

**REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA
PROVINCIA DI UDINE
COMUNE DI CODROIPO**



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

APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA
(art. 14, comma 1, lettera k, legge regionale 29 aprile 2015 n.11)

**PIANO ATTUATIVO COMUNALE DI INIZIATIVA PRIVATA
"VIA DANIELE MORO"**

Committenti:

Cesarino Toso, Giuseppe Toso e Vittoria Toso

Geol. Pietro Benedetti

via Casale Pertoldeo n,3 – Frazione Sella
Rivignano Teor (Ud)
Cell.335-6435056
Email benedetti.pietro@alice.it



Indice:

1. PREMESSA	3
2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO REGIONALE.....	3
3. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DELL' AREA OGGETTO DI STUDIO	4
4. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEI LUOGHI.....	5
5. BACINO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO	7
6. PERICOLOSITÀ IDRAULICA (P.A.I.R.)	8
7. SISTEMI DI DRENAGGIO E DEPURAZIONE.....	9
7.1. SISTEMA DI DRENAGGIO ESISTENTE	9
7.2. SISTEMA DI DEPURAZIONE A VALLE	9
7.3. ENTE GESTORE PER LA DEPURAZIONE.....	9
8. DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE.....	10
8.1. STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO, SUPERFICIE DI RIFERIMENTO	11
8.2. LIVELLO DI SIGNIFICATIVITÀ	14
8.3. ANALISI PLUVIOMETRICA CON RAINMAP FVG ($T_{rit}=200$)	15
8.4. PERMEABILITÀ DEL TERRENO E PARAMETRI GEOTECNICI	17
8.5. VALUTAZIONI DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI, AI FINI DELLA DETERMINAZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE DELLA RETE DRENANTE ESISTENTE	18
7.5.1 <i>Valutazione delle criticità idrologiche ed idrauliche attuali</i>	18
7.5.2 <i>Determinazione dei coefficienti di afflusso Ψ e Ψ medio (ante operam e post operam)</i>	18
9. METODI DI CALCOLO.....	22
9.1. METODO DEL SERBATOIO LINEARE	23
9.2. METODO DELLE PIOGGE	26
9.3. DISPOSITIVI IDRAULICI.....	28
9.3.1 <i>Sistema di subirrigazione</i>	28
10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	29
11. TABELLA RIASSUNTIVA.....	30

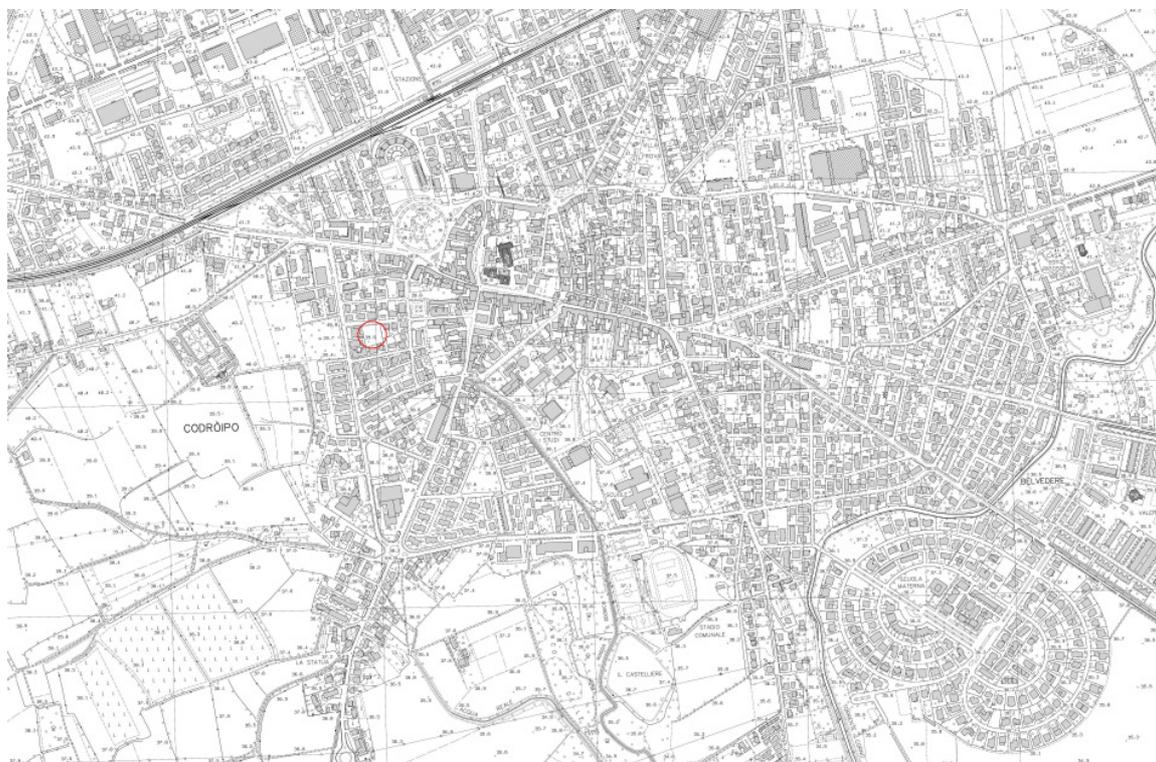
1. PREMESSA

Su incarico dei Signori Cesarino Toso, Giuseppe Toso e Vittoria Toso, viene redatto uno studio di compatibilità idraulica, ai fini dell'invarianza idraulica, nell'ambito della richiesta di variante al Piano Regolatore Generale comunale di Codroipo nella zona omogenea B2, in via Daniele Moro (mappale 354 foglio 53).

2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO REGIONALE

- L.R. n. 11 del 29 aprile 2015 (Supplemento ordinario n. 19 del 6.5.2015 al B.U.R. n. 18 del 6/5/2015) – Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque;
- Decreto n° 083/Presidente, 27 marzo 2018. Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica di cui all'articolo 14, comma 1, lettera k) della legge regionale 29 aprile 2015, n. 11 (Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque - B.U.R. n. 15 dell'11/04/2018);
- BUR Regione Friuli Venezia Giulia, 4° supplemento ordinario n. 15 del 30 aprile 2019, CAPO III - RAZIONALIZZAZIONE IN MATERIA AMBIENTALE Art. 9, modifiche alla legge regionale 11/2015.

3. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO DELL' AREA OGGETTO DI STUDIO



Ubicazione dell' area oggetto di studio.

4. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DEI LUOGHI

L'area in studio (vedi corografia) si trova a Codroipo, nel capoluogo comunale.

Il sito, oggetto di studio, si estende a morfologia piatta a nord della linea delle risorgive:

- CTRN scala 1:5.000: 086042 CODROIPO
- CTRN scala 1:25.000: 086-NE SAN VITO AL TAGLIAMENTO

L'assetto del territorio Comunale di Codroipo è uniformemente piatto; l'area di progetto si attesta su quote mediamente di 39,5 m s.l.m.m.

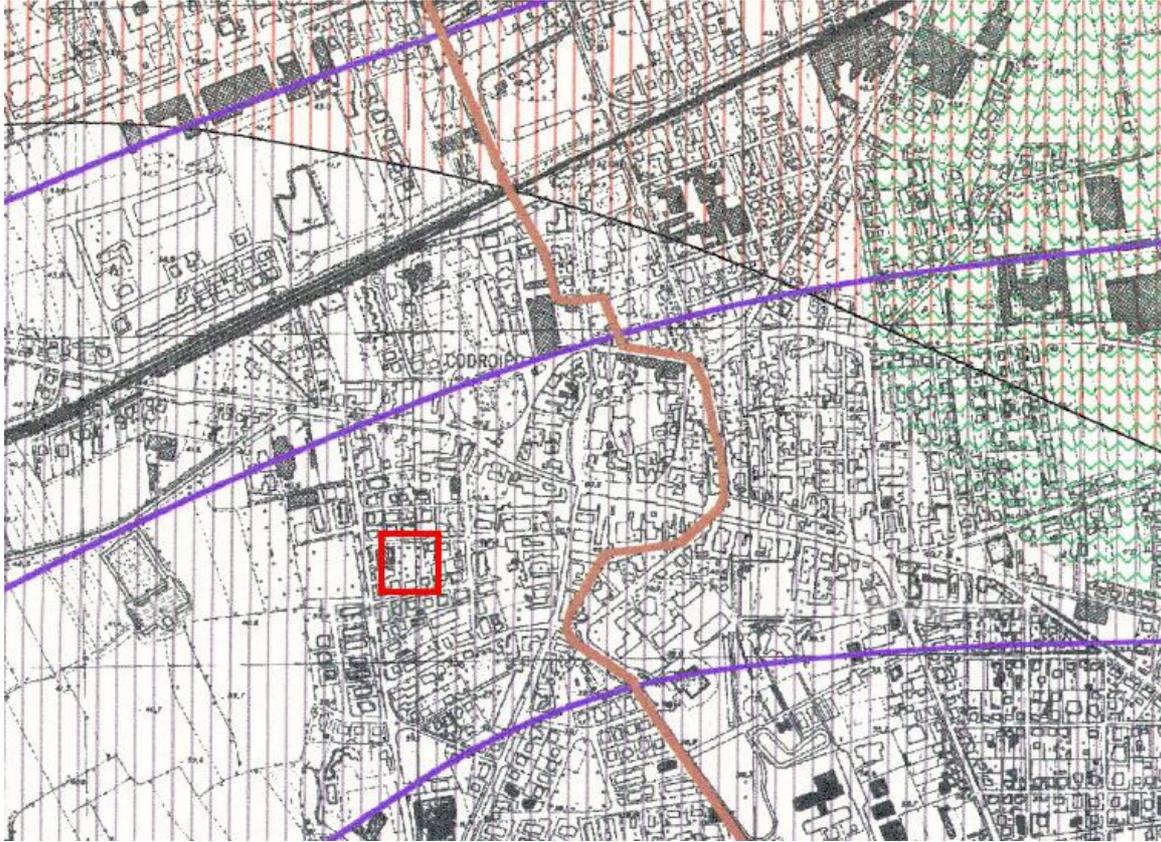
Dal punto di vista geomorfologico la zona in esame fa parte della Pianura Veneto-Friulana, che è modellata su una coltre di depositi terziari e quaternari di natura sia granulare che coesiva; questi depositi presentano, in alcuni punti della pianura, potenze di oltre 500 metri e contengono dei serbatoi idrici.

La Pianura veneto-friulana si raccorda con le Prealpi Carniche e le Prealpi Giulie che la limitano a nord.

Dai dati riportati nella relazione geologica del Piano Regolatore Comunale, il livello della falda può essere compresa tra 0,00 m e -2,00 m.

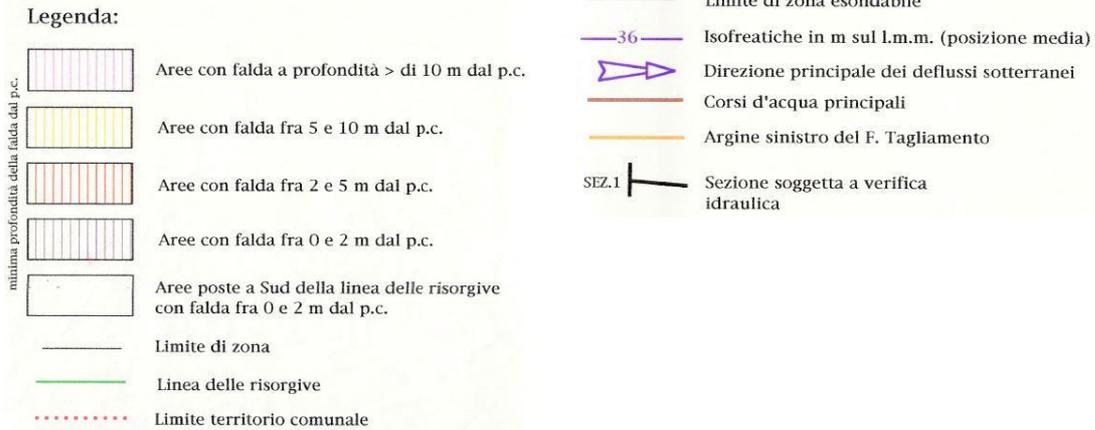
Valutando i dati piezometrici rilevati dal piezometro regionale 0029 "Casali Barazzat", si può affermare che nell'area oggetto di studio la falda nei periodi di massimo impinguamento può raggiungere livelli piezometrici di circa -2,00 m.

Dal punto di vista idrografico l'area in oggetto si sviluppa in sinistra idrografica del fiume Tagliamento. L'idrografia superficiale si completa con una fitta rete di corsi d'acqua, canali di drenaggio e rogge, tra cui il più importante è il Fiume Corno.



STUDIO GEOLOGICO PER
L'ADEGUAMENTO DEL PROGETTO
GENERALE DI METANIZZAZIONE
DEL TERRITORIO COMUNALE

CARTA IDROGEOLOGICA



5. BACINO IDROGRAFICO DI RIFERIMENTO

L'area oggetto di studio appartiene al bacino idrografico dei corsi d'acqua tributari della Laguna di Grado e Marano, sottobacino del Torrente Corno e del Fiume Stella.



Bacini Idrografici del Friuli Venezia Giulia.

Il bacino dei tributari della laguna di Marano e Grado si sviluppa nella pianura friulana, compresa tra il fiume Tagliamento e il fiume Isonzo, ed occupa una superficie di circa 1.600 km².

Esso è formato essenzialmente da quattro sottobacini:

1. il bacino del Cormor;
2. il bacino del Corno-Ausa;
3. il bacino del Torrente Corno e del Fiume Stella;
4. il bacino delle Lavie.

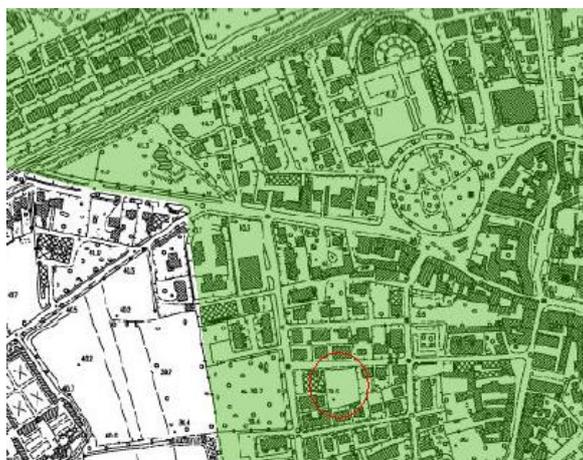
6. PERICOLOSITÀ IDRAULICA (P.A.I.R.)

Dal piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini d'interesse Regionale (pubblicato dalla Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia – Direzione centrale Ambiente ed Energia – Servizio difesa del suolo), si sono ricavati i seguenti dati: la zona oggetto di studio risulta essere inserita tra le aree a rischio idrogeologico P1, pericolosità idraulica bassa, nella Tavola n. 26 del PAIR.

Si riporta parte della Tavola PAIR con indicato, con un contorno in color rosso, il sito oggetto di studio.

Progetto di Piano stralcio
per l'Assetto Idrogeologico
dei bacini di interesse regionale

TAVOLA 26 PAIR



LEGENDA

-  F (area fluviale)
-  P1 (pericolosità idraulica bassa)
-  P2 (pericolosità idraulica media)
-  P3 (pericolosità idraulica elevata)
-  Limiti bacini idrografici nazionali
-  Limite comunale
-  Interventi PSSI t. Corno e t. Cormor
-  Zone di attenzione PAI bacini nazionali

7. SISTEMI DI DRENAGGIO E DEPURAZIONE

7.1. Sistema di drenaggio esistente

Il Comune di Codroipo dal punto di vista idraulico, viene gestito dal Consorzio di Bonifica della Pianura Friulana.

7.2. Sistema di depurazione a valle

Il sistema di smaltimento acque a valle viene gestito dal Cafc SPA.

7.3. Ente gestore per la depurazione

L'ente gestore per le opere di depurazione è il Cafc SPA.

8. DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE

La trasformazione urbanistica riguarda il terreno censito catastalmente al mappale 354 foglio 53 del Comune di Codroipo, di proprietà dei Signori Cesarino Toso, Giuseppe Toso e Vittoria Toso.

Il terreno ha una superficie di 2.150,00 m² e si presenta come un'area verde.



Visura per immobile Situazione degli atti informatizzati al 13/12/2019

Data: 13/12/2019 - Ora: 16.30.37 Fine
Visura n.: T245652 Pag: 1

Dati della richiesta		Comune di CODROIPO (Codice: C817)								
Catasto Terreni		Provincia di UDINE								
		Foglio: 53 Particella: 354								
Immobile										
N.	DATI IDENTIFICATIVI			DATI CLASSAMENTO				DATI DERIVANTI DA		
	Foglio	Particella	Sub	Porz.	Qualità Classe	Superficie(m ²) ha are ca	Deduz	Reddito		
1	53	354		-	SEMINATIVO 3	21 50		Dominicale Euro 16,66 L. 32.250	Agrario Euro 9,99 L. 19.350	REVISIONE DI ELEMENTI CENSUARI in atti dal 10/12/1993 COME DA MODELLO 26 (n. 4979.1/1990)
Notifica				Partita						
INTESTATI				DATI ANAGRAFICI		CODICE FISCALE		DIRITTI E ONERI REALI		
N.										
1	TOSO Cesarino nato a UDINE il 21/09/1945					TSOERN45P21L483Q*		(8) Usufrutto per 1/1		
2	TOSO Giuseppe nato a LATISANA il 19/08/1986					TSOGPP86M19E473D*		(2) Nuda proprietà per 1/2		
3	TOSO Vittoria nata a LATISANA il 03/11/1989					TSOVTR89S43E473R*		(2) Nuda proprietà per 1/2		
DATI DERIVANTI DA				TESTAMENTO OLOGRAFO del 14/08/2015 protocollo n. UD0108169 Voltura in atti dal 12/08/2016 Repertorio n.: 86613 Rogante: MARASPIN GIORGIO Sede: CODROIPO						
				Registrazione: UU Sede: UDINE Volume: 9990 n. 2429 del 03/08/2016 PUBBLICAZIONE DI TESTAMENTO OLOGRAFO (n. 10361.2/2016)						

Unità immobiliari n. 1

Tributi erariali: Euro 0,90

Visura telematica

* Codice Fiscale Validato in Anagrafe Tributaria

Area lotto (m ²)	Area lotto (Ha)
2.150,00	0,215



8.1. Stato di fatto e stato di progetto, superficie di riferimento

STATO DI FATTO



Superfici ante operam

	Utilizzazione	Superfici (mq)
S1	Superficie area verde	2.150,00
S tot	Superficie di riferimento	2.150,00

STATO DI PROGETTO



Superfici post operam

	Utilizzazione	Superfici (mq)
S1	Edifici	400,00
S2	Parcheggi e area di manovra	728,00
S5	Superficie area verde	1.022,00
S tot	Superficie di riferimento	2.150,00

Per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica, la procedura seguita è stata la seguente:

- verifica del livello di significatività della trasformazione in base alle dimensioni della superficie di riferimento S;
- definizione degli usi del suolo ante operam e post operam della superficie di riferimento S interessata dalla modifica edificatoria;
- assegnazione, ad ogni uso del suolo individuato, del coefficiente di afflusso Ψ , utilizzando, a supporto di massima, le tabelle presenti nell'*Allegato 1 – Metodi e criteri per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica nella Regione Friuli Venezia Giulia* del regolamento sull'invarianza idraulica;
- determinazione dei coefficienti di afflusso medio ponderale Ψ_{medio} ante e post operam e verifica che il valore del Ψ_{medio} post operam sia maggiore al valore del Ψ_{medio} ante operam;
- determinazione del tempo di corrivazione t_c ;
- determinazione dei parametri pluviometrici a ed n per $T_{rit} = 200$ anni (perché lo scarico delle acque meteoriche avverrà esclusivamente con dispositivi idraulici in quanto non è presente la rete idrica per lo scarico delle acque meteoriche); è stato utilizzato l'applicativo *RainMapFVG* ed è risultato un tempo di corrivazione $t_c < 1$ ora, pertanto si è sostituito il parametro n' ad n ;
- determinazione della portata (Q) e del volume d'invaso (W) in condizioni ante operam e post operam, utilizzando i parametri pluviometrici definiti precedentemente ed i metodi di calcolo stabiliti dal regolamento sull'invarianza idraulica.

8.2. Livello di significatività

La superficie di riferimento S risulta essere pari a:

$$S = 2.150,00 \text{ m}^2$$

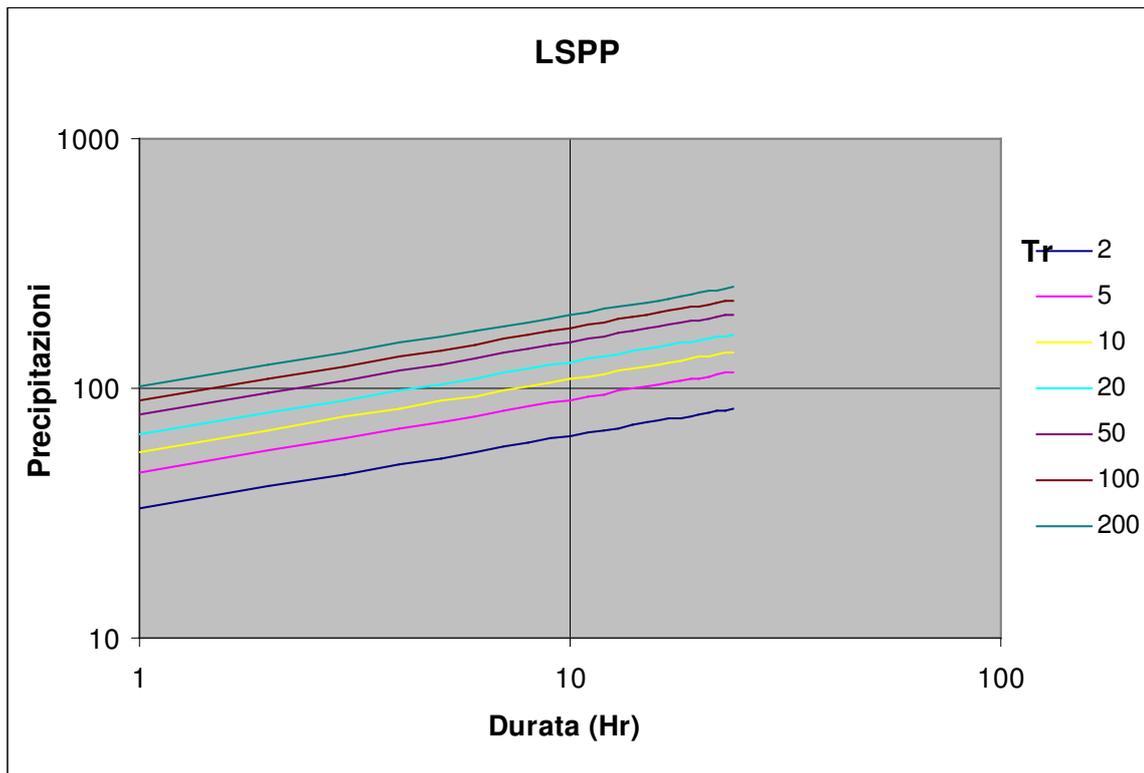
il valore è $1.000 \text{ m}^2 < S \leq 5.000 \text{ m}^2$: il livello di significatività della trasformazione è MODERATO.

Tabella delle significatività delle trasformazioni

Livello di significatività della trasformazione art. 5	Trasformazioni urbanistico-territoriali			Trasformazioni fondiarie art.2, c.1 lettera e)
	Strumenti urbanistici comunali generali e loro varianti art.2, c.1 lettera a)	Piani territoriali infraregionali, piani regolatori portuali, piani regolatori particolareggiati comunali art.2, c.1 lettera b)	Interventi edilizi art.2, c.1, lettere c), d)	
NON SIGNIFICATIVO oppure TRASCURABILE art. 5, c. 3	$S \leq 500 \text{ mq}$ oppure $S > 500 \text{ mq}$ e Ψ_{medio} rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	$S \leq 500 \text{ mq}$ oppure $S > 500 \text{ mq}$ e Ψ_{medio} rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	$S \leq 500 \text{ mq}$ oppure $S > 500 \text{ mq}$ e Ψ_{medio} rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	$S \leq 1.0 \text{ ha}$ oppure $S > 1.0 \text{ ha}$ e Ψ_{medio} rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...
CONTENUTO	$500 \text{ mq} < S \leq 1000 \text{ mq}$	$500 \text{ mq} < S \leq 1000 \text{ mq}$	$500 \text{ mq} < S \leq 1000 \text{ mq}$	
MODERATO	$1000 \text{ mq} < S \leq 5000 \text{ mq}$	$1000 \text{ mq} < S \leq 5000 \text{ mq}$	$1000 \text{ mq} < S \leq 5000 \text{ mq}$	$1.0 \text{ ha} < S \leq 10 \text{ ha}$
MEDIO	$0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$	$0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$	$0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$	$10 \text{ ha} < S \leq 50 \text{ ha}$
ELEVATO	$1 \text{ ha} < S \leq 5 \text{ ha}$ oppure $S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$	$1 \text{ ha} < S \leq 5 \text{ ha}$ oppure $S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$	$1 \text{ ha} < S \leq 5 \text{ ha}$ oppure $S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$	$S > 50 \text{ ha}$
MOLTO ELEVATO	$S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$	$S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$	$S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$	

8.3. Analisi pluviometrica con RainMap FVG ($T_{rit}=200$)

LSPP Friuli Venezia Giulia



Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est		
	<i>E</i>	<i>N</i>
Input	2363004	5091663
Baricentro cella	2363250	5091750

Parametri LSPP							
n	0,29						
	Tempo di ritorno (Anni)						
	<i>2</i>	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>50</i>	<i>100</i>	<i>200</i>
a	33,0	46,2	55,6	65,3	78,8	89,6	101,1

Precipitazioni (mm)							
Durata (Hr)	Tempo di ritorno (Anni)						
	<i>2</i>	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>20</i>	<i>50</i>	<i>100</i>	<i>200</i>
1	33,0	46,2	55,6	65,3	78,8	89,6	101,1
2	40,4	56,5	68,1	79,9	96,4	109,7	123,7
3	45,4	63,6	76,6	89,9	108,5	123,4	139,2
4	49,4	69,1	83,3	97,8	118,0	134,2	151,4
5	52,7	73,8	88,9	104,4	125,9	143,2	161,5
6	55,6	77,8	93,7	110,1	132,8	151,0	170,3
7	58,1	81,4	98,0	115,1	138,8	157,9	178,1
8	60,4	84,6	101,9	119,7	144,3	164,2	185,2
9	62,5	87,5	105,5	123,8	149,4	169,9	191,7
10	64,5	90,3	108,8	127,7	154,0	175,2	197,6
11	66,3	92,8	111,8	131,3	158,4	180,1	203,2
12	68,0	95,2	114,7	134,7	162,4	184,8	208,4
13	69,6	97,4	117,4	137,8	166,3	189,1	213,3
14	71,1	99,5	120,0	140,8	169,9	193,2	218,0
15	72,6	101,6	122,4	143,7	173,3	197,2	222,4
16	74,0	103,5	124,7	146,4	176,6	200,9	226,6
17	75,3	105,3	126,9	149,0	179,8	204,5	230,6
18	76,5	107,1	129,1	151,5	182,8	207,9	234,5
19	77,7	108,8	131,1	153,9	185,7	211,2	238,2
20	78,9	110,4	133,1	156,3	188,5	214,4	241,8
21	80,0	112,0	135,0	158,5	191,2	217,4	245,3
22	81,1	113,5	136,8	160,6	193,8	220,4	248,6
23	82,2	115,0	138,6	162,7	196,3	223,3	251,9
24	83,2	116,5	140,3	164,8	198,7	226,1	255,0

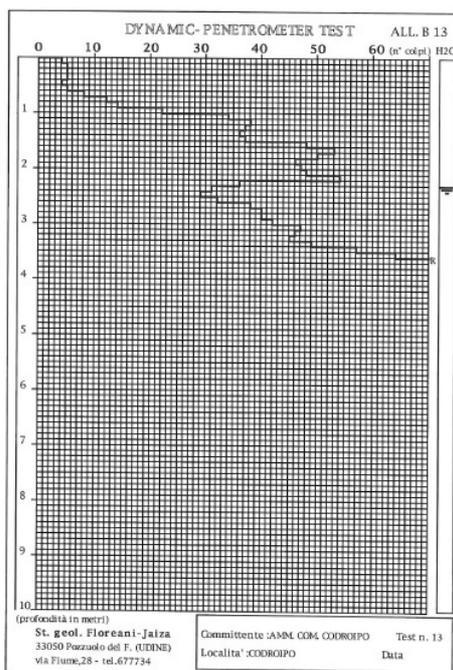
8.4. Permeabilità del terreno e parametri geotecnici

In base ad un sondaggio eseguito, si può affermare che la permeabilità del terreno superficiale è nell'ordine di 10^{-3} m/sec: terreni corrispondenti a sabbia pulita sabbia e ghiaia.

Tipo di suolo	Permeabilità idraulica K (m/s)
Ciottoli, ghiaia (senza elementi fini)	$10^{-2} - 1.0$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia	$10^{-5} \div 10^{-2}$
Sabbia molto fine	$10^{-6} \div 10^{-4}$
Limo e sabbia argillosa	$10^{-9} \div 10^{-5}$
Limo	$10^{-8} \div 10^{-6}$
Argilla sovraconsolidata fessurata	$10^{-8} \div 10^{-4}$
Argilla omogenea sotto falda	$< 10^{-9}$
Roccia non fessurata	$10^{-12} \div 10^{-10}$

Litologia prevalente nell'area:

Ghiaia in matrice sabbiosa



Profondità (metri)		Litologia	Cu	Φ
0.00	0.60	argilla organica (suolo) e limo sabbioso con scarsi clasti interclusi	0,55	-
0.60	30.00	ghiaie con sabbia stratificate con clasti di varie dimensioni	0,00	31°-40°

8.5. Valutazioni delle caratteristiche dei luoghi, ai fini della determinazione delle misure compensative della rete drenante esistente

7.5.1 Valutazione delle criticità idrologiche ed idrauliche attuali

Non sono presenti criticità idrauliche importanti. Recentemente l'area non è stata sottoposta ad esondazioni. Nel PAIR l'area viene classificata come area a rischio idraulico P1.

Dai dati del piezometro regionale 0029, la falda, nel periodo di massimo impingamento, raggiunge mediamente la quota di -2,00 m.

7.5.2 Determinazione dei coefficienti di afflusso Ψ e Ψ medio (ante operam e post operam)

La tabella seguente definisce per la condizione ante operam, per ogni uso del suolo individuato, la relativa superficie ed il coefficiente di afflusso assegnato:

	Utilizzazione	Superfici (mq)		ψ
S1	Superficie area verde	2.150,00	ψ 1	0,25
S tot	Superficie di riferimento	2.150,00	Ψ medio	0,25

Usi del suolo ante operam individuati e relative superfici computate e Ψ assegnati.

La tabella seguente definisce per la condizione post operam, per ogni uso del suolo individuato, la relativa superficie ed il coefficiente di afflusso assegnato:

	Utilizzazione	Superfici (mq)		ψ
S1	Edifici	400,00	ψ 1	0,90
S2	Parcheggi e area di manovra	728,00	ψ 2	0,90
S5	Superficie area verde	1.022,00	ψ 3	0,25
S tot	Superficie di riferimento	2.150,00	Ψ medio	0,59

Usi del suolo post operam individuati e relative superfici computate e Ψ assegnati.

I coefficienti di afflusso Ψ_{medio} , valido per le condizioni ante e post operam, sono stati computati mediante l'utilizzo della seguente equazione:

$$\Psi_{\text{medio}} = (\Psi_1 \cdot S_1 + \Psi_2 \cdot S_2 + \dots + \Psi_n \cdot S_n) / S$$

e fornisce i seguenti risultati:

$\Psi_{\text{medio ante}}$	$\Psi_{\text{medio post}}$
0,25	0,59

$\Psi_{\text{medio ante e post operam computati}}$

ovvero vi è variazione del Ψ_{medio} a seguito della realizzazione del progetto:

$$\Psi_{\text{medio post}} > \Psi_{\text{medio ante}} \quad 0,59 > 0,25$$

I parametri pluviometrici a ed n , inerenti al tempo di ritorno $T_{\text{rit}} = 200$ anni, sono stati computati mediante l'applicativo *RainMapFVG*.

Nell'area in esame, i valori computati sono i seguenti:

Parametri pluviometrici

a	n	n'	E – Gauss Boaga-	N – Gauss Boaga-
			Fuso Est	Fuso Est
			(m)	(m)
101,105	0,29	0,390	2363004	5091663

Avendo l'area oggetto di studio una superficie di 2.150,00 m², il tempo di corrivazione risulta essere inferiore all'ora (come esplicitato nel proseguo) e pertanto le simulazioni finalizzate alla stima dei valori massimi di portata dovranno considerare piogge di durata inferiore all'ora (scrosci). Il software *RainMapFVG* tuttavia fornisce le curve di possibilità pluviometrica (CPP) associate a piogge di durata oraria; al fine di ottenere i parametri relativi, anche per le precipitazioni di durata inferiore all'ora, si assume $n' = n \times (4/3)$.

Il tempo di corrvazione t_c è stato computato secondo la seguente equazione:

$$t_c = t_0 + t_r$$

dove:

t_0 : tempo medio di residenza entro la rete;

t_r : tempo medio di residenza fuori rete.

t_0	t_r	t_c
0,243	0,114	0,357

$$t_c = t_0 + t_r = 0,357 \text{ ore}$$

La pioggia critica h_c fornisce il seguente valore:

$$h_c = 67,7 \text{ mm}$$

Per il calcolo di t_0 è stata utilizzata la formula proposta da **Boyd**:

$$t_0 = k S^\delta$$

dove:

$k = 2,51$ (costante)

S : superficie di riferimento espressa in km^2

$\delta = 0,38$ (costante)

Per il calcolo di t_r è stata utilizzata la seguente formula:

$$t_r = \frac{\sqrt{1.5 \times S}}{v}$$

dove:

S: superficie di riferimento espressa in km²

v: velocità media nella rete assunta pari a 0,50 m/s in bacini di aree pianeggianti.

Le portate Q_c e Q_{umax} sono state computate mediante il **metodo razionale**.

La formula utilizzata è la formula razionale a pag. 17 del regolamento sull'invarianza idraulica:

$$Q_c = 2,78 \cdot S \cdot \Psi \cdot \alpha \cdot T_c^{n-1}$$

con t_c =tempo di corrivazione (h).

Sono risultati i seguenti valori:

Q_{umax}	28,38 lt/s	ante operam
Q_c	66,98 lt/s	post operam

9. METODI DI CALCOLO

Trasformazione	Area Catastale del lotto (m ²)
Foglio 53 – Particella 354	2.150,00

Lo studio di compatibilità idraulica viene eseguito in forma integrale in quanto l'area ha un'estensione di 2.150,00 m².

Nello studio di compatibilità idraulica è obbligatorio calcolare la portata, i volumi d'invaso e sono obbligatorie le buone pratiche costruttive.

Per il livello di significatività moderato verranno utilizzati i seguenti metodi di calcolo:

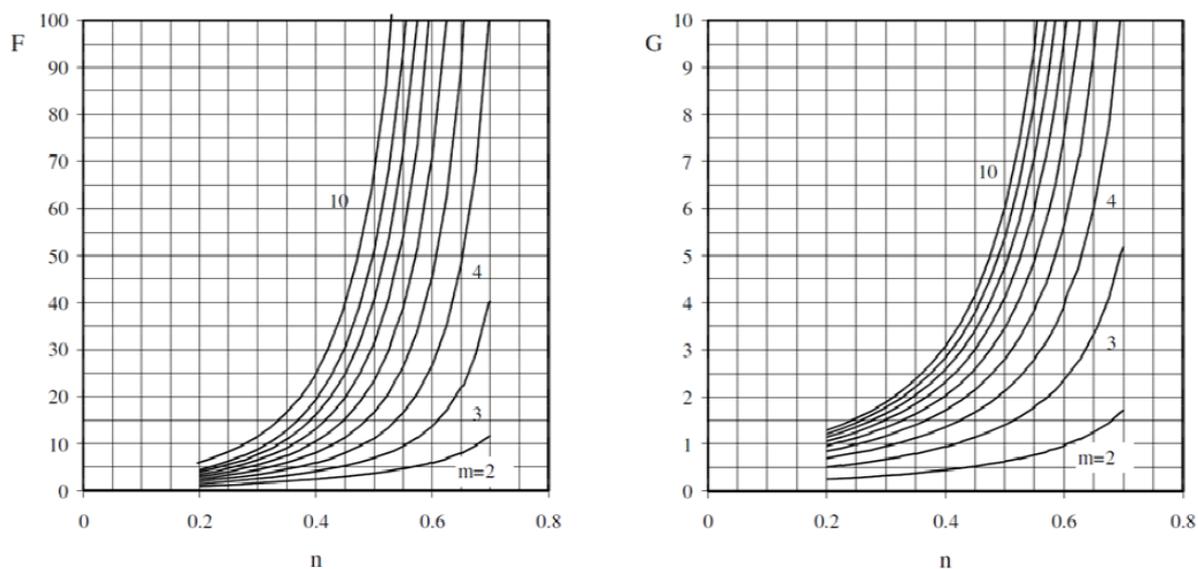
- metodo del serbatoio lineare
- metodo delle sole piogge

Trasformazioni urbanistico-territoriali			
Livello di significatività della trasformazione	Estensione della superficie di riferimento S e valore del coefficiente Ψ_{medio}	Interventi di mitigazione e tipo di analisi per la determinazione del volume minimo di invaso	
MODERATO	$1000 < S \leq 5000$ mq	<ul style="list-style-type: none"> • E' obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive • E' obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi di invaso utilizzando la soluzione più conservativa tra due dei proposti metodi di calcolo idrologico-idraulico scelti a piacere: <ul style="list-style-type: none"> ○ Metodo dell'invaso italiano diretto ○ Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979) ○ Modello delle sole piogge 	

9.1. Metodo del Serbatoio lineare

Tale metodo viene descritto alla pagina 10 del regolamento regionale per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica Legge Regionale 29 aprile 2015 n.11.

Si stimano F e G in funzione di n, utilizzando gli abachi di cui alla figura 1 a pag. 12 dell'allegato 1 al regolamento.



a	101,11
n	0,29
n'	0,39
D	0,65
S	0,215ha
tc	0,36
Ψ	0,59
Ψ₀	0,25
Q_c	53,99l/s
Q_{max}	22,88l/s
m	2,36
m/D	3,63
k	0,250h
F	2,781
G	0,585
θ_w	0,70h
W₀	28,4m ³

Per il calcolo di $Q_{u\max} = 22,88$ l/s (ante operam)
 è stata adoperata la seguente formula:

$$Q_c(l/s) \approx 0.65 \cdot 2.78 \cdot \Psi \cdot S \cdot a \cdot k_c^{n-1} \quad \text{dove } S(ha), k_c(\text{ore}) \text{ ed } a(\text{mm/ora}^n)$$

Per il calcolo di $Q_c = 53,99$ l/s (post operam)
 è stata adoperata la seguente formula:

$$Q_c(l/s) \approx 0.65 \cdot 2.78 \cdot \Psi \cdot S \cdot a \cdot k_c^{n-1} \quad \text{dove } S(ha), k_c(\text{ore}) \text{ ed } a(\text{mm/ora}^n)$$

$$m = Q_c/Q_{u\max} = 2,36$$

θ_w durata critica della pioggia d'invaso
 $\theta_w = F \times K = 2,781 \times 0,25 = 0,7(\text{ore})$

Per il calcolo di W_0 è stata adoperata la seguente formula:

$$W_0 = G \times k \times Q_c = 0,585 \times 0,25 \times 53,99 \times 3,6 = 28,4 \text{ m}^3$$

dove:

- k = costante d'invaso del bacino (in genere vale $k = 0.7 \cdot \theta_c$ con θ_c = tempo di corrivazione ovvero durata della pioggia che origina la portata critica Q_c ; in genere si può assumere $\theta_c = t_e + t_r$ dove t_e = tempo di entrata nel sistema, t_r = tempo di rete)
- θ_w = durata critica della pioggia per l'invaso di laminazione (ovvero quella che conduce al minimo volume d'invaso W_0). Si evidenzia che, normalmente, $\theta_w > \theta_c$ dove θ_c è la durata della pioggia che origina la portata critica Q_c del bacino che è la massima portata che transita nel sistema considerato
- W_0 = volume d'invaso
- Q_c = portata critica del bacino (POST OPERAM)

Laminazione ottimale - Metodo del serbatoio lineare

Dati iniziali

Superficie [ha]: 0.215

a [mm/hⁿ]: 101.11

n : 0.39

Coef. di deflusso: 0.59

$Q_{u, \max}$ [mc/s] (laminazione ottimale): 0.02288

k [sec]: 900

Risultati di calcolo

$C(n)$: 0.919

$D(n)$: 0.633

Durata critica[h]: 0.230

Portata critica[mc/s]: 0.053

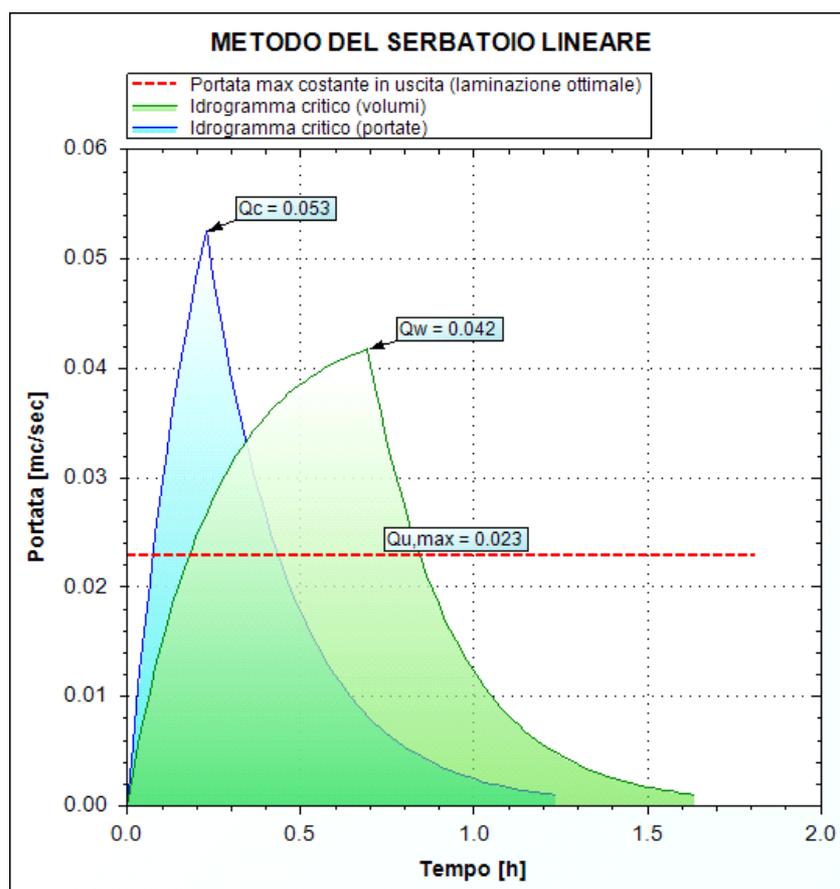
$m = Q_c/Q_{u, \max}$: 2.296

$F(n, m)$: 2.781

$G(n, m)$: 0.585

Volume minimo di invaso[mc]: 28

Tempo critico di invaso[h]: 0.695



9.2. Metodo delle piogge

Tale metodo viene descritto alla pagina 13 del regolamento regionale per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica, Legge Regionale 29 aprile 2015 n.11.

a	101,11
n	0,29
n'	0,39
D	0,65
S	0,22ha
tc	0,357
Ψ	0,59
Ψ0	0,25
Qc	66,98lt/s
Qumax	28,38lt/s
θ w	0,31h
W0	49,55m ³

La formula utilizzata per calcolare **Q_c** è la formula razionale a pag. 17 del regolamento sull'invarianza idraulica:

$$Q_c = 2,78 \cdot S \cdot \Psi \cdot a \cdot T_c^{n-1}$$

con tc=tempo di corrivazione h.

Q_{umax} è stata calcolata con la formula razionale.

$$W_e = S \cdot \Psi \cdot a \cdot \theta^n$$

dove:

- S = superficie di riferimento
- Ψ = coeff. di afflusso POST OPERAM
- a, n = coeff.ti della curva di possibilità pluviometrica
- θ = durata critica della pioggia

mentre il volume uscente considerando una laminazione ottimale $Q_u = Q_{u,max}$ risulta:

$$W_u = Q_{u,max} \cdot \theta$$

Da cui segue l'indicazione progettuale **W_{PROGETTO} ≥ 49.55 m³**

Laminazione ottimale - Metodo delle sole piogge

Dati iniziali

Superficie [ha]: 0.215

a [mm/hⁿ]: 101.11

n : 0.39

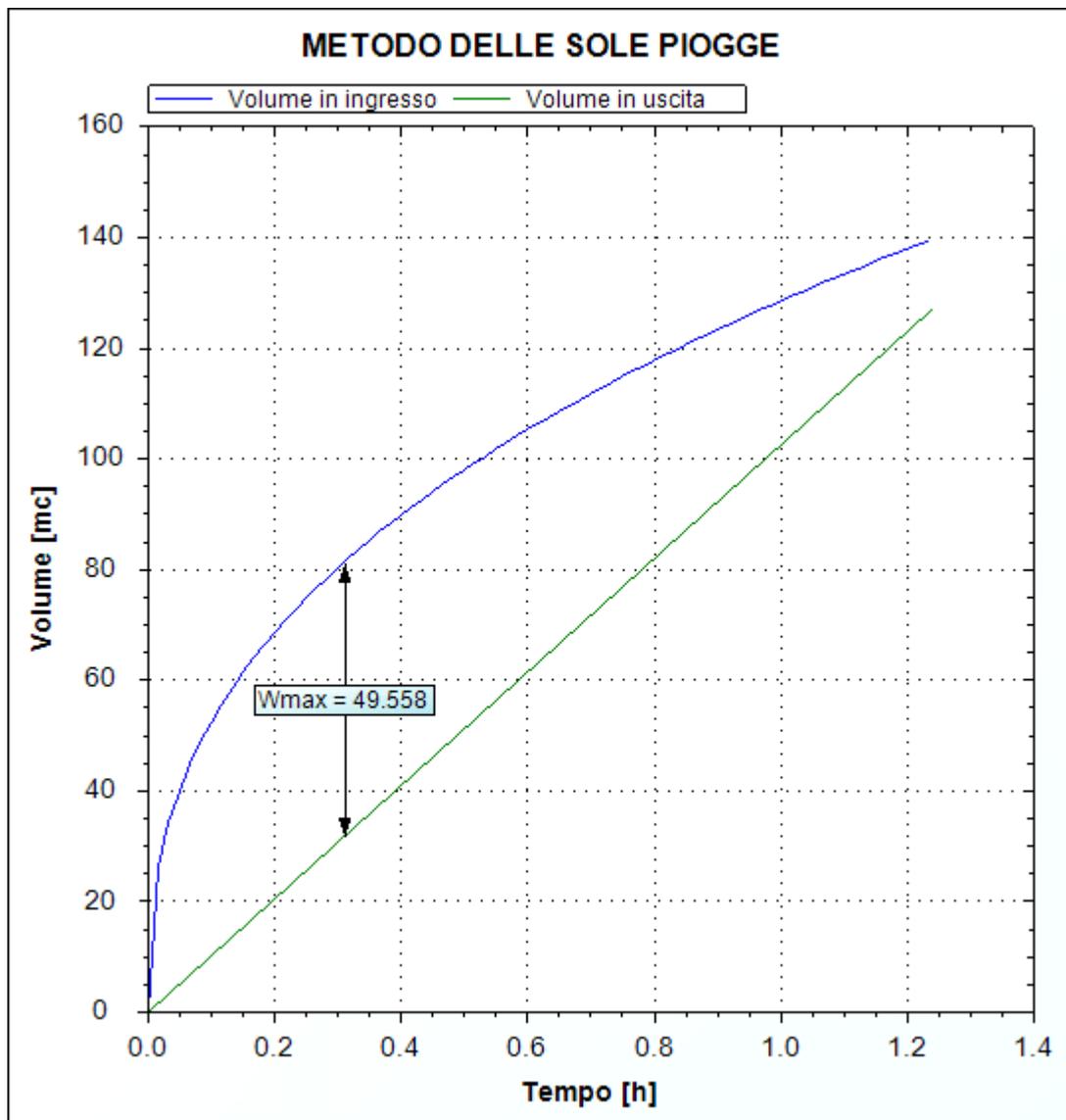
Coef. di deflusso: 0.59

Q_u , max [mc/s] (laminazione ottimale): 0.02838

Risultati di calcolo

Volume massimo di invaso [mc]: 49.55

Tempo critico [h]: 0.310



9.3. Dispositivi idraulici

Dai dati del piezometro regionale 0029, la falda, nel periodo di massimo impinguamento, raggiunge mediamente la quota di $-2,00$ m, perciò riferendosi alla normativa vigente non si potranno utilizzare pozzi drenanti, perché la falda è troppo superficiale, ma si potrà realizzare un impianto di subirrigazione al suolo, Il volume d'invaso (W_0) andrà contenuto e smaltito con i dispositivi idraulici, che si svuoteranno in un tempo inferiore alle 48 ore.

9.3.1 Sistema di subirrigazione

Si può realizzare un sistema per la subirrigazione, utilizzando degli appositi elementi modulari, chiamati elementi a tunnel, che vengono posti in opera con una disposizione a trincea. L'elevata superficie disperdente del prodotto garantisce uno smaltimento molto rapido ed omogeneo nel suolo. Inoltre, il sistema è molto semplice da pulire ed è meno soggetto a problemi di intasamento rispetto alla soluzione tradizionalmente impiegata con le tubazioni in PVC fessurate.

Grazie alla sua capacità di invaso, è possibile ridurre notevolmente la lunghezza del sistema disperdente.

Si possono installare dei camini di ventilazione nel sistema così si agevola la penetrazione dell'aria dall'esterno per tiraggio naturale e garantire l'aerazione



ELEMENTO A TUNNEL PER ACCUMULO E DISPERSIONE DELLE ACQUE METEORICHE

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In base ai valori di Ψ_{medio} ante operam e Ψ_{medio} post operam, è possibile definire che vi è una variazione del valore di Ψ_{medio} a seguito della realizzazione delle opere edilizie ovvero vale la seguente relazione:

$$\Psi_{\text{medio}} \text{ post} > \Psi_{\text{medio}} \text{ ante} \quad 0,59 > 0,25$$

I volumi d'invaso sono stati calcolati con i seguenti metodi:

- Metodo del serbatoio lineare ($W_0 = 28,4 \text{ m}^3$)
- Metodo delle sole piogge ($W_0 = 49,55 \text{ m}^3$)

Fra i due metodi di calcolo, si tiene conto del valore più cautelativo pari a $49,55 \text{ m}^3$. Il volume W_0 , calcolato con il metodo delle piogge, andrà smaltito tramite un impianto di subirrigazione.

I dispositivi idraulici si svuoteranno dopo un tempo massimo di 48 ore dalla fine dell'evento piovoso.

Sono obbligatorie le buone pratiche costruttive, come indicato alla pagina 40 del regolamento, per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica.

Rivignano Teor 19/02/2022



11. TABELLA RIASSUNTIVA

Tabella riassuntiva	
<p><i>COORDINATE GEOGRAFICHE (GB EST E GB NORD) DEL BARICENTRO DELLA SUPERFICIE DI TRASFORMAZIONE S PER LA QUALE VIENE FATTA L'ANALISI PLUVIOMETRICA (DA APPLICATIVO RAINMAP FVG)</i></p>	 <p style="text-align: center;">Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est E=2363004 N=5091663</p>
<p><i>COEFFICIENTI DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA (TR=200 ANNI, DA APPLICATIVO RAINMAP FVG): a (mm/ora), n, n'</i></p>	<p>a = 101,105 n = 0,29 n' = 0,39</p>
<p><i>ESTENSIONE DELLA SUPERFICIE DI RIFERIMENTO S ESPRESSA IN ha.</i></p>	<p>S= 0,215 ha</p>
<p><i>QUOTA ALTIMETRICA MEDIA DELLA SUPERFICIE S (+ m slmm)</i></p>	<p>Q=39,5 m</p>
<p><i>VALORI COEFFICIENTE AFFLUSSO $\Psi_{MEDIO ANTE OPERAM}$</i></p>	<p>$\Psi = 0,25$</p>
<p><i>VALORI COEFFICIENTE AFFLUSSO $\Psi_{MEDIO POST OPERAM}$</i></p>	<p>$\Psi = 0,59$</p>

<i>LIVELLO DI SIGNIFICATIVITÀ DELLA TRASFORMAZIONE AI SENSI DELL'art.5.</i>	1000 mq <S≤5000 mq: il livello di significatività della trasformazione è MODERATO.
<i>PORTATA ANTE OPERAM E POST OPERAM</i>	$Q_c = 67,0 \text{ l/s}$ $Q_{umax} = 28,4 \text{ l/s}$
<i>BACINO IDROGRAFICO</i>	Bacino dei corsi d'acqua tributari della Laguna di Marano e Grado, sottobacino dei fiumi Corno e Stella.
<i>PRESENZA DI EVENTUALI VINCOLI PAI – PAIR CHE INTERESSANO, IN PARTE O TOTALMENTE, LA SUPERFICIE DI TRASFORMAZIONE S</i>	Rischio idrogeologico P1, pericolosità idraulica bassa, nella Tavola n. 26 del PAIR.
<i>SISTEMA DI DRENAGGIO ESISTENTE</i>	Infiltrazione diretta nel terreno.

DESCRIZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE PROPOSTE	
<i>METODO IDROLOGICO - IDRAULICO UTILIZZATO PER IL CALCOLO DEI VOLUMI COMPENSATIVI</i>	Metodo delle sole piogge $W_0 = 49,55 \text{ m}^3$ Metodo del serbatoio lineare $W_0 = 28,4 \text{ m}^3$ Fra i due metodi di calcolo, si tiene conto del valore più cautelativo pari a $49,55 \text{ m}^3$.
<i>VOLUME DI INVASO (METODO DELLE SOLE PIOGGE)</i>	$W_0 = 49,55 \text{ m}^3$
<i>PORTATA ALLO SCARICO</i>	$Q_{umax} = 28,4 \text{ l/s}$
<i>SISTEMA DI DRENAGGIO IN PROGETTO</i>	Subirrigazione