Localizzazione:
REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
COMUNE DI REMANZACCO

Proponenti:
RIGO Ezio via Orzano, 24 Selvis REMANZACCO
RIGO Giovanni via della Chiesa, 18 REMANZACCO

ZONA E6.2

PIANO ATTUATIVO COMUNALE

AZIENDA AGRICOLA RIGO

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Elaborato:

a 06

Redatto: marzo 2022

Il tecnico:
Ing. Filippo DI PISA

Firmato digitalmente da
Filippo Di Pisa
CN = Di Pisa Filippo
Signature date and time: 2022/04/07 10:01:15

(firmato digitalmente ai sensi del DLgs. n. 82/05 e smi)

I proponenti:
Giovanni RIGO

(firmato digitalmente ai sensi del DLgs. n. 82/05 e smi)

Ezio RIGO

(firmato digitalmente ai sensi del DLgs. n. 82/05 e smi)

SOMMARIO

1. PREMESSA....3

2. NORMATIVA....3

3. DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE OGGETTO DELLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA E DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI....4

4. VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI AI FINI DELLA DETERMINAZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE CARATTERISTICHE DELLA RETE DRENANTE ESISTENTE....9

5. MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO PROPOSTE....20

6. CONCLUSIONI DELLO STUDIO E TABELLA RIASSUNTIVA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA....23

1. PREMESSA

Il presente studio di compatibilità idraulica ai fini dell'invarianza idraulica riguarda l'area interessata piano di iniziativa privata denominato ZONA E6.2 PIANO ATTUATIVO COMUNALE AZIENDA AGRICOLA RIGO.

Il piano attuativo comunale (PAC) attua le previsioni del piano regolatore generale comunale (PRGC) per un'area classificata ZONA E6.2 - Ambito agricolo di rispetto e protezione aree insediate ed è formato di iniziativa privata ai sensi della legge regionale 23 febbraio 2007, n. 5, del decreto del presidente della Regione n. 086/Pres. del 20 marzo 2008 e della legge regionale 24 ottobre 2008, n. 12 ed è proposto dall'unanimità dei proprietari.

La finalità dello studio è l'applicazione del principio di invarianza idraulica ai sensi del Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica di cui all'art. 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).

La modifica delle condizioni del suolo impone di dimostrare, attraverso uno studio di carattere idrologico-idraulico, il rispetto del principio dell'invarianza idraulica, secondo cui la trasformazione di un'area deve avvenire senza provocare aggravio della portata di piena del corpo idrico o della rete di drenaggio ricevente i deflussi originati dall'area stessa. Il rispetto dell'invarianza idraulica è ottenibile, oltre che tramite l'adozione di buone pratiche costruttive, anche mediante l'adozione di misure compensative quali dispositivi di compensazione (volumi d'invaso) e dispositivi idraulici.

2. NORMATIVA REGIONALE DI RIFERIMENTO

L.R. 29/04/2015 n. 11
Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque.

D.P.Reg. 27/03/2018 n. 083/Pres.
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).

3. DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE OGGETTO DELLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA E DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI

3.1 Ubicazione della proposta trasformazione e descrizione generale dei luoghi

L’area di PAC è nella parte centromeridionale del Comune, a sud di Remanzacco Capoluogo (a circa 1,25 km dal centro abitato), presso l’intersezione della strada comunale (viale del Sole) che giunge da quest’ultimo e si interseca con la strada regionale UD 48 di Prepotto (via Orzano).

La superficie complessiva è di circa 8.805 metri quadri.
L'altitudine media è di circa 100,0 metri sul livello del mare.
L’area è sostanzialmente pianeggiante.
Il piano di campagna è lievemente degradante verso sud est con un dislivello di circa 1,5 metri in corrispondenza della strada regionale.

Il piano di campagna è caratterizzato da alcuni rilievi di origine antropica con incisioni laterali presso la strada comunale legate alla presenza di acque di scolo.
La forma è sub trapezoidale con lato lungo disposto sull’asse nord sud e con vertice a sud est arrotondato.
L’area è delimitata a est della strada comunale (viale del Sole), a sud dalla strada regionale (via Orzano) e a ovest e a nord da coltivazioni.
Nell’area vi sono un punto vendita di latteria sociale e un ristoro agrituristico con verde ricreativo.
Le funzioni legate all’attività agricola e di allevamento sono svolte in due distinti edifici realizzati in epoche diverse.
Gli edifici sono ubicati nella parte settentrionale dell’area disposti parallelamente alla strada comunale, a distanze diverse da questa, e distanziati tra loro di circa 30,0 metri.
Nel primo vi è il punto vendita di latteria sociale e nel secondo vi è il ristoro agrituristico.
Oltre a questi edifici vi sono altre opere funzionali al ristoro agrituristico (gazebi, WC e cella frigo) realizzate con autorizzazione in precario a ridosso dell’edificio.
L’insieme delle opere ha una superficie di circa 240 metri quadri.
L’area libera è in minima parte pavimentata con pavimentazione impermeabile (cls naturale o rivestito) presso gli edifici e i depositi. Il resto è verde arboreo arbustivo e prativo con pavimentazioni di parcheggi, spazi di manovra e percorsi pedonali permeabili (ghiaietto, sterrato, …).
Il verde arboreo arbustivo e prativo è ricreativo e di arredo ed è realizzato con specie prevalentemente autoctone.
L’area è parzialmente recintata con manufatti in legno (staccionata con traverse).
L’area è servita dalle principali infrastrutture a rete (acquedotto, fognatura, energia elettrica, gas, telefono, …) da reti pubbliche esistenti lungo viale del Sole.
La litostratigrafia formazionale dell’area e del contesto territoriale è caratterizzata da ghiaie e sabbie con percentuale variabile di limo argilloso.
La falda è qui a profondità elevate (oltre 70 metri) rispetto al piano di campagna e quindi non interagiscono in alcun modo con le opere superficiali.
Nell’area di PAC e nel contesto territoriale non sono presenti particolari vincoli territoriali ad eccezione di quelli per la presenza dell’elettrodotto, per il rischio sismico e per il rischio idro-geologico.

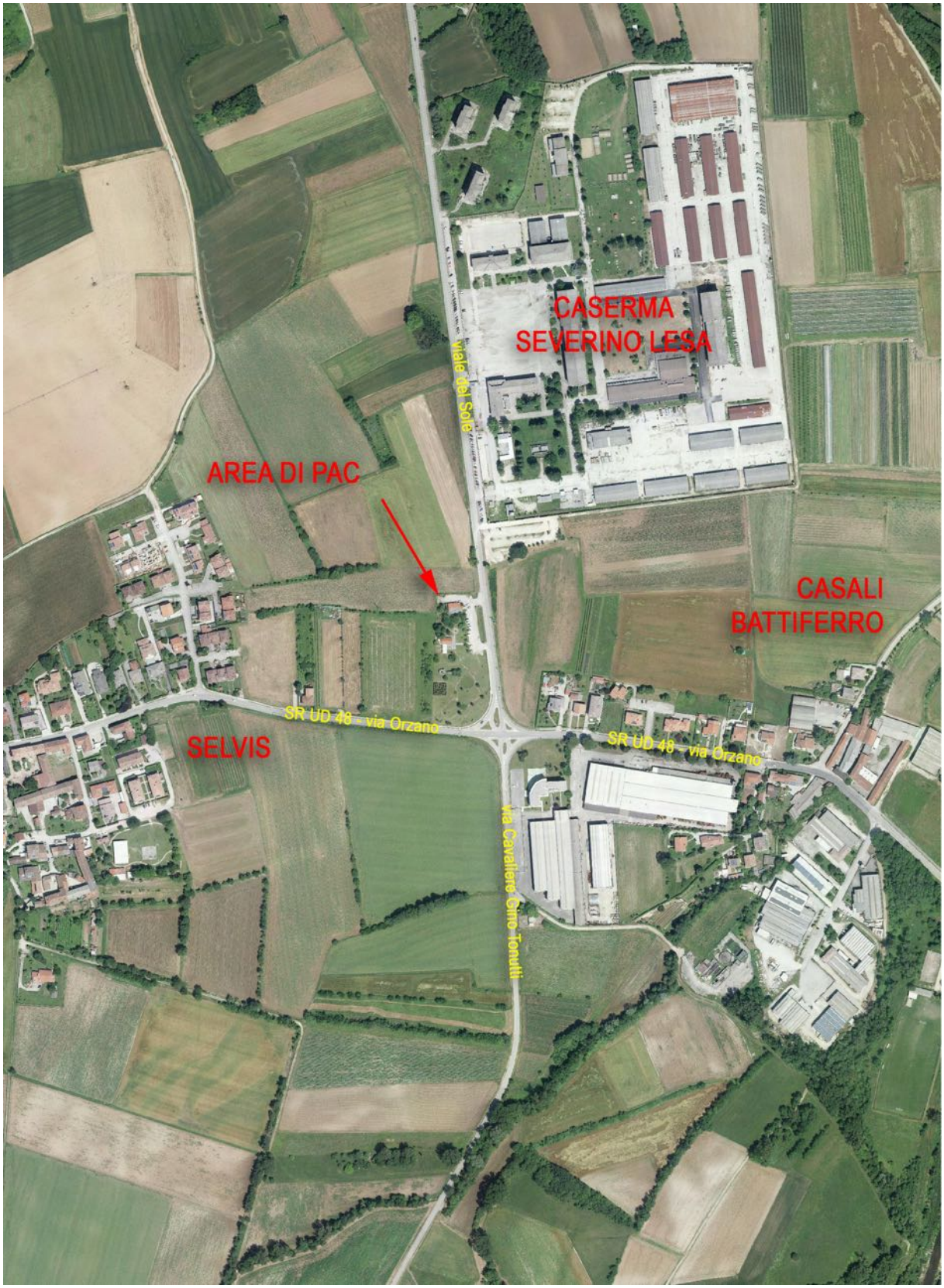


Fig. 1 Inquadramento territoriale.

3.2 Descrizione della tipologia di trasformazione e descrizione dell'uso del suolo ante operam e post operam

- La tipologia di trasformazione riguarda la formazione di uno strumento urbanistico attuativo, per un'area classificata ZONA E6.2 - Ambito agricolo di rispetto e protezione aree insediate.
- La tipologia di trasformazione pertanto è individuata all'art. 2, comma 1, lettera b) del D.P.Reg. 27/03/2018 n. 083/Pres..

- Uso del suolo **ante operam.**
  - 1: aree a verde $S_1 = 6.853\ m^2$
  - 2: piazzali e percorsi in ghiaia compressa $S_2 = 1.407\ m^2$
  - 3: Fabbricati $S_3 = 161\ m^2$
  - 4: Marciapiedi $S_4 = 384\ m^2$
  - Totale superficie: $S_{1+2+3+4} = 8.805\ m^2$



Fig. 2 Planimetria ante operam.

- Uso del suolo **post operam.**
  - 1: aree a verde $S_1 = 6.305\ m^2$
  - 2: piazzali e percorsi in ghiaia compressa $S_2 = 1.475\ m^2$
  - 3: Fabbricati $S_3 = 660\ m^2$
  - 4: Marciapiedi $S_4 = 365\ m^2$
  - Totale superficie: $S_{1+2+3+4} = 8.805\ m^2$



Fig. 3 Planimetria post operam.

3.3 Indicazione della presenza di eventuali pareri pregressi relativamente all'invarianza idraulica acquisiti nelle precedenti fasi di pianificazione o progettazione

Non sono presenti pareri pregressi relativamente all'invarianza idraulica già acquisiti.

3.4 Indicazione della presenza sull'area oggetto di trasformazione e sui territori contermini di eventuali vincoli PAI e di aree segnalate come pericolose ai fini idraulici e geologici dalla pianificazione territoriale

L'area di PAC è in minima parte interessata dalla pericolosità idraulica elaborata nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) adottato con delibera della Conferenza Istituzionale Permanente del 21/12/2021 (GURI n. 29 del 04/02/2022) che è moderata (P1). La parte interessata è quella prossima alla viabilità ed è più ampia presso l'intersezione.

Le norme tecniche di attuazione del Piano, con le relative cartografie, sono entrate in vigore il giorno successivo alla pubblicazione dell'avviso della delibera di adozione sulla Gazzetta Ufficiale e sostituiscono per questo territorio quelle del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico (PAI) del fiume Isonzo.

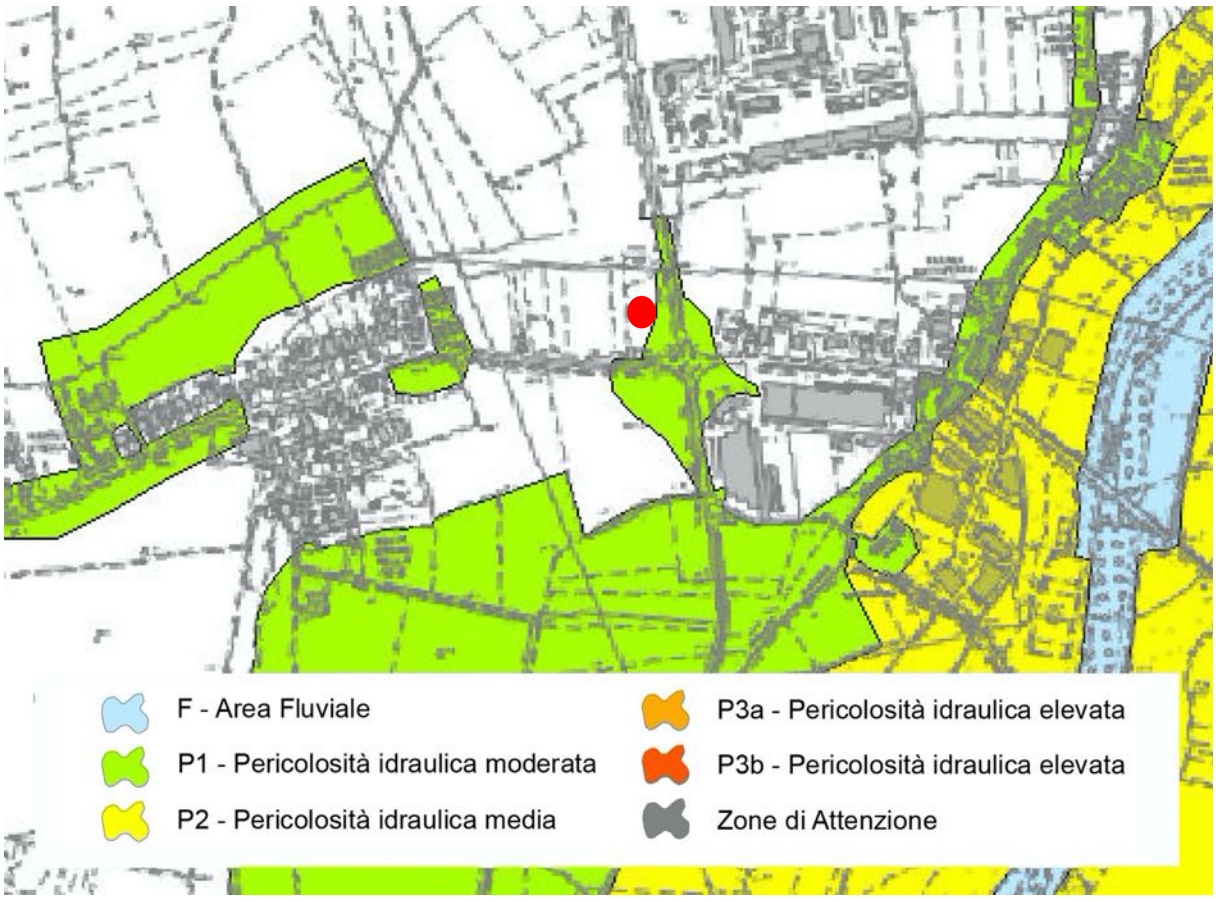


Fig. 4 Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – tav.T39 Carta della Pericolosità idraulica

4. VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI AI FINI DELLA DETERMINAZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE CARATTERISTICHE DELLA RETE DRENANTE ESISTENTE

4.1 Descrizione della rete di drenaggio esistente (ante operam) e del sistema di drenaggio di valle ovvero della rete idraulica ricettrice incluso lo scarico

Allo stato attuale le acque meteoriche provenienti dalle superfici impermeabilizzate defluiscono nelle aree permeabili ed in particolare verso un fosso laterale alla strada comunale (viale del Sole) che convoglia le acque verso sud in un'area prativa depressa. Qui vi è un manufatto di sfioro che consente di scaricare le acque eccedenti in un'altra area depressa oltre la strada regionale (via Orzano) ove s'infiltrano. Quanto alle acque meteoriche provenienti dalle coperture degli edifici, lo smaltimento avviene mediante rete dedicata che convoglia le acque in due pozzi perdenti posti presso il confine a ovest.

Descrizione		S [m^2]
Scarico su fosso stradale		
1	Aree Verdi - prati	6.853
2	Fabbricati con tetti a falde in tegole	161
3	Marciapiedi cls	384
4	Piazzali e percorsi in ghiaia compressa	1.407
Totale complessivo		**8.805**

Per l'effettivo sviluppo della rete di drenaggio interna si rimanda agli elaborati di PAC.

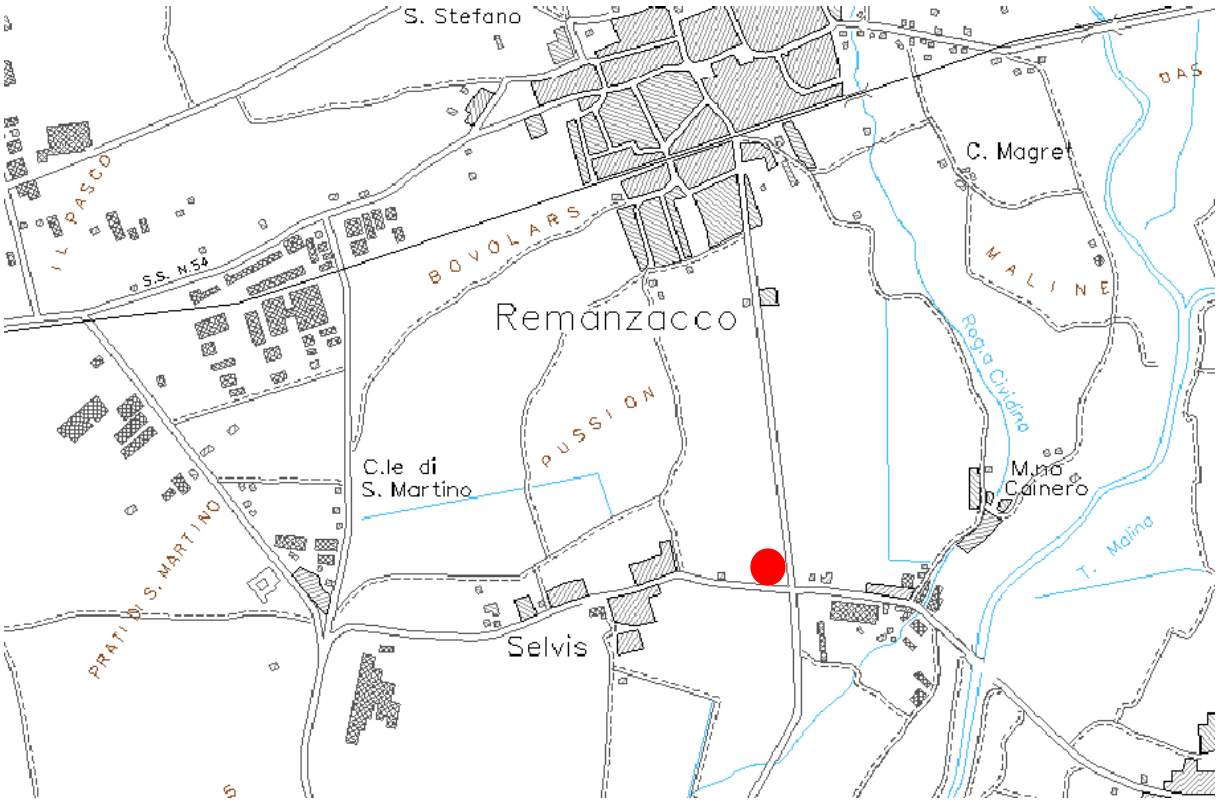


Fig. 5 Sviluppo rete idrica

4.2 Valutazione delle criticità idrologiche ed idrauliche attuali

Allo stato attuale non sono presenti criticità idrologiche e idrauliche.

4.3 Determinazione dei coefficienti di afflusso Ψ e Ψmedio (ante operam e post operam)

La determinazione dei coefficienti di afflusso Ψ da utilizzare nei metodi di calcolo è effettuata con riferimento alla tabella del paragrafo 9 dell'Allegato 1 al D.P.Reg. 27/03/2018 n. 083/Pres. e riguardante i metodi e criteri per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica nella Regione Friuli Venezia Giulia.

Descrizione		ANTE OPERAM		POST OPERAM	
		S_i [m^2]	$\Psi_{AO,i}$	S_i [m^2]	$\Psi_{PO,i}$
1	Aree Verdi - prati	6.853	0,30	6.305	0,30
2	Fabbricati con tetti a falde in tegole	161	0,85	660	0,85
3	Marciapiedi cls	384	0,80	365	0,80
4	Piazzali e percorsi in ghiaia compressa	1.407	0,40	1.475	0,40
	Totale	8.805		8.805	

Per l'area di superficie S si assumono coefficienti di afflusso medio Ψ_{medio} ante operam e post operam così determinati:

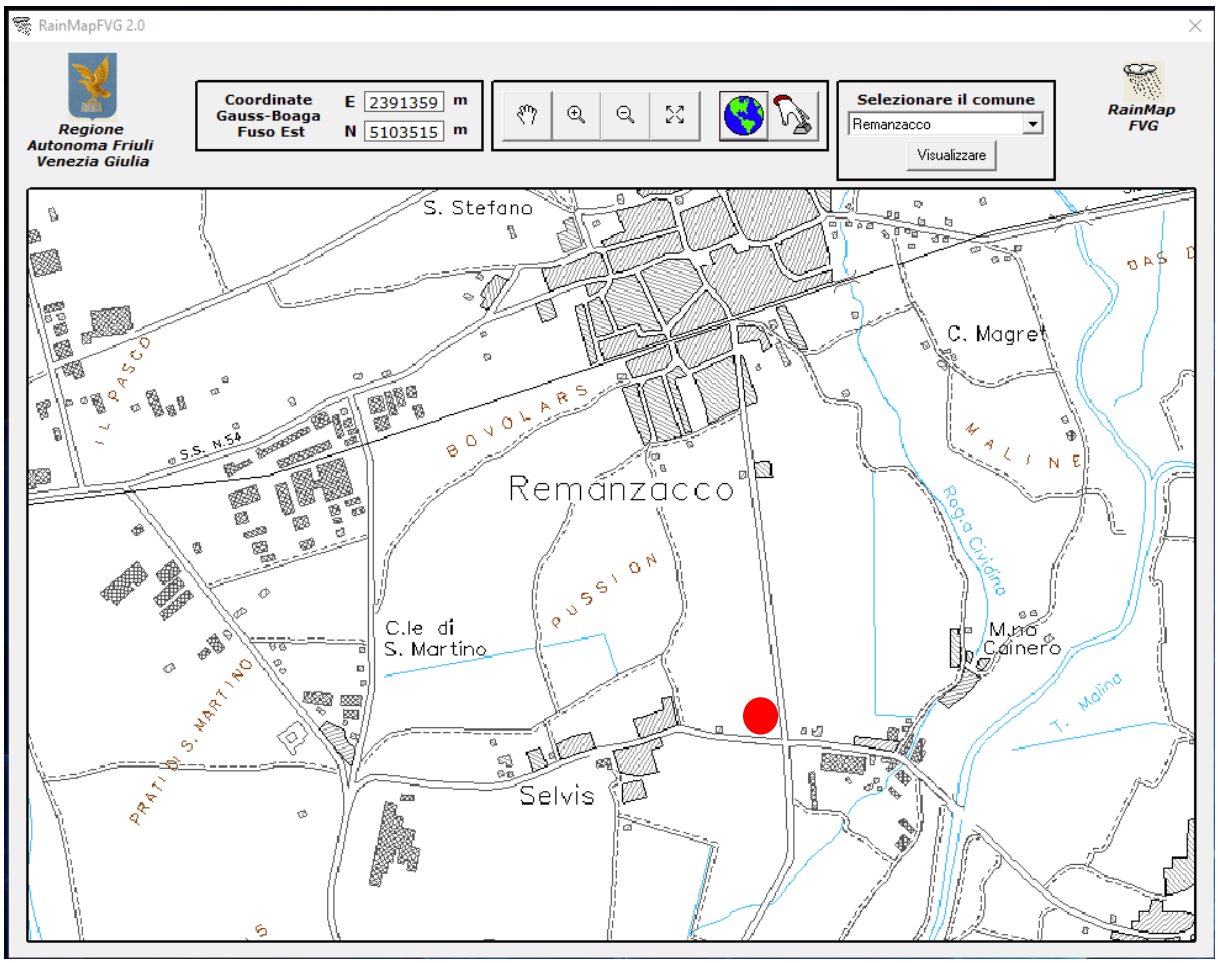
$$\Psi_{AO,medio} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Psi_i S_i}{S} = 0{,}313$$

$$\Psi_{PO,medio} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Psi_i S_i}{S} = 0{,}346$$

4.4 Analisi pluviometrica con RainMap FVG (Tr = 200 anni)

Ai sensi dell'art. 4, comma 6 del D.P.Reg. 27/03/2018 n. 083/Pres., l'analisi pluviometrica è eseguita con l'applicativo regionale RainMap FVG 2.0.

Le coordinate del sito nel sistema cartografico nazionale Gauss-Boaga fuso Est sono le seguenti:
- longitudine: 2391359 E
- latitudine: 5103515 N



In considerazione del fatto che verranno utilizzati dispositivi idraulici ai sensi dell'art. 12.1 del DPR 83 si rileva che:
- le condizioni del suolo e della falda lo consentono;
- non è possibile realizzare un recapito diretto o indiretto verso un corpo idrico ricettore superficiale;
- è possibile integrare il sistema di drenaggio esistente.

L'applicativo restituisce:
- i coefficienti della curva di possibilità pluviometrica a ed n in funzione del tempo di ritorno di riferimento; per un tempo di ritorno Tr = 200 anni, i coefficienti ricavati sono i seguenti:

  a = coefficiente pluviometrico orario
  n = coefficiente di scala

Tr [anni]	**a [mm/h^n]**	**n**	**n' = 4/3n** (scrosci)
200	92,1	0,31	0,41

- la tabella delle precipitazioni massime orarie attese in funzione della durata e del tempo di ritorno della stessa (la durata è compresa tra 1 e 24 ore con passo temporale pari ad 1 ora e i periodi di ritorno coincidono con quelli definiti per il parametro a)
- le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP), rappresentazione grafica dei valori definiti al punto precedente, le cui equazioni sono date da:

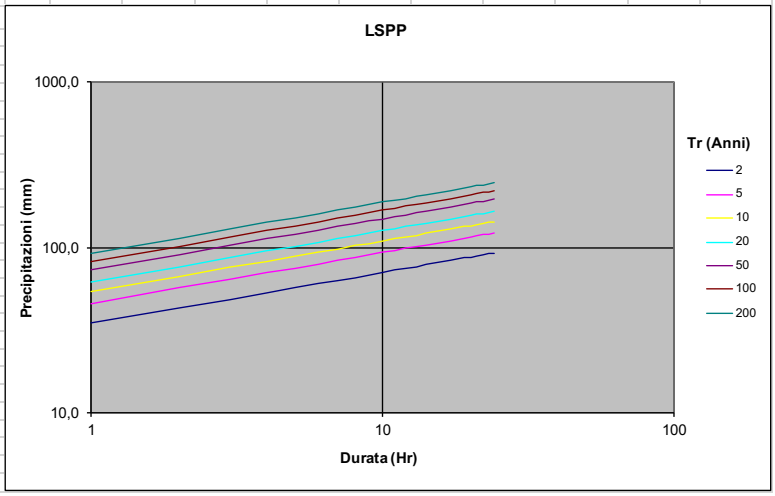
$h = at^n$
h = altezza della precipitazione attesa [mm]
t = durata della precipitazione [ore]

LSPP Friuli Venezia Giulia

Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est	E	N
Input	2390565	5103377
Baricentro cella	2390750	5103250

Parametri LSPP							
n	0,31						
	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
a	34,7	45,8	53,8	61,9	73,3	82,4	92,1

Precipitazioni (mm)							
Durata (Hr)	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
1	34,7	45,8	53,8	61,9	73,3	82,4	92,1
2	43,0	56,8	66,6	76,7	90,8	102,1	114,0
3	48,8	64,3	75,5	87,0	102,9	115,7	129,2
4	53,3	70,3	82,5	95,0	112,4	126,4	141,2
5	57,1	75,3	88,4	101,8	120,5	135,4	151,3
6	60,4	79,7	93,5	107,7	127,4	143,3	160,1
7	63,3	83,6	98,1	113,0	133,6	150,3	167,9
8	66,0	87,1	102,2	117,7	139,3	156,6	174,9
9	68,4	90,3	106,0	122,1	144,4	162,4	181,4
10	70,7	93,3	109,5	126,1	149,2	167,8	187,4
11	72,8	96,1	112,8	129,9	153,7	172,8	193,0
12	74,8	98,7	115,9	133,4	157,8	177,5	198,3
13	76,7	101,2	118,8	136,8	161,8	181,9	203,2
14	78,4	103,5	121,5	139,9	165,5	186,1	207,9
15	80,1	105,7	124,1	142,9	169,1	190,1	212,4
16	81,7	107,9	126,6	145,8	172,5	194,0	216,7
17	83,3	109,9	129,0	148,6	175,8	197,6	220,8
18	84,8	111,9	131,3	151,2	178,9	201,2	224,7
19	86,2	113,7	133,5	153,8	181,9	204,5	228,5
20	87,6	115,6	135,7	156,2	184,8	207,8	232,1
21	88,9	117,3	137,7	158,6	187,6	211,0	235,7
22	90,2	119,0	139,7	160,9	190,3	214,0	239,1
23	91,4	120,6	141,6	163,1	193,0	217,0	242,4
24	92,6	122,2	143,5	165,3	195,5	219,8	245,6



4.5 Definizione del livello di significatività della trasformazione

Il livello di significatività della trasformazione è definito, ai sensi dell'art. 5 del D.P.Reg. 27/03/2018 n. 083/Pres., in funzione del tipo di trasformazione urbanistico-territoriale ed in funzione della superficie di riferimento S.
Secondo quanto previsto dalla Tabella dei livelli di significatività delle trasformazioni riportata nel paragrafo 4 dell'Allegato 1 al D.P.Reg. 27/03/2018 n. 083/Pres., per la trasformazione relativa all'intervento in oggetto il livello di significatività è stabilito in **MEDIO**.

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 ≤ 500 mq oppure S > 500 mq e Ψ medio rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	S ≤ 500 mq oppure S > 500 mq e Ψ medio rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	S ≤ 500 mq oppure S > 500 mq e Ψ medio rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	S ≤ 1.0 ha oppure S > 1.0 ha e Ψ medio rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...
CONTENUTO	500 mq < S ≤ 1000 mq	500 mq < S ≤ 1000 mq	500 mq < S ≤ 1000 mq	

MODERATO	1000 mq < S ≤ 5000 mq	1000 mq < S ≤ 5000 mq	1000 mq < S ≤ 5000 mq	1.0 ha < S ≤ 10 ha
MEDIO	0.5 ha < S ≤ 1 ha	0.5 ha < S ≤ 1 ha	0.5 ha < S ≤ 1 ha	10 ha < S ≤ 50 ha
ELEVATO	1 ha < S ≤ 5 ha oppure S > 5 ha e Ψ medio < 0.4	1 ha < S ≤ 5 ha oppure S > 5 ha e Ψ medio < 0.4	1 ha < S ≤ 5 ha oppure S > 5 ha e Ψ medio < 0.4	S > 50 ha
MOLTO ELEVATO	S > 5 ha e Ψ medio ≥ 0.4	S > 5 ha e Ψ medio ≥ 0.4	S > 5 ha e Ψ medio ≥ 0.4	

La superficie di riferimento è pari a:

$S = S_{PO} = 8.805\ m^2 = 0{,}8805\ ha \quad \Rightarrow \quad 0{,}5 < S \leq 1\ ha$

4.6 Indicazione dell'ente gestore e degli eventuali limiti di portata allo scarico

L'ente gestore è definito nella Tabella degli enti competenti riportata al paragrafo 7 dell'Allegato 1 al D.P.Reg. 27/03/2018 n. 083/Pres.; per la trasformazione relativa all'intervento in oggetto e il livello di significatività precedentemente determinato (livello moderato), l'ente competente individuato è l'Ente gestore, nel caso la Regione Friuli Venezia Giulia.

Livello di significatività della classe di intervento	Ente preposto alla verifica di compatibilità idraulica e/o rilascio del parere di compatibilità idraulica			
	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)	Trasformazioni fondiarie art.2, c.1 lettera e)
NON SIGNIFICATIVO (asseverazione)	Regione	Regione	Comune	Ente gestore
CONTENUTO	Regione	Regione	Comune	
MODERATO	Regione	Regione	Comune (*)	Ente gestore
MEDIO	Regione	Regione	Comune (*)	Ente gestore
ELEVATO	Regione	Regione	Ente gestore	Ente gestore
MOLTO ELEVATO	Regione	Regione	Ente gestore	

4.7 Calcoli idrologici e calcoli idraulici

4.7.1 Premessa

Lo scopo dei calcoli idrologici e idraulici è quello di determinare il volume del bacino di filtrazione / pozzi perdenti da realizzare al fine di mitigare l'effetto della trasformazione del suolo in seguito all'intervento di progetto consentendo, per l'evento critico, uno scarico pari a quello che si avrebbe nelle condizioni ante operam.
I calcoli idrologici e idraulici sono eseguiti utilizzando metodi di calcolo da scegliersi in funzione del livello di significatività della proposta trasformazione così come precedentemente determinato.

I metodi di calcolo da potersi utilizzare sono descritti nel paragrafo 3 dell'Allegato 1 al D.P.Reg. 27/03/2018 n. 083/Pres. e sono i seguenti:
- metodo dell'invaso italiano diretto;
- metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979);
- metodo delle sole piogge;
- metodo cinematico o della corrivazione (Alfonsi-Orsi, 1967);

- modellistica idrologico-idraulica.

I primi 4 metodi proposti sono modelli lineari e stazionari di tipo concettuale. Le ipotesi semplificative su cui si basano sono le seguenti:
- ietogramma costante nel tempo;
- perdite idrologiche calcolate con il coefficiente di afflusso costante nel tempo;
- portata iniziale nel sistema pari a zero.

Poiché i metodi di calcolo proposti ipotizzano un comportamento ideale dei fenomeni idrologici ed idraulici, la norma consiglia di aumentare di almeno il 20% i volumi minimi d'invaso ottenuti.

Ai sensi dell'art. 5, comma 2, lettera a) del D.P.Reg. 27/03/2018 n. 083/Pres., nel caso di trasformazione urbanistico-territoriale, il volume d'invaso è calcolato utilizzando almeno due dei metodi di calcolo precedentemente riportati, adottando il risultato più cautelativo.

Secondo quanto previsto dalla Tabella relativa agli interventi di mitigazione e metodi di calcolo idrologico-idraulico riportata nel paragrafo 5 dell'Allegato 1 al D.P.Reg. 27/03/2018 n. 083/Pres., per la trasformazione proposta il cui livello di significatività è stato stabilito in elevato, si ottengono le seguenti indicazioni.

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**
NON SIGNIFICATIVO oppure TRASCURABILE art. 5, c. 3	S ≤ 500 mq oppure S > 500 mq e Ψ medio rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	- È raccomandato l'utilizzo delle buone pratiche costruttive - Lo studio di compatibilità idraulica è sostituito da asseverazione
CONTENUTO	500 < S ≤ 1000 mq	- È obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive - È obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica in forma semplificata: non sono obbligatori i volumi di invaso per soddisfare l'invarianza idraulica e vanno descritti gli interventi mitigatori introdotti (ad es. buone pratiche costruttive)
MODERATO	1000 < S ≤ 5000 mq	- È obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive - È 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: - Metodo dell'invaso italiano diretto - Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979) - Modello delle sole piogge
MEDIO	0.5 ha < S ≤ 1 ha	- È obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive - È 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: - Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979) - Metodo cinematico o della corrivazione (Alfonsi-Orsi, 1967) - Modello delle sole piogge
ELEVATO	1 ha < S ≤ 5 ha oppure S > 5 ha e Ψ medio < 0.4	- È obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive - È 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: - Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979) - Metodo cinematico o della corrivazione (Alfonsi-Orsi, 1967) - Modellistica idrologico-idraulica

MOLTO ELEVATO	S > 5 ha e Ψ medio ≥ 0.4	- È obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive - È obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica ed esso deve prevedere un approccio matematico che includa l'utilizzo della modellistica idrologico-idraulica
Trasformazioni fondiarie		
Livello di significatività della trasformazione	**Estensione della superficie di riferimento S**	**Requisiti e tipo di analisi per la determinazione del volume minimo di invaso**
NON SIGNIFICATIVO oppure TRASCURABILE art. 5, c. 5	S ≤≤ 1.0 ha oppure S > 1.0 ha e Ψ medio rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	- È raccomandato l'utilizzo delle buone pratiche agricole - Lo studio di compatibilità idraulica è sostituito da asseverazione
MODERATO	1.0 ha < S ≤ 10 ha	- È obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche agricole - È obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi di invaso utilizzando il metodo dell'invaso italiano diretto
MEDIO	10 ha < S ≤ 50 ha	- È obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche agricole - È obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica con la determinazione dei volumi di invaso utilizzando il metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979)
ELEVATO	S > 50 ha	- È obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche agricole - È obbligatorio lo studio di compatibilità idraulica ed esso deve prevedere un approccio matematico che includa l'utilizzo della modellistica idrologico-idraulica

Il calcolo sarà quindi eseguito utilizzando due dei seguenti metodi:
- metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979);
- metodo cinematico o della Corrivazione (Alfonso e Orsi)
- modello delle solo piogge,

adottando il risultato più cautelativo che sarà aumentato del 20%.

4.7.2 Volume uscente

Le portate determinate in condizioni ante operam sono utilizzate per il calcolo del bacino di filtrazione.

Per la generica area di superficie S [ha], coefficiente di afflusso medio Ψ e tempo di corrivazione θ_c [ore], la portata di scarico [l/s] è data dalla seguente espressione:

$$Q_{u,max} = 0{,}65 \times 2{,}78 \times \Psi S a \theta_c^{n-1}$$

Descrizione		**S_i [mq]**	**$\Psi_{AO,i}$**	**θ_c [min.]**	**$Q_{u,max,AO,i}$ [l/s]**
1	Aree Verdi	6.853	0,30		
	Fabbricati con tetti a falde in tegole	161	0,85		
	Marciapiedi cls	384	0,80		
	Piazzali e percorsi in ghiaia compressa	1.407	0,40		
	Totale	8.805	0,313	20	87,4

Quindi in condizioni ante operam si determina: $Q_{u,max,AO,1} = 87{,}4$ l/s

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

Il metodo si basa sull'ipotesi che il bacino a monte dell'invaso di laminazione si comporti come un invaso lineare e quindi che le portate in ingresso possano essere stimate mediante il modello dell'invaso.
Paoletti e Rege Gianas determinano l'andamento delle seguenti grandezze adimensionali:

$$F(n,m)=\frac{\theta_w}{k} \qquad G(n,m)=\frac{W_0}{kQ_c}$$

nelle seguenti ipotesi semplificative:
- ietogrammi netti di pioggia ad intensità costante;
- applicazione del metodo dell'invaso lineare per la determinazione dell'onda di piena in arrivo all'invaso di laminazione;
- svuotamento dell'invaso di laminazione a portata costante $Q_{u,max}$ durante la fase di colmo (laminazione ottimale);

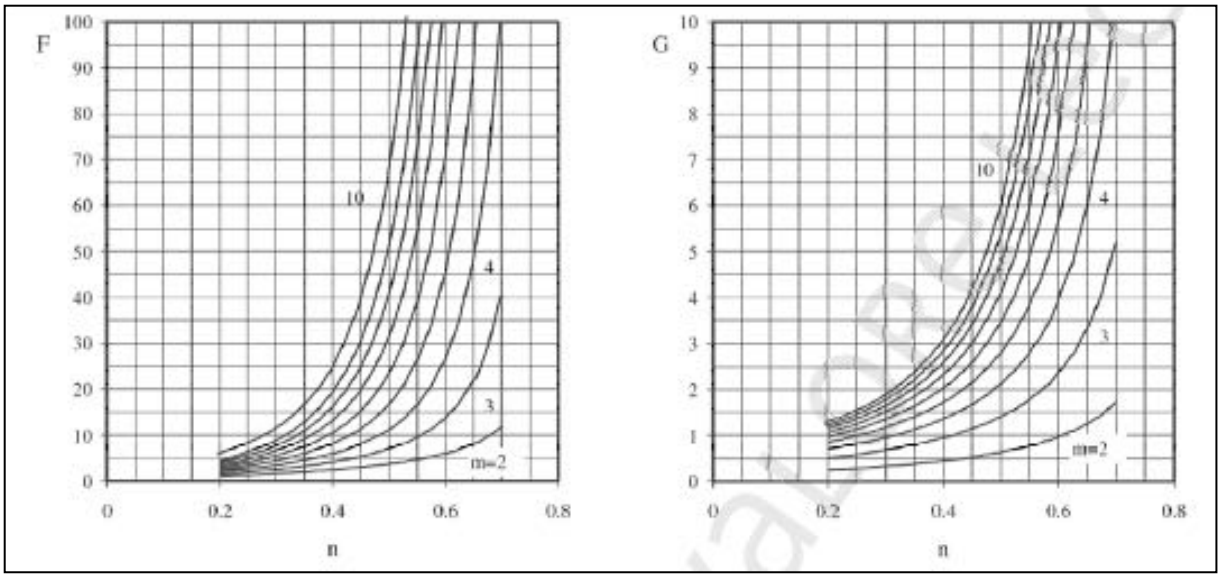


Figura n. 12: abachi delle grandezze adimensionali F e G.

con:
W_0 = volume d'invaso
Q_c = portata critica del bacino (post operam)
θ_c = tempo di corrivazione (durata della pioggia che origina la portata critica Q_c)
θ_w = durata critica della pioggia per l'invaso di laminazione (quella che conduce al minimo volume d'invaso W_0)
$k = 0{,}7\theta_c$ costante d'invaso del bacino

Le grandezze F e G sono calcolabili utilizzando le seguenti espressioni:

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

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

dove:
- portata critica del bacino (post operam):

$$Q_c = 0{,}65 \times 2{,}78 \times \Psi_{PO} \times S \times a \times \theta_c^{n-1} \text{ [l/s]} \qquad (S[ha],\ \theta_c \text{ [ore]},\ a \text{ [mm/ora}^n\text{]})$$

- portata massima di svuotamento secondo il modello dell'invaso lineare in condizioni ante operam:

$$Q_{u,max} = 0{,}65 \times 2{,}78 \times \Psi_{AO} \times S \times a \times \theta_{c,0}^{n-1} \text{ [l/s]} \qquad (S[ha],\ \theta_c \text{ [ore]},\ a \text{ [mm/ora}^n\text{]})$$

- rapporto tra le portate critiche $m = \dfrac{Q_c}{Q_{u,max}}$
- D = 0,65

Con riferimento a quanto riportato nel paragrafo 4.7.2, la vasca laminerà il volume determinato dalle portate provenienti dal nuovo piazzale asfaltato e dell'area verde (su cui sarà realizzato l'invaso) della zona sud-ovest.

θ_c = 17 minuti	tempo di corrivazione
$Q_{u,max}$ = 87,4 l/s	portata critica ante operam
Q_c = 121 l/s	portata critica post operam
m = 1,385	
k = 0,233 ore	
F =1,51	
G = 0,100	

Si ricava:

θ_w = 0,35 ore ≈ 21 minuti	durata critica
$W_{0,1}$ = 10 m^3	volume d'invaso

4.7.4 Metodo della corrivazione o cinematico (Alfonso e Orsi, 1967)

Il metodo si basa sull'ipotesi che l'intero bacino sia un sistema composto da tanti canali lineari disposti in parallelo ovvero considera prevalenti all'interno del bacino di scolo i fenomeni di traslazione dell'acqua.
La schematizzazione del processo di trasformazione afflussi-deflussi nel bacino di monte è di tipo cinematico.
Il calcolo del volume critico dell'invaso di laminazione è eseguito nelle seguenti ipotesi semplificative:
- ietogrammi netti di pioggia ad intensità costante;
- curve aree-tempi lineare;
- svuotamento a portata costante $Q_{u,max}$ (laminazione ottimale).

Il volume invasato W, in m^3, in funzione del tempo θ, è dato dalla seguente espressione:

$$W = 10\Psi Sa\theta^n + 1{,}295 T_o Q_u^2 \frac{\theta^{1-n}}{\Psi Sa} - 3{,}6 Q_u \theta - 3{,}6 Q_u T_o$$

con:
S = superficie bacino [ha]
θ = durata della pioggia [ore]
T_o = tempo di corrivazione del bacino [ore]
Q_u = portata massima uscente dall'invaso [l/s]

Imponendo la condizione di massimo del bacino si ricava la seguente espressione, da risolversi in funzione della durata critica dell'invaso di laminazione θ_w:

$$2{,}78 n \Psi Sa \theta_w^{n-1} + 0{,}36(1-n) T_o Q_u^2 \frac{\theta_w^{-n}}{\Psi Sa} - Q_u = 0$$

Dalla precedente, ricavato il valore di θ_w che risolve l'equazione, si ricava il volume massimo dell'invaso di laminazione:

$$W_0 = 10\Psi Sa\theta_w^n + 1{,}295 T_o Q_u^2 \frac{\theta_w^{1-n}}{\Psi Sa} - 3{,}6 Q_u \theta_w - 3{,}6 Q_u T_o$$

Con riferimento a quanto riportato nel paragrafo 4.7.2, la vasca laminerà il volume determinato dalle portate provenienti dal nuovo piazzale asfaltato e dell'area verde (su cui sarà realizzato l'invaso) della zona sud-ovest.

T_o = 17 minuti	tempo di corrivazione
Q_u = 87,4 l/s	portata massima uscente dall'invaso (ante operam)
S = 0,8805 ha	superfici del bacino
Ψ_{PO} = 0,346	coefficiente di afflusso del bacino (post operam)

Si ricava:

θ_w = 0,33 ore ore ≈ 20 minuti	durata critica
$W_{0,1}$ = 37 m^3	volume d'invaso

4.7.5 Volume vasche di laminazione

Dai calcoli eseguiti e applicando la maggiorazione del 20% consigliata dalla normativa si ricavano i seguenti volumi.

Metodo	Vasca di laminazione	
	$W_{0,1}$ [m^3]	$W_{vasca,1}$ ($1,2W_{0,1}$) [m^3]
Metodo del serbatoio lineare	10	12
Metodo della corrivazione o cinematico	37	44

Il volume minimo del bacino di filtrazione/pozzi perdenti è dato dal valore più cautelativo ricavato con i due metodi applicati e dal minimo imposto dalla normativa comunale risulta di:

W_{vasca} = 44 m^3 $\Rightarrow$ si arrotonda a $W_{vasca,1}$ = 50 m^3

5. MISURE COMPENSATIVE E/O DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO PROPOSTE

5.1 Descrizione della soluzione progettuale

Il PAC prevede il drenaggio in loco delle acque meteoriche provenienti dalle coperture con pozzi perdenti e le rimanenti con bacino di infiltrazione previsto nella parte meridionale dell'area.

La soluzione progettuale adottata in sede di PAC prevede la realizzazione di un sistema articolato di pozzi perdenti e bacino di infiltrazione, che integrano quello esistente, che assicurano l'infiltrazione totale senza ricorrere allo scarico in corpi recettori esterni all'area PAC.

La soluzione progettuale prevede la realizzazione di pozzi perdenti e di una vasca di filtrazione in area depressa con fondo permeabile e sponde in terra, opportunamente sagomate.

L'utilizzo di detti dispositivi idraulici ai fini dell'invarianza idraulica è possibile in quanto sono contemporaneamente verificate le seguenti condizioni:

- la soggiacenza minima della falda acquifera rispetto al piano campagna e la distanza della stessa dal fondo dell'opera disperdente è maggiore di 2,0 m;
- non sussistono pericoli di instabilità dei suoli e sottosuoli ovvero deve essere preservato il grado di sicurezza di eventuali opere di fondazione presenti (vanno, ad esempio, posizionati ad opportuna distanza e/o profondità);
- le dispersioni nel terreno delle acque meteoriche superficiali non devono causare inquinamenti delle falde acquifere presenti;
- i terreni devono possedere un adeguato grado di permeabilità idraulica ovvero $K \geq 10^{-5}$ m/s.

I pozzi perdenti saranno distribuiti in diversi punti, mentre la vasca di filtrazione sarà posizionata sul lato sud e avrà una forma-irregolare con una superficie di circa 120 m^2, con una profondità di circa 50 cm in maniera tale da creare un invaso, comprensivo dei pozzi perdenti, non minore di 50 m^3.
In sede esecutiva può comunque essere realizzata un'opera diversa ma di egual efficacia.

Nel calcolo seguenti, a favore di sicurezza, si considererà esclusivamente la superficie del fondo trascurando la superficie laterale dei pozzi.

Considerando il tipo di terreno prevalentemente ghiaioso, in via cautelativa, possiamo conferire un valore di Permeabilità idraulica pari a $k=10^{-4}$

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	$10^{-12} \div 10^{-10}$

Pertanto

$$k = 10^{-4} \text{ m/s} = 0{,}0001 \text{ m/s} = 0{,}006 \text{ m/min}$$

$$Q = A \times k/2 = 120 \times 0{,}006 / 2 = 0{,}36 \text{ m/min} = 6 \text{ l/s}$$

Infine, considerando la permeabilità pari a 6 l/s e un volume massimo dell'invaso di 50 m^3 (pari a 50.000 l), il tempo necessario allo svuotamento dell'invaso è:

$$t = \frac{W_1}{Q_{u,max}} = \quad 8.333 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad t \approx 2{,}3\text{h} \leq 48 \text{ ore}$$

5.2 Indicazione ulteriori interventi compensativi

Ulteriori interventi ricadono nell'adozione delle buone pratiche costruttive, come previsto anche al paragrafo 14 dell'Allegato 1 al D.P.Reg. 27/03/2018 n. 083/Pres, in particolare possiamo citare i seguenti punti:

- **cunette filtranti (vegetate) e fasce di infiltrazione**: sono strisce di terra generalmente vegetate e lievemente inclinate che gestiscono i volumi idrici in eccesso provenienti dalle vicine aree impermeabilizzate;

- **pozzetti di infiltrazione**: sono costituiti da un blocco sotterraneo di materiale filtrante (generalmente ghiaia grossolana) nel quale viene convogliata direttamente l'acqua da smaltire (ad es. proveniente dalle caditoie dei tetti). Spesso l'ingresso al pozzetto è costituito da un tubo perforato comunicante con lo strato filtrante.

- **pavimentazioni porose:** si realizzano usando elementi prefabbricati che permettono l'immediata infiltrazione di acqua di pioggia nella struttura sottostante la superficie. I materiali generalmente utilizzati sono l'asfalto poroso e il calcestruzzo poroso ma possono essere utilizzati anche altri materiali dalle caratteristiche equivalenti;

- **pavimentazioni permeabili**: sono costituite da materiali che non sono porosi ma che creano un ingresso sulla superficie attraverso il quale l'acqua piovana penetra nella struttura sottostante. Si citano a titolo di esempio i blocchi di calcestruzzo ed erba che formano una griglia di vuoti circondati da calcestruzzo compresso;

altri interventi possono essere: cisterne domestiche, cisterne di raccolta, tetti e pareti verdi.

5.3 Stima dei costi delle misure compensative ai fini dell'invarianza idraulica

L'intervento progettato ai fini dell'invarianza idraulica prevede l'esecuzione di scavi con sistemazione del terreno di risulta in loco. Il costo dell'intervento è stimato in circa 3.500,00 €.

5.4 Piano di manutenzione

Al fine di mantenere nel tempo l'efficacia del sistema e salvo quanto diversamente disposto dagli Enti competenti a tutela degli aspetti di sicurezza ed igienico-sanitari, è necessario svolgere le seguenti operazioni di manutenzione:

- sfalcio dell'erba, ove presente, almeno 4 volte l'anno;

- verifica periodica, almeno 2 volte l'anno e comunque dopo eventi che hanno provocato l'invaso dei sistemi di raccolta, del funzionamento dei sistemi prima dello scarico nel corpo recettore;

- pulizia semestrale di eventuali canali di scolo e pozzetti di filtrazione;

6. CONCLUSIONI DELLO STUDIO E TABELLA RIASSUNTIVA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Tabella riassuntiva di compatibilità idraulica	
Descrizione della trasformazione oggetto dello studio di compatibilità idraulica	
Nome della trasformazione e sua descrizione	Piano di iniziativa privata denominato ZONA E6.2 PIANO ATTUATIVO COMUNALE AZIENDA AGRICOLA RIGO.
Località, Comune, Provincia	Località Selvis / Comune di Remanzacco / Provincia di Udine
Tipologia della trasformazione	Trasformazione urbanistico-territoriale - Piano regolatore particolareggiato comunale (Piano attuativo comunale)
Presenza di altri pareri precedenti relativamente all'invarianza idraulica sulla proposta trasformazione	NO
Descrizione delle caratteristiche dei luoghi	
Bacino idrografico di riferimento	Bacino Isonzo
Presenza di eventuali vincoli PAI che interessano la superficie di trasformazione S	
Sistema di drenaggio esistente	Infiltrazione naturale e rete di raccolta interna recapitante in dispositivi di infiltrazione (pozzi)
Sistema di drenaggio di valle	area depressa oltre la strada regionale che riceve le acque in eccesso e qui si infiltrano
Ente gestore	Regione
Valutazione delle caratteristiche dei luoghi ai fini della determinazione delle misure compensative	
Coordinate geografiche del baricentro della superficie di trasformazione S per la quale viene fatta l'analisi pluviometrica	GB EST: 2391268 E GB OVEST: 5103207 N
Coefficienti della curva di possibilità pluviometrica (Tr = 200 anni, da applicativo RainMap FVG)	a = 92,1 mm/ora^n n = 0,31 n' = 0,41 (scrosci)
Estensione della superficie di riferimento S	S = 0,8805 ha
Quota altimetrica media della superficie S	100 m s.l.m.m.
Valori coefficiente di afflusso Ψ_{medio} ANTE OPERAM	31,3 %
Valori coefficiente di afflusso Ψ_{medio} POST OPERAM	34,6 %
Livello di significatività della trasformazione	MEDIO
Portata unitaria massima ammessa allo scarico e portata totale massima ammessa allo scarico dal sistema di drenaggio ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica	Vincolo allo scarico calcolato ante operam u_{max} = 98,8 $ls^{-1}ha^{-1}$ Q_{max} = 0,087 m^3/s
Descrizione delle misure compensative proposte	
Metodo idrologico-idraulico utilizzato per il calcolo dei volumi compensativi	Metodo della corrivazione o cinematico
Volume di invaso ottenuto con il metodo idrologico-idraulico utilizzato	Volume invaso: V_1 = 37 m^3
Volume di invaso di progetto ovvero volume che si intende adottare per la progettazione	V_1 = 37 m^3 $V_{prog,1} = V_1$ x 1,2 = 44 m^3
Dispositivi di compensazione	Bacino di filtrazione con volume utile di 50 m^3
Dispositivi idraulici	NO
Portata massima di scarico di progetto del sistema ed indicazione della tipologia del manufatto di scarico	Bacino di filtrazione: $Q_{PROG\ MAX}$ = 5 l/s
Buone pratiche costruttive / buone pratiche agricole	Non previste data la tipologia e la destinazione d'uso delle opere
Descrizione complessiva dell'intervento di mitigazione	Realizzazione di un dispositivo idraulico costituiti da una vasca di filtrazione con fondo permeabile ricavata da una depressione sul terreno.
NOTE	NO