

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

COMUNE DI PORDENONE

**PIANO ATTUATIVO COMUNALE DI INIZIATIVA PRIVATA  
P.A.C. 46 DI VIALE TREVISO**

Foglio 40 – Mapp. 150

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA AI FINI  
DELL'INVARIANZA IDRAULICA**

(ai sensi dell'art. 4 c. 1 del D.P.R. 083/Pres. del 27 Marzo 2018)

*COMMITTENTE: TOMBACCO ROSANNA  
TOMBACCO ARTURO*

Pordenone, 01 marzo 2019

Ing. Giorgio Bellini

STUDIO TECNICO ING. GIORGIO BELLINI  
Vial Rotto,18/a - 33170 Pordenone  
Tel. 0434553882 - Cell. 3356697656  
E-mail: giorgio\_bellini@alice.it  
E-mail Pec: giorgio.bellini2@ingpec.eu

## **INDICE**

<b>1. PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>2</b>
<b>3. INDICAZIONI PROGETTUALI</b>	<b>2</b>
<b>4. CONTESTO IDROGRAFICO ESISTENTE</b>	<b>4</b>
<b>5. DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE</b>	<b>4</b>
<b>6. CALCOLI IDRAULICI</b>	<b>5</b>
6.1 Linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (Tr = 50 anni)	<b>5</b>
6.2 Situazione ante-operam	<b>6</b>
6.3 Situazione post-operam	<b>8</b>
<b>7. STIMA DELLA PORTATA CRITICA</b>	<b>9</b>
<b>8. STIMA DEI VOLUMI DI ACCUMULO</b>	<b>11</b>
8.1 Metodo delle sole piogge	<b>11</b>
8.2 Metodo del serbatoio lineare (Paoletti e Rege Gianas, 1979)	<b>12</b>
<b>9. SOLUZIONE COMPENSATIVA PROPOSTA</b>	<b>14</b>
9.1 Manufatto di scarico e di regolazione	<b>15</b>
<b>10. MITIGAZIONE IDRAULICA (Buone pratiche costruttive)</b>	<b>15</b>
<b>11. CONCLUSIONI</b>	<b>15</b>
<b>TABELLA RIASSUNTIVA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	<b>16</b>
<b>ALLEGATI</b>	<b>18</b>

## **1. PREMESSA**

La presente relazione tecnica riguarda lo *studio di compatibilità idraulica* e l'applicazione del principio dell'*invarianza idraulica* dell'area compresa nel "Piano Attuativo Comunale di iniziativa privata – P.A.C. 46 di Viale Treviso" contraddistinta nella mappa catastale al Foglio 40 mapp. 150.

## **2. RIFERIMENTI NORMATIVI**

I riferimenti normativi adottati per la progettazione sono:

- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia: "Piano regionale di tutela delle acque" – Norme di Attuazione Ottobre 2012, vengono definite le caratteristiche di impatto in termini di qualità delle acque drenate dai nuovi insediamenti e i relativi eventuali presidi da prevedere per la salvaguardia ambientale dei recapiti
- Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica di cui all'articolo 14, comma 1, lettera k) della legge 29 aprile 2015, n. 11 (Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque) DPR 27/03/2018 n. 083/Pres.

## **3. INDICAZIONI PROGETTUALI**

In relazione alla lettera b) del punto 2 dell' art. 16 della L.R. 11.08.2009 n. 16 "*... il rispetto, anche mediante l'adozione di misure compensative, nelle previsioni dello strumento di pianificazione comunale, del principio dell'invarianza idraulica, secondo il quale la trasformazione di un'area avviene senza provocare un aggravio della portata di piena del corpo idrico o della rete di drenaggio ricevente i deflussi originati dall'area stessa, che comportino una modifica del regime idraulico dei corsi d'acqua...*" che considera la vocazione naturale dei luoghi ed il loro assetto funzionale con il fine di rendere compatibile in termini di sostenibilità ambientale lo sviluppo urbano sul territorio comunale prevedendo nuove strategie e provvedimenti tesi ad attenuare il carico idraulico nei comparti edificatori esistenti o in ampliamento in considerazione delle portate future che verranno generate dal drenaggio delle superfici e dei suoli a seguito delle loro modifiche d'uso.

L'area oggetto dell'intervento, posta in in viale Treviso loc. Vallenoncello (Fig. 1), ricade in una zona classificata nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Livenza come P1(pericolosità idraulica moderata).

L'area si inserisce, dal punto di vista geo-morfologico, a valle del nella dei sedimenti prevalentemente grossolani (ciottolo, ghiaie e sabbie) del grande conoide del Cellina-Meduna dell'Alta Pianura Pordenonese. L'area in oggetto, posta a sud della linea delle risorgive e definita Bassa Pianura Pordenonese, è caratterizzata da uno strato superficiale a grana fine (argille e limi) con sottostante sottosuolo costituito da orizzonti lentiformi a granulometria medio-fine.

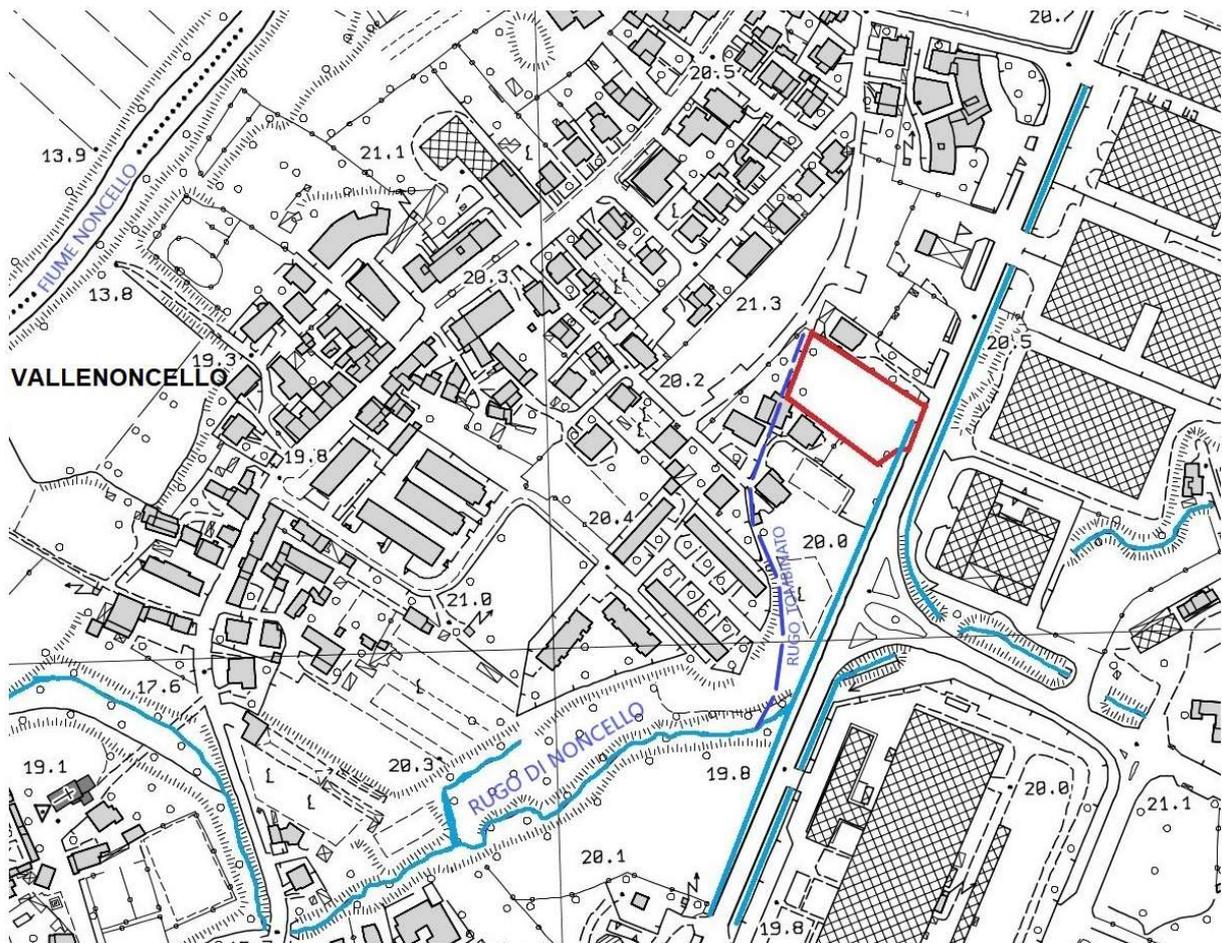


Fig. 1 Estratto Carta Tecnica Regionale

La valutazione della compatibilità idraulica dipende dall'estensione dell'area in fase di urbanizzazione, nel caso in oggetto essendo l'estensione complessiva di 3030 m<sup>2</sup> ricade nella classe di significatività della trasformazione (Allegato 1 art. 5) "Moderato – 1000 ≤ S<sub>tot</sub> ≤ 5000 mq".

All'interno di questo livello di significatività della trasformazione gli interventi di mitigazione e i metodi di calcolo idrologico-idraulico previsti sono:

- è obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive
- è obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi d'invaso utilizzando la soluzione più conservativa tra due dei proposti metodi di calcolo idrologico-idraulico scelti piacere:
  - metodo dell'invaso italiano diretto
  - metodo del serbatoio lineare (Paoletti - Rege Gianas 1979)
  - metodo delle sole piogge

#### 4. CONTESTO IDROGRAFICO ESISTENTE

La rete idrografica limitrofa all'area su cui si interviene è servita da fossati, non iscritti nell'elenco delle acque pubbliche, che recapitano le acque nel fiume Noncello affluente del sistema idraulico Meduna-Livenza.

Le acque meteoriche defluiscono principalmente in un ampio fossato stradale (in asse al confine di proprietà) posto lungo il confine orientale del lotto e per una piccola parte in quel che resta di un antico fossato ora tombinato (tubazione posta esternamente alla proprietà) situato sul confine occidentale. I due fossi ricettori sono riportati nell'allegato Rete Esistente Tav. 1 (Sinistra Noncello) del Progetto Generale della Rete Fognaria del comune di Pordenone, datato 2006, rispettivamente come corso d'acqua superficiale e collettore collettore acque bianche esistenti (Fig. 2). Ambedue i fossati confluiscono dopo circa 190 m nel Rugo di Noncello, affluente del fiume Noncello.

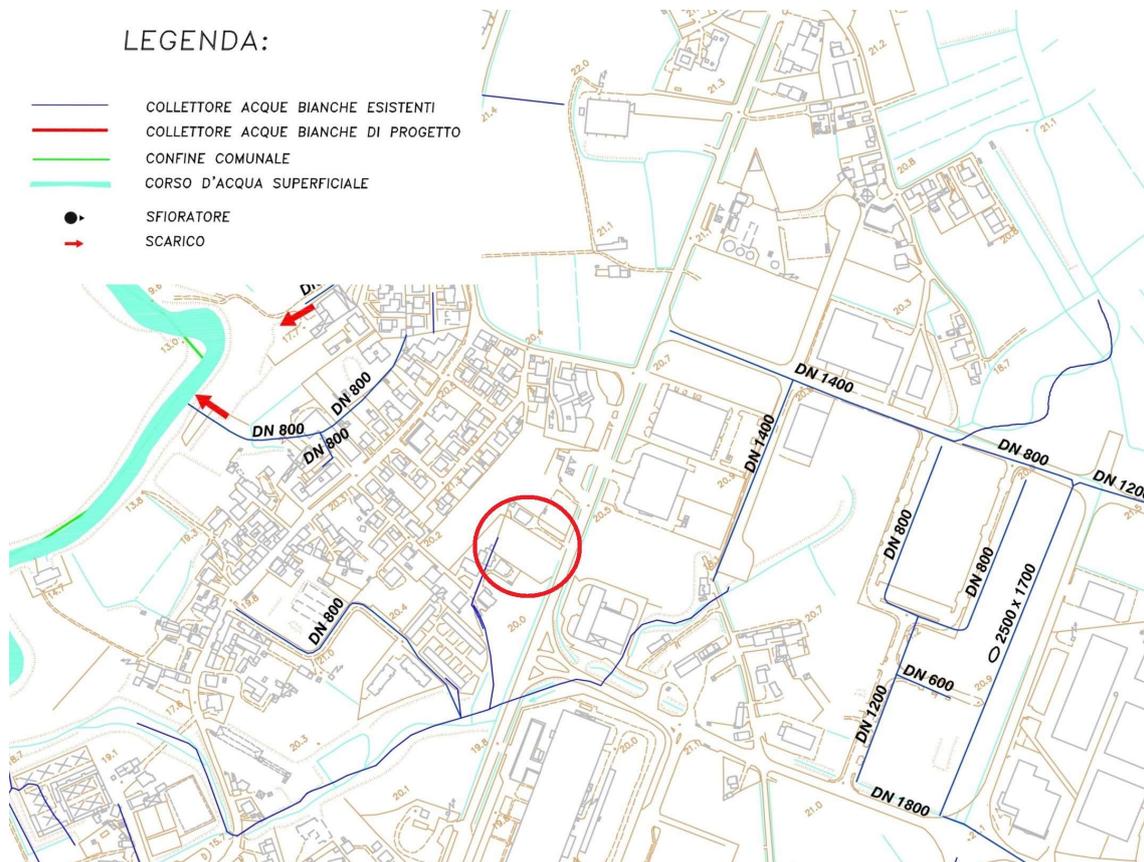


Fig. 3 Planimetria Progetto Generale Rete Fognaria

#### 5. DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE

L'area del PAC risulta da sempre adibita a prato. L'intervento prevede la trasformazione dell'area in una zona con destinazione commerciale e ricettiva. Per quanto concerne la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche si prevede la realizzazione di un sistema di condotte aventi anche la funzione

di creare il volume d'invaso necessario a compensare la variazione del grado di impermeabilizzazione del suolo.

## **6. CALCOLI IDRAULICI**

Nel seguito sono riportati i calcoli idraulici realizzati per l'intervento in programma.

Tra i modelli di trasformazione afflussi-deflussi disponibili si è optato per il Metodo Razionale, senza dubbio, quello di più ampia diffusione in ambito nazionale.

Partendo dalla curva di possibilità pluviometrica definita per l'area in indagine, il modello matematico permette di ricavare le portate di piena in base all'evento precipitativo scelto. Nel caso in esame si è adottato un tempo di ritorno pari a 50 anni in conformità a quanto indicato nell'articolo 3 lettera u) del Regolamento. I risultati ottenuti permetteranno di definire il volume d'invaso necessario affinché la realizzazione degli interventi in programma rispettino il principio dell'invarianza idraulica. Per questo motivo il presente lavoro fornisce il volume d'invaso necessario affinché con l'incremento della superficie impermeabile e del relativo coefficiente medio, il coefficiente udometrico massimo ammissibile  $u_{max}$  venga determinato nella situazione ante-operam, allegato 1 art. 10.

### **6.1 Linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (Tr = 50 anni)**

La linea segnalatrice di possibilità pluviometrica è stata ricavata utilizzando l'applicativo della Regione "RainMap FVG".

Il software analizzate ed elaborate le precipitazioni meteoriche massime annue per eventi piovosi della durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore registrate da 130 stazioni pluviometriche cadenti nella regione e nella regione Veneto in prossimità del confine regionale nel periodo temporale 1920-2013.

Il risultato di detta elaborazione ha permesso di definire la curva che rappresenta le altezze massime possibili di pioggia in funzione delle rispettive durate con un'equazione del tipo:

$$h = a t^n$$

in cui "a" ed "n" rappresentano delle costanti caratteristiche locali. Per il tempo di ritorno di 50 anni detta curva di possibilità pluviometrica ha assunto l'espressione analitica:

$$h = 75,4 t^{0,29}$$

Nel caso in cui si debbano considerare piogge di durata inferiore a quella oraria il coefficiente n va moltiplicato per 4/3 e l'equazione della curva di possibilità pluviometrica diventa

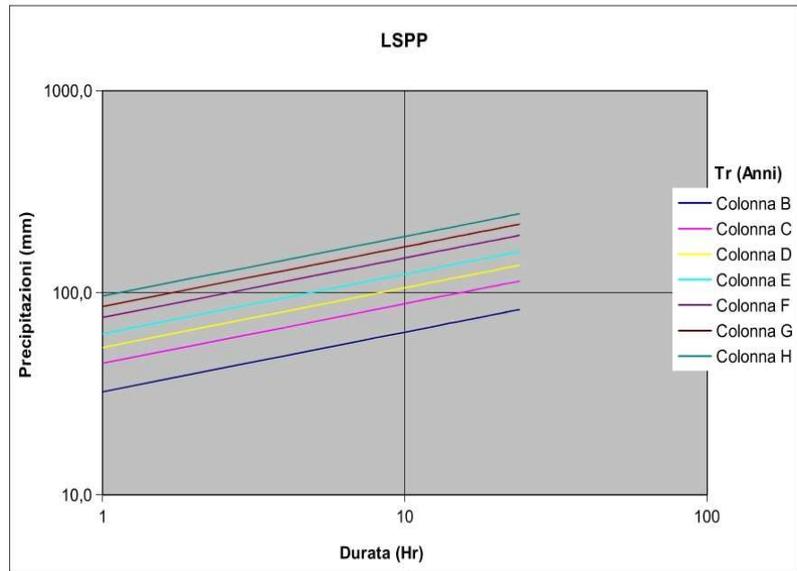
$$h = 75,4 t^{0,39}$$

## LSPP Friuli Venezia Giulia

Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est		
	E	N
Input	2337675	5089635
Baricentro cella	2337750	5089750

Parametri LSPP							
n	0,29						
Tempo di ritorno (Anni)							
	2	5	10	20	50	100	200
a	32,4	44,7	53,6	62,7	75,4	85,6	96,3

Precipitazioni (mm)							
Durata (Hr)	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
1	32,4	44,7	53,6	62,7	75,4	85,6	96,3
2	39,7	54,9	65,8	77,0	92,5	105,0	118,2
3	44,7	61,9	74,2	86,7	104,2	118,3	133,2
4	48,7	67,3	80,7	94,4	113,5	128,8	145,0
5	52,0	71,9	86,2	100,8	121,2	137,5	154,8
6	54,9	75,9	91,0	106,4	127,9	145,1	163,4
7	57,5	79,4	95,2	111,4	133,8	151,9	171,0
8	59,8	82,6	99,0	115,8	139,2	158,0	177,9
9	61,9	85,5	102,5	119,9	144,1	163,6	184,2
10	63,8	88,2	105,8	123,7	148,7	168,7	190,0
11	65,6	90,8	108,8	127,2	152,9	173,5	195,4
12	67,3	93,1	111,6	130,5	156,9	178,0	200,5
13	69,0	95,3	114,3	133,7	160,6	182,3	205,2
14	70,5	97,4	116,8	136,6	164,2	186,3	209,8
15	71,9	99,4	119,2	139,4	167,5	190,2	214,1
16	73,3	101,4	121,5	142,1	170,8	193,8	218,2
17	74,6	103,2	123,7	144,7	173,8	197,3	222,1
18	75,9	104,9	125,8	147,1	176,8	200,7	225,9
19	77,1	106,6	127,8	149,5	179,6	203,9	229,6
20	78,3	108,2	129,8	151,8	182,4	207,0	233,1
21	79,4	109,8	131,6	154,0	185,0	210,0	236,4
22	80,5	111,3	133,5	156,1	187,6	212,9	239,7
23	81,6	112,8	135,2	158,2	190,0	215,7	242,9
24	82,6	114,2	136,9	160,2	192,4	218,4	245,9



### 6.2 Situazione ante-operam

Le acque meteoriche dell'attuale zona agricola (Fig. 3) vengono disperse naturalmente nel suolo e nei fossati adiacenti. La scelta del coefficiente di afflusso è stata effettuata sulla base delle conoscenze litologiche degli strati più superficiali, nonché in base a quanto riportato nelle normative di riferimento:

- superfici a verde  $\varphi = 0,20$



**Fig. 3** Stato di fatto

Poiché un bacino, nella genericità dei casi, è composto da zone con tipologie urbane differenti è necessario mediare le caratteristiche idrologiche di ciascuno per procedere ad un dimensionamento efficace e funzionale alla metodologia di calcolo adottata. Da quanto detto risulta evidente l'utilità di impiegare ad ogni bacini di interesse la relazione sotto riportata.

$$\varphi = \frac{\sum S_i \cdot \varphi_i}{\sum S_i}$$

dove:

$S_i$ : area della i-esima zona urbanisticamente omogenea

$\varphi_i$ : coefficiente di afflusso relativo alla zona i-esima.

Alla luce di queste considerazioni, si riporta di seguito sinteticamente la distinzione delle aree drenate impermeabili e permeabili presenti nei sottobacini di interesse ed il coefficiente di afflusso equivalente per gli stessi, ottenuto secondo la metodologia precedente.

Tipo di terreno	Area[m <sup>2</sup> ]	$\varphi$	$\varphi_{eq}$
Superfici permeabili (aree a verde)	3030	0,2	
Superfici semi-permeabili (trade e parcheggi con grigliati drenanti e sottostante materiale ghiaioso)	---	0,6	
Superfici impermeabili (tetti)	---	0,9	
Superfici impermeabili (strade asfaltate e marciapiedi)	---	0,8	
<b>TOTALE</b>	<b>3030</b>		<b>0,20</b>

### 6.3 Situazione post-operam

Il progetto prevede in questa fase la realizzazione di nuove superfici impermeabilizzate ad edificazione commerciale, viabilità ed a verde (Fig. 4).

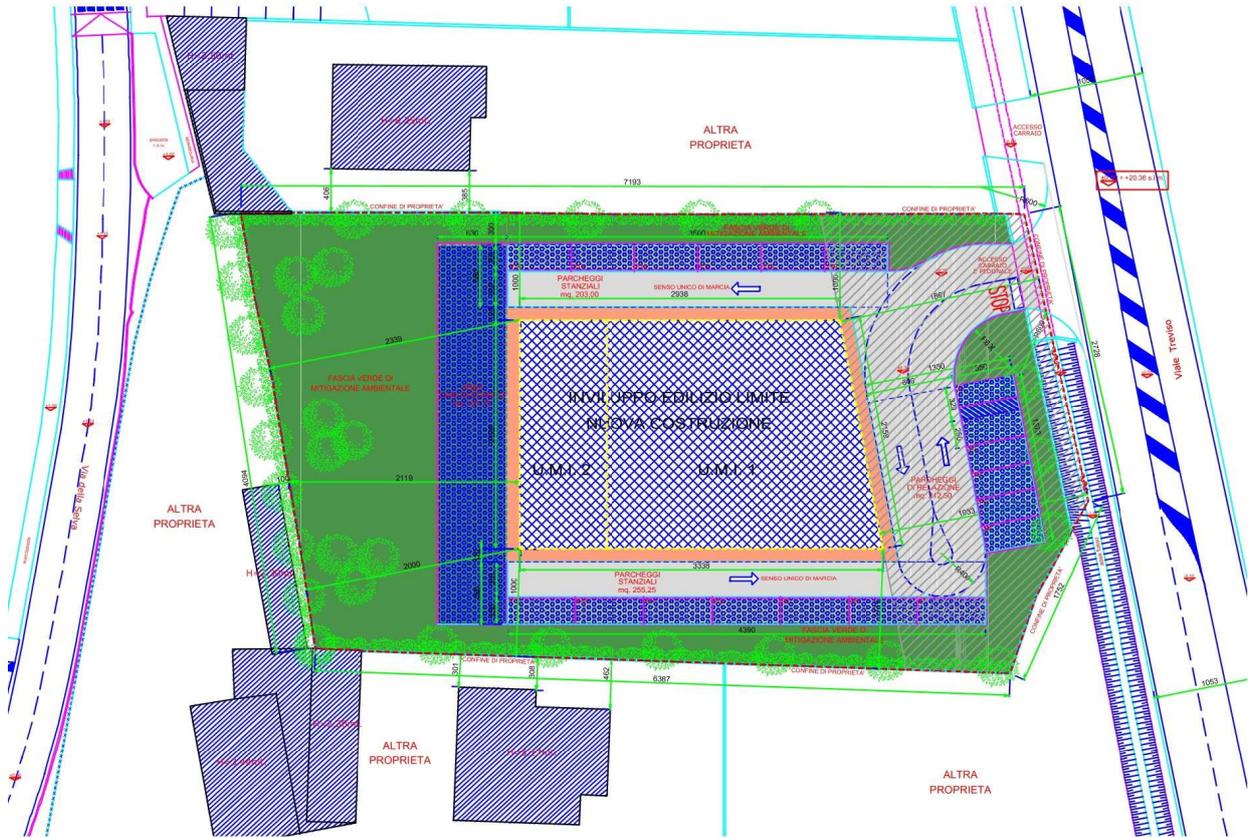


Fig. 4 Stato di progetto

Al fine di poter ottenere un dato rappresentativo della mutazione della risposta idrologica della zona oggetto di intervento, si realizzata una stima delle superfici interessate, così da determinare il nuovo coefficiente di deflusso medio dell'area.

Tipo di terreno	Area[m <sup>2</sup> ]	$\phi$	$\phi_{eq}$
Superfici permeabili (aree a verde, fosso)	1184	0,2	237
Superfici semi-permeabili (strade e parcheggi con grigliati drenanti e sottostante materiale ghiaioso)	521	0,6	313
Superfici impermeabili (tetti)	665	0,9	598
Superfici impermeabili (strade asfaltate e marciapiedi)	660	0,8	528
TOTALE	3030		<b>0,55</b>

## 7. STIMA DELLA PORTATA CRITICA

La metodologia adottate per la stima della porta massima piena e dei conseguenti volumi di accumulo necessari a garantire l'*invarianza idraulica* è quella del metodo cinematico, metodo che deriva dalla cosiddetta formula razionale e determina la portata critica nella sezione d'interesse in funzione della precipitazione critica e delle caratteristiche del suolo.

$$Q_c = S \cdot u = S \cdot 2,78 \cdot \varphi \cdot \varepsilon \cdot i (\theta_c, T)$$

dove:

$Q_c$	portata di colmo	[l/s]
$S$	superficie del bacino scolante	[ha]
$u$	coefficiente udometrico	[l/s*ha]
$\varphi$	coefficiente di afflusso	
$T$	tempo di ritorno	[h]
$\theta_c$	durata critica	[h]
$\varepsilon$	coefficiente dipendente dal metodo di trasformazione afflussi-deflussi	
$i$	intensità di precipitazione = $a \cdot t^{n-1}$	

Le ipotesi di base della formula razionale nella sua formulazione originaria sono:

A: piogge di intensità costante

B: descrizione delle perdite con il metodo percentuale, cioè con  $\varphi =$  costante

C: modello lineare di trasformazione afflussi-deflussi

Per bacini urbani il tempo di corrivazione ( $t_c$ ) può essere stimato in prima approssimazione, come somma di una componente di accesso alla rete ( $t_a$ ), che rappresenta il tempo impiegato dalla particella d'acqua per giungere alla più vicina canalizzazione della rete scorrendo in superficie, e dal tempo di rete ( $t_r$ ) necessario a transitare attraverso i canali della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura.

$$t_c = t_a + t_r$$
$$t_r = \sum L_i / v_i$$

dove

$t_c$	tempo di corrivazione	[h]
$t_a$	tempo di accesso alla rete	[h]
$t_r$	tempo di rete	[h]
$L_i$	lunghezza condotta	[m]
$v_i$	velocità in condotta	[m/s]

Il valore  $t_a$  varia da 1÷5 minuti con il diminuire della pendenza superficiale. La velocità in rete, che per evitare problemi di deposito ed erosione deve essere compresa tra 0,5 e 4 m/s, è responsabile invece del tempo di rete  $t_r$ .

Per l'intervento in oggetto si considera un tempo di corrivazione pari a 5 minuti sulla base dell'esperienza maturata nella progettazione di reti di drenaggio anche per lottizzazioni di piccole dimensioni.

Per il calcolo della portata critica nelle condizioni ante operam e post operam alle formule del metodo di corrivazione (cinematico) e dell'invaso:

metodo di corrivazione:

$$Q_c = \frac{2,778 \varphi h S}{t_c}$$

metodo dell'invaso:

$$Q_c = \frac{2,778 D \varphi h S}{k}$$

dove:

$Q_c$	portata critica	[l/s]
$S$	superficie del bacino	[m <sup>2</sup> ]
$\varphi$	coefficiente di afflusso	
$t_c$	tempo di corrivazione	[h]
$h$	altezza di precipitazione	[mm]
$k$	costante d'invaso $k=0,7 t_c$	[h]
$D$	costante = 0,65	

La portata di picco transitante in una specifica sezione del reticolo di drenaggio per una durata di precipitazione pari al tempo di corrivazione. Si definisce tempo di corrivazione, il tempo necessario alla goccia caduta nel punto "più lontano" del bacino scolante per arrivare alla sezione considerata.

$$Q_c = \frac{\varphi h S}{360 t_c}$$

dove:

$Q_c$	portata di picco	[m <sup>3</sup> /s]
$S$	superficie del bacino	[ha]
$\varphi$	coefficiente di afflusso	
$t_c$	tempo di corrivazione	[h]
$h$	altezza di precipitazione	[mm]

La portata critica nella situazione ante-operam calcolata con il metodo cinematico risulta di 0,0578 m<sup>3</sup>/s (coefficiente udometrico di 190,8 l/s\*h), mentre applicando il metodo dell'invaso risulta di 0,0467 m<sup>3</sup>/s (corrispondente ad un coefficiente udometrico di 154,1 l/s\*h)

## 8. STIMA DEI VOLUMI DI ACCUMULO

Occorre ricordare che, mentre per quanto riguarda il dimensionamento dei collettori della rete sono molto importanti le intensità di pioggia, e quindi le portate massime, per quanto riguarda le vasche di laminazione assume un'importanza preponderante il volume di pioggia di un evento meteorico. Ne consegue che gli eventi di pioggia che sono critici in termini di portata defluita, non lo sono in genere per quanto concerne i volumi invasati in vasca: in particolare la durata di pioggia che risulta critica per una vasca è superiore a quella critica per la rete di deflusso. Quindi al variare della durata dell'evento pluviometrico varia la sua intensità e di conseguenza l'idrogramma ed il corrispondente volume da assegnare alla vasca di laminazione. Da queste considerazioni risulta evidente che i metodi basati o sul metodo dell'invaso o sul metodo cinematico per prima cosa devono individuare la durata dell'evento pluviometrico critico, e successivamente il volume dell'invaso.

I volumi minimi da predisporre per la laminazione dei nuovi carichi idraulici prodotti dall'intervento considerato è stato calcolato assumendo di dover mantenere per l'invarianza idraulico un coefficiente udometrico pari a quello della condizione ante-operam. I volumi di accumulo sono stati stimati utilizzando il "Metodo delle sole piogge" e il "Metodo del serbatoio lineare"

### 8.1 Metodo delle sole piogge

Il metodo delle sole piogge è un metodo cinematico con il quale si presuppone di poter considerare trascurabili gli effetti del processo di trasformazione afflussi-deflussi (ad eccezione delle usuali perdite idrologiche nel bacino S sintetizzabili globalmente con il coefficiente di afflusso  $\varphi$ ) e che considera di poter valutare il volume di invaso della vasca sulla base solo della conoscenza dell'altezza della pioggia al tempo t (curva di possibilità pluviometrica) e della massima portata Qu ammessa all'uscita.

Le ulteriori ipotesi sono:

- 1) la precipitazione meteorica netta ha intensità costante (ietogramma rettangolare)
- 2) lo svuotamento della vasca avviene a portata costante (portata in uscita  $Q_u = \text{cost.}$ )

Da quanto sopra consegue che all'istante t il volume W accumulato nella vasca di laminazione, dato dalla differenza tra il volume idrico entrante  $V_e$  e quello uscente  $V_u$ , è valutabile con la seguente relazione di continuità

$$W = V_e - V_u = \varphi \cdot S \cdot a \cdot t^n - Q_u \cdot t$$

La durata di pioggia critica  $t_{cr}$  con cui si genera il volume massimo di invaso è ricavabile dall'equazione precedente imponendo la condizione di massimo con la determinazione della derivata prima rispetto al tempo e ponendola pari a zero, per cui:

$$dV/dt = n \cdot \varphi \cdot S \cdot a \cdot t^{n-1} - Q_u = 0 \quad \text{da cui} \quad t^{n-1} = Q_u / (n \cdot \varphi \cdot S \cdot a) \quad \text{e} \quad t = t_{cr} = [Q_u / (S \cdot \varphi \cdot a \cdot n)]^{1/(n-1)}$$

dove:

Parametri della curva di possibilità pluviometrica  $a = 75,4 \text{ mm/ora}^n$ ,  $n = 0,39$   
 Superficie dell'appezzamento  $S = 3030 \text{ m}^2$   
 Coefficiente udometrico consentito  $u = 154,1 \text{ l/(s*ha)}$   
 Portata in uscita consentita  $Q_u = 46,7 \text{ l/s}$   
 coefficiente di afflusso post operam  $\phi = 0,55$

Rinvenendo quest'ultimo valore ed inserendolo nella prima equazione, è possibile determinare il volume massimo di invaso  $W = V_{\max}$

Nella seguente tabella sono riportati i risultati della procedura numerica che ha consentito di sviluppare le formule sopra citate.

												<b><math>V_{\min} = 34,85</math></b>	
Durata di pioggia		Sup. bacino	Dati curva pluviometrica		Coeff. di deflusso	Altezza di pioggia	Volume entrante	Coefficiente udometrico	Portata uscente		Volume uscente	Volume da invasare	
$t_p$	$t$	$S$	$a$	$n$	$\phi$	$h$	$V_e$	$u$	$Q_u$	$Q_u$	$V_u$	$V$	
(min)	(ore)	(ha)	(mm)			(mm)	(m <sup>3</sup> )	(l/s*ha)	(l/s)	(m <sup>3</sup> /ora)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	
1	0,02	0,3030	75,4	0,39	0,55	15	25	154,1	46,7	168,09	2,80	22,65	
2	0,03	0,3030	75,4	0,39	0,55	20	33	154,1	46,7	168,09	5,60	27,75	
3	0,05	0,3030	75,4	0,39	0,55	23	39	154,1	46,7	168,09	8,40	30,66	
4	0,07	0,3030	75,4	0,39	0,55	26	44	154,1	46,7	168,09	11,21	32,50	
5	0,08	0,3030	75,4	0,39	0,55	29	48	154,1	46,7	168,09	14,01	33,67	
6	0,10	0,3030	75,4	0,39	0,55	31	51	154,1	46,7	168,09	16,81	34,38	
7	0,12	0,3030	75,4	0,39	0,55	33	54	154,1	46,7	168,09	19,61	34,75	
8	0,13	0,3030	75,4	0,39	0,55	34	57	154,1	46,7	168,09	22,41	<b>34,85</b>	
9	0,15	0,3030	75,4	0,39	0,55	36	60	154,1	46,7	168,09	25,21	34,74	
10	0,17	0,3030	75,4	0,39	0,55	37	62	154,1	46,7	168,09	28,02	34,46	
11	0,18	0,3030	75,4	0,39	0,55	39	65	154,1	46,7	168,09	30,82	34,02	
12	0,20	0,3030	75,4	0,39	0,55	40	67	154,1	46,7	168,09	33,62	33,46	
13	0,22	0,3030	75,4	0,39	0,55	42	69	154,1	46,7	168,09	36,42	32,78	
14	0,23	0,3030	75,4	0,39	0,55	43	71	154,1	46,7	168,09	39,22	32,01	

La durata di precipitazione critica della vasca risulta  $t_{cr} = 8$  minuti mentre il volume della vasca  $W = 34,85 \text{ m}^3$  corrispondente ad un volume specifico di  $115 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

## 8.2 Metodo del serbatoio lineare (Paoletti e Rege Gianas, 1979)

Con il metodo dell'invaso applicato ad un bacino si presuppone che il bacino  $S$  a monte si comporti come un invaso lineare in cui il carico dipende linearmente dal volume del serbatoio [dove entra una portata di pioggia  $p(t)$  ed esce una portata  $q(t)$  laminata dall'invaso stesso]. Nell'utilizzare questo metodo per il dimensionamento delle vasche di laminazione, si fanno due ipotesi:

- la precipitazione meteorica di pioggia netta ha intensità costante (ietogramma rettangolare)
- lo svuotamento della vasca di laminazione avviene a portata costante ( $Q_u = \text{costante}$ ).

La teoria dell'invaso meriterebbe una sua trattazione particolare per l'importanza che ha avuto ed ha nell'idraulica tecnica (viene usata anche attualmente per la progettazione delle reti fognarie).

La portata critica  $Q_c$  del bacino a monte si può ottenere con l'equazione:

$$Q_c = \varphi \cdot S \cdot a \cdot D \cdot k^{(n-1)}$$

dove

$k$  è la costante del bacino, spesso assunta pari a  $k=0,7 \cdot t_c$  ( $t_c$ =tempo di corrivazione)  $n$  ed  $a$  sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica  $h=a \cdot t^n$

$D$  è un parametro dipendente dal criterio di trasformazione afflussi-deflussi, ricavabile da

$$D = C^{(n-1)} \cdot (1 - e^{-C}) \text{ sapendo che } C \text{ è legato ad } n \text{ da } n = (1 + C - e^{-C}) / (1 - e^{-C})$$

$\varphi$  è il coefficiente di afflusso post-operam

La durata di pioggia critica  $t_{cr}$  è ricavabile con la relazione :

$$t_{cr} = k \cdot F$$

mentre il volume massimo di invasore  $W$  con

$$W = k \cdot G \cdot Q_c$$

$F$  e  $G$  sono ricavabili attraverso varie formulazioni come per esempio quelle suggerite da Mariggi & Zampaglione, 1978 o quelle suggerite da Paoletti & Rege-Gianas, 1979 :

Secondo quest'ultimi, le equazioni per risalire ad  $F$  e  $G$  sono:

$$n \cdot F + (1 - n) \cdot \ln \left( \frac{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1}}{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1} - 1} \right) - \frac{\frac{D}{m} \cdot F^{2-n}}{1 - e^{-F}} = 0$$

$$G(n, m) = \frac{F^n}{D} - \frac{F^{n-1}}{D} \cdot \ln \left( \frac{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1}}{\frac{m}{D} \cdot F^{n-1} - 1} \right) - \frac{F}{m} - \frac{1}{m} \cdot \ln \left[ \left( \frac{m \cdot F^{n-1}}{D} - 1 \right) \cdot (1 - e^{-F}) \right]$$

dove  $m = Q_c / Q_u$ , con  $Q_u$  portata costante uscente, è il rapporto di laminazione.

Le equazioni hanno una loro complessità ed esiste la possibilità di avvalersi anche di grafici risolutivi.

Nella successiva tabella è riportato il calcolo del volume di laminazione

## METODO DEL SERBATOIO LINEARE (Paoletti e Rege-Gianas, 1979)

S (m <sup>2</sup> )	3030
Φ	0,55
a	75,4
n	0,39
D	0,65
Qu (l*s/ha)	154,1
Qu (m <sup>3</sup> /s)	0,0467
Tc (ore)	0,0833
k	0,058
Qc (m <sup>3</sup> /s)	0,128
m=Qc/Qu	2,751
F	3,37
G	0,74
<b>t<sub>cr</sub> (ore)</b>	<b>0,197</b>
<b>W (m<sup>3</sup>)</b>	<b>19,89</b>
w (m <sup>3</sup> /ha)	66

La durata di precipitazione critica della vasca risulta  $t_{cr} = 0,197$  ore = 12 min mentre il volume della vasca  $W = 19,89$  m<sup>3</sup> corrispondente ad un volume specifico di 66 m<sup>3</sup>/ha.

Il volume di compenso per la laminazione dei nuovi carichi idraulici ottenuto con i due metodi utilizzati, 34,85 e 19,89 m<sup>3</sup>, mostra differenze legate alle ipotesi semplificative poste alla base dei metodi stessi. Con riferimento all'art. 5 comma 2 del Regolamento si adotta cautelativamente un volume complessivo di 35 m<sup>3</sup>.

### 9. SOLUZIONE COMPENSATIVA PROPOSTA

Dai risultati delle indagini e dei sondaggi riportati nella Relazione Idrologica a firma del geol. Valent, allegata al progetto del PAC, si desume che la stratigrafia risulta così composta: 0,0 m ÷ -0,6 m terreno agrario, -0,6 ÷ -2,4 m sabbia limosa con ghiaietto, -2,4 ÷ -3,0 limo argilloso, -3,0 ÷ -5,8 m sabbia limosa con livelli ghiaiosi, -5,8 ÷ -6,2 limo argilloso. La massima escursione della falda può raggiungere profondità di 1,0 m dal p.c.. Nella relazione geologica allegata al nuovo PRGC il livello della falda viene posto tra i 2-4 m dal p.c.

Considerata la litologia dei terreni, i relativi modesti coefficienti di permeabilità dei terreni e i vincoli sulla soggiacenza minima della falda per utilizzare dispositivi idraulici di infiltrazione facilitata, paragrafo 12 del Regolamento, si è previsto di realizzare un dispositivo di compensazione costituito da una tubazione di diametro superiore a quella strettamente necessaria al deflusso della massima portata (supertubo). La tubazione prevista del diametro interno di 60 cm e della lunghezza di 124 m consente di creare un volume di invaso di 35,1 m<sup>3</sup>. Nel calcolo dei volumi disponibili non sono stati presi in considerazione cautelativamente i volumi delle condotte di collegamento delle tubazioni minori della rete di raccolta delle acque meteoriche. A valle della tubazione di progetto e prima del

collegamento nel fossato stradale, quota di scorrimento ad una profondità di 1,35 m dal p.c., verrà realizzato un manufatto di scarico e di regolazione delle portate.

### 9.1 Manufatto di scarico e di regolazione

Il sistema di invaso verrà collegato alla rete fognaria meteorica con una condotta di allacciamento con interposto pozzetto ispezionabile contenente una bocca tarata in uscita che consenta solo ed esclusivamente il passaggio della portata stabilita, individuata in 45,5 l/s corrispondente alla massima portata nella situazione ante-operam, e un troppo pieno.

Dimensionamento strozzatura circolare dello scarico

$$Q_{amm} = \mu \cdot A \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{1/2}$$

dove:

$\mu$  coefficiente di deflusso, per una bocca a battente si adotta il valore di 0,60

$h$  battente sopra l'asse della condotta di scarico dell'invaso di laminazione

Per un battente di 0,511 m, rispetto l'asse del foro, la portata di 46,7 l/s defluisce con una luce circolare del diametro di 177 mm.

La luce di scarico potrà essere ricavata da uno spezzone di tubazione commerciale in PVC SN8 del diametro esterno 200 mm e corrispondente diametro interno di 188 mm.

### 10. MITIGAZIONE IDRAULICA (Buone pratiche costruttive)

Per soddisfare le indicazioni contenute nel par. 14 del Regolamento relative alle buone pratiche costruttive si prevede, in corrispondenza dei parcheggi e dell'area di carico/scarico, di realizzare una pavimentazione drenante, con grigliato in cls, posata su letto di pietrisco con riempimento degli spazi vuoti con terreno vegetale o con ghiaio.

### 11. CONCLUSIONI

Dai calcoli sopra eseguiti si ottiene che l'area in oggetto, di superficie di 3030 m<sup>2</sup>, una volta urbanizzata secondo quanto previsto nel P.A.C., avrà la necessità di smaltire una portata d'acqua massima di 46,7 l/s. Per ridurre l'aggravio sul sistema fognario e sulla rete idrografica esistente conseguente alla variazione delle destinazione d'uso del suolo, si è applicato il principio dell'*invarianza idraulica* richiesto dal DPR 27/03/2018 n. 083/Pres con la realizzazione di un sistema di compensazione mediante supertubi, del diametro di 60 cm e della lunghezza complessiva di 124 m, avente un volume complessivo di laminazione di 35,1 m<sup>3</sup>.

Pordenone, 01.03.2019

(ing. Giorgio Bellini)

# TABELLA RIASSUNTIVA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

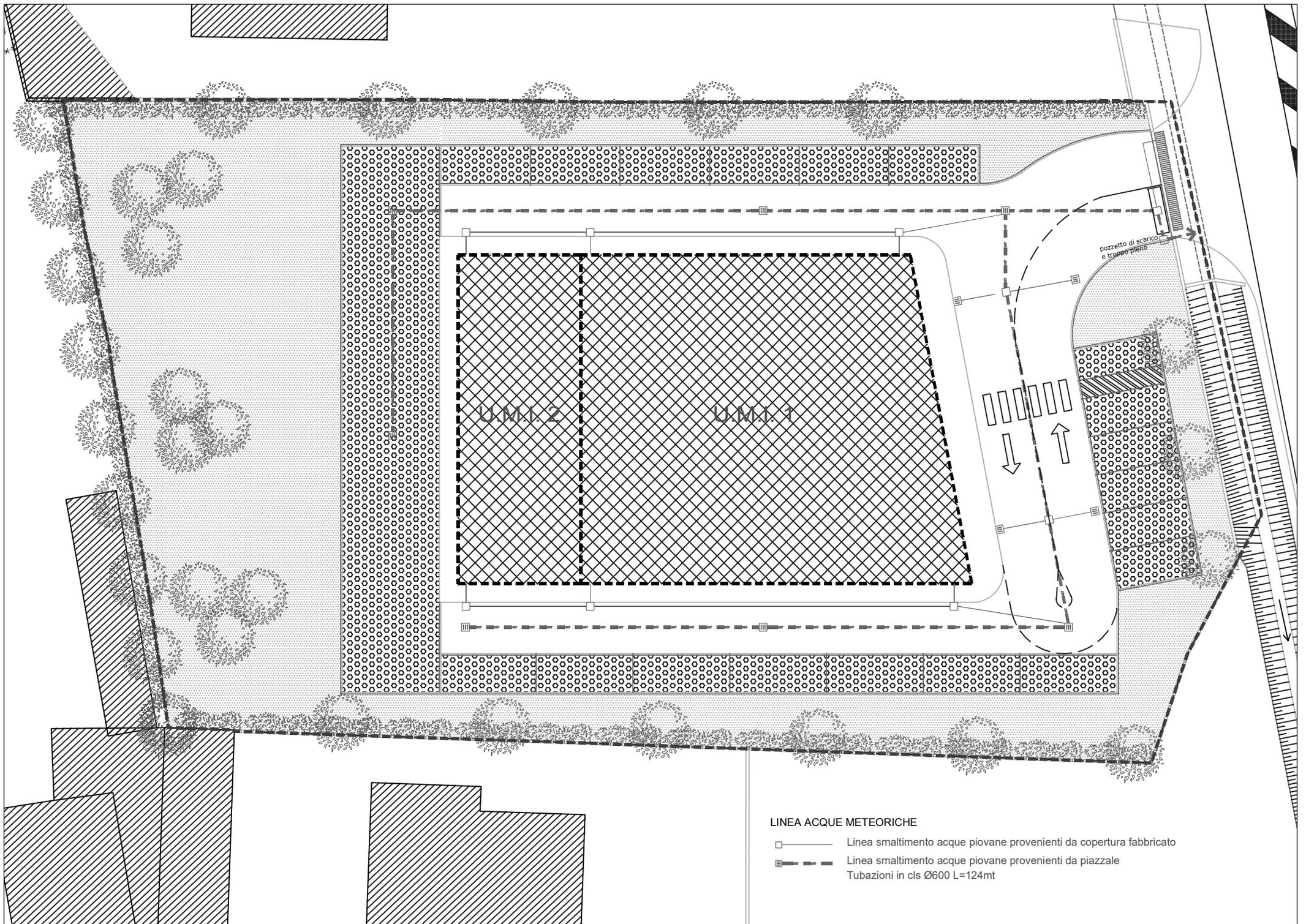
<b>TABELLA RIASSUNTIVA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA da applicarsi ad ogni singola trasformazione (contenuti minimi)</b>	
<i>Descrizione della trasformazione oggetto dello studio di compatibilità idraulica</i>	
<b>Nome della trasformazione e sua descrizione</b>	<i>Piano Attuativo Comunale di iniziativa privata P.A.C. 46 di Viale Treviso</i>
<b>Località, Comune, Provincia</b>	<i>Vallenoncello, Viale Treviso, in Comune di Pordenone</i>
<b>Tipologia della trasformazione</b>	<i>Realizzazione di un fabbricato ad uso commerciale e ricettiva. La trasformazione prevede il cambiamento della tipologia di copertura del lotto da terreno agricolo a superficie coperta, marciapiedi, viabilità interna in asfalto, parcheggi e area di carico/scarico in pavimentazione drenante, area a verde.</i>
<b>Presenza di altri pareri precedenti relativamente all'invarianza idraulica sulla proposta trasformazione</b>	----
<i>Descrizione delle caratteristiche dei luoghi</i>	
<b>Bacino idrografico di riferimento</b>	<i>Bacino idrografico del Fiume Livenza</i>
<b>Presenza di eventuali vincoli PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico di cui al DLgs. 152/2006) che interessano, in parte o totalmente, la superficie di trasformazione S</b>	<i>Il PAI individua per l'area d'interesse una pericolosità idraulica tipo P1 (pericolosità idraulica moderata).</i>
<b>Sistema di drenaggio esistente</b>	<i>Il lotto presenta una rete idrografica minore di scolo delle acque meteoriche costituita da un fossato a fianco della carreggiata stradale e da un fosso parzialmente intubato.</i>
<b>Sistema di drenaggio di valle</b>	<i>Fossi affluenti del Rugo di Noncello,</i>
<b>Ente gestore</b>	<i>Comune di Pordenone</i>
<i>Valutazione delle caratteristiche dei luoghi ai fini della determinazione delle misure compensative</i>	
<b>Coordinate geografiche (GB EST ed GB OVEST) del baricentro della superficie di trasformazione S (oppure dei baricentri dei sottobacini nel caso di superfici di trasformazione molo ampie e complesse) per la quale viene fatta l'analisi pluviometrica (da applicativo RainMap FVG)</b>	<i>GB EST: 2337675 GB NORD: 5089635</i>
<b>Coefficienti della curva di possibilità pluviometrica (Tr=50 anni, da applicativo RainMap FVG): a(mm/ora),n,n'</b>	<i>A = 75,4 [ mm/ora,] n = 0,29 n' = 0,39</i>
<b>Estensione della superficie di riferimento S espressa in ha</b>	<i>S = 0,3030 [ha]</i>
<b>Quota altimetrica media della superficie S (+ mslmm)</b>	<i>20</i>
<b>Valori coefficiente afflusso <math>\Psi_{medio}</math> ANTE OPERAM(%)</b>	<i><math>\Psi_{medio} = 0,20</math></i>
<b>Valori coefficiente afflusso <math>\Psi_{medio}</math></b>	<i><math>\Psi_{medio} = 0,55</math></i>

<b>POST OPERAM(%)</b>	
<b>Livello di significatività della trasformazione ai sensi dell'art. 5</b>	<i>Moderato</i>
<b>Portata unitaria massima ammessa allo scarico (l/s · ha) e portata totale massima ammessa allo scarico (m<sup>3</sup>/s) dal sistema di drenaggio ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica</b>	$U_{MAX} = 154,1 \text{ [l/s} \cdot \text{ha]}$ $Q_{MAX} = 0.0467 \text{ [m}^3\text{/s]}$ <i>Il vincolo allo scarico è stato calcolato dal tecnico professionista nella condizione ANTE OPERAM</i>
<b><i>Descrizione delle misure compensative proposte</i></b>	
<b>Metodo idrologico-idraulico utilizzato per il calcolo dei volumi compensativi</b>	<i>Metodo delle sole piogge</i>
<b>Volume di invaso ottenuto con il metodo idrologico-idraulico utilizzato (m<sup>3</sup>)</b>	$V = 34,85 \text{ [m}^3\text{]}$ <i>Valore del volume di invaso matematicamente calcolato con il metodo idrologico-idraulico utilizzato</i>
<b>Volume di invaso di progetto ovvero volume che si intende adottare per la progettazione (m<sup>3</sup>)</b>	$V_{prog} = 35,1 \text{ [m}^3\text{]}$
<b>Dispositivi di compensazione</b>	<i>Supertubi</i>
<b>Dispositivi idraulici</b>	---
<b>Portata massima di scarico di progetto del sistema ed indicazione della tipologia del manufatto di scarico</b>	$Q_{PROG MAX} = 0.0467 \text{ [m}^3\text{/s]} = 46,7 \text{ [l/s]}$
<b>Buone pratiche costruttive/buone pratiche agricole</b>	<i>Si prevede la realizzazione di aree a parcheggio e di carico/scarico con pavimentazione drenante.</i>
<b>Descrizione complessiva dell'intervento di mitigazione (opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico) a seguito della proposta trasformazione con riferimento al piano di manutenzione delle opere</b>	<i>Le acque meteoriche captate tramite una rete di pluviali e caditoie vengono convogliate in un sistema di compensazione realizzato con supertubi in cls, diametro interno di 600 mm e lunghezza di 164 m, completi di pozzetti d'ispezione. A monte dell'immissione nel fosso recettore verrà posto un pozzetto di regolazione/scarico completo di luce circolare a battente calibrata del diametro 188 mm e stramazzo di sicurezza.</i>
<b>NOTE</b>	---

# **ALLEGATI**

**ALLEGATO 1 – Schema rete acque meteoriche**

**ALLEGATO 2 – Pozzetto di controllo acque meteoriche**



**LINEA ACQUE METEORICHE**

- Linea smaltimento acque piovane provenienti da copertura fabbricato
- Linea smaltimento acque piovane provenienti da piazzale  
 Tubazioni in cls Ø600 L=124mt

POZZETTO DI CONTROLLO  
ACQUE METEORICHE  
SCALA 1 : 25

