



# COMUNE DI PORDENONE

Regione Friuli Venezia Giulia



## PAC n.57 via Udine

VARIANTE URBANISTICA AL PAC N.57 APPROVATO IL 24/05/2013

### PROGETTISTA

Ing. Otello Bergamo Ph.D.  
via Silvio Trentin, 81 - Int.1  
30016 Jesolo Lido (VE)

### COMMITTENTE

CO.SP.EDIL Srl  
legale rappresentante Claudio Lorenzon  
via G. Pascoli, 58/b  
33080 Fiume Veneto (PN)  
C.F. e P.IVA 00557940939

Spesa Intelligente SpA  
Via Campalto 3D  
33170 PORDENONE  
C.F. e P.IVA 02416840235

## RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA - VARIANTE

06

NOVEMBRE 2023

prot. int. : 000287

**1 INDICE**

1	INDICE .....	1
2	PREMESSA .....	2
3	NORMATIVA.....	2
4	DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE OGGETTO DELLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA E DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI.....	3
4.1	Descrizione della tipologia di trasformazione e descrizione dell'uso del suolo ante operam e post operam .....	5
4.1.1	Descrizione dell'uso del suolo ante operam .....	5
4.1.2	Descrizione dell'uso del suolo post operam .....	5
4.2	Indicazione della presenza di eventuali pareri pregressi relativamente all'invarianza idraulica acquisiti nelle precedenti fasi di pianificazione o progettazione.....	6
4.3	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....	6
5	SUPERFICIE DI RIFERIMENTO E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO .....	9
6	SIGNIFICATIVITÀ DELLE VARIAZIONI .....	10
7	IDROLOGIA.....	12
8	METODI DI CALCOLO .....	13
8.1	METODO DEL SERBATOIO LINEARE (Paoletti e Rege Gianas, 1979).....	14
8.2	METODO DELLE SOLE PIOGGE.....	14
8.3	METODO DELLA CORRIVAZIONE O CINEMATICO (Alfonsi e Orsi, 1967) .....	15
9	ANALISI DELLE TRASFORMAZIONI .....	15
9.1	Tempo di corrivazione e portata massima ANTE-OPERAM.....	16
9.2	Tempo di corrivazione POST-OPERAM.....	16
9.3	Portata uscente ante operam e Coefficiente udometrico massimo ammissibile $U_{max}$ .....	17
9.4	Volumi d'invaso .....	17
9.5	Impianto di smaltimento delle acque meteoriche .....	18
10	ALLEGATI.....	20

## 2 PREMESSA

L'ambito d'intervento è posto lungo via Udine e confina a Sud con la linea ferroviaria Venezia-Udine.

Si tratta di un'area sottoposta a Piano Attutivo Comunale (P.A.C.) di iniziativa privata che interessa la totalità dell'area H2-PAC 57.

I terreni ricadenti nell'ambito soggetto al P.A.C. di progetto sono di un'unica proprietà. Parte dell'area risulta già edificata, in particolare con l'approvazione del piano nel 2013 sono già stati realizzate il supermercato ricadente nel Lotto Edificio A e le opere di urbanizzazione in cessione quali la rotatoria, i parcheggi pubblici e l'area verde e di laminazione delle acque meteoriche.

Il presente studio di compatibilità idraulica viene redatto al fine di garantire il rispetto del "Principio dell'invarianza idraulica", come disciplinato dal "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)".

L'intervento, cui la relazione farà riferimento, non prevede la modifica della destinazione d'uso del terreno già indicato dal PRGC di Pordenone come area per attività commerciali e direzionali. Lo studio di compatibilità idraulica è effettuato considerando per le condizioni post operam le previsioni della variante relative all'edificio B del P.A.C. 57 già parzialmente realizzato (edificio A e aree di pertinenza).

## 3 NORMATIVA

- **D.Lgs. 03/04/2006 n. 152** - Norme in materia ambientale.
- **L.R. 29/04/2015 n. 11** - Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque.
- **D.P.Reg. 20/03/2018 n. 074/Pres.** - Approvazione del Piano regionale di tutela delle acque.
- **Piano Regionale di Tutela delle acque. Marzo 2018**
- **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).
- **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni 2021-2027** - Direttiva 2007/60/CE - D.Lgs. 23/02/2010 n. 49
- **Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino idrografico del fiume Livenza** - Approvato con D.P.C.M. del 22/07/2011, prima variante novembre 2015.
- **Delibera C.C. 07/10/2013 n. 147** - Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Livenza (P.A.I.L.). Indirizzi applicativi.
- **Piano Regolatore Generale Comunale - Variante n. 18** – App. con D.C.C. n. 3165 del 10 /10/2021.
- **Regolamento edilizio comunale** - Approvato con D.C.C. n. 2 del 10 febbraio 2020.

•

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

L'ambito d'intervento è posto lungo via Udine e confina a Sud con la linea ferroviaria Venezia-Udine.

Si tratta di un'area sottoposta a Piano Attutivo Comunale (P.A.C.) di iniziativa privata che interessa la totalità dell'area H2-PAC 57.

I terreni ricadenti nell'ambito soggetto al P.A.C. di progetto sono di un'unica proprietà. Parte dell'area risulta già edificata, in particolare con l'approvazione del piano nel 2013 sono già stati realizzate il supermercato ricadente nel Lotto Edificio A e le opere di urbanizzazione in cessione quali la rotatoria, i parcheggi pubblici e l'area verde e di laminazione delle acque meteoriche.

Nel 2013 la superficie di proprietà rilevata è di mq 16.227. All'interno di quest'ultima viene stralciata la sup. di m<sup>2</sup> 321 coincidente con la viabilità esistente sul lato est di proprietà. Pertanto, la sup. rilevata territoriale di proprietà in zona commerciale H2 è di m<sup>2</sup> 15.906 Per il calcolo dei parametri si assume quest'ultima superficie. Ad est è presente una stradina in sassi a servizio di un paio di abitazioni e che proseguiva oltre la ferrovia. L'attraversamento ferroviario è stato eliminato da qualche anno

L'area attualmente è censita al catasto di Pordenone:

- fg 34 mp. 952, 953, 955 (parcheggio pubblico - già realizzato)
- fg 34 mp. 954, 961 (parte di rotatoria e viabilità ingresso - già realizzato)
- fg 34 mp. 958 (lotto Edificio A – supermercato - già realizzato)
- fg 34 mp. 965, 969, 970, 971, 972, 973 (area verde e di invaso - già realizzato)
- **fg 34 mp. 951, 956, 957, 963, 964, 967 (lotto Edificio B – oggetto di intervento)**



Figura 1 - Estratto catasto ForMaps 2022

L'area è classificata dal PRGC vigente come "P.A.C. 57 – PIANI ATTUATIVI CONVEZIONATI PREVALENTEMENTE A DESTINAZIONE COMMERCIALEI".

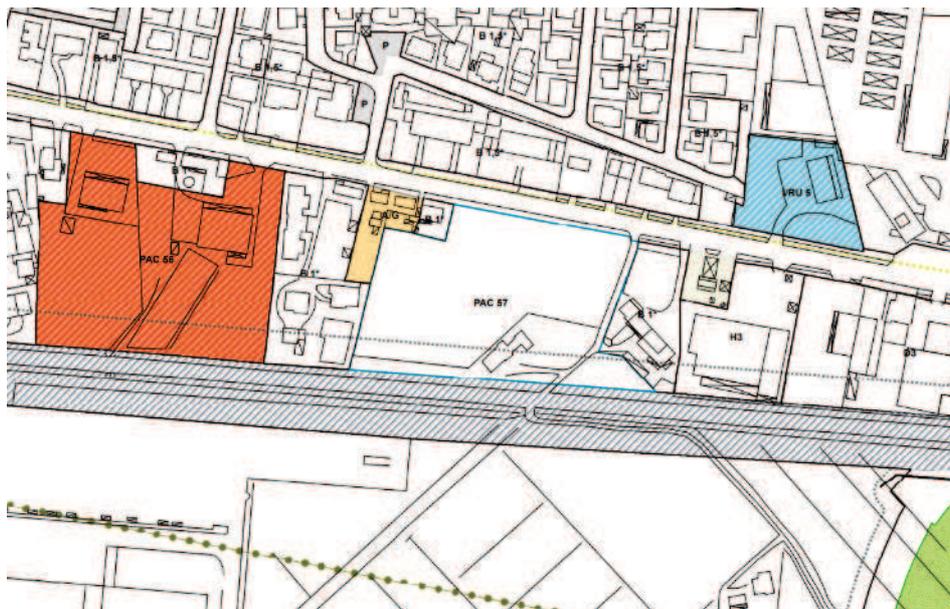


Figura 2 - Estratto Tav. CO\_1\_11 del PRGC 2021 di Pordenone

La ditta CO.SP.EDIL S.r.l. con sede a Fiume Veneto (PN), in via G. Pascoli, n. 58/b CF 00557940939, ha presentato, con nota prot. 0050204 del 16/07/2012, la richiesta di approvazione del Piano Attuativo Comunale (P.A.C.) relativo all'ambito in zona commerciale H2 denominato P.A.C. 57 e sito in Via Udine

L'attuazione del P.A.C. è avvenuta in conformità al progetto redatto dall'arch. Lanfranco Lincetto, iscritto all'Ordine degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori della Provincia di Pordenone al n. 2013/N. 105 Pag n.3 263, esercitante la professione in Cordenons, Via Risorgimento 2/a nonché alle norme della convenzione urbanistica allegata alla presente deliberazione.

Gli elaborati contenenti la stesura definitiva del progetto del P.A.C. sono stati consegnati al termine dell'iter istruttorio con lettera protocollata al n. 0032258 del 09/05/2013.

Il comune di Pordenone, ha approvato il P.A.C. 57 con D.G.C. n° 105 del 24.05.2013 e lo stesso è entrato in vigore B.U.R. n° 23 del 05.06.2013.

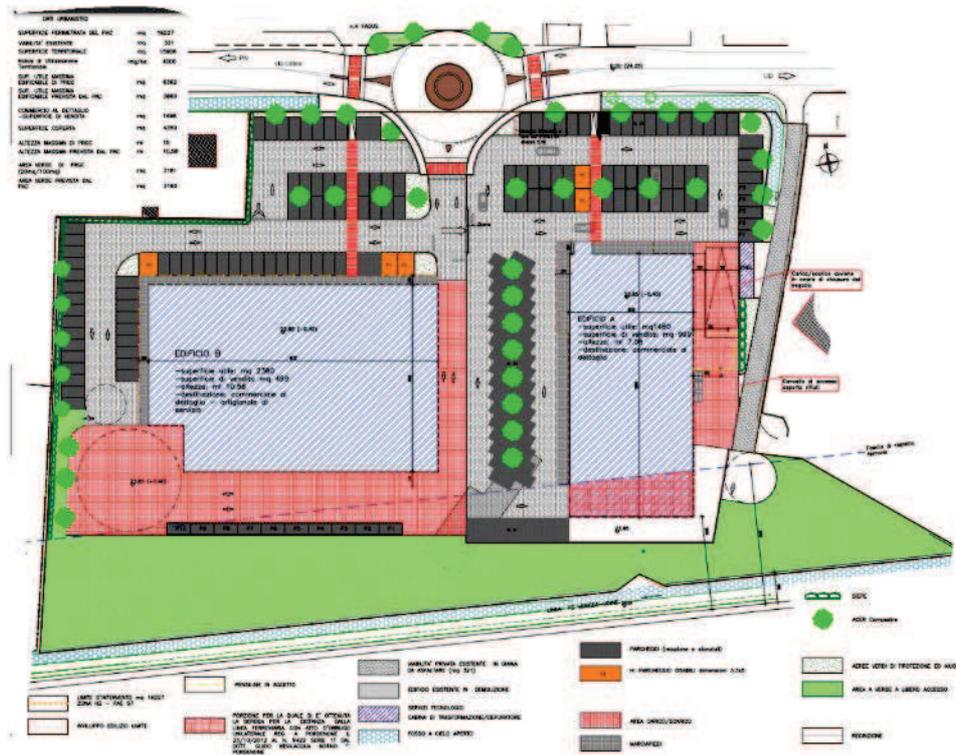


Figura 3 - Estratto Tav. P1 del PAC57 approvato 2013

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

##### 4.1.1 Descrizione dell'uso del suolo ante operam

L'uso del suolo è definito dalle norme tecniche di attuazione del vigente P.R.G.C. (variante n. 18) ed è area per attività commerciali e direzionali, come già descritto nel paragrafo precedente

##### 4.1.2 Descrizione dell'uso del suolo post operam

L'intervento prevede il completamento delle opere relative al Piano Attutivato Comunale (P.A.C.) di iniziativa privata H2-PAC 57 di via Udine. In particolare, la realizzazione di un immobile con destinazione commerciale e direzionale al piano terra e direzionale al piano primo, in cui sarà collocato un centro di medicina.

**La variante al PAC 57 non prevede una variazione che resta area per attività commerciali e direzionali.**

L'intera area, di superficie complessiva di 16.270 m<sup>2</sup>, viene suddivisa in tre distinti bacini:

- Bacino A di superficie 5.940 m<sup>2</sup>: riferito all'edificio A e alle aree di pertinenza dello stesso (già realizzati).
- Bacino B di superficie 7.140 m<sup>2</sup>: riferito all'edificio A e alle aree di pertinenza dello stesso (da realizzare).
- Bacino C, di superficie di 3190 m<sup>2</sup>, parallelo e adiacente alla ferrovia, mantiene il suo carattere permeabile; al suo interno viene ricavato la vasca di laminazione per l'invarianza idraulica (già realizzati).

La vasca di laminazione resta definita dal piazzale, da muro in c.a. lungo la ferrovia e da argini lungo i lati minori di direzione sud-nord; il fondo viene riprofilato al fine di ottimizzare la capacità di invaso e la modalità di

riempimento; al suo interno viene ricavato un canale di scolo in modo da convogliare le acque in un unico punto corrispondente all'impianto di svuotamento della vasca stessa.

La superficie della vasca di laminazione presenta una superficie di 2100 m<sup>2</sup> ed una capacità d'invaso massima di 1021 m<sup>3</sup> relativamente al raggiungimento da parte del pelo libero della quota di 23.60 m. pari alla quota dell'argine.

Le acque meteoriche accumulate nella vasca vengono fatte defluire alla fognatura esistente che corre lungo Via Udine per mezzo di una tubazione di fondo di diametro pari a 125 mm. e posta a quota 22.40, e per mezzo di un sifone di diametro pari a 200 mm, posto a quota 23.30 e con quota di innesco pari a 23.50.

La portata massima in uscita della tubazione di fondo è pari a 0.031 m<sup>3</sup>/s; essa rappresenta la portata massima che va a gravare sulla fognatura comunale.

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

Tra la documentazione del P.A.C. 57 approvato con D.G.C. n° 105 del 24.05.2013, è stata redatto la relazione di compatibilità idraulica, nella quale sono già stati individuate le opere necessarie ai fini dell'invarianza.

La presente relazione vuole essere un aggiornamento della precedente alla luce dell'aggiornamento normativo.

#### 4.3 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

Relativamente alle opere realizzate con riferimento al **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni - Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni**, l'area di intervento ricade in area:

**P1 - Pericolosità idraulica moderata**      *Carta della pericolosità idraulica*



Classi di pericolosità idraulica

-  F - Area Fluviale
-  P1 - Pericolosità idraulica moderata
-  P2 - Pericolosità idraulica media
-  P3a - Pericolosità idraulica elevata
-  P3b - Pericolosità idraulica elevata
-  Zone di Attenzione

**Rischio medio (R2)**

Carta del rischio idraulico



**Classi tiranti: non classificabile** Carta delle altezze idriche scenario di alta probabilità - TR 30 anni



**Classi tiranti: 50 - 100 cm**

Carta delle altezze idriche scenario di media probabilità - TR 100 anni



**Classi tiranti: 50 – 100 cm**

Carta delle altezze idriche scenario di bassa probabilità - TR 300 anni



L'intervento in oggetto è compatibile con quanto previsto dal PGRA 2021- 2027 e non comporta una modifica del rischio idraulico dell'area che rimane in classe R2 a come asseverato all'Attestato di rischio idraulico allegato alla presente relazione.

## 5 SUPERFICIE DI RIFERIMENTO E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

All'art. 3 del Regolamento, comma 1, lettera s), la **superficie di riferimento S** viene definita come "superficie complessiva (ad es. un lotto) sulla quale, a seguito di una trasformazione che interessa anche solo una parte di essa, è possibile si produca un'alterazione del valore del coefficiente di afflusso medio ponderale sull'intera superficie. **S** è uno dei parametri di riferimento per la determinazione del livello di significatività della trasformazione". Nel caso specifico, verrà considerata come superficie di riferimento l'area d'intervento

Alla superficie di riferimento viene associato un coefficiente di afflusso per la fase ante-operam ed uno per la fase post-operam. I valori adottati sono tratti dalla tabella di cui al punto 9 dell'Allegato 1 al Regolamento, sulla base delle condizioni potenziali relative alla specifica destinazione d'uso consentita dallo strumento urbanistico per ciascuna area di variante.

TABELLA DEI VALORI DI RIFERIMENTO DEI COEFFICIENTI DI AFLUSSO  $\psi$   
DA UTILIZZARE NEI METODI DI CALCOLO

Uso del suolo	$\psi$
Tetti a falde	0.90-1.00
Tetti metallici	0.90-1.00
Tetti a tegole	0.80-0.90
Tetti piani con rivestimento in cls	0.70-0.80
Tetti piani ricoperti di terra	0.30-0.40
Coperture piane con ghiaietto	0.80-0.90
Coperture piane seminate ad erba	0.20-0.30
Rivestimenti bituminosi	0.90-1.00
Pavimentazioni asfaltate	0.80-0.90
Pavimentazioni con asfalto poroso	0.40-0.50
Massicciata in strade ordinarie	0.40-0.80
Pavimentazioni di pietra o mattonelle	0.80-0.90
Lastricature miste, clinker, piastrelle	0.70-0.80
Lastricature medio-grandi con fughe aperte	0.60-0.70
Strade e marciapiedi	0.80-0.90
Superfici semi-permeabili (es. parcheggi grigliati drenanti)	0.60-0.70
Strade in terra	0.40-0.60
Rivestimenti drenanti, superfici a ghiaietto	0.40-0.50
Viali e superfici inghiaiate	0.20-0.60
Zone con ghiaia non compressa	0.10-0.30
Superfici boscate	0.10-0.30
Superfici di giardini e cimiteri	0.10-0.30
Prati di campi sportivi	0.10-0.20
Terreni coltivati	0.20-0.60
Terreni incolti, sterrati non compatti	0.20-0.30
Prati, pascoli	0.10-0.50

## 6 SIGNIFICATIVITÀ DELLE VARIAZIONI

Per l'area in oggetto, sono state esaminate le condizioni ante-operam e post-operam e l'estensione della superficie, così da determinarne il livello di significatività di cui all'art. 5 del Regolamento, come specificato da tabella di cui al punto 4 dell'Allegato 1.

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)	
<b>NON SIGNIFICATIVO</b> oppure <b>TRASCURABILE</b> art. 5, c. 3	$S \leq 500 \text{ mq}$ oppure $S > 500 \text{ mq}$ e $\Psi_{\text{medio}}$ rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	$S \leq 500 \text{ mq}$ oppure $S > 500 \text{ mq}$ e $\Psi_{\text{medio}}$ rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	$S \leq 500 \text{ mq}$ oppure $S > 500 \text{ mq}$ e $\Psi_{\text{medio}}$ rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...	$S \leq 1.0 \text{ ha}$ oppure $S > 1.0 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}}$ rimane costante o diminuisce oppure scarico diretto a mare, laguna, ...
<b>CONTENUTO</b>	$500 \text{ mq} < S \leq 1000 \text{ mq}$	$500 \text{ mq} < S \leq 1000 \text{ mq}$	$500 \text{ mq} < S \leq 1000 \text{ mq}$	
<b>MODERATO</b>	$1000 \text{ mq} < S \leq 5000 \text{ mq}$	$1000 \text{ mq} < S \leq 5000 \text{ mq}$	$1000 \text{ mq} < S \leq 5000 \text{ mq}$	$1.0 \text{ ha} < S \leq 10 \text{ ha}$
<b>MEDIO</b>	$0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$	$0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$	$0.5 \text{ ha} < S \leq 1 \text{ ha}$	$10 \text{ ha} < S \leq 50 \text{ ha}$
<b>ELEVATO</b>	$1 \text{ ha} < S \leq 5 \text{ ha}$ 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 $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$	$S > 50 \text{ ha}$
<b>MOLTO ELEVATO</b>	$S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$	$S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$	$S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} \geq 0.4$	

### Coefficiente di deflusso $\psi_{AO}$ ante-operam

L'area d'intervento allo stato originario risultava essere a prato / terreno incolto, con un coefficiente di deflusso

$$\psi_{AO} = 0.22$$

Coefficiente di deflusso  $\psi_{PO}$ , post-operam

Il progetto prevede di n. 2 edifici con relative aree esterne di pertinenza di pertinenza. La viabilità è realizzata in conglomerato bituminoso, mentre i parcheggi saranno realizzati con betonelle drenanti.

Nella seguente tabelle si riporta il calcolo del coefficiente di deflusso post-operam per i bacini A, B, C e quello globale:

<b>BACINO A (già realizzato)</b>			
<b>Uso del suolo</b>	<b>Superficie S [mq]</b>	<b><math>\psi</math></b>	<b>S x <math>\psi</math></b>
Superfici impermeabili (coperture, pav asfaltate e in pietra o cls)	4020,0	0,9	3618,0
Superfici permeabili (parcheggi)	1166,0	0,25	291,5
Verde, prato, giardino	754,0	0,2	150,8
	5940,0	<b>0,67</b>	4060,3

<b>BACINO B (da realizzare)</b>			
<b>Uso del suolo</b>	<b>Superficie S [mq]</b>	<b><math>\psi</math></b>	<b>S x <math>\psi</math></b>
Coperture piane con ghiaietto	4730,0	0,9	4257,0
Superfici permeabili (parcheggi)	2080,0	0,25	520,0
Prato, giardino	330,0	0,2	66,0
	7140,0	<b>0,68</b>	4843,0

<b>BACINO C (già realizzato – vasca di laminazione)</b>			
<b>Uso del suolo</b>	<b>Superficie S [mq]</b>	<b><math>\psi</math></b>	<b>S x <math>\psi</math></b>
Coperture piane con ghiaietto	0,0	0,9	0,0
Superfici permeabili (parcheggi)	0,0	0,25	0,0
Prato, giardino	3190,0	0,2	638,0
	3190,0	<b>0,20</b>	638,0

<b>AREA PAC 57</b>			
<b>Uso del suolo</b>	<b>Superficie S [mq]</b>	<b><math>\psi</math></b>	<b>S x <math>\psi</math></b>
Superfici impermeabili (coperture, pav asfaltate e in pietra o cls)	8750,0	0,9	7875,0
Superfici permeabili (parcheggi)	3246,0	0,25	811,5
Verde, prato, giardino	4274,0	0,2	854,8
	16270,0	<b>0,59</b>	9541,3

La superficie di riferimento è pari a **S = 16.270 mq** per il bacino A, con un coefficiente di deflusso post-operam pari  **$\psi_{PO} = 0,59$**  per entrambe le aree, pertanto, il livello di significatività della presente variazione è **elevato**.

<b>ELEVATO</b>	$1 \text{ ha} < S \leq 5 \text{ ha}$  oppure  $S > 5 \text{ ha}$ e $\Psi_{\text{medio}} < 0.4$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E' obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive</li> <li>• 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"> <li>○ Metodo del serbatoio lineare (Paoletti-Rege Gianas, 1979)</li> <li>○ Metodo cinematico o della corrivazione (Alfonsi-Orsi, 1967)</li> <li>○ Modellistica idrologico-idraulica</li> </ul> </li> </ul>
----------------	---	---

## 7 IDROLOGIA

Al fine di valutare la quantità di pioggia che può cadere durante un evento estremo di durata specifica e per un previsto tempo di ritorno TR, si utilizza la curva di possibilità pluviometrica, avente la forma:

$$h = a \cdot t^n$$

nella quale  $h$  = altezza di pioggia [mm]

$t$  = durata dell'evento [ore]

TR = tempo di ritorno [anni]

I parametri  $a$  [mm/ora] ed  $n$  [adimensionale], vengono ricavati, come previsto dal Regolamento, in funzione delle coordinate baricentriche della superficie di riferimento attraverso il software RainMap FVG 2.0.

In considerazione della distribuzione spaziale delle aree di variante sull'intero territorio comunale, si assumeranno come coordinate baricentriche le coordinate dell'area  $E = 2342668 \text{ m}$  e  $Y = 5083786 \text{ m}$ .

Nell'Allegato 1 al Regolamento (punto 2.2) si precisa che il tempo di ritorno a cui fare riferimento per gli studi idraulici è fissato in 50 anni, inoltre al medesimo punto è specificato che, per le piogge di durata inferiore all'ora il parametro  $n$  vada corretto moltiplicandolo per il valore di 4/3:

$$n' = 4/3 \cdot n$$

Sulla scorta dei risultati forniti da RainMap FVG 2.0 e sulla base delle considerazioni fatte circa il coefficiente  $n$  ed il tempo di ritorno, la curva di possibilità pluviometrica assumerà le forme indicate di seguito, rispettivamente per le piogge di durata superiore ed inferiore all'ora.

$$h = 70,60 \cdot t^{0,28} \quad \text{durata superiore all'ora}$$

e

$$h = 70,60 \cdot t^{0,37} \quad \text{durata inferiore all'ora}$$

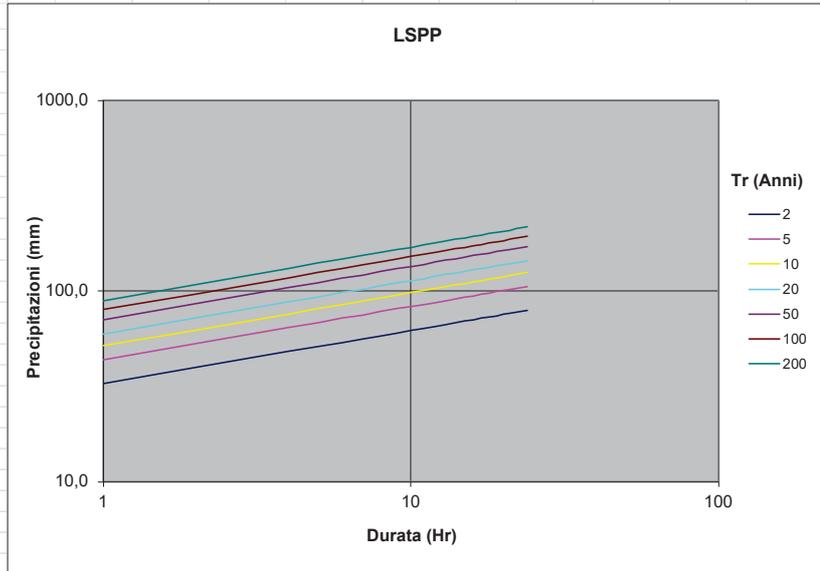
Qui di seguito è riportato l'output fornito dal software.

## LSPP Friuli Venezia Giulia

Coordinate Gauss-Boaga Fuso Est		
	E	N
Input	2340320	5090835
Baricentro cella	2340250	5090750

Parametri LSPP							
n	0,28						
	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
a	32,6	43,6	51,4	59,5	70,6	79,6	89,2

Precipitazioni (mm)							
Durata (Hr)	Tempo di ritorno (Anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
1	32,6	43,6	51,4	59,5	70,6	79,6	89,2
2	39,6	52,9	62,4	72,1	85,7	96,6	108,2
3	44,3	59,2	69,9	80,8	96,0	108,2	121,1
4	48,0	64,1	75,7	87,5	104,0	117,2	131,3
5	51,1	68,2	80,6	93,2	110,7	124,8	139,7
6	53,8	71,8	84,8	98,0	116,4	131,3	147,0
7	56,1	75,0	88,5	102,3	121,6	137,0	153,4
8	58,3	77,8	91,8	106,2	126,2	142,2	159,2
9	60,2	80,4	94,9	109,8	130,4	147,0	164,6
10	62,0	82,8	97,7	113,0	134,3	151,4	169,5
11	63,7	85,0	100,4	116,1	137,9	155,5	174,0
12	65,2	87,1	102,8	118,9	141,3	159,3	178,3
13	66,7	89,1	105,2	121,6	144,5	162,9	182,3
14	68,1	91,0	107,4	124,1	147,5	166,3	186,2
15	69,4	92,7	109,5	126,6	150,4	169,5	189,8
16	70,7	94,4	111,4	128,9	153,1	172,6	193,2
17	71,9	96,0	113,3	131,1	155,7	175,5	196,5
18	73,1	97,6	115,2	133,2	158,2	178,3	199,7
19	74,2	99,0	116,9	135,2	160,6	181,1	202,7
20	75,2	100,5	118,6	137,1	162,9	183,7	205,6
21	76,3	101,8	120,2	139,0	165,2	186,2	208,4
22	77,3	103,2	121,8	140,8	167,3	188,6	211,2
23	78,2	104,5	123,3	142,6	169,4	191,0	213,8
24	79,2	105,7	124,8	144,3	171,4	193,2	216,4



## 8 METODI DI CALCOLO

Lo scopo dei calcoli idrologici e idraulici è quello di determinare il volume dell'invaso di laminazione 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 Ganas, 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.

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

La descrizione di questo metodo è riportata nel paragrafo 3.3 dell'Allegato 1 al Regolamento. Se ne riportano di seguito i passaggi principali. Il metodo prevede di calcolare la portata massima  $Q_{c,PO}$  che può generarsi dalla superficie di riferimento nella condizione post-operam, utilizzando il metodo del serbatoio lineare, mediante la relazione:

$$Q_{c,PO} = 0,65 \cdot 2,78 \cdot \Psi_{PO} \cdot S \cdot a \cdot k_{PO}^{n-1}$$

in cui

- $Q_{c,PO}$  = portata massima post-operam [l/sec]
- $k_{PO}$  = costante d'invaso del bacino [ore]
- $S$  = superficie [ha]
- $a$  = parametro della curva di possibilità pluviometrica [mm/ora]
- $n$  = parametro della curva di possibilità pluviometrica
- $\Psi_{PO}$  = coefficiente di afflusso post-operam

Come già ricordato il valore di  $n$  viene sostituito da  $n'$  qualora la durata della pioggia sia inferiore all'ora.

Note la portata  $Q_{c,PO}$  e la portata massima tollerata allo scarico  $Q_{u,max}$  [l/sec], si ricava il rapporto seguente:

$$m = Q_{c,PO} / Q_{u,max}$$

con il quale, assieme al valore di  $n$  (oppure  $n'$ ), si entra nell'abaco adimensionale riportato in figura 1 dell'Allegato 1 del Regolamento e si ottengono le grandezze  $F$  e  $G$ . Esse possono anche essere ricavate analiticamente utilizzando le formulazioni indicate nello stesso paragrafo 3.3.

Da questi due parametri si calcolano la durata critica,  $\theta_w$  [ore] ed il volume da invasare,  $W$  [m<sup>3</sup>], grazie alle due relazioni:

$$\theta_w = k_{PO} \cdot F$$

$$W = 3,6 \cdot k_{PO} \cdot G \cdot Q_{c,PO}$$

Come ricordato nel relativo paragrafo dell'Allegato 1 al Regolamento, è fondamentale confrontare le durate di pioggia ottenute con il valore di  $n/n'$  assunto.

Nei casi specifici nei quali si manifestasse un'incongruenza tra l'assunzione fatta per  $n/n'$  sulla base dei tempi di corrivazione e la durata  $\theta_w$  ottenuta, si procederà a ricalcolare  $\theta_w$  e  $W$  nelle diverse condizioni, considerando infine valido il calcolo per il quale risulta il massimo valore di  $W$ .

## 8.2 METODO DELLE SOLE PIOGGE

La descrizione di questo metodo è riportata nel paragrafo 3.4 dell'Allegato 1 al Regolamento. Se ne riportano di seguito i passaggi principali.

Nota la portata massima tollerata allo scarico  $\Psi_{PO}$  [l/sec], si determina innanzitutto la durata critica che massimizza il volume da invasare:

$$\theta_w = \left( \frac{Q_{u,max}}{2,778 \cdot S \cdot \Psi_{PO} \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

dove  $Q_{u,max}$  = portata massima tollerata allo scarico [l/sec]  
 $S$  = superficie [ha]  
 $a$  = parametro della curva di possibilità pluviometrica [mm/ora]  
 $n$  = parametro della curva di possibilità pluviometrica  
 $\Psi_{PO}$  = coefficiente di afflusso post-operam

Si può quindi calcolare il volume da invasare,  $W$  [m<sup>3</sup>], utilizzando la relazione di seguito riportata:

$$W = 10 \cdot S \cdot \Psi_{PO} \cdot a \cdot \theta_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,max} \cdot \theta_w$$

Come già ricordato in precedenza il valore di  $n$  viene sostituito da  $n'$  qualora la durata della pioggia sia inferiore all'ora.

### 8.3 METODO DELLA CORRIVAZIONE O CINEMATICO (Alfonsi e Orsi, 1967)

La descrizione di questo metodo è riportata nel paragrafo 3.5 dell'Allegato 1 al Regolamento. Se ne riportano di seguito i passaggi principali. Si procede per prima cosa a determinare il valore di  $\theta_w$  che massimizza il volume invasato, mediante la relazione:

$$2,78 \cdot n \cdot \Psi_{PO} \cdot S \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + 0,36 \cdot (1 - n) \cdot t_{c,PO} \cdot Q_{u,max}^2 \cdot \theta_w^{-n} / (\Psi_{PO} \cdot S \cdot a) - Q_{u,max} = 0$$

in cui  $Q_{u,max}$  = portata massima tollerata allo scarico [l/sec]  
 $S$  = superficie [ha]  
 $a$  = parametro della curva di possibilità pluviometrica [mm/ora]  
 $n$  = parametro della curva di possibilità pluviometrica  
 $\Psi_{PO}$  = coefficiente di afflusso post-operam

Quindi si può determinare il volume di invaso utilizzando la relazione riportata ed inserendovi il valore di  $\theta_w$  appena calcolato.

$$W = 10 \cdot \Psi_{PO} \cdot S \cdot a \cdot \theta_w^n + 1,295 \cdot t_{c,PO} \cdot Q_{u,max}^2 \cdot \theta_w^{1-n} / (\Psi_{PO} \cdot S \cdot a) - 3,6 \cdot Q_{u,max} \cdot \theta_w - 3,6 \cdot Q_{u,max} \cdot t_{c,PO}$$

Come già ricordato il valore di  $n$  viene sostituito da  $n'$  qualora la durata della pioggia sia inferiore all'ora.

Nel caso di eventuali incongruenze tra l'assunzione fatta per  $n/n'$  sulla base dei tempi di corrivazione e la durata  $\theta_w$  ottenuta, si procederà a ricalcolare  $\theta_w$  e  $W$  nelle diverse condizioni, considerando infine valido il calcolo per il quale risulta il massimo valore di  $W$ .

## 9 ANALISI DELLE TRASFORMAZIONI

Si assumono i seguenti valori per i coefficienti di afflusso:  $\psi_{AO} = 0,2$  e  $\psi_{PO} = 0,57$

L'area in esame non risulta inserita tra quelle soggette a pericolosità idraulica nel "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Livenza – 1a Variante".

Dalla tabella riportata al paragrafo 5 dell'Allegato 1 al Regolamento si desume che i metodi consentiti per questo livello di significatività della trasformazione sono:

- Metodo del serbatoio lineare (Paoletti e Rege Gianas, 1979)
- Metodo delle sole piogge
- Metodo della corrivazione o cinematico (Alfonsi e Orsi, 1967)

Come da indicazioni del Regolamento, per il calcolo dei volumi ci si riferisce ai metodi sopra descritti. Per la presente trasformazione è obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive.

### 9.1 Tempo di corrivazione e portata massima ANTE-OPERAM

Per poter determinare la portata massima scolata dalla superficie di riferimento allo stato attuale è necessario stimare il tempo di corrivazione della stessa nelle suddette condizioni,  $t_{c,AO}$  [ore].

Poiché l'area in oggetto è pianeggiante e sprovvista di una rete di drenaggio, il tempo di corrivazione si determina attraverso le seguenti formule:

$A = 0,01627 \text{ km}^2$  area bacino

$L = 0,2 \text{ km}$  lunghezza complessiva

$H_{max} = 23,75 \text{ m}$  quota massima del bacino

$H_{min} = 22,4 \text{ m}$  quota della sezione di chiusura

$H_{media} = 23,10 \text{ m}$  altezza media del bacino

$j = 0,001$  pendenza media

$V = 0,5 \text{ m/s}$  velocità media di deflusso

- Formula di Pezzoli  $t_c = \frac{0,055L}{\sqrt{j}} = 0,35 \text{ h} = 20,87 \text{ min}$
- Formula di Ventura  $t_c = \frac{0,127\sqrt{A}}{\sqrt{j}} = 0,22\text{h} = 13,31 \text{ min}$
- Formula di Giandotti  $t_c = \frac{4\sqrt{A}+1,5L}{0,8\sqrt{h_{media}-h_{min}}} = 0,97 \text{ h} = 58,10 \text{ min}$
- Formula di Viparelli  $t_c = \frac{L}{V} = 0,4 \text{ h} = 24,00 \text{ min}$
- Formula di Puglisi  $t_c = 6L^{2/3}(h_{max} - h_{min})^{-1/3} = 1,86 \text{ h} = 111,4 \text{ min}$
- Formula di Pasini  $t_c = \frac{0,0045\sqrt{AL}}{\sqrt{j}} = 0,22\text{h} = 13,31 \text{ min}$

Si considera congruo un valore pari al valore medio:  **$t_{c,AO} = 0,66 \text{ ore} = 40 \text{ min}$** .

### 9.2 Tempo di corrivazione POST-OPERAM

Si valuta il tempo necessario all'acqua meteorica per raggiungere il bacino d'invaso, nell'ipotesi che sia collocato all'interno dell'area libera da costruzioni (area di verde mitigativo), dal punto idraulicamente più lontano (distanza massima circa 200 m).

$t_e = 5 \text{ min}$  tempo di entrata nel sistema

$t_r = 30 \text{ min}$  tempo di rete

$t_{c,PO} = t_e + t_r = \mathbf{0,58 \text{ h} = 35 \text{ min.}}$  tempo di corrivazione post operam

### 9.3 Portata uscente ante operam e Coefficiente udometrico massimo ammissibile $u_{max}$

Facendo riferimento al metodo cinematico, calcoliamo la portata ante-operam scolata dalla superficie di riferimento (si utilizza  $n$  perché le piogge che generano le portate maggiori sono di durata maggiore all'ora):

$$Q_{c,AO} = 0,65 \cdot 2,778 \cdot S \cdot a \cdot \Psi_{AO} \cdot t_{c,AO}^{n-1}$$

Sostituendo i valori si ottiene che  $Q_{c,AO} = \mathbf{53,61 \text{ l/sec}}$ , valore che viene assunto come portata massima di svuotamento per il calcolo dei volumi di invaso:  $Q_{u,max} = \mathbf{53,61 \text{ l/sec}}$ .

Dalla portata così determinata è infine possibile ricavare il coefficiente udometrico massimo ammissibile:

$$u_{max} = Q_{u,max} / S = \mathbf{32,95 \text{ l/s ha}}$$

### 9.4 Volumi d'invaso

Applicando i due metodi prescelti come esplicitato nel paragrafo 8 imponendo i valori specifici del caso appena determinati si ottiene:

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

$$k_{PO} = 0,70 \cdot t_{c,PO} = 0,41 \text{ h} = 24,5 \text{ min.}$$

$$Q_{c,PO} = 0,65 \cdot 2,778 \cdot \Psi_{PO} \cdot S \cdot a \cdot k_{PO}^{n-1} = 213,37 \text{ l/s}$$

$$m = Q_{c,PO} / Q_{u,max} = 3,98 \quad \rightarrow \quad F = 4,95 \quad G = 1,165$$

$$\theta_w = k_{PO} \cdot F = 2,02 \text{ ore} = 121,3 \text{ min}$$

$$W = 3,6 \cdot k_{PO} \cdot G \cdot Q_{c,PO} = \mathbf{365,49 \text{ m}^3} \quad \rightarrow \quad w = 224,64 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- Metodo delle sole piogge

$$\theta_w = \left( \frac{Q_{u,max}}{2,778 \cdot S \cdot \Psi_{PO} \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} = 1,53 \text{ ore} = 91,55 \text{ min}$$

$$W = 10 \cdot S \cdot \Psi_{PO} \cdot a \cdot \theta_w^n - 3,6 \cdot Q_{u,max} \cdot \theta_w = \mathbf{494,24 \text{ m}^3} \quad \rightarrow \quad w = 303,77 \text{ m}^3/\text{ha}$$

- Metodo di corrivazione o cinematico (Alfonsi e Orsi, 1967)

$$\theta_w = 1,79 \text{ ore} = 107,40 \text{ min}$$

$$W = 10 \cdot \Psi_{PO} \cdot S \cdot a \cdot \theta_w^n + 1,295 \cdot t_{c,PO} \cdot Q_{u,max}^2 \cdot \theta_w^{1-n} / (\Psi_{PO} \cdot S \cdot a) - 3,6 \cdot Q_{u,max} \cdot \theta_w - 3,6 \cdot Q_{u,max} \cdot t_{c,PO} = \mathbf{793,59 \text{ m}^3} \quad w = 487,762 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Per il volume da invasare si assume il valore più sfavorevole tra i tre calcolati, pertanto **W = 1101,59 m<sup>3</sup>** .

### 9.5 Impianto di smaltimento delle acque meteoriche

L'intervento prevede il completamento delle opere relative al Piano Attutivo Comunale (P.A.C.) di iniziativa privata H2-PAC 57 di via Udine. In particolare, la realizzazione di un immobile con destinazione commerciale e direzionale al piano terra e direzionale al piano primo, in cui sarà collocato un centro di medicina.

L'intera area, di superficie complessiva di 16.270 m<sup>2</sup>, viene suddivisa in tre distinti bacini:

- Bacino A di superficie 5.940 m<sup>2</sup>: riferito all'edificio A e alle aree di pertinenza dello stesso (già realizzati).
- Bacino B di superficie 7.140 m<sup>2</sup>: riferito all'edificio A e alle aree di pertinenza dello stesso (da realizzare).
- Bacino C, di superficie di 3190 m<sup>2</sup>, parallelo e adiacente alla ferrovia, mantiene il suo carattere permeabile; al suo interno viene ricavato la vasca di laminazione per l'invarianza idraulica (già realizzati).

La vasca di laminazione resta definita dal piazzale, da muro in c.a. lungo la ferrovia e da argini lungo i lati minori di direzione sud-nord; il fondo viene riprofilato al fine di ottimizzare la capacità di invaso e la modalità di riempimento; al suo interno viene ricavato una canale di scolo in modo da convogliare le acque in un unico punto corrispondente all'impianto di svuotamento della vasca stessa.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i volumi d'invaso e specifici relativi ai bacini A, B e C:

<b>BACINO A</b>	<b>Sviluppo [m]</b>	<b>Volume [m<sup>3</sup>]</b>
Tubazione Ø 200	100,0	3,1
Tubazione Ø 300	270,0	19,1
Tubazione Ø 400	100,0	12,6
<b>Volume invaso Bacino A</b>		<b>34,8</b>
<b>BACINO B</b>	<b>Sviluppo [m]</b>	<b>Volume [m<sup>3</sup>]</b>
Tubazione Ø 200	30,0	0,9
Tubazione Ø 300	370,0	26,2
Tubazione Ø 400	70,0	8,8
<b>Volume invaso Bacino B</b>		<b>35,9</b>
<b>BACINO C</b>	<b>Sviluppo [m]</b>	<b>Volume [m<sup>3</sup>]</b>
Invaso laminazione		1021,0
<b>Volume invaso Bacino C</b>		<b>1021,0</b>
<b>VOLUME TOTALE PAC57</b>		<b>1091,7</b>

Il volume d'invaso totale di progetto  $V = 1091,7 \text{ mc} > W = 793,59 \text{ m}^3$ .

La superficie della vasca di laminazione presenta una superficie di  $2100 \text{ m}^2$  ed una capacità d'invaso massima di  $1021 \text{ m}^3$  relativamente al raggiungimento da parte del pelo libero della quota di  $23.60 \text{ m}$ , pari alla quota dell'argine.

Capacità invaso bacino di laminazione (quota fondo media 22.55 m.)	
Quota (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
23.20	377
23.40	590
23.50 – innesco sifone	806
23.60 – traccimazione argine	1021

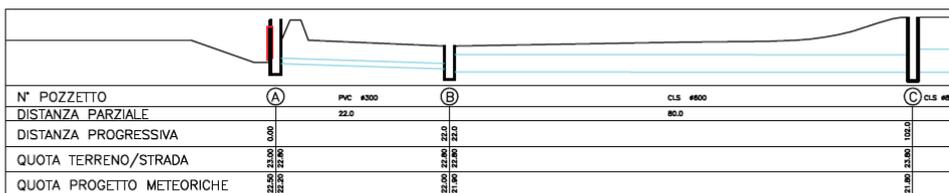
Le acque meteoriche accumulate nella vasca vengono fatte defluire alla fognatura esistente che corre lungo Via Udine per mezzo di una tubazione di fondo di diametro pari a  $125 \text{ mm}$ . e posta a quota  $22,40$ , e per mezzo di un sifone di diametro pari a  $200 \text{ mm}$ ., posto a quota  $23,30$  e con quota di innesco pari a  $23,50$ .

Per piogge non straordinarie e descrivibili per mezzo delle curve di possibilità pluviometrica relativa a Pordenone, e per un tempo di ritorno di  $50$  anni, il sifone mai si innesca; la sola tubazione di fondo assicura che il pelo libero dell'acqua accumulata nel bacino non superi la quota di  $23,50$ .

La portata massima in uscita della tubazione di fondo e pari a  $0.031 \text{ m}^3/\text{s}$ ; essa rappresenta la portata massima che va a gravare sulla fognatura comunale.



SCHEMA 2 - VASCA DI LAMINAZIONE - SCHEMA SVUOTAMENTO



SCHEMA 3 - PROFILO IDRAULICO BACINO LAMINAZIONE/ CONDOTTA IN VIA FRIULI

La variante, come già il precedente piano, prevede l'obbligo di utilizzo di pavimentazione di tipo drenante per la superficie dei parcheggi; tale soluzione, mira a ridurre l'impermeabilizzazione del suolo, agevolando l'infiltrazione delle acque meteoriche superficiali nel sottosuolo, rientra tra le buone pratiche costruttive come previsto anche al paragrafo 14 dell'Allegato 1 al D.P.Reg. 27/03/2018 n. 083/Pres.

## **10 ALLEGATI**

1. Attestato di Rischio idraulico.

Il Progettista

**Ing. Otello Bergamo Ph.D.**



## Attestato di rischio idraulico

Il sottoscritto Ing. Otello Bergamo codice fiscale BRGTLL72R07H823P nella qualità di Progettista del Comune di tramite l'utilizzo del software HEROLite versione 2.0.0.2, sulla base dati contenuti nell'ambiente di elaborazione creato in data 12-04-2022 chiave d2ddea18f00665ce8623e36bd4e3c7c5 ha effettuato l'elaborazione sulla base degli elementi esposti rappresentati nell'allegato grafico e sotto riportati.

Tabella di dettaglio delle varianti

ID Poligono	Area (mq)	Tipologia uso del suolo prevista nel PGRA vigente	Tipologia uso del suolo dichiarata
-------------	-----------	--	------------------------------------

Le elaborazioni effettuate consentono di verificare che gli elementi sopra riportati risultano classificabili in classe di rischio idraulico  $\leq R2$

Il sottoscritto dichiara inoltre di aver utilizzato il software HEROLite versione 2.0.0.2 secondo le condizioni d'uso e di aver correttamente utilizzato le banche dati messe a disposizione da parte dell'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali create in data 12-04-2022 chiave d2ddea18f00665ce8623e36bd4e3c7c5.

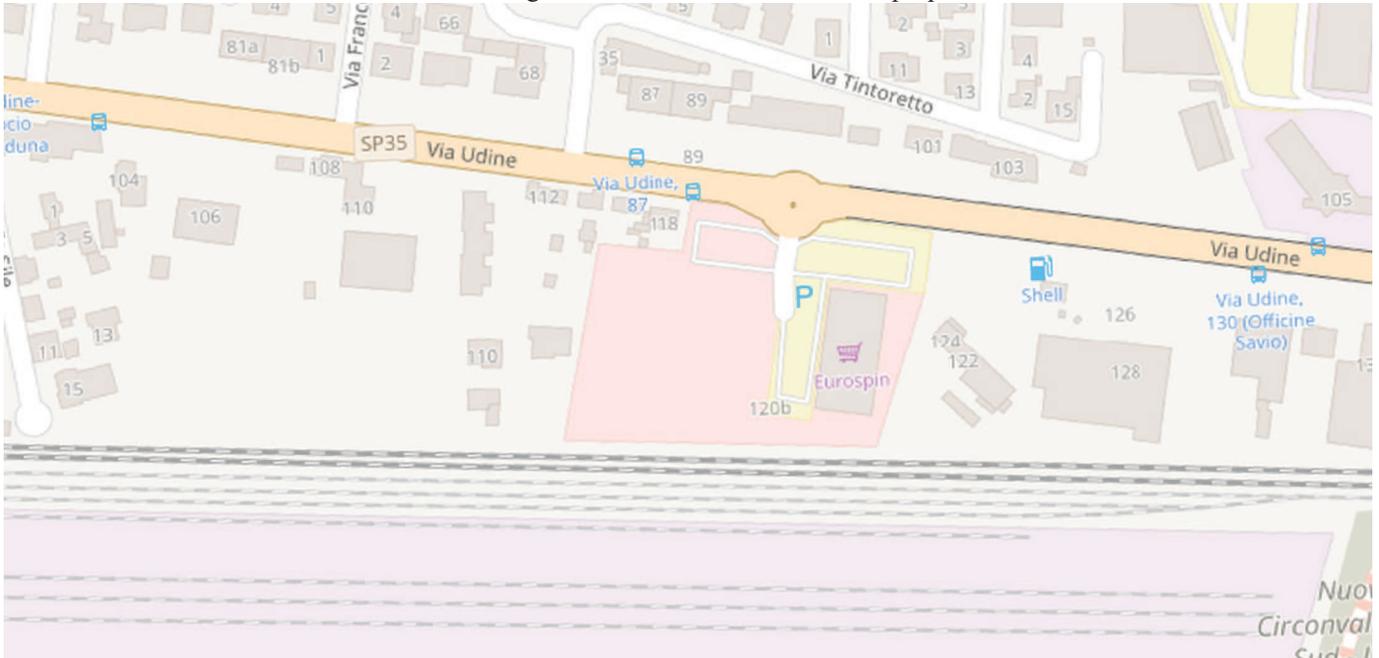
Data compilazione: 15/09/2022

Il tecnico  
Ing. Otello Bergamo

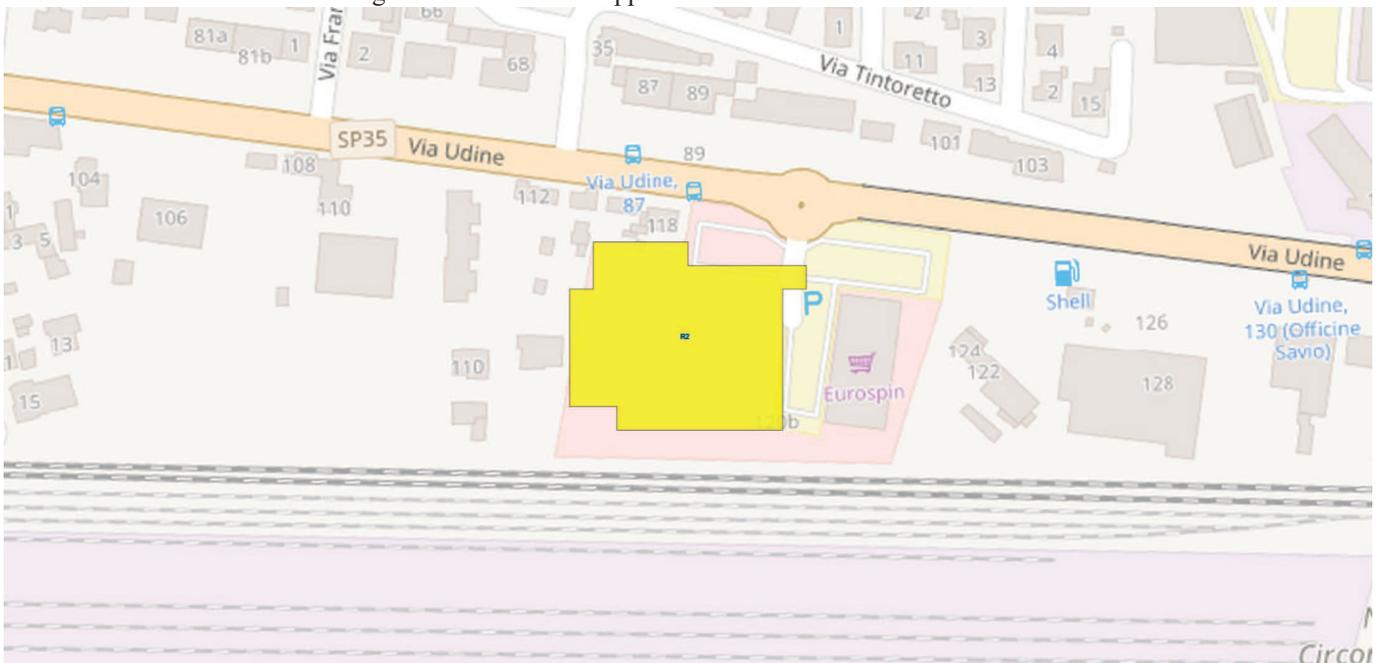


## Allegato cartografico

Stralcio cartografico d'insieme - Uso del Suolo proposto.



Stralcio cartografico d'insieme - Mappa del rischio derivante dal nuovo uso del suolo.



Autorità di Distretto delle Alpi Orientali

Si certifica che il presente attestato è stato prodotto con l'utilizzo del software HEROLite versione 2.0.0.2 sulla base dati contenuti nell'ambiente di elaborazione creato in data 12-04-2022 chiave d2dea18f00665ce8623e36bd4e3c7c5 dall'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali.

Il responsabile del servizio di verifica delle vulnerabilità:

*Ing. Giuseppe Fragola Funzionario tecnico con incarico di elevata professionalità.*