



## RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

### 1 INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda la valutazione della compatibilità idraulica di un intervento edilizio in Comune di Spinea (VE), situato tra via Roma e via Palladio, in un'area individuata catastalmente al foglio 9 mappali 61, 65 porz., 68, 69, 1172, 1173, 1174, 1175, 1368, 2204, 2187, 2191, 2192, 2196, 2342, 2551, 2555, 2613, 2614, 2625, 2765, 2767, 2769, 2771.

L'intervento prevede, attraverso un Piano Urbanistico Attuativo, la realizzazione di due fabbricati ad uso commerciale a terziario diffuso e modifica della permeabilità dei suoli all'interno dell'ambito di intervento pari a circa 16.220 mq.

Tale studio è volto al calcolo delle portate generate dalla configurazione di progetto e all'individuazione delle misure compensative da realizzare al fine di non aggravare l'equilibrio idraulico dell'area in cui l'intervento si inserisce, per eventi con un tempo di ritorno non inferiore a 50 anni, così come previsto dalla DGR 1841/07 e dall'Ordinanza n. 3 del 22.01.08 del "Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto" (O.P.C.M. n.3621 del 18.10.2007) pubblicata sul B.U.R. n.10 del 01.02.2008.

Considerate le volumetrie (maggiori di 2.000 mc) e le superfici oggetto di modifica di uso del suolo (maggiori di 1000 mq) la verifica di compatibilità si perfezionerà con l'acquisizione del parere favorevole espresso al riguardo dal Consorzio di Bonifica competente "Acque Risorgive" (Art n. 2 dell'Ordinanza n. 3)

#### 1.1 STUDIO IDROGEOLOGICO

Per il presente progetto sono state utilizzate le curve di possibilità pluviometrica a due parametri riportate nella Relazione pubblicata dal Commissario Delegato "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento" relative alla zona costiera-lagunare.

Il tempo di ritorno a cui si farà riferimento per il dimensionamento della rete e dei relativi manufatti sarà di 50 anni, con leggi pluviometriche fornite dalle espressioni:

$h = 6.7 \cdot \tau^{0.619}$	per piogge con durata compresa tra 5 e 45 minuti
$h = 9.1 \cdot \tau^{0.520}$	per piogge con durata compresa tra 10 minuti e 1 ora
$h = 13.8 \cdot \tau^{0.399}$	per piogge con durata compresa tra 15 minuti e 3 ore
$h = 19.1 \cdot \tau^{0.324}$	per piogge con durata compresa tra 30 minuti e 6 ore
$h = 22.8 \cdot \tau^{0.286}$	per piogge con durata compresa tra 45 minuti e 12 ore
$h = 26.0 \cdot \tau^{0.261}$	per piogge con durata compresa tra 1 ora e 24 ore

Considerate le ridotte dimensioni dell'area scolante si utilizzerà la curva espressa dalla relazione  $h = 6.7 \cdot \tau^{0.619}$  valida per piogge con durata compresa tra 5 e 45 minuti.

## 1.2 STATO DI FATTO IDRAULICO

La perimetrazione d'ambito dell'intervento interessa un terreno che si estende per una superficie territoriale di mq 16.200, sito tra via Roma e via Palladio e censito all'Agenzia del Territorio – Comune di Spinea al foglio 9 mappali 61, 65 porz., 68, 69, 1172, 1173, 1174, 1175, 1368, 2204, 2187, 2191, 2192, 2196, 2342, 2551, 2555, 2613, 2614, 2625, 2765, 2767, 2769, 2771.

Dal punto di vista dell'uso del suolo, attualmente il terreno è caratterizzato dalla presenza di una zona a verde incolta – caratterizzata da un coefficiente di deflusso pari a 0.20 - ed estensione di 16.200 mq.

Dall'esame del rilievo plani-altimetrico lo scolo delle acque all'interno del lotto ha direzione da sud verso nord, seguendo la pendenza del terreno, ed il recapito finale è costituito dal canale consortile "Cimetto" posto sul confine nord del lotto.

In corrispondenza del lato est del lotto è presente una depressione del terreno, venutasi a creare a seguito di un intervento di disboscamento e pulizia effettuato nel mese di giugno del 2011 (Vedi foto di seguito riportate). Questa depressione ha un'estensione di circa 4.520 mq ed una forma tronco-conica per una profondità media di 0,86 m.



Vista area di intervento a settembre 2010



Vista area di intervento a marzo 2011



Vista area nel corso dell'intervento di disboscamento e pulizia effettuato a giugno 2011



Vista area a luglio 2011

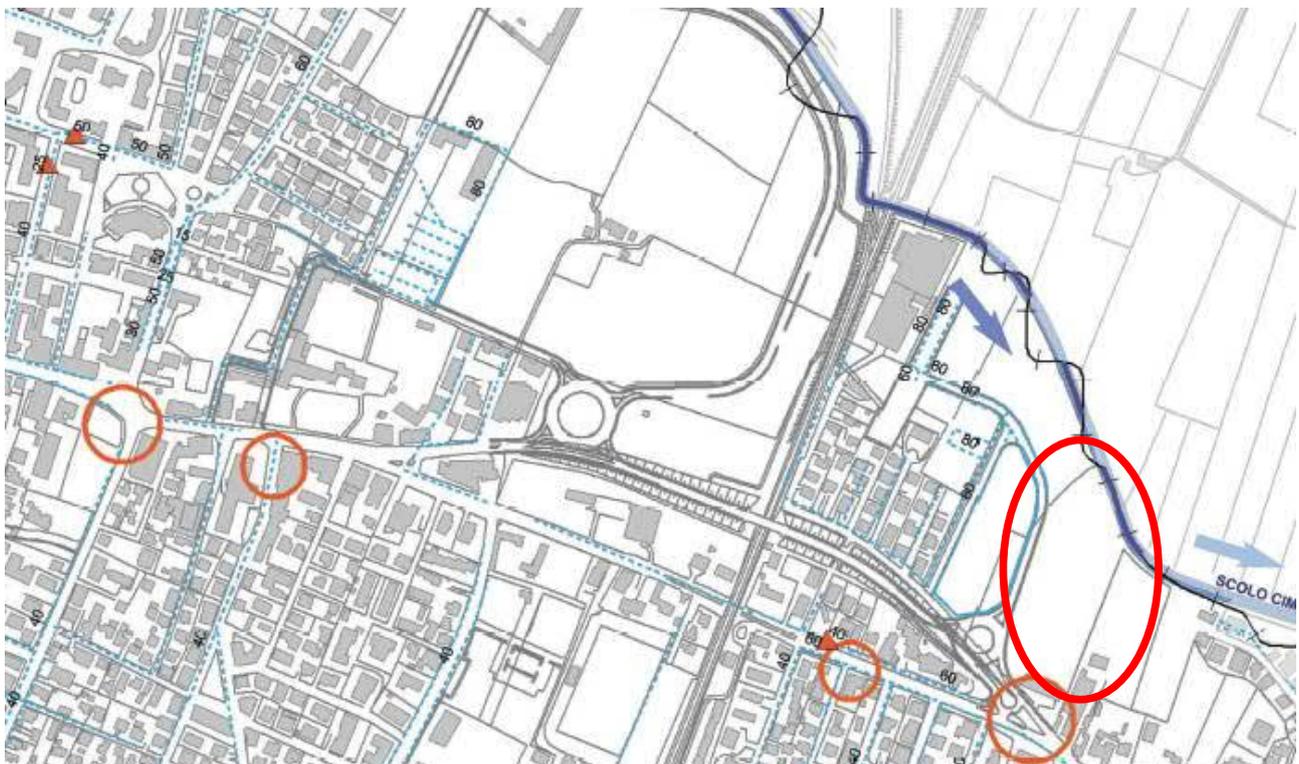


Vista area di intervento alla data odierna - si rimanda allo specifico allegato "DF - Documentazione Fotografica"

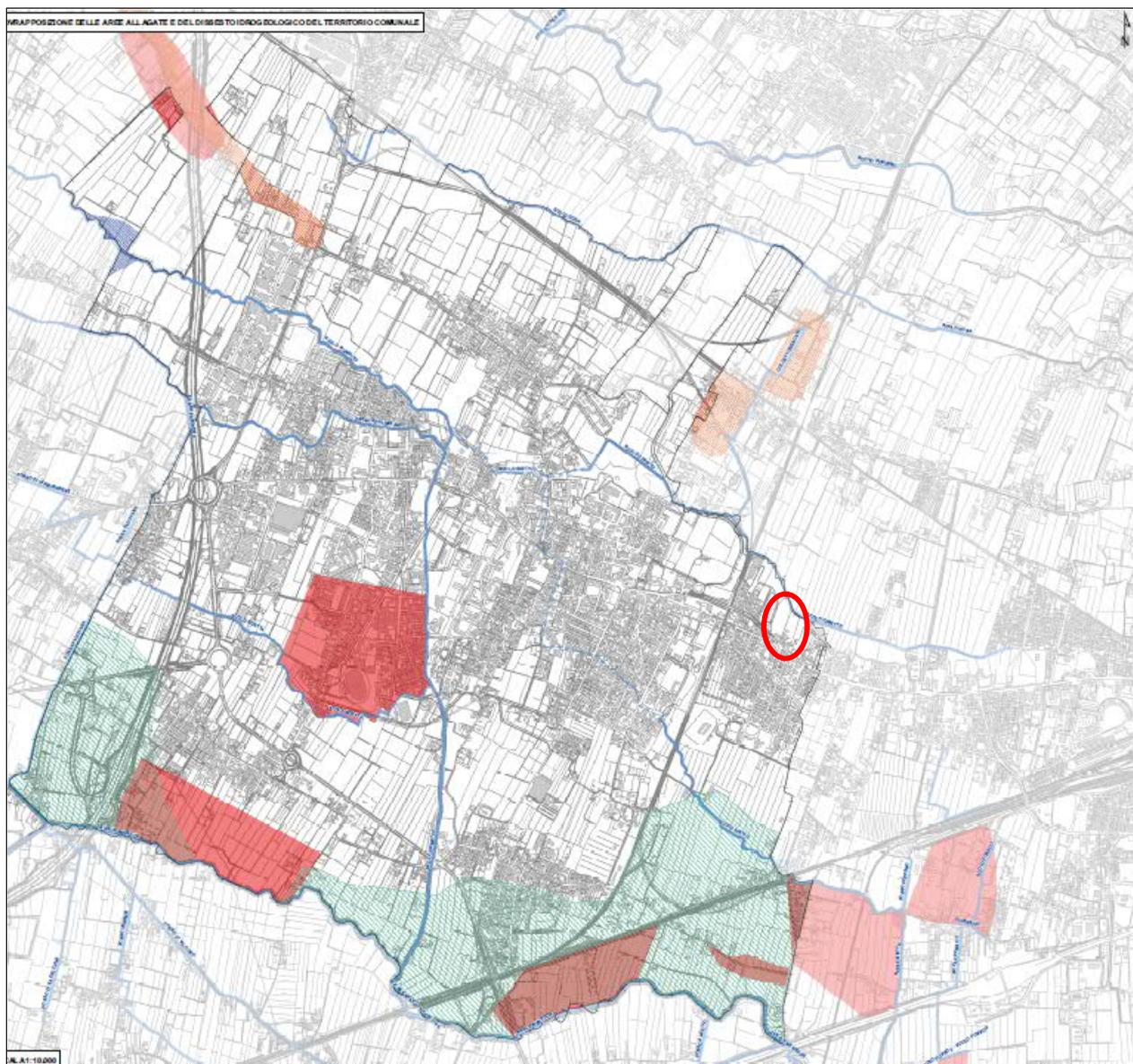


Quadro conoscitivo rete acque meteoriche Comune di Spinea – Estratto dal Piano delle Acque

Dal punto di vista idraulico la zona non presenta criticità così, come evidenziato nella carta delle criticità e degli allagamenti e dissesto idrogeologico allegate al Piano delle Acque del Comune di Spinea.



Criticità acque meteoriche Comune di Spinea – Estratto dal Piano delle Acque



Aree allagate e dissesto idrogeologico Comune di Spinea – Estratto dal Piano delle Acque

### 1.3 SCELTE PROGETTUALI

Secondo le Linee Guida per la Valutazione della Compatibilità Idraulica pubblicate nell'agosto del 2009 dal "Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto", la superficie di riferimento è quella per la quale è prevista la modificazione di uso del suolo.

Per limitare l'incremento della risposta idrologica del territorio verranno adottati dispositivi ed accorgimenti atti a mantenere quanto più possibile inalterate le condizioni attuali sotto il punto di vista idraulico, limitando il valore al colmo della portata generata e ripristinando la perdita dei volumi d'invaso indotta dalla trasformazione del territorio.

Il dimensionamento di questi dispositivi è legato non solo alla massima portata che può essere scaricata nel recapito finale, ma anche e soprattutto da considerazioni riguardo la gestione e

manutenzione degli stessi: una regolazione della portata mediante delle elettropompe ad esempio è senza dubbio da escludere per gli onerosi costi di gestione e manutenzione.

Si utilizzeranno pertanto:

- degli invasi di tipo "*in linea*" sfruttando i volumi che si possono ottenere nelle condotte di maggior diametro disposte lungo l'intero perimetro del lotto;
- degli invasi su aree verdi con quota altimetrica depressa rispetto la quota di progetto del piano di lottizzazione;
- verranno inseriti dei manufatti ripartitori di portata con una luce a battente fissa, che consentano il transito delle portate di magra con valori del tirante idrico non superiori ad un certo limite che eviti la tracimazione.
- predisposizione di uno stramazzo per far defluire le portate di piena.

**Considerata la disponibilità di vaste aree verdi collocate quasi interamente sui lati nord ed est del lotto, direttamente a confine con lo scolo consortile "Cimetto", e l'andamento altimetrico delle quote con degradazione del terreno da sud verso nord, risulta ragionevole prevedere di recuperare i volumi necessari per l'invarianza idraulica nelle aree verdi in questione.**

Si realizzeranno pertanto tre aree verdi con quota di progetto depressa, sfruttando quanta più superficie possibile in modo da limitare il tirante d'acqua all'interno e realizzare delle sponde con pendenza limitata aumentando pertanto la fruibilità dell'area stessa e facilitare le normali operazioni di manutenzione e taglio dell'erba.

Ulteriori volumi di invaso verranno recuperati sfruttando comunque la rete di raccolta e smaltimento ed il fossato a lato di via Palladio posto sul confine ovest del lotto; la quota dello stramazzo nel pozzetto regolatore di portata verrà infatti impostata in modo da invasare completamente la rete assicurando nel contempo un certo franco di sicurezza per non allagare le strade ed i lotti privati.

**Non dovranno essere recuperati ulteriori volumi oltre a quelli calcolati per l'invarianza idraulica in quanto la quota media del terreno non verrà modificata rispetto l'attuale e verranno mantenuti tutti i fossati a cielo aperti presenti all'interno del lotto che verranno puliti e ri-sezionati in base alle quote di progetto dell'urbanizzazione.**

Solamente un tratto di fossato a cielo aperto lungo via Palladio – lato est della strada - verrà tombinato per consentire la realizzazione di un percorso ciclopedonale. Lo stesso fossato verrà utilizzato per laminare una quota parte dei volumi necessari, considerato che nello stesso confluisce solamente l'acqua scolante dal lotto esistente. I nuovi volumi verranno aggiunti a quelli di invaso precedenti all'intervento.

Il pozzetto regolatore di portata verrà collocato nell'area verde nelle immediate vicinanze dello spigolo nord-est della viabilità, ad una decina di metri dallo scolo "Cimetto", nel quale sarà previsto

lo scarico con una tubazione in cls protetta da valvola "a clapet" in acciaio zincato e adeguata protezione della sponda con pali e sassi.

## 1.4 VERIFICHE ESEGUITE

Il presente studio si sviluppa nel modo seguente:

- Determinazione del coefficiente di deflusso;
- Dimensionamento della rete di raccolta delle acque meteoriche con il metodo dell'invaso;
- Dimensionamento dei volumi da destinare a laminazione delle piene;
- Dimensionamento manufatti regolatori di portata;

## 2 DIMENSIONAMENTO RETE DI RACCOLTA

### 2.1 DETERMINAZIONE COEFFICIENTE D'AFFLUSSO

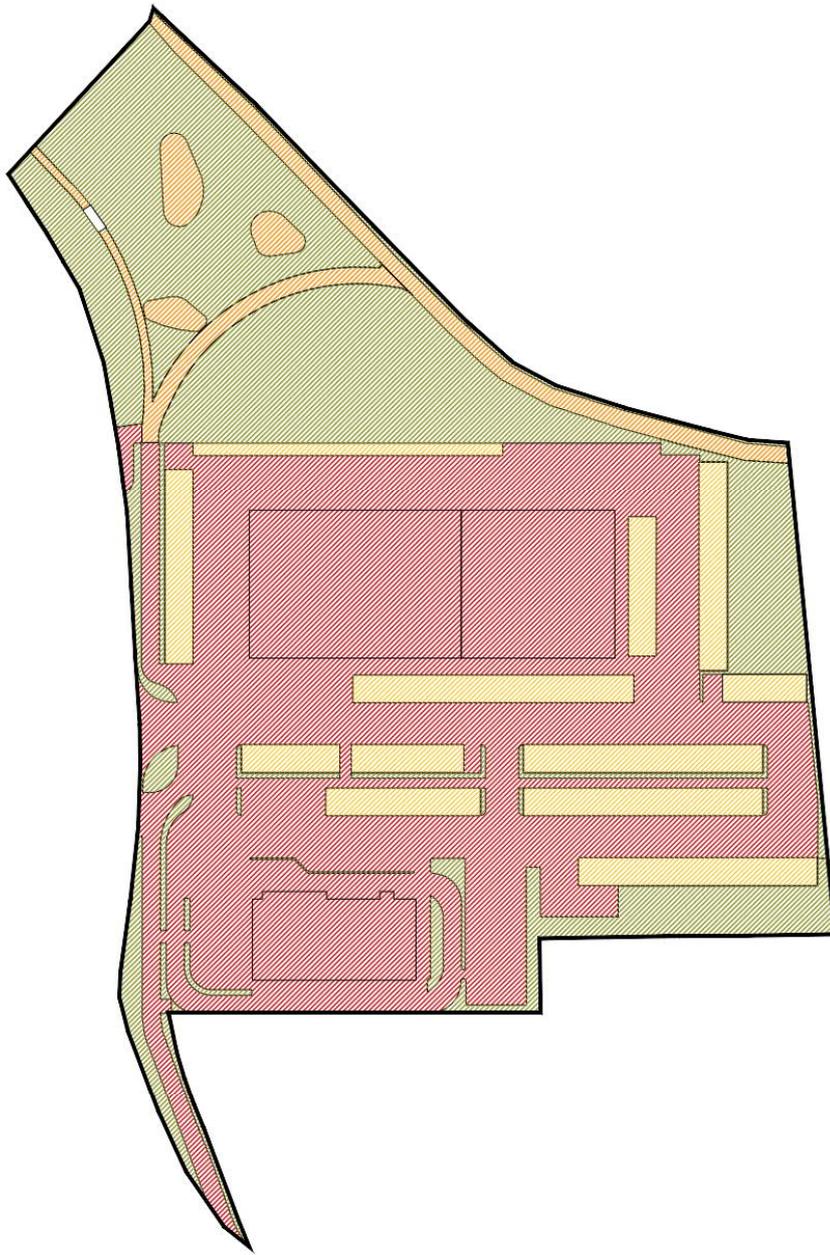
Il rapporto tra il volume totale d'afflusso ed il volume di pioggia caduta sul bacino, detto coefficiente  $f$  d'afflusso, non può essere una costante del bacino ma varia da evento a evento secondo le caratteristiche di questo, in particolare espresse dall'altezza totale di pioggia e dall'iniziale stato d'umidità del suolo. Tuttavia, in fase di progettazione è opportuno far riferimento a eventi critici che si presentino in un contesto di elevata umidità iniziale del suolo e, pertanto, i valori dei coefficienti d'afflusso riportati nei vari studi sono normalmente riferiti a queste condizioni limite.

Nella pratica progettuale del passato si è fatto molto riferimento a valori esposti nella bibliografia tecnica e riferiti alle varie tipologie urbane.

I coefficienti di deflusso - secondo le indicazioni riportate nell'Allegato A della deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n. 1322 del 10 Maggio 2006, come integrato con deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n. 1841 del 19 Giugno 2007 - andranno convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...), 0,3 per le superfici in ghiaio sciolto e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,.....)

Nel presente caso si hanno i seguenti valori di superficie:

Sup. totale:	16.220 mq;		
Sup. semi-permeabile	2.778 mq;	Parcheeggi drenanti (e percorsi parco)	$\phi$ pari a 0,60
Sup. impermeabile:	8.421 mq.	Tetti, viabilità e marciapiedi	$\phi$ pari a 0,90
Sup. permeabile:	5.021 mq.	Aree verdi, aiuole	$\phi$ pari a 0,20



-  AMBITO DI INTERVENTO: mq 16.220
-  SUPERFICIE SEMI PERMEABILE - PARCHEGGI DRENANTI: mq 1.896
-  SUPERFICIE SEMI PERMEABILE - GHIAINO COMPATTATO: mq 882
-  SUPERFICIE IMPERMEABILE - VIABILITÀ E FABBRICATI: mq 8.421
-  SUPERFICIE PERMEABILE - PARCO E AIUOLE: mq 5.021

Mediante la relazione:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i \cdot S_i}{S} \quad (1)$$

si determina il **coefficiente di deflusso totale  $\varphi$  che risulta pari a 0,63.**

## 2.2 DIMENSIONAMENTO COLLETTORI CON IL METODO DELL'INVASO

Il dimensionamento degli specchi di una rete di fognatura bianca richiede la valutazione delle massime portate al colmo che si possono verificare nelle varie sezioni della rete con un assegnato periodo di ritorno.

Per la determinazione della portata al colmo si è utilizzato il metodo dell'invaso lineare; tale metodo esalta il fenomeno della laminazione degli afflussi meteorici svolto dal volume d'acqua  $W$  che si deve immagazzinare sulla superficie  $S$  del bacino sotteso e nella rete a monte affinché attraverso una sezione di un collettore si abbia il deflusso della portata  $Q$ .

Il metodo dell'invaso tratta il fenomeno del moto vario in modo assai semplificato: assegnando all'equazione del moto la semplice formula del moto uniforme ed assumendo, in luogo della consueta equazione di continuità delle correnti unidimensionali, l'equazione dei serbatoi per simulare l'effetto dell'invaso.

Applicando la condizione di continuità e l'equazione del moto, con l'introduzione di alcune semplificazioni quali il considerare il fenomeno a lenta evoluzione nel rapporto con il tempo e lo spazio ed il volume  $V$  linearmente legato alla portata liquida, come l'ipotesi del moto uniforme impone, si ottiene la formula che esprime il coefficiente udometrico  $u$ :

$$u = \left( \frac{K_c}{w} \right)^{\left( \frac{1-n}{n} \right)} \quad [l/s, ha] \quad (2)$$

dove  $K_c$  è un termine che raggruppa le grandezze legate al carattere climatico del luogo ( $a$  ed  $n$ ) ed allo stato della superficie scolante ( $f$ ):

$$K_c = \left( \frac{10 \cdot \varphi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3,6^n} \right)^{\frac{1}{1-n}} \frac{1}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}} \quad (3)$$

con  $\varepsilon$  dato dall'espressione:

$$\varepsilon = 3,94 - 8,21 \cdot n + 6,33 \cdot n^2 \quad (4)$$

e con  $w$  che rappresenta il volume specifico invasato  $W_M/S$ .

Normalmente, nel caso di reti di drenaggio urbano, il volume totale invasato  $W_M$  a monte della sezione di calcolo viene determinato in base alla relazione:

$$W_M = w_0 \cdot S + W_I + \sum_{I=1}^{I-1} W_i \quad (5)$$

dove:

- $w_0$  (*piccoli invasi*) è il volume per unità di superficie costituito dal velo idrico presente sulle superfici scolanti nonché dai volumi invasati nelle capacità secondarie (pozzetti, fognoli, caditoie, drenaggio stradale, ecc.), che comunque contribuiscono al deflusso;
- $W_I$  (*invaso proprio*) è il volume invasato all'interno del collettore I di progetto;
- $W_i$  (*invasi di monte*) è il volume invasato all'interno del collettore i-esimo, a monte del tratto I in calcolo.

Il calcolo di questi volumi viene effettuato avvalendosi di alcune ipotesi semplificative riguardo le condizioni di funzionamento della rete di drenaggio; queste consistono nel considerare che:

1. il funzionamento dei collettori sia *autonomo*, trascurando eventuali rigurgiti indotti sui singoli rami da parte dei collettori che seguono a valle;
2. il deflusso all'interno dei singoli collettori avvenga in condizioni di *moto uniforme*;
3. il comportamento della rete nel suo complesso sia *sincrono*, cioè che i diversi collettori raggiungano contemporaneamente il massimo valore del volume invasato.

Una delle maggiori limitazioni del metodo dell'invaso è rappresentata dall'ipotesi di sincronismo. Il metodo permette infatti di calcolare con sufficiente attendibilità la portata critica di progetto se si conosce l'effettivo volume invasato nella rete, ma le ipotesi a base del calcolo del valore di  $W_M$

fanno sì che via via che da monte si passa a tratti di valle il termine  $\sum_{i=1}^{I-1} W_i$  tenda a sovrastimare

il volume effettivamente invasato con conseguente sottostima delle massime portate al colmo.

Un consistente miglioramento del metodo si può ottenere dando una valutazione più adeguata del volume effettivamente invasato nei collettori di monte, via via che da monte si procede verso valle, correggendo l'ipotesi di sincronismo; ciò può essere fatto eseguendo un calcolo asincrono o con un calcolo speditivo, riducendo i volumi invasati a monte in proporzione di come si modifica la durata della pioggia critica.

Nel presente caso si utilizza il calcolo speditivo, il quale sostituisce all'espressione (5) la relazione:

$$W_M = w_{0I} \cdot S_I + W_I + \frac{u}{\varphi} \cdot \sum_{j=1}^J W_j \cdot \frac{\varphi_j}{u_j} \quad (6)$$

dove:

- $u, \varphi, W_M$  rispettivamente il coefficiente udometrico, il coefficiente d'afflusso ed il volume invasato a monte, relativi all'intero bacino sotteso dalla sezione di calcolo;
- $u_j, \varphi_j, W_j$  gli stessi elementi relativi ai bacini parziali sottesi dalle sezioni terminali dei tratti gravanti immediatamente in testa al collettore in calcolo;
- $S_i$  la superficie dell'area parziale gravante sul collettore I in calcolo;
- $w_{0I}$  il volume dei piccoli invasi per la stessa superficie;

$W_I$  l'invaso proprio del collettore I in calcolo;

J il numero dei tratti confluenti in testa al collettore I in calcolo.

Per tener conto dell'errore indotto dall'ipotesi di sincronismo, il valore di  $w_0$  dei piccoli invasi, dovrà andare diminuendo al crescere dell'estensione del bacino. Peraltro, ricordando che nel metodo speditivo utilizzato in questa sede, è insita la correzione dell'ipotesi di sincronismo, il valore di  $w_{0I}$  da introdurre nella (6), rappresentativo dei piccoli invasi della singola area, può essere assunto pari a 41 m<sup>3</sup>/ha (valore indicato nelle Linee Guida per la Valutazione della Compatibilità Idraulica pubblicate nell'agosto del 2009 dal "Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto").

Nel caso in esame viene assunto un valore del coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler dei collettori in cls pari a  $K_S = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

I vincoli esterni impongono la necessità di fissare a priori una pendenza non troppo elevata; per il dimensionamento viene pertanto fissata una pendenza pari a 1.5 ‰. Nota la portata Q di primo tentativo si può dedurre, con l'ausilio di un foglio di calcolo elettronico, la combinazione di tirante e grado di riempimento.

Si riporta nella seguente *Tabella n° 2.1* il dettaglio dei calcoli nel caso di tempo di ritorno di 50 anni.

Elementi del tratto			Elementi progressivi						Caratteristiche della sezione								
Tratto	Area totale	Lunghezza del tratto	Area	Area impermeabile	Area semi-permeabile	Area permeabile	Coefficiente di deflusso	Coefficiente Udometrico	Portata	Diametro collettore	Sezione Idrica	Tirante idrico	Velocità	Pendenza collettore	Grado di Riempimento	Sforzo tangenziale	Numero di Froude
	[ha]	[m]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]		[l/(s,ha)]	[m <sup>3</sup> /s]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m/s]	[m/m]	y/D	[Pa]	
1_14	0,8132	190,0	0,8132	0,4181	0,1190	0,2761	0,62	222	0,181	0,60	0,21	0,42	0,85	0,0015	70%	2,57	0,44
16_14	0,8132	193,0	0,8132	0,4181	0,1190	0,2761	0,62	221	0,180	0,60	0,21	0,42	0,85	0,0015	70%	2,57	0,44
14_15	0,0000	10,0	1,6263	0,8362	0,2379	0,5522	0,62	187	0,304	0,80	0,31	0,47	0,98	0,0015	59%	3,18	0,50

*Tabella n° 2.1: Dimensionamento rete raccolta acque meteoriche - Tr = 50 anni.*

Essendo la superficie scolante in esame particolarmente ridotta, l'applicazione del metodo dell'invaso richiede la verifica del tempo di riempimento  $t_r$ , cioè della durata critica di pioggia. Il tempo di riempimento può essere calcolato mediante la relazione:

$$t_r = (300.82 \cdot n - 4.63) \frac{V_0}{u} \quad (7)$$

Nella quale  $v_0$  è espresso in m ed indica il volume di invaso specifico,  $u$  è il coefficiente udometrico espresso in l/s,ha e il tempo di riempimento  $t_r$  è espresso in giorni. Inserendo i valori esposti nella

tabella 2.1 si ottiene un tempo di riempimento di 17 minuti e quindi assolutamente centrato nell'intervallo di adattamento del parametro  $n$  utilizzato.

### 3 DIMENSIONAMENTO DEI VOLUMI D'INVASO

A seguito delle ordinanze commissariali le Linee Guida per la Valutazione della Compatibilità Idraulica hanno rivisto come segue la classificazione degli interventi indicata nell'allegato A della Delibera n. 1322 del 10 maggio 2006 e s.m.i; per ogni classe d'intervento viene suggerito un criterio di dimensionamento da adottare per l'individuazione del volume d'invaso da realizzare (la superficie di riferimento è quella per la quale è prevista la modificazione di uso del suolo):

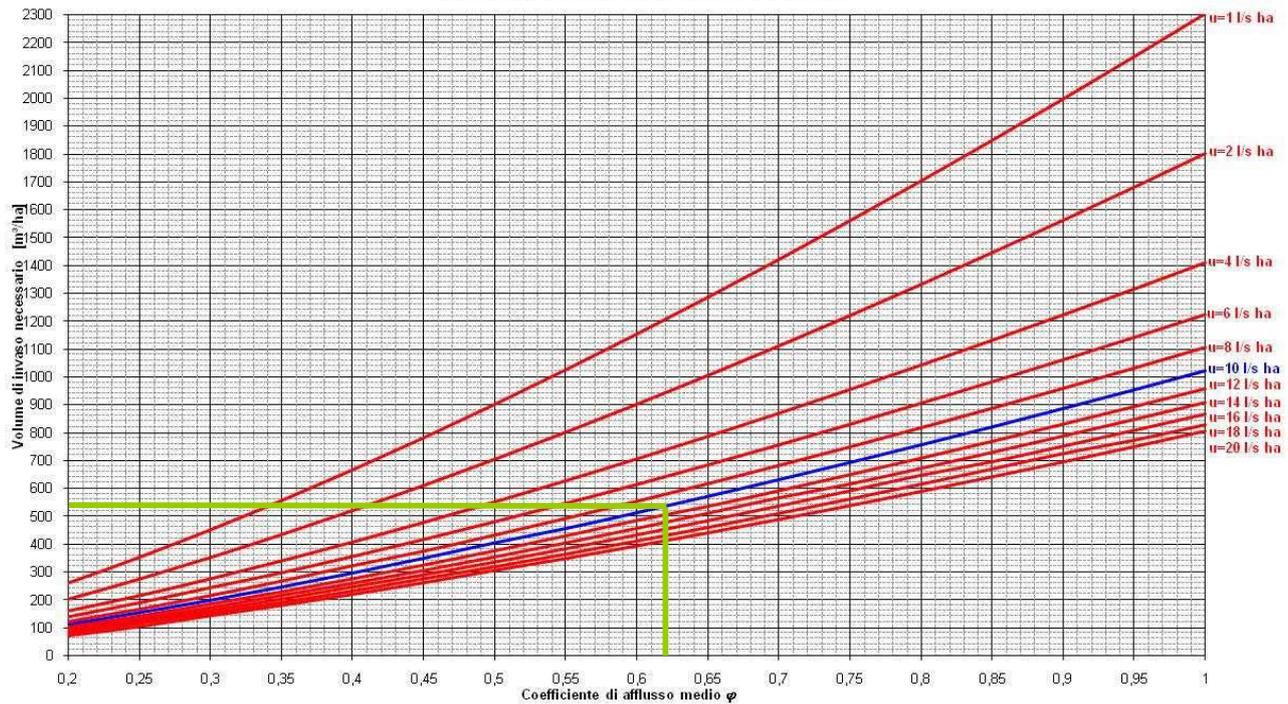
Riferimento	Classificazione intervento	Soglie dimensionali	Criteri da adottare
Ordinanze	Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	$S < 200 \text{ mq}$	0
	Modesta impermeabilizzazione	$200 \text{ mq} < S < 1.000 \text{ mq}$	1
D.G.R. 1322/06	Modesta impermeabilizzazione potenziale	$1.000 \text{ mq} < S < 10.000 \text{ mq}$	1
	Significativa impermeabilizzazione potenziale	$10.000 \text{ mq} < S < 100.000 \text{ mq}$	2
	Significativa impermeabilizzazione potenziale	$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi < 0.3$	2
	Marcata impermeabilizzazione potenziale	$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi > 0.3$	3

Nel presente studio ci troviamo nel caso di "*Significativa impermeabilizzazione potenziale*"; il criterio di dimensionamento da adottare è pertanto il n° 2 il quale 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 il dimensionamento dei dispositivi di compensazione viene suggerito di utilizzare il metodo delle piogge.

### Volumi di invaso necessari per ottenere l'invarianza idraulica - Metodo piogge

Valori espressi in funzione del coefficiente di afflusso  $\varphi$  e del coefficiente udometrico imposto  $u$  allo scarico  
Zona costiera e lagunare - Tr = 50 anni (CPP a 2 parametri)



Dagli abachi e dalle tabelle riportate nelle Linee Guida, nel caso di coefficiente di deflusso pari a 0,63 e coefficiente udometrico imposto allo scarico pari a 5 l/s ha - come richiesto dal Consorzio di Bonifica "Acque Risorgive" con nota del 14679 del 23.08.2018 - per la zona costiero-lagunare si ottiene un volume specifico di 710 m<sup>3</sup>/ha da invasare.

Moltiplicando il valore del volume specifico per la superficie di riferimento si ottiene un volume da invasare pari a 710 m<sup>3</sup>/ha x 1.6220 ha = **1152 m<sup>3</sup>**.

Ipotizzando di invasare completamente la rete a monte del pozzetto regolatore di portata - costituita da tubazioni di diametro interno di 60 e 80 cm e sezione rispettivamente di 0,28 m<sup>2</sup> e 0,50 m<sup>2</sup> - si ottiene un volume di rete invasato pari a:

$$518 \text{ m} \times 0,28 \text{ m}^2 = 145 \text{ m}^3$$

Il volume che rimane da invasare nelle aree verdi con quota depressa risulta pertanto pari a:

$$1152 \text{ m}^3 - 145 \text{ m}^3 = \mathbf{1007 \text{ m}^3}$$

Le aree verdi con quote depresse situate sui lati nord ed est del lotto e confinanti con lo scolo Cimetto hanno la forma tronco-conica con sezioni maggiore e minore irregolari.

Si assumono come grandezze caratteristiche per il dimensionamento dell'area:

- la distanza di 4.00 m dal ciglio superiore dell'argine del Cimetto - in modo da rispettare la servitù idraulica a favore del Consorzio Acque Risorgive, e distanza di 2.00 m dalle strade,

- parcheggi e dal fossato esistente sul lato nord, in modo da assicurare il transito di mezzi operativi per consentire le operazioni di manutenzione;
- una pendenza delle sponde dell'area 1/5 in modo da rendere l'area fruibile, esteticamente ben inserita nel contesto e di facile manutenzione per le normali operazioni di sfalcio dell'erba;
  - un tirante medio dell'acqua pari a 0.73 m dato dalla differenza tra la quota di massimo invaso determinato nella rete di raccolta e la quota di fondo tubo nel punto di sfioro.

Da queste grandezze si ottengono le seguenti superfici dei tronchi di cono caratterizzanti geometricamente le due aree verdi di invaso:

**Area verde lato nord:**

Superficie inferiore 425 m<sup>2</sup>

Superficie maggiore 1015 m<sup>2</sup>

Volume complessivamente laminato = 640m<sup>3</sup>

**Area verde lato est:**

Superficie inferiore 135 m<sup>2</sup>

Superficie maggiore 324 m<sup>2</sup>

Volume complessivamente laminato = 204 m<sup>3</sup>

**Area verde lato sud vicino cabina Enel:**

Superficie inferiore 62 m<sup>2</sup>

Superficie superiore 237 m<sup>2</sup>

Volume complessivamente laminato = 129 m<sup>3</sup>

Volume totale laminato nelle aree verdi = 640 m<sup>3</sup> + 204 m<sup>3</sup> + 129 m<sup>3</sup> = 973 m<sup>3</sup>

**Oltre alle tubazioni di raccolta e smaltimento delle acque ed alle aree verdi depresse, si prevede di invasare una parte dei volumi anche nel fossato parallelo al lato est di via Palladio.** Tale fossato attualmente è caratterizzato da una superficie media di sezione idrica pari a 1,28 m<sup>2</sup> (valore ricavato dal rilievo plano-altimetrico di cui alle tavole grafiche) e da una lunghezza complessiva di 170 m per un volume di invaso naturale da recuperare paria a 170 m x 1,28 m<sup>2</sup> = 218 m<sup>3</sup>. Il flusso idrico ha direzione da sud verso nord con scarico nel tratto di fossato a cielo aperto posto nella parte nord del lotto dove scaricano le acque delle lottizzazioni adiacenti e scarico finale nel Cimetto.

Le acque scolanti nel fossato sono esclusivamente quelle di parte del lotto oggetto d'intervento e quelle provenienti dall'edificio confinante sul lato sud che scarica con due tubazioni in PVC DN 160 mm. **Per non interferire con i volumi d'invaso del lotto in questione tale tubazione verrà**

**prolungata fino allo scarico nel fossato a cielo aperto che si immette nel Cimetto non modificando pertanto lo stato idraulico attuale.**

Il volume da recuperare complessivamente in questo di fossato risulta pari alla somma del volume esistente di invaso di 218 m<sup>3</sup> e la quota rimanente di laminazione pari a:

$$1007 \text{ m}^3 - 973 \text{ m}^3 = 34 \text{ m}^3$$

Il valore totale è quindi pari a  $218 \text{ m}^3 + 34 \text{ m}^3 = 252 \text{ m}^3$

Un tratto di fossato di estensione pari a 140 m verrà tombinato per permettere la realizzazione di percorsi ciclopedonali.

Lo scatolare in cls prescelto avrà dimensioni nette interne pari a 1,60 m x 0,80 m con una sezione idrica totalmente riempita pari a 1,28 m<sup>2</sup>

Il volume laminato sarà pertanto pari a  $1,28 \text{ m}^2 \times 140 \text{ m} = 179 \text{ m}^3$

Il tratto a cielo aperto del fossato, prima dell'immissione nel tratto finale, che riceve le acque dalla lottizzazione adiacente e che poi scarica nel Cimetto, ha una estensione di 30 m.

La sezione media di fossato a cielo aperto necessaria sarà data da semplici considerazioni geometriche:

$$(252 - 179) \text{ m}^3 / 30 \text{ m} = 2,43 \text{ m}^2$$

Tale tratto verrà scollegato al fossato di scarico nel Cimetto e fungerà solo da laminazione per la nuova lottizzazione. La pendenza verrà invertita e posta pari a 0,1 % per permettere lo svuotamento dei volumi alla fine degli eventi meteo. Il collegamento con la rete di raccolta in progetto sarà garantita da uno sfioro con tubazioni in cls collegate al pozzetto n° 7.

La pendenza del tratto tombinato verrà mantenuta fino allo sfioro con deflusso delle acque verso nord e con un valore pari al 0,1 %.

#### **4 DIMENSIONAMENTO MANUFATTI REGOLATORI DI PORTATA**

Secondo le Linee Guida per la Verifica di Compatibilità Idraulica i volumi calcolati con il criterio di dimensionamento n° 2 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.

Si procede pertanto al dimensionamento del manufatto regolatore di portata, in particolare dello stramazzo, considerato anche che la sua quota è quella che determina tutti i volumi invasati a monte.

Lo stramazzo nel manufatto regolatore di portata deve essere dimensionato per consentire il passaggio della massima portata di piena, per tempi di ritorno di 50 anni, cercando di non superare la quota che determini esondazioni.

L'efflusso da una luce a stramazzo in parete grossa arrotondata è governato dalla legge:

$$q = 0,48 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2} \quad (8)$$

dove  $q$  è la portata di colmo per unità di larghezza  $b$  dello stramazzo.

Esplicitando nella (8) rispetto ad  $h$ , si ottiene il carico idraulico  $h$  al di sopra dello stramazzo.

Assumendo la larghezza dello stramazzo pari 1.50 m (corrispondente alla dimensione interna del pozzetto in cls che costituirà il sistema di regolazione di portata), si ottiene per una portata al colmo di 294 l/s (*Tabella 2.1*) un carico idraulico di 20 cm.

La scelta del diametro della luce a battente è influenzata dalla necessità di lasciar transitare le portate minime e trattenere, in occasione di eventi più consistenti, i volumi per la laminazione, mantenendo valori non troppo piccoli per ridurre il rischio di intasamento.

Nella *Tabella 4.1* si riportano le portate in uscita, fissando il coefficiente udometrico massimo in uscita pari a 5 l/s,ha, da una luce a battente al crescere del battente – fino ad un massimo di 1,00 m altezza dello stramazzo - determinate mediante la nota formula:

$$Q = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad (9)$$

in cui:

$Q$  è la portata uscente in m<sup>3</sup>/s;

$C_q$  è il coefficiente di portata;

$A$  è l'area della bocca d'efflusso in m<sup>2</sup>;

$h$  è il carico idrico sulla bocca d'efflusso in m;

I valori di  $C_q$  sono dati dalla relazione:

$$C_q = C_c \cdot \sqrt{\frac{1}{1 + C_c \cdot \frac{d}{h}}}$$

dove  $C_c$  è il noto coefficiente di contrazione pari a 0.611.

I valori di  $C_q$  variano in generale nell'intervallo 0.50÷1.00 in funzione dell'inclinazione della parete e del rapporto  $d/h$  con  $d$  che esprime il diametro della bocca d'efflusso. Per  $d/h \rightarrow 0$  il valore di  $\mu$  è pari al valore teorico 0.611 ricavabile dalla teoria dei moti a potenziale. Quando  $d/h$  è grande invece, l'efflusso non è regolare, a causa della presenza di un nucleo di aria risucchiata dal pelo libero. In tale situazione il coefficiente  $\mu$  si riduce assumendo valori non ben definibili.

Per ottenere una portata massima in uscita di 5 l/s,ha si ottiene una **luce a battente di diametro massimo 6 cm**.

$h_0$	$d$	$d/h_0$	$C_q$	$Q$	$u$
[m]	[m]	[m/m]		[m <sup>3</sup> /s]	[l/(s.ha)]
0,20	0,06	0,30	0,562	0,003	2
0,25	0,06	0,24	0,571	0,004	2
0,30	0,06	0,20	0,577	0,004	2
0,35	0,06	0,17	0,581	0,004	3
0,40	0,06	0,15	0,585	0,005	3
0,45	0,06	0,13	0,588	0,005	3
0,50	0,06	0,12	0,590	0,005	3
0,55	0,06	0,11	0,592	0,005	3
0,60	0,06	0,10	0,593	0,006	4
0,65	0,06	0,09	0,594	0,006	4
0,70	0,06	0,09	0,596	0,006	4
0,75	0,06	0,08	0,597	0,006	4
0,80	0,06	0,08	0,597	0,007	4
0,85	0,06	0,07	0,598	0,007	4
0,90	0,06	0,07	0,599	0,007	4
0,95	0,06	0,06	0,600	0,007	5
1,00	0,06	0,06	0,600	0,008	5

Tabella n° 4.1: Luce a battente

Considerate le ridotte dimensioni del foro della luce a battente, si dovrà eseguire una accurata e frequente manutenzione all'interno del pozzetto regolatore di portata, al fine di rimuovere tutti gli eventuali sedimenti o corpi estranei che possano ostruire il foro previsto, **con una frequenza di almeno 2 volte all'anno.**

## 5 CONCLUSIONI

Si riportano i dati di sintesi:

Superficie	16.220 mq;
Area impermeabile	8421 mq
Area semi-permeabile	2.778 mq
Area permeabile	5.021 mq
Coefficiente di deflusso	0.63;

### VOLUMI DI INVASO

Diametro tubazioni in cls DIN 4032	600/800 mm
Sviluppo lineare tubazioni di raccolta DN 600	518 m
Sviluppo lineare tubazioni di raccolta DN 800	10 m
Pendenza	1.5 ‰
Portata massima per $T_R$ 50 anni	294 l/s
<b>Volume di invaso totale</b>	<b>1152 mc</b>
<b>Volume specifico di invaso totale</b>	<b>710 mc/ha</b>

Corpo recettore delle acque:

Canale consortile "Cimetto" di competenza del Consorzio di Bonifica "Acque Risorgive".