



Comune di
Verona

Consorzio ZAI



Interporto
Quadrante
Europa

ACCORDO DI PROGRAMMA IN VARIANTE AL PIANO DEGLI INTERVENTI ART. 109 - COMPARTO VIA DELLA CHIMICA

Il progettista



Il presidente

Comune di Verona
Sindaco
Damiano Tommasi
Assessore alla Pianificazione Territoriale -
Urbanistica
Avv. Barbara Bissoli

Amministrativo gestione del territorio -
Autorità di Bacino
Dott.ssa Donatella Fragiocomo

Pianificazione e Progettazione
Urbanistica
Arch. Arnaldo Toffoli
Arch. Paola Prospero
Arch. Rosa Cimmino

Presidente ZAI
Dott. Matteo Gasparato

Direttore ZAI
Dott. Nicola Boaretti

Ufficio Tecnico ZAI
Ing. Gianni Oltramari
Geom. Marta Pippa
Geom. Moreno Bosco

Data: 13/06/2022 P.G.: 212349

Compatibilità idraulica

COMUNE DI VERONA**PROVINCIA DI VERONA****ACCORDO DI PROGRAMMA**

in variante al Piano degli Interventi
Art. 109 – Comparto Via della Chimica

COMPATIBILITA' IDRAULICA

COMMITTENTE:

CONSORZIO per la ZONA AGRICOLO INDUSTRIALE

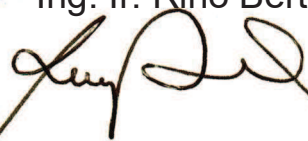
Via Sommacampagna, 61
37137 VERONA - INTERPORTO

Villafranca di Verona, lì

maggio 2021

Relatore

Ing. Ir. Rino Bertasini

**Studio di Ingegneria Ing. Ir. Rino Bertasini**

Via Molini 43 – 37069 Villafranca di Verona

Tel. 331 2448802 Fax. 0456301533 Email rino.bertasini@gmail.com PEC rino.bertasini@ingpec.eu*E' vietata la riproduzione nonché la trasmissione a terzi di questo documento senza autorizzazione*

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INDIVIDUAZIONE TERRITORIALE.....	5
3	DESCRIZIONE DEI LUOGHI ED USO DEL SUOLO ATTUALE.....	6
4	FRAGILITA' IDRAULICHE E IDROGEOLOGICHE	7
5	RETI FOGNARIE E REGIME IDRAULICO ATTUALE DELLA ZONA	9
6	PROGRAMMAZIONE URBANISTICA DELL'AREA.....	10
7	GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE.....	12
8	ANALISI PLUVIOMETRICA	13
9	DEFINIZIONE DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO	14
10	CALCOLO DEL SISTEMA DI COMPENSAZIONE	15
11	CONCLUSIONI	28

1 PREMESSA

L'esigenza della stesura del presente documento deriva dalle disposizioni impartite della 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 nell'iter approvativo di ogni piano urbanistico e attuativo, e loro varianti, 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.

Per questo motivo ha sviluppato all'interno della normativa i parametri e le condizioni di contorno, ritenute fondamentali e sufficienti per assicurare il mantenimento dello stato idraulico esistente, introducendo il principio della INVARIANZA IDRAULICA, che garantisce, pur modificando il territorio e aumentandone l'impermeabilizzazione, il mantenimento dei precedenti picchi massimi di deflusso nella rete idraulica presente.

Questo obiettivo è realizzabile mediante l'adozione di dispositivi compensativi e sistemi di invaso per equilibrare:

- la riduzione della capacità di infiltrazione del terreno dovuta alle nuove impermeabilizzazioni;
- la minore propensione a trattenere le acque piovane in superficie, con conseguente minor invaso superficiale intrinseco;
- l'aumento delle manifestazioni meteoriche a scroscio con l'amplificazione dei colmi di piena.

La presente valutazione è finalizzata alla verifica delle conseguenze sul regime idraulico della zona, all'attuazione delle opere previste dall'Accordo di Programma ai sensi dell'art. 7 della legge urbanistica della Regione Veneto del 23 aprile 2004 n. 11 per il "comparto urbanistico di via della Chimica", con il calcolo e l'adozione dei sistemi compensativi ottimali ed idonei per la gestione delle acque piovane al fine di annullare il rischio idraulico derivante dall'impermeabilizzazione di un territorio attualmente agricolo/incolto.

Verrà quindi sviluppato il calcolo per il dimensionamento del relativo sistema di compensazione in base ai dati pluviometrici della zona, applicati con tempi di ritorno, nel rispetto della normativa vigente, di 50 anni e, di 200 anni data la modalità di smaltimento di tutte le acque piovane al suolo, specifica dell'intervento in oggetto.

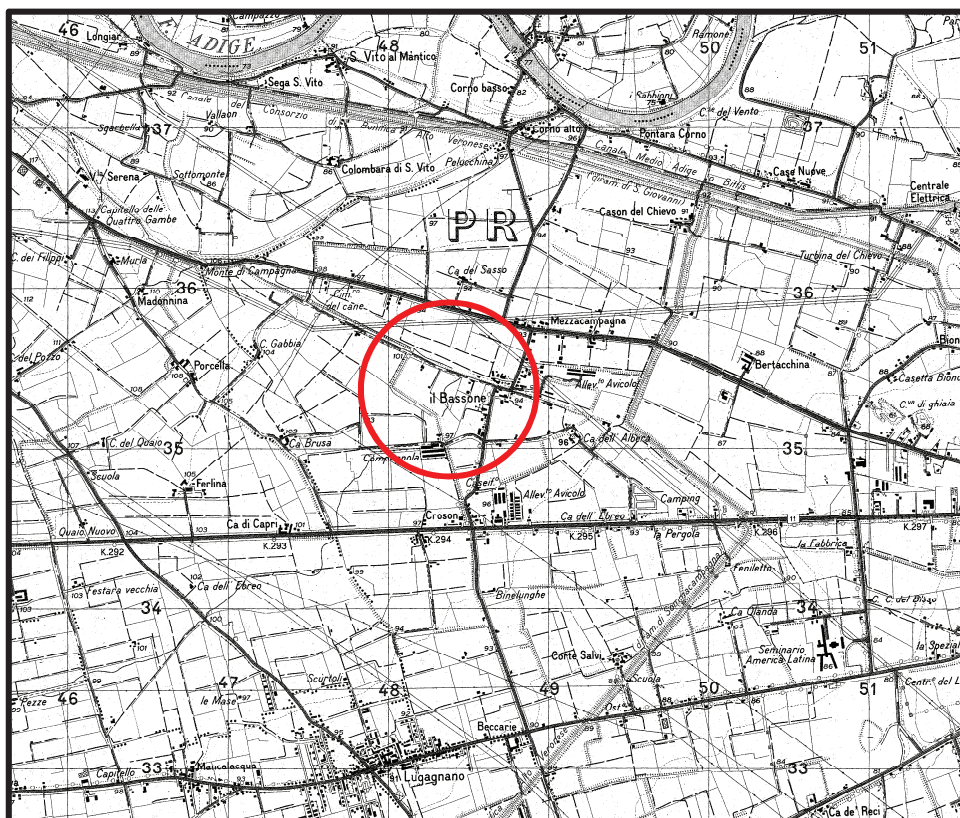
Verrà inoltre determinato il sistema di smaltimento di tali acque in base alle caratteristiche di accettazione del terreno ed assicurando l'equilibrio del bilancio fra le acque in entrata (in base alla piovosità) e le acque in uscita (acque smaltite) con l'ausilio di un sistema di invasi che permetta l'allontanamento delle acque dalle superfici urbanizzate, senza aggravare la rete idraulica della zona garantendo così l'invarianza idraulica ed un alto grado di sicurezza dell'intervento.

Visto il livello di dettaglio del progetto, verranno indicate le possibili tipologie di compensazione e di dispersione al suolo adottabili, che meglio si integrano all'ambiente circostante e alle modalità e funzionalità dell'intervento globale.

2 INDIVIDUAZIONE TERRITORIALE

L'accordo di Programma in oggetto riguarda un terreno che il Comune di Verona, con Delibera C.C. n. 91 del 23/12/2011 ha approvato nel piano degli interventi identificandolo nella zona industriale ZAI DUE in località Basson come tessuto per attività produttive, di proprietà del Consorzio Zai, denominata "Comparto urbanistico di via della Chimica".

L'ambito si estende su una superficie di 22.685 mq ed è composto da due lotti produttivi e un lotto per attività associative e di volontariato, oltre ad aree per parcheggi, marciapiedi e verde a standard di uso pubblico.



Corografia generale

3 DESCRIZIONE DEI LUOGHI ED USO DEL SUOLO ATTUALE

Attualmente l'area è libera da costruzioni e lasciata incolta e piante spontanee.



Ortofoto

4 FRAGILITA' IDRAULICHE E IDROGEOLOGICHE

Per la verifica delle fragilità idrauliche e idrogeologiche dell'area in questione si fa riferimento alla carta delle fragilità del Piano di Assetto del Territorio del Comune di Verona, di cui se ne riporta un estratto a seguire:



Estratto Carta delle fragilità del PAT del Comune di Verona

Dalla carta si evince che la zona oggetto della relazione è classificata come Unità A relativamente alla vulnerabilità intrinseca degli acquiferi. In tale classificazione sono inserite:

- Aree caratterizzate dalla presenza di alluvioni fluviali e fluvioglaciali a composizione prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa, ad elevata permeabilità primaria;
- Strati di alterazione superficiale di scarsa potenza;
- Morfologia pianeggiante, con cigli e scarpate di terrazzi alluvionali, alvei e paleoalvei;
- Dinamica geomorfologica prevalente: fluviale e fluvioglaciale;
- Presenza di falda libera a profondità maggiore di 10 metri dal piano campagna.

Tutte queste caratteristiche, verificabili anche sul posto dai sopralluoghi e saggi eseguiti, ne conferiscono una vulnerabilità intrinseca alta.

Tali caratteristiche non rappresentano situazioni di criticità o pericolo evidente, ma necessitano di una maggior attenzione ai sistemi di smaltimento delle acque.

Per questo motivo, nella progettazione esecutiva dovranno essere previste oltre agli opportuni dispositivi per il trattamento delle acque di prima pioggia ove richiesto dalla normativa ambientale, la realizzazione dei sistemi di dispersione al suolo, che permettano la filtrazione naturale delle acque piovane, al fine di impedire l'eventuale contaminazione delle falde con fluidi inquinanti. Lo smaltimento al suolo delle acque viene consigliato con il mantenimento di un materasso drenante originario di almeno 5 m sopra la quota massima di falda.

Dalla Carta delle fragilità inoltre si può rilevare l'assenza di fenomeni e situazioni di pericolo e/o rischi per dissesto idrogeologico. L'area inoltre non è interessata da zone di pericolosità idraulica.

La conformazione pianeggiante di tutta l'area ne garantisce la sicurezza idrogeologica.

5 RETI FOGNARIE E REGIME IDRAULICO ATTUALE DELLA ZONA

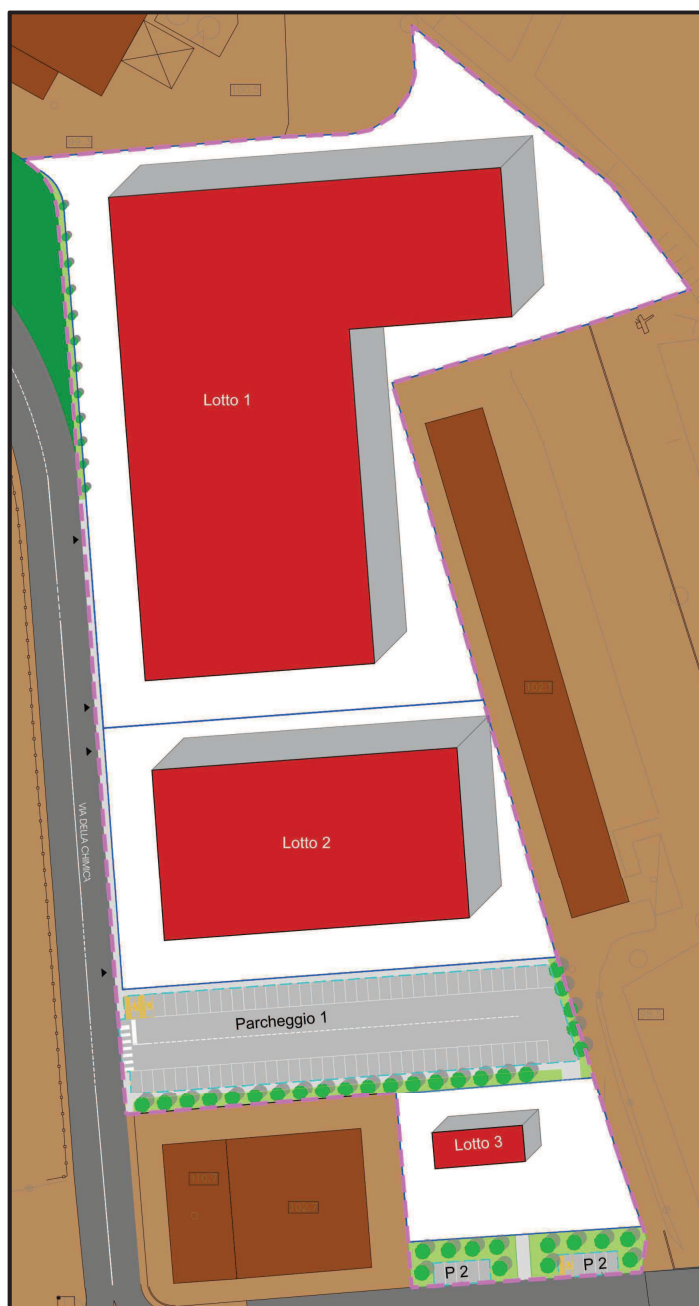
La zona essendo caratterizzata da terreni altamente permeabili, completamente piana ed essendo ancora parzialmente agricola, non presenta alcun reticolo idraulico di scolo né di origine naturale (corsi d'acqua), né artificiale (fognatura di acque bianche), infatti il drenaggio delle acque piovane avviene naturalmente per infiltrazione nel terreno. Dall'analisi geologica si evince la presenza generalizzata di un sottile strato di terreno organico superficiale che permette l'utilizzo agricolo dello stesso, con profondi strati di ghiaie medio-grossolane e sabbie di buona qualità geotecnica.

La falda idraulica inoltre si presenta a profondità notevole, oltre 40 m come da risulta da indagini e relazione geologiche eseguite in zona, tale da non influenzare minimamente il comportamento idraulico degli strati superficiali.

Ne conviene che l'unica possibilità di smaltimento delle acque piovane rimanga la dispersione al suolo con la realizzazione di sistemi di infiltrazione facilitata oltre che a vasi di laminazione che garantiscano la sicurezza idraulica dell'intero intervento, come previsto dal progetto in questione.

6 PROGRAMMAZIONE URBANISTICA DELL'AREA

L'attuale fase di progettazione prevede la definizione delle opere di urbanizzazione mancanti e l'individuazione di tre distinti lotti all'interno dei quali sono state individuate le superfici di progetto e di ingombro massimo dei fabbricati; ne è conseguito inoltre il posizionamento delle superfici a parcheggio e delle aree verdi connesse con strade.



Schema Ambito

*Particolare Lotto 3*

7 GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

Come riportato nei paragrafi precedenti, attualmente l'acqua piovana non necessita di una gestione particolare, in quanto si infiltra in modo naturale nel terreno, che in questa zona si presenta molto permeabile.

Anche per le strade esistenti, l'acqua si disperde sulle banchine, nei terreni laterali o in sistemi di infiltrazione facilitata per disperdersi naturalmente nel terreno.

Anche in caso di scrosci di notevole intensità, grazie alla permeabilità elevata del terreno, l'area non presenta rischi idraulici di allagamenti e/o ruscellamenti pericolosi. Tali ruscellamenti sono inibiti anche dalla conformazione pianeggiante dell'area.

Nel nuovo progetto, data la notevole impermeabilizzazione del suolo, le acque piovane dovranno essere opportunamente trattate, sia per l'aspetto ambientale della loro qualità ove la normativa vigente lo prevede, sia per lo smaltimento delle stesse.

Infatti l'urbanizzazione dell'area impedirà la naturale infiltrazione delle acque nel terreno, favorendo la concentrazione delle stesse con la creazione di portate di piena significative. Per questo motivo si dovrà prevedere un apposito e complesso sistema di drenaggio e di compensazione che permetta di eliminare ogni rischio idraulico possibile.

Ovviamente la presenza di terreni molto sciolti e permeabili favorirà la creazione di sistemi drenanti. Infatti da indagini sul posto e da relazioni geologiche con prove di dispersione localizzata, risulta una capacità disperdente molto elevata, con coefficiente di permeabilità nell'ordine di

$$K = 10^{-4} \text{ m/s}$$

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 con un congruo numero di prove sul campo.

8 ANALISI PLUVIOMETRICA

Vista la posizione dell'intervento, la stazione pluviometrica più vicina e più idonea per consistenza delle serie a disposizione, tali da rendere attendibile la statistica della previsione risulta quella di Verona. Per i calcoli necessari per ottemperare le disposizioni della normativa vigente si è fatto riferimento al Tempo di Ritorno (Tr) di 50 e 200 anni

Si è fatto quindi riferimento ai dati forniti dall'ARPAV come previsto anche nello Studio di Compatibilità Idraulica del Piano degli Interventi del comune di Verona redatto dallo Studio di Geologia del Dott. Mastella.

A seguire lo schema dei parametri dei dati di precipitazioni forniti dall'ARPAV.

Stazione di VERONA				
Parametri regolarizzazione dati di precipitazione			legge di GUMBEL	
$-alfa * (x - beta)$				
$-e$				
$P(x) = e$				
1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
N: 31	N: 31	N: 31	N: 31	N: 31
Media: 27.110	Media: 33.742	Media: 38.987	Media: 44.781	Media: 52.858
alfa: .100	alfa: .084	alfa: .080	alfa: .075	alfa: .072
beta: 21.713	beta: 27.374	beta: 32.261	beta: 37.611	beta: .419
Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2
Xt = 25.40	Xt = 31.72	Xt = 36.85	Xt = 42.50	Xt = 50.50
Parametri curva H = a*T**n : a = 9.086 n = .238 (T = minuti)				
Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5
Xt = 36.78	Xt = 45.16	Xt = 51.04	Xt = 57.63	Xt = 66.19
Parametri curva H = a*T**n : a = 14.696 n = .208 (T = minuti)				
Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10
Xt = 44.32	Xt = 54.05	Xt = 60.44	Xt = 67.65	Xt = 76.58
Parametri curva H = a*T**n : a = 18.560 n = .196 (T = minuti)				
Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25
Xt = 53.85	Xt = 65.29	Xt = 72.31	Xt = 80.30	Xt = 89.72
Parametri curva H = a*T**n : a = 23.545 n = .184 (T = minuti)				
Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50
Xt = 60.92	Xt = 73.63	Xt = 81.12	Xt = 89.69	Xt = 99.46
Parametri curva H = a*T**n : a = 27.296 n = .177 (T = minuti)				
Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100
Xt = 67.93	Xt = 81.91	Xt = 89.86	Xt = 99.01	Xt = 109.13
Parametri curva H = a*T**n : a = 31.051 n = .172 (T = minuti)				
Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200
Xt = 74.92	Xt = 90.16	Xt = 98.57	Xt = 108.30	Xt = 118.76
Parametri curva H = a*T**n : a = 34.817 n = .168 (T = minuti)				

Per i calcoli necessari per ottemperare le disposizioni della normativa vigente si è fatto riferimento al Tempo di Ritorno (Tr) di 50 anni con verifica del sistema ai 200 anni.

Tempo di ritorno	Curva di probabilità Con t in minuti	Curva di probabilità Con t in ore
Tr=50	$27,296 \times t^{0,177}$	$56,342 \times t^{0,177}$
Tr=200	$34,817 \times t^{0,168}$	$69,266 \times t^{0,168}$

Curva di piovosità della zona

9 DEFINIZIONE DELLA METODOLOGIA DI CALCOLO

Sulla base della classificazione regionale riportata nella D.G.R. n.2948 del 06/10/2009 l'intervento è inquadrabile nella "Significativa impermeabilizzazione potenziale"

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 $Imp > 0,3$

Classificazione dell'intervento in base alle superficie di intervento e al grado di impermeabilizzazione

Tale classificazione prevede che 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.

Per garantire un maggior grado di sicurezza dell'area, già in questa fase viene considerato il sistema di smaltimento che dovrà essere adottato, che in questa zona è normalmente individuato nella dispersione al suolo. Così, nel bilancio dei volumi di acqua piovana da trattare, verrà necessariamente considerato il sistema di drenaggio, per avere un risultato non solo idoneo a garantire l'invarianza idraulica dell'ambito, ma anche per andare a verificare lo specifico funzionamento dell'intero sistema di smaltimento e compensazione delle acque piovane, verificandone l'efficacia a garanzia della massima sicurezza idraulica del sito.

10 CALCOLO DEL SISTEMA DI COMPENSAZIONE

Da quanto riportato nella relazione, per il calcolo del sistema di compensazione, idoneo a garantire il principio di invarianza idraulica rispetto lo stato originario, verrà utilizzata la curva probabilistica climatica della stazione di Verona, ed in particolare i parametri relativi al tempo di ritorno pari a 50 anni e a 200 anni, desunta mediante il metodo statistico-probabilistico di Gumbel e già utilizzata per la redazione del Piano degli interventi del Comune di Verona.

STUDIO DEL COEFFICIENTE MEDIO DELL'AREA

In merito al calcolo dei volumi di afflusso relativi alla nuova urbanizzazione prevista dal progetto si farà riferimento direttamente ai coefficienti di deflusso fissati dalla DGR di riferimento:

Tipologia area	Coefficiente di deflusso
Aree agricole	0,10
Superfici permeabili (aree verdi)	0,20
Superficie semi-permeabili (grigliati drenanti con materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...)	0,60
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade e piazzali asfaltati, ...)	0,90

Classificazione superfici per coefficiente di deflusso indicati dalla DGR 2948/2009

In base alla suddetta classificazione possiamo calcolare i coefficienti di deflusso medi degli ambiti coinvolti.

Nella tabella a seguire viene riportata la suddivisione delle tipologie di superficie con l'assegnazione del relativo coefficiente di deflusso. Tali valori derivano dalle percentuali di utilizzo dei lotti previsti dalle norme tecniche dell'accordo di programma e dalla scheda norma del Piano degli Interventi.

<i>Ante Intervento</i>	Superfici [mq]	Coefficiente deflusso
Lotto 1		
Aree agricole/incolte	12.346	0,10
Lotto 2		
Aree agricole/incolte	5.223	0,10
Lotto 3		
Aree agricole/incolte	1.592	0,10
Aree pubbliche		
Aree agricole/incolte	3.524	0,10
Totale Lotto	22.685	0,10

<i>Post Intervento</i>	Superfici [mq]	Coefficiente deflusso
Lotto 1		
Superfici coperte 60%	7.408	0,90
Piazzali drenanti 20%	2.469	0,60
Aree verdi 20%	2.469	0,20
Totale Lotto 1	12.346	0,70
Lotto 2		
Superfici coperte 60%	3.133	0,90
Piazzali drenanti 20%	1.045	0,60
Aree verdi 20%	1.045	0,20
Totale Lotto 2	5.223	0,70
Lotto 3		
Superfici coperte 25%	398	0,90
Piazzali drenanti 45%	716	0,60
Aree verdi 30%	478	0,20
Totale Lotto 3	1.592	0,55
Aree Pubbliche		
Marciapiedi (sup.imperm.)	498	0,90
Parcheggi drenanti	2.224	0,60
Aree verdi	802	0,20
Totale Aree Pubbliche	3.524	0,55
TOTALE AMBITO	22.685	0.69

Classificazione superfici degli ambiti per coefficiente di deflusso come da DGR 2948/2009

STUDIO DELLA PORTATA DI SMALTIMENTO DELL'AREA

L'intervento si trova in zona pianeggiante con terreni molto permeabili e privo di un reticolo idraulico superficiale. Tutte le acque piovane vengono assorbite dal terreno.

In rispetto alla normativa vigente e al principio di Invarianza idraulica risulta necessaria la realizzazione di un sistema di smaltimento delle acque al suolo, che permetta l'allontanamento delle acque dalle zone urbanizzate ed impermeabilizzate con efficienza e velocità.

Le metodologie più efficaci ed economicamente convenienti prevedono la realizzazione di aree depresse, vasche di raccolta, pozzi a perdere e trincee drenanti che permettano un assorbimento veloce ed imponente delle acque.

Tali sistemi e/o manufatti oltre a costituire un dispersore delle acque, di fatto costituiscono anche dei bacini di invaso e di compensazione.

Come già riportato la permeabilità del terreno è stata individuata con un coefficiente di permeabilità di

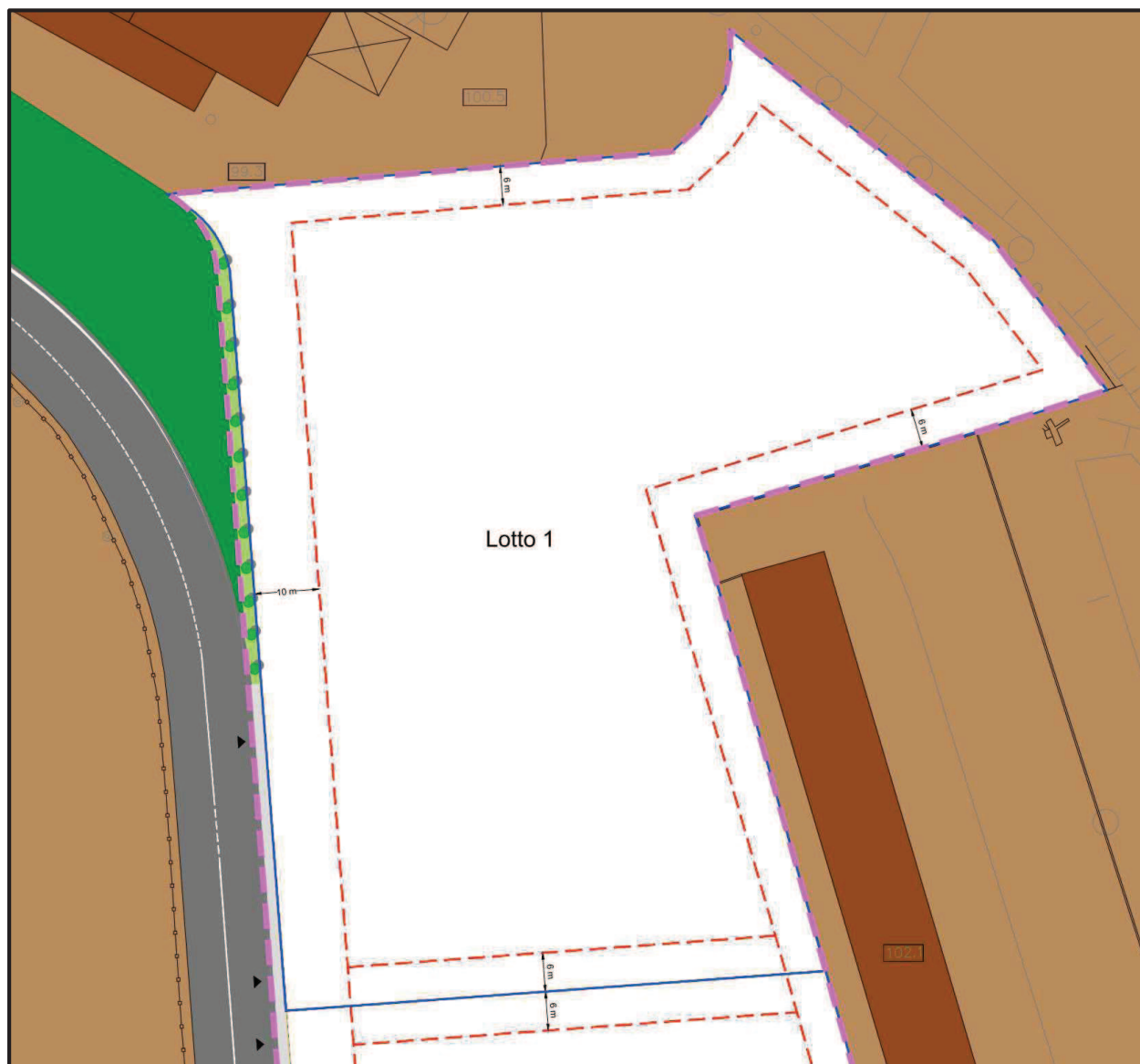
$$K = 10^{-4} \text{ m/s}$$

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

Ai fini del calcolo idraulico quindi, per poter effettuare il bilancio tra le acque in entrata e le acque in uscita, la portata delle acque in uscita viene definita in base al sistema di smaltimento al suolo dei singoli lotti trattati. Per una maggior economicità e funzionalità dell'opera, lo stesso sistema di smaltimento viene utilizzato come volume compensativo.

A seguire vengono indicati lotto per lotto i manufatti necessari per lo smaltimento e la compensazione delle acque piovane.

Per il lotto 1 della superficie complessiva di 12.346 m, vengono previsti n. 10 pozzi a perdere del diametro di 2,00 m, con corona drenante di 1,00 m di larghezza per una profondità di 5,00 m (capacità drenante 3,14 l/s, volume libero 29,83 mc per pozzo) oltre che una trincea drenante 1,20 x 1,20 m con tubazione forata del diametro $\varnothing$ 0,60 m e lunghezza di 200 m (capacità drenante 0,18 l/s, volume libero 0,63 mc al metro), ottenendo così le seguenti capacità di drenaggio e di invaso



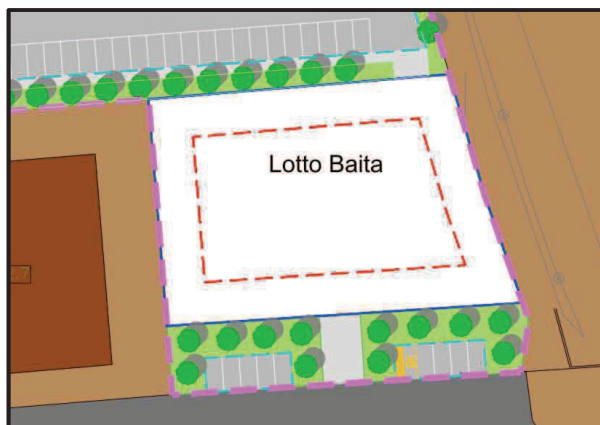
Lotto 1	Volume invaso	Portata drenante
n. 10 pozzi a perdere	298 mc	31 l/s
m. 200 di trincea drenante	126 mc	36 l/s
Totale	424 mc	67 l/s

Per il lotto 2 della superficie complessiva di 5.223 m, vengono previsti n. 5 pozzi a perdere e una trincea drenante di 80 m, ottenendo così le seguenti capacità di drenaggio e di invaso:



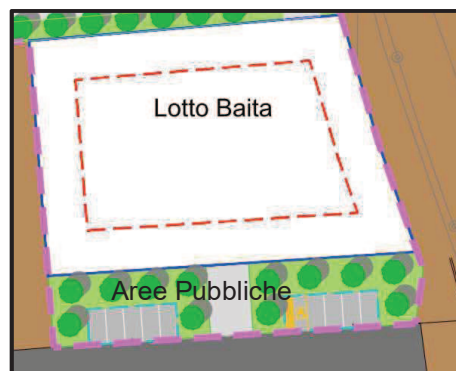
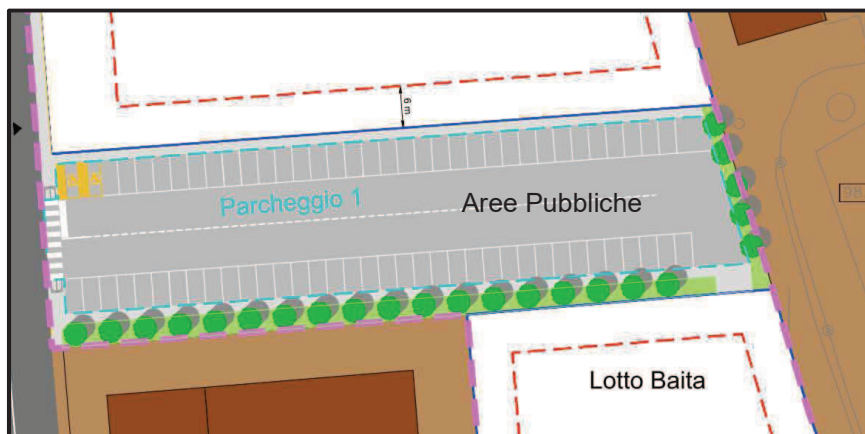
Lotto 2	Volume invaso	Portata drenante
n. 5 pozzi a perdere	149 mc	16 l/s
m. 80 di trincea drenante	50 mc	14 l/s
Totale	199 mc	30 l/s

Per il lotto 3 della superficie complessiva di 1.592 m, vengono previsti n. 1 pozzo a perdere e una trincea drenante di 40 m, ottenendo così le seguenti capacità di drenaggio e di invaso:



Lotto 3	Volume invaso	Portata drenante
n. 1 pozzi a perdere	30 mc	3 l/s
m. 40 di trincea drenante	25 mc	7 l/s
Totale	55 mc	10 l/s

Per le aree pubbliche della superficie complessiva di 3.524 m, vengono previsti n. 3 pozzi a perdere e una trincea drenante di 20 m, ottenendo così le seguenti capacità di drenaggio e di invaso:



Area Pubblica	Volume invaso	Portata drenante
n. 3 pozzi a perdere	89 mc	9 l/s
m. 20 di trincea drenante	13 mc	4 l/s
Totale	102 mc	13 l/s

I calcoli della portata drenante degli impianti di smaltimento sono stati effettuati applicando la formula di Darcy sulla capacità di infiltrazione dei terreni con coefficiente di permeabilità di 10^{-4} m/s.

Formula di Darcy

$$Q = \frac{K}{2} J A$$

Q è la portata di infiltrazione [mc/s]

2 coefficiente di sicurezza in riferimento alla possibile diminuzione di efficienza del sistema

K è il coefficiente di permeabilità [m/s]

J è la cadente piezometrica che nel nostro caso viene posta a 1

A è la superficie scolante [mq]

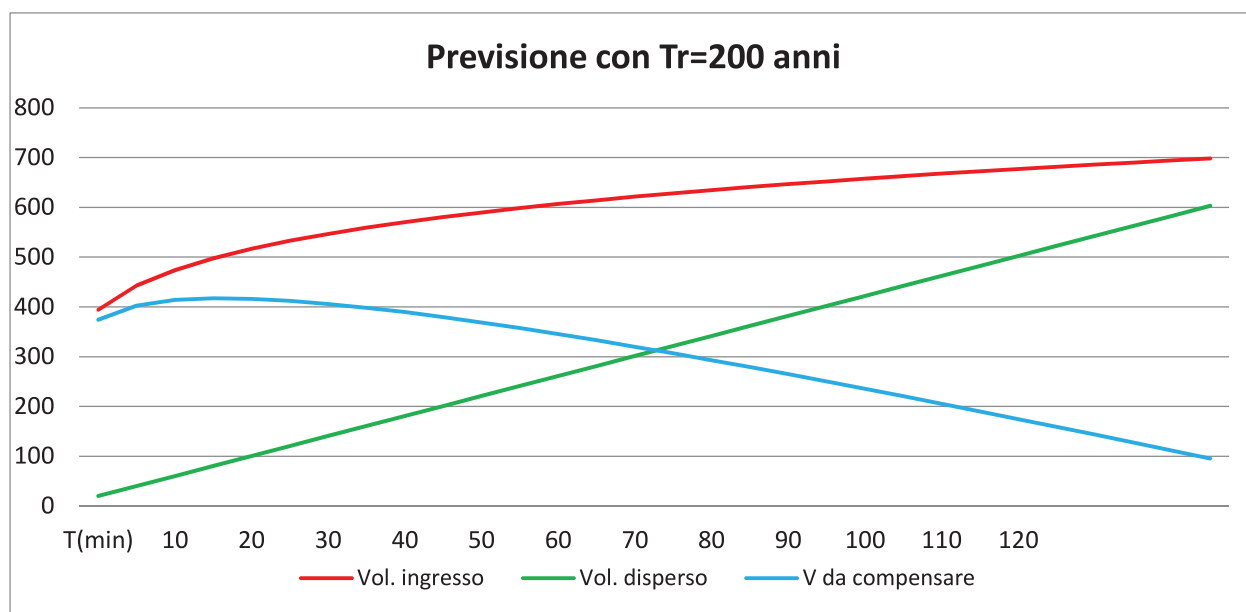
Resta bene inteso, che gli impianti sovraesposti forniscono solamente un'ipotesi di soluzione alla fase di progettazione esecutiva dell'opera. Il progettista nella fase finale potrà inserire le modifiche che riterrà opportune in base all'effettiva permeabilità dei suoli e alla tipologia di sistemi di infiltrazione facilitata che vorrà adottare. Tali soluzioni progettuali saranno oggetto della compatibilità idraulica in fase esecutiva

Con tali valori di dispersione l'individuazione del sistema di compensazione porta a massimizzare il bilancio fra:

- **portate e volumi in entrata** calcolati in base alla curva statistica pluviometrica e i coefficienti di deflusso stabiliti dalla normativa;
- **portate e volumi in uscita** fissati dalla capacità drenante dei sistemi di infiltrazione e dispersione al suolo previsti per ciascun lotto.

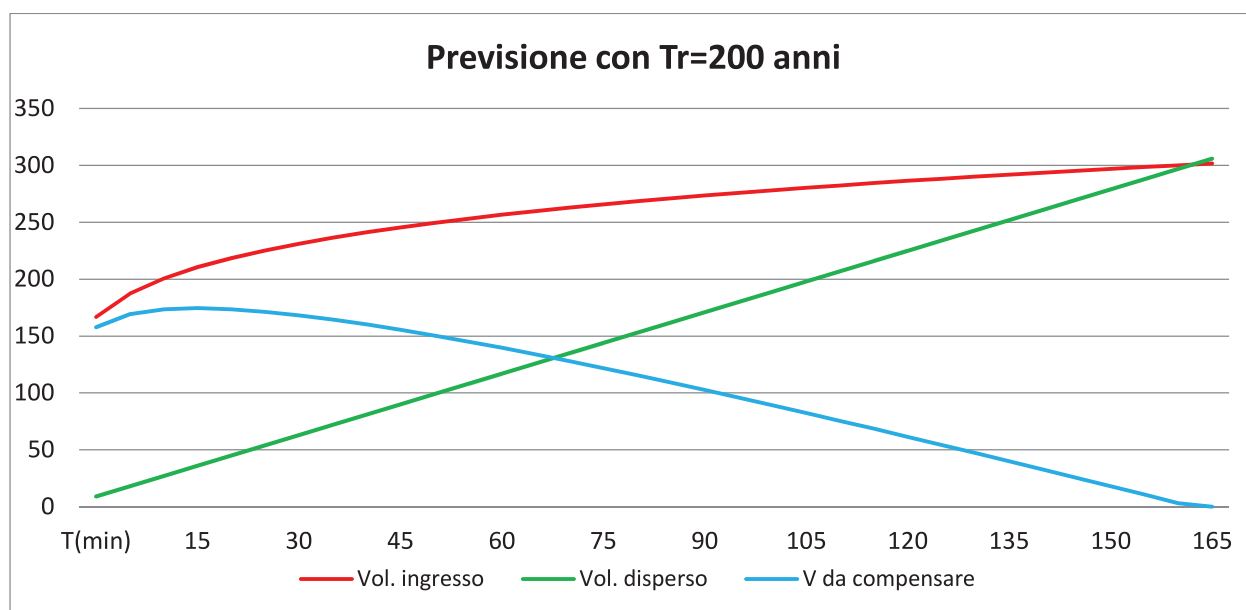
Con l'applicazione dei parametri suddetti nel modello di calcolo, la massimizzazione del volume di compensazione si ottengono i seguenti risultati:

LOTTO 1	Superfici [m ²]	Coeff. medio di deflusso	Q dispersione [mc/s]	V compens. richiesto [mc]	V compens. progetto [mc]	Tempo svuot. [min]
Tr =50 anni	12.346	0,70	0,067	321	424	2 ^h 25'
Tr =200 anni	12.346	0,70	0,067	417	424	3 ^h 00'



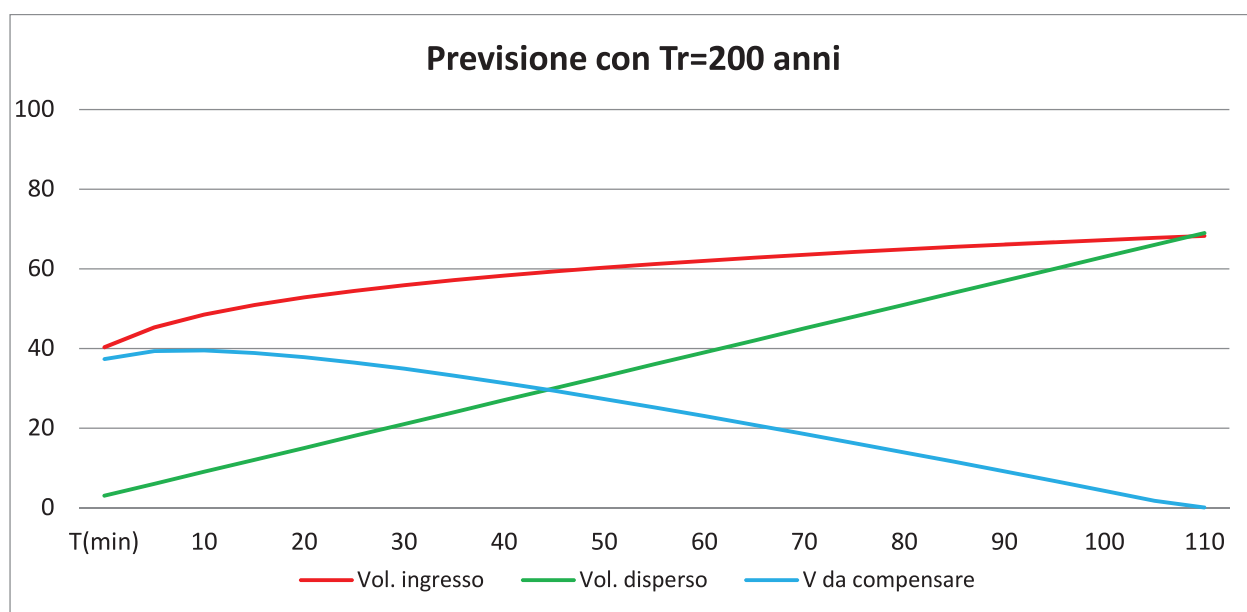
Tempo [minuti]	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
H [mm]	51,26	57,59	61,65	64,70	67,18	69,27	71,08	72,70	74,15	75,47	76,69	77,82	78,87	79,86	80,79	81,67	82,51	83,31
Volume in entrata [mc]	443	498	533	559	581	599	614	628	641	652	663	673	682	690	698	706	713	720
Volume disperso [mc]	40	80	121	161	201	241	281	322	362	402	442	482	523	563	603	643	683	724
Volume da comp. [mc]	403	417	412	398	380	357	333	307	279	250	221	190	159	127	95	63	30	0

LOTTO 2	Superfici [m ²]	Coeff. medio di deflusso	Q dispersione [mc/s]	V compens. richiesto [mc]	V compens. progetto [mc]	Tempo svuot. [min]
Tr =50 anni	5.223	0,70	0,030	134	199	2 ^h 15'
Tr =200 anni	5.223	0,70	0,030	175	199	2 ^h 50'



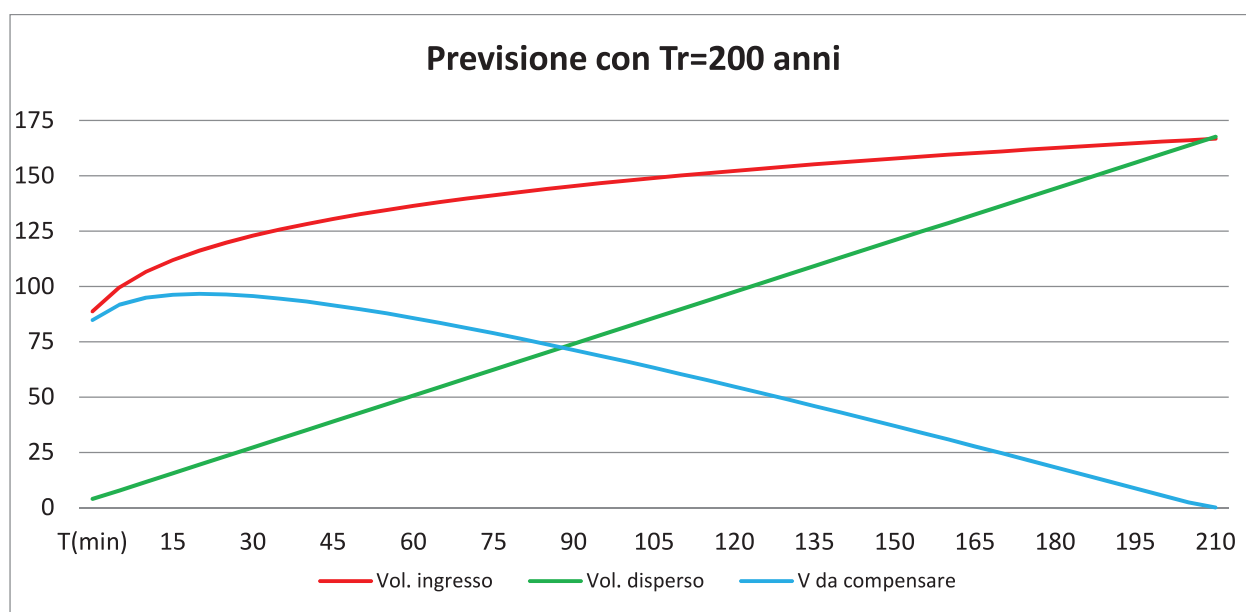
Tempo [minuti]	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
H [mm]	51,26	57,59	61,65	64,70	67,18	69,27	71,08	72,70	74,15	75,47	76,69	77,82	78,87	79,86	80,79	81,67	82,51
Volume in entrata [mc]	187	211	225	237	246	253	260	266	271	276	280	284	288	292	295	299	302
Volume disperso [mc]	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	198	216	234	252	270	288	306
Volume da comp. [mc]	169	175	171	165	156	145	134	122	109	96	82	68	54	40	25	11	0

LOTTO 3	Superfici [m ²]	Coeff. medio di deflusso	Q dispersione [mc/s]	V compens. richiesto [mc]	V compens. progetto [mc]	Tempo svuot. [min]
Tr =50 anni	1.592	0,55	0,010	30	55	1 ^h 30'
Tr =200 anni	1.592	0,55	0,010	39	55	1 ^h 50'



Tempo [minuti]	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
H [mm]	45,63	51,26	54,88	57,59	59,79	61,65	63,27	64,70	66,00	67,18	68,26	69,27	70,20	71,08	71,91	72,70	73,44	74,15	74,83	75,47	76,09	76,69	77,27
Volume in entrata [mc]	40	45	48	51	53	54	56	57	58	59	60	61	62	63	64	64	65	66	66	67	67	68	68
Volume disperso [mc]	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69
Volume da comp. [mc]	37	39	39	39	38	36	35	33	31	29	27	25	23	21	19	16	14	12	9	7	4	2	0

Aree pubbliche	Superfici [m ²]	Coeff. medio di deflusso	Q dispersione [mc/s]	V compens. richiesto [mc]	V compens. progetto [mc]	Tempo svuot. [min]
Tr =50 anni	3.524	0,55	0,013	75	139	2 ^h 50'
Tr =200 anni	3.524	0,55	0,013	97	102	3 ^h 35'



Tempo [minuti]	10	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	215
H [mm]	51	58	60	62	65	67	69	71	73	74	75	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	85	86
Volume in entrata [mc]	100	112	116	120	126	131	135	138	141	144	147	149	151	153	155	157	159	160	162	163	165	166	167
Volume disperso [mc]	8	16	20	23	31	39	47	55	62	70	78	86	94	101	109	117	125	133	140	148	156	164	168
Volume da comp. [mc]	92	96	97	96	95	92	88	84	79	74	69	63	58	52	46	40	34	28	21	15	9	2	0

Come è possibile notare negli schemi soprariportati, tutte le 4 zone riescono a soddisfare i requisiti richiesti con volumi di compensazione superiori all'invaso richiesto.

11 CONCLUSIONI

L'intervento in progetto, alla luce di quanto esposto, apporta una forte 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.

Si è dunque condotta l'analisi di dati pluviometrici con riferimento ad eventi meteorologici con tempo di ritorno $T_r = 50$ anni e 200 anni, al fine di determinare le maggiori portate e i volumi di invaso necessari.

Preso atto l'attuale fase progettuale, sono state indicate le metodologie e i manufatti, utili alla realizzazione dei volumi di compensazione e ai sistemi di drenaggio facilitato per ottemperare alle esigenze di smaltimento corretto delle acque piovane.

L'osservanza delle indicazioni calcolate nella presente relazione, garantiscono il rispetto della normativa vigente, assicurano l'invarianza idraulica ed un alto grado di sicurezza idraulica dell'intervento.

Si fa presente che in fase di progettazione esecutiva dovranno essere:

- eseguite le verifiche puntuali sul posto, della permeabilità reale dei terreni ove realizzare i sistemi di dispersione facilitata;
- aggiornati i calcoli dei volumi di compensazione e smaltimento delle acque, in base alla reale sistemazione superficiale delle aree
- definite o confermate le metodologie, i manufatti e le posizioni degli impianti e sistemi di compensazione e smaltimento delle acque;
- progettati gli eventuali sistemi di trattamento delle acque di prima pioggia, ove previsto dalla normativa ambientale.