a 200 anni.

5.2. LSPP (Linea Segnalatrice Probabilità Pluviometrica)

Per un bacino di limitate dimensioni l’analisi delle piogge di notevole intensità e breve durata costituisce l’elemento fondamentale per le valutazioni di carattere idraulico, geologico e morfologico. Tale informazione, inoltre, se elaborata attraverso modelli afflussi-deflussi, anche approssimati, permette di stimare le portate riversate nei corpi idrici recettori o nelle reti di fognatura bianca o mista.

Uno strumento fondamentale per la definizione delle caratteristiche di intensità e quantità delle precipitazioni meteoriche di progetto da utilizzare per il progetto delle opere idrauliche è la “linea segnalatrice di possibilità pluviometrica” (LSPP) o “curva di possibilità climatica” (CPC) o semplicemente “curva di possibilità pluviometrica” (CPP).

Tale funzione rappresenta l'involuppo delle altezze di pioggia " h " cadute per diversi valori di durata " t " del fenomeno atmosferico aventi un certo valore fissato di tempo di ritorno " T_r ".

Una delle formulazioni maggiormente utilizzate in letteratura per definire l'espressione analitica è data dalla legge di potenza a due parametri:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

- h è l'altezza di pioggia in mm;
- t è il tempo in ore.

Il concetto di rischio idraulico è quantificato dal tempo di ritorno T_r , definito come l'inverso della frequenza media probabile del verificarsi di un evento maggiore, ossia il periodo di tempo nel quale un certo evento è mediamente uguagliato o superato.

$$T_r = \frac{1}{1 - P(h \leq H)}$$

L'equazione di possibilità pluviometrica fornisce, per un fissato tempo di pioggia t , il massimo valore di h nel periodo pari al tempo di ritorno T_r e viene utilizzata, nei modelli afflussi-deflussi, per la determinazione della portata afferente all'area interessata.

Le LSPP sono suddivise tra piogge di durata inferiore all'ora e piogge di durata da 1 a 24 ore. Si riportano di seguito le tabelle riepilogative dei parametri per la definizione delle LSPP e la loro rappresentazione grafica. I parametri sono stati ricavati dal portale ARPAV – dati relativi alla stazione pluviometrica "Verona - Parco Adige Nord"

Verona - Parco Adige Nord - piogge inferiori all'ora		
Tempo ritorno (anni)	a	n
200	121.36	0.5744

Tabella 5 - Parametri delle LSPP per diversi tempi di ritorno e durata inferiore ad 1 ora

Verona - Parco Adige Nord - piogge superiori all'ora		
Tempo ritorno (anni)	a	n
200	91.665	0.1159

Tabella 6 – Parametri delle LSPP per diversi tempi di ritorno e durata maggiore ad 1 ora

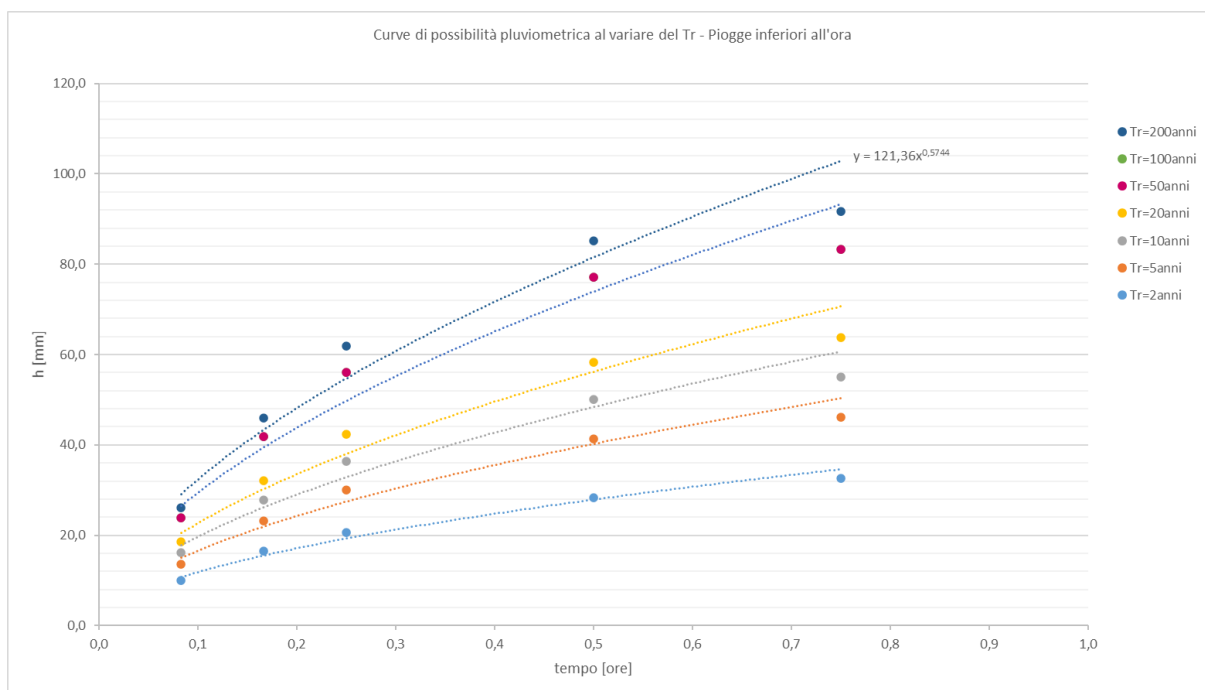


Grafico 1 - LSSP per diversi tempi di ritorno e durata inferiore ad 1 ora

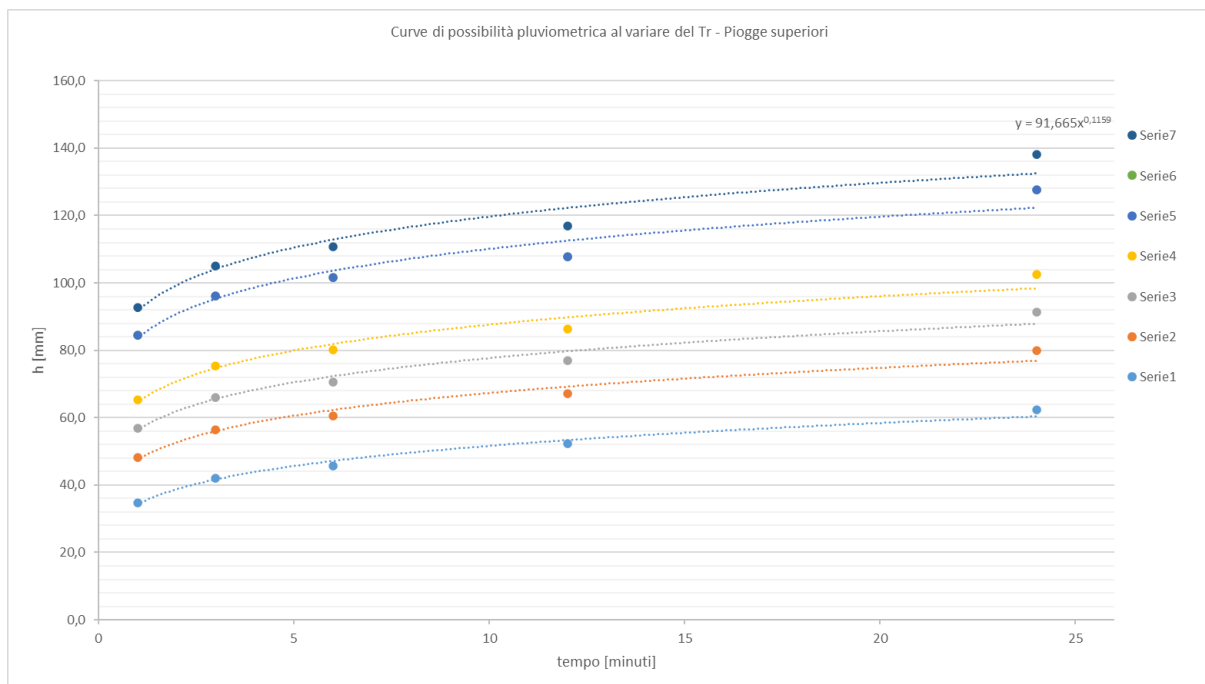
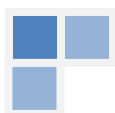


Grafico 2 - LSSP per diversi tempi di ritorno e durata maggiore ad 1 ora



6. VERIFICA dell'INVARIANZA IDRAULICA

6.1. Calcolo dei volumi di compensazione con il metodo razionale

Il calcolo del volume d'invaso può essere svolto considerando la differenza fra i volumi in ingresso e in uscita nel bacino di laminazione.

Posta in uscita una portata costante $Q_u = A \cdot u$ dove A è la superficie inferiore e laterale delle trincee disperdenti, per effetto di una pioggia di durata τ , si possono scrivere:

$$V_i = S \cdot \phi \cdot h(\tau)$$

$$V_{u \text{ dispersione}} = t \cdot Q_{u \text{ dispersione}}$$

Il valore massimo della differenza puntuale tra i volumi in ingresso e quelli in uscita, corrisponde al volume di invaso minimo necessario al fine di modulare gli effetti di una precipitazione di durata τ_{Vmax} :

$$\Delta V = V_i - V_{u \text{ disp}} = S \cdot \phi \cdot a \cdot \tau^n - Q_{u \text{ disp}} \cdot \tau$$

Il problema si riconduce quindi al calcolo del massimo di una funzione, risolvibile uguagliando a zero la derivata prima di ΔV e risolvendo rispetto a τ :

$$\tau_{Vmax} = \left(\frac{Q_u}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

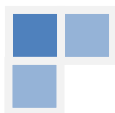
da cui si ricava il volume massimo da invasare:

$$V_{max} = S \cdot \phi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

6.2. Calcolo della dispersione a suolo e del volume di accumulo

6.2.1. Ambito 1 – Fosso

Superficie	150	m2
h.	0,3	m
Scarico diretto	0	l/s/ha
perm. Terreno	5,00E-05	m/s
Vol. invasato	22,50	m3
Disp.	0,0075	m3/s



6.2.2. Ambito 2 – Fosso

Superficie	213	m ²
h.	0,3	m
Scarico diretto	0	l/s/ha
perm. Terreno	5,00E-05	m/s
Vol. invasato	31,95	m ³
Disp.	0,0107	m ³ /s

6.2.3. Ambito 3 – Trinchee disperdente

L trincea	70	
diam tubo	0,6	m
B	1,2	m
H	1,0	m
coeff. Vuoti	35%	
perm. Terreno	5,00E-05	m/s
Vol. invasato	42,26	m ³
Disp.	0,0112	m ³ /s

6.3. **Verifica opere di invarianza idraulica**

6.3.1. Ambito 1 – Fosso

Si riporta di seguito il calcolo e il diagramma con i volumi in ingresso e uscita nel sistema di compensazione (bilancio idraulico).

Tempo [min]	Volume in ingresso [mc]	Volume disperso [mc]	Volume invasato [mc]
5	10,22	2,25	7,97
10	15,22	4,50	10,72
15	19,21	6,75	12,46
20	22,66	9,00	13,66
25	25,76	11,25	14,51
30	28,61	13,50	15,11
45	36,11	20,25	15,86
60	42,60	27,00	15,60
60	32,17	27,00	5,17
75	33,02	33,75	0,00
90	33,72	40,50	0,00

Tabelle 6 – Calcolo volume compenso

in cui:

Volume in ingresso = $(a \times t^n) \times S$ (con $S = 351mq$)

Volume disperso = $t \times disp$ (con $disp = (B + 2 \times H) \times L \times k = 0.0075 mc/s$)

Volume invasato = Volume in ingresso - Volume disperso

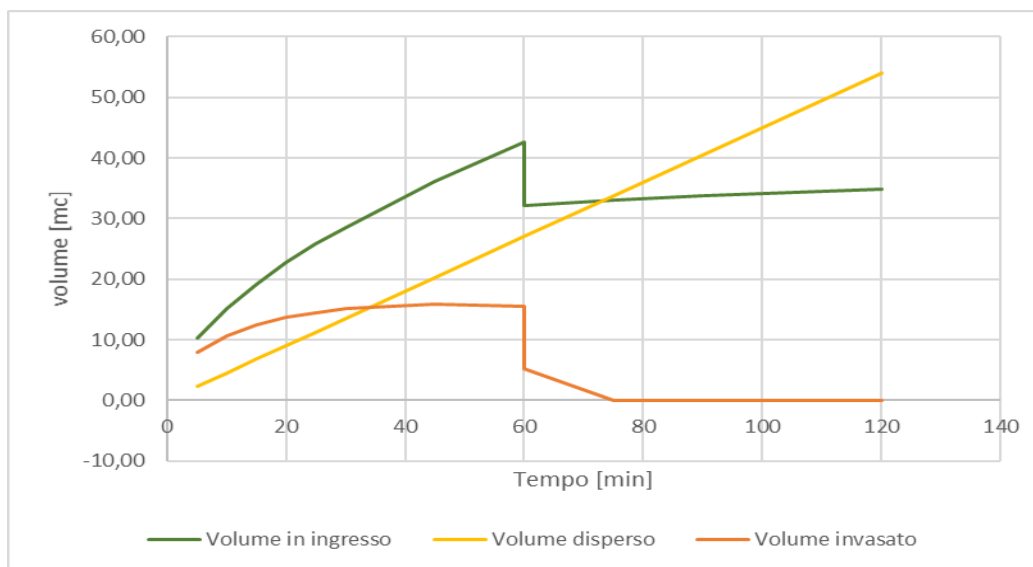


Figura 12 – Bilancio idraulico sistema di drenaggio con trincea drenante

Dal grafico si osserva che la massima criticità del sistema si ha per una pioggia di durata pari a circa 45min, per la quale il volume di compensazione necessario è di circa 15.85mc.

Il massimo volume di invaso della trincea è pari a 22.50mc > 15.85mc.

Il fosso garantisce un adeguato margine di sicurezza idraulico per le eventuali acque intercettate provenienti dalle aree adiacenti.

6.3.2. Ambito 2 – Fosso

Si riporta di seguito il calcolo e il diagramma con i volumi in ingresso e uscita nel sistema di compensazione (bilancio idraulico).

Tempo [min]	Volume in ingresso [mc]	Volume disperso [mc]	Volume invasato [mc]
5	13,45	3,20	10,26
10	20,03	6,39	13,64
15	25,29	9,59	15,70
20	29,83	12,78	17,05
25	33,91	15,98	17,93
30	37,65	19,17	18,48
45	47,53	28,76	18,77
60	56,07	38,34	17,73
60	42,35	38,34	4,01
75	43,46	47,93	0,00
90	44,39	57,51	0,00

Tabelle 6 – Calcolo volume compenso

in cui:

Volume in ingresso = $(a \times t^n) \times S$ (con $S = 462mq$)

Volume disperso = $t \times disp$ (con $disp = (B + 2 \times H) \times L \times k = 0.0107 mc/s$)

Volume invasato = Volume in ingresso - Volume disperso

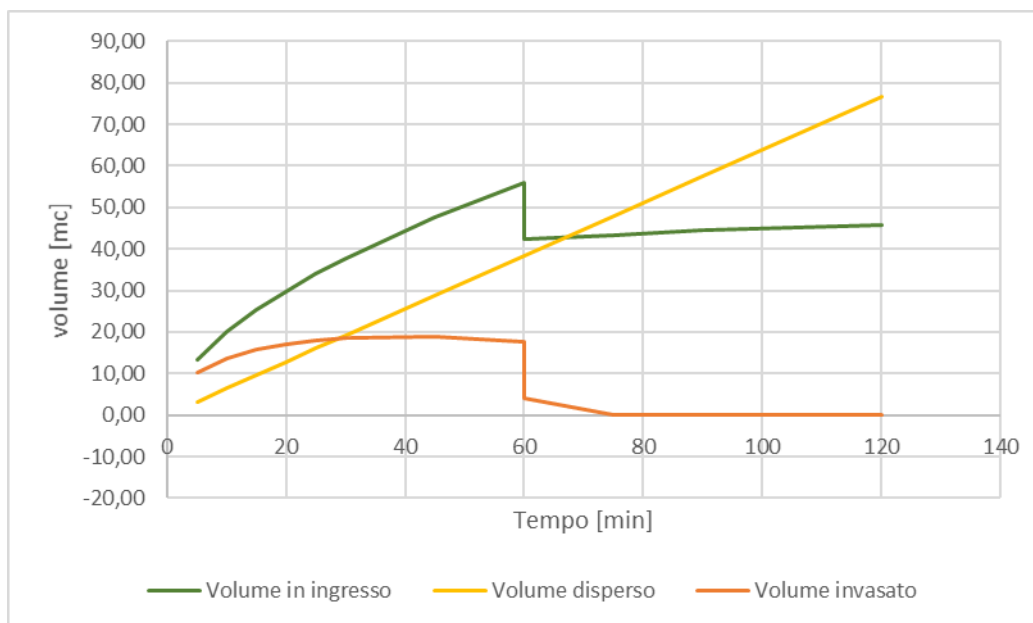


Figura 12 – Bilancio idraulico sistema di drenaggio con trincea drenante

Dal grafico si osserva che la massima criticità del sistema si ha per una pioggia di durata pari a circa 45min, per la quale il volume di compensazione necessario è di circa 18.80mc.

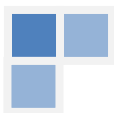
Il massimo volume di invaso della trincea è pari a 31.95mc > 18.80mc.

Il fosso garantisce un adeguato margine di sicurezza idraulico per le eventuali acque intercettate provenienti dalle aree adiacenti.

6.3.3. Ambito 3 – Trincea drenante

Si riporta di seguito il calcolo e il diagramma con i volumi in ingresso e uscita nel sistema di compensazione (bilancio idraulico).

Tempo [min]	Volume in ingresso [mc]	Volume disperso [mc]	Volume invasato [mc]
5	17,17	3,36	13,81
10	25,56	6,72	18,84
15	32,27	10,08	22,19
20	38,06	13,44	24,62
25	43,27	16,80	26,47



Tempo [min]	Volume in ingresso [mc]	Volume disperso [mc]	Volume invasato [mc]
30	48,04	20,16	27,88
45	60,64	30,24	30,40
60	71,54	40,32	31,22
60	54,04	40,32	13,72
75	55,45	50,40	5,05
90	56,64	60,48	0,00
105	58,56	80,64	0,00
120	17,17	3,36	13,81

Tabelle 6 – Calcolo volume compenso

in cui:

Volume in ingresso = $(a \times t^n) \times S$ (con $S = 589.5mq$)

Volume disperso = $t \times disp$ (con $disp = (B + 2 \times H) \times L \times k = 0.0112 mc/s$)

Volume invasato = Volume in ingresso - Volume disperso

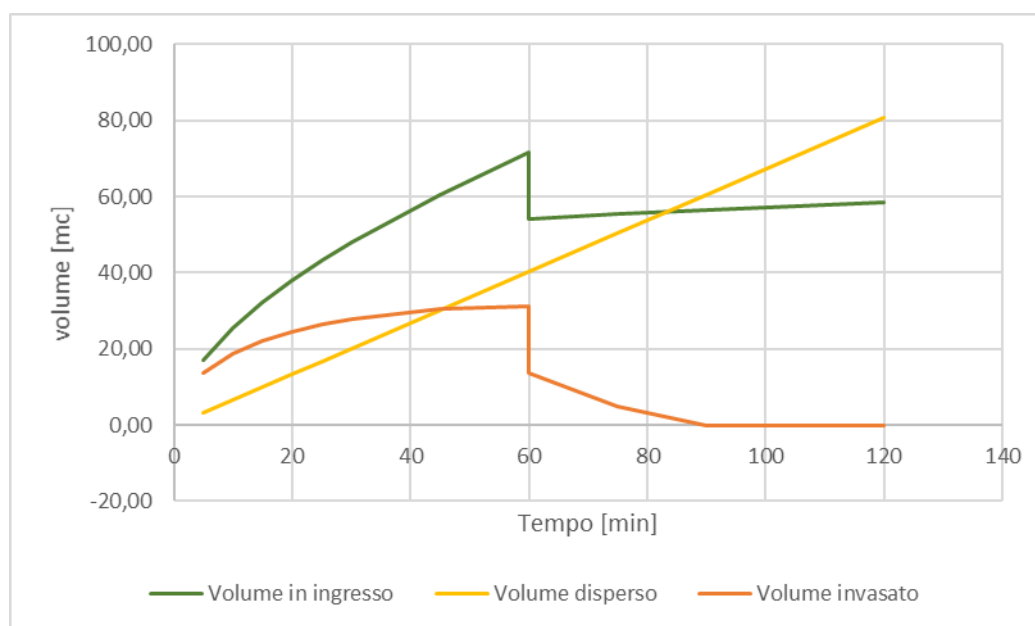
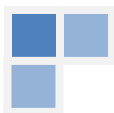


Figura 12 – Bilancio idraulico sistema di drenaggio con trincea drenante

Dal grafico si osserva che la massima criticità del sistema si ha per una pioggia di durata pari a circa 45min, per la quale il volume di compensazione necessario è di circa 30.40mc.

Il massimo volume di invasato della trincea è pari a circa 42.26mc > 30.40mc.

La trincea garantisce un adeguato margine di sicurezza idraulica.



7. CONCLUSIONI

L'intervento in progetto, alla luce di quanto esposto, apporta una alterazione della situazione attuale, dal punto di vista dell'impatto idraulico.

Preso atto delle caratteristiche di permeabilità dei terreni interessati dai lavori, si è osservata l'opportunità di convogliare i deflussi in eccesso, prodotti dall'impermeabilizzazione, direttamente al suolo con sistemi di dispersione facilitata, ai sensi dell'allegato A al DGRV n°2948 del 06/10/2009.

In particolare, poiché la **superficie impermeabile equivalente** di progetto è pari a circa **1400m²**, l'intervento rientra nella classe di "**modesta impermeabilizzazione potenziale**", ai sensi dell'allegato A al DGRV n°2948 del 06/10/2009.

Si è dunque condotta l'analisi dei dati pluviometrici, con riferimento ad un evento meteorologico con tempo di ritorno $Tr = 200$ anni, al fine di determinare le maggiori portate e verificare idraulicamente le nuove condotte previste da progetto ed è stato progettato un sistema di captazione, invaso e smaltimento a suolo delle acque per mezzo di fossi di guardia e trincee disperdenti con un **volume di invaso complessivo pari a circa 96.7 mc.**

Viste le opere di mitigazione previste in progetto, si può affermare che il progetto preso in esame risulta idraulicamente compatibile.

In fase di progetto esecutivo e/o di esecuzione potranno essere apportate eventuali modifiche al sistema di compensazione e smaltimento proposto in base all'effettiva permeabilità del suolo nell'area interessata all'intervento.