

Regione Friuli Venezia Giulia
Provincia di Udine
Comune di Forni di Sotto

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
AI FINI DELL'INVARIANZA IDRAULICA
a supporto della Variante N.20 al PRGC**

Committente

Comune di Forni di Sotto

Tecnico

dott. geol. Paola Parente

Data

Ottobre 2022



1 - PREMESSA.....	3
2 – RETE IDROGRAFIA.....	5
3 - ANALISI PLUVIOMETRICA	9
4 - DESCRIZIONI DEI METODI DI CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO	10
5 – ANALISI DELLE AREE OGGETTO DI TRASFORMAZIONE E TABELLE RIASSUNTIVE DI COMPATIBILITA’ IDRAULICA.....	13
5.1 Punto di Variante 1.1.....	13
5.2 Punto di Variante 1.2.....	15
5.3 Punto di Variante 2.....	18
5.4 Punto di Variante 3.....	20
6 – CONCLUSIONI	22

1 - PREMESSA

Su incarico conferito da dal Comune di Forni di Sotto, è stata eseguito il presente studio di compatibilità idraulica a supporto della Variante N.20 al P.R.G.C., secondo quanto indicato dal Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica della L.R. n.11/2015 e dalle successive integrazioni.

La Variante ha come obiettivo la ridefinizione in termini zonizzativi e normativi di particolari richieste di cittadini residenti riguardanti la gestione del territorio e la modifica di alcuni usi specifici del suolo.

In particolare gli ambiti di variante riguardano:

- interscambio tra zone di tipo turistico e zone agricole;
- riclassificazione di zone agricole da boscate a interesse paesaggistico.

Scopo dello studio

Scopo fondamentale dello studio di compatibilità idraulica è quello di far sì che le valutazioni urbanistiche, sin dalla fase della loro formazione, tengano conto dell'attitudine dei luoghi ad accogliere le nuove trasformazioni territoriali in rapporto alla permeabilità dei suoli. Occorre infatti valutare le interferenze che le modifiche introdotte dai nuovi strumenti urbanistici hanno con i dissesti idraulici presenti e potenziali e in particolare le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove previsioni-destinazioni di uso del suolo contenute nella variante del PRGC possono determinare.

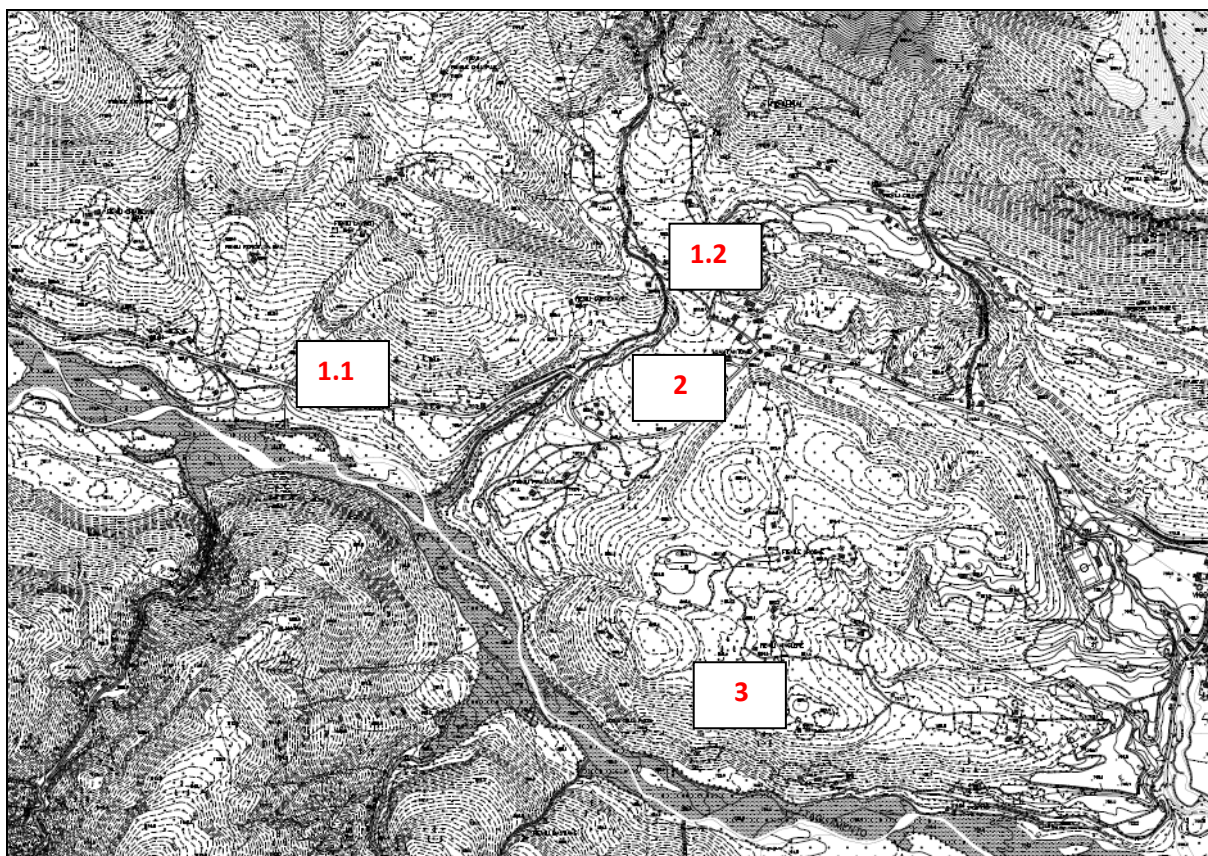
Inquadramento territoriale e modifiche introdotte dalla Variante

Le 4 aree di Variante 20 al PRGC ricadono nella parte occidentale del territorio comunale, nella zona dell'abitato di Sant'Antonio.

Tre delle aree di variante ricadono parzialmente in vincolo paesaggistico (PPR), mentre l'area 3 risulta esterna.

Secondo quanto riportato all'art.3 del Regolamento, comma 1, lettera s), la superficie di riferimento S viene considerata la superficie di ciascuna area di variante.

	PRGC vigente	VARIANTE al PRGC	sup (mq)
1.1 S.Antonio ovest	G2	E4a	26.816
1.2 S.Antonio est	E2	G2	7.661
2. S.Antonio	E2+G2	E4a	31.430
3. Drogne	E2+E4a	E4a	5.692



Localizzazione aree di variante (fuori scala).

2 – RETE IDROGRAFICA

Il territorio comunale di Forni di Sotto si inserisce nell'alta valle del Tagliamento, ed è caratterizzato da formazioni geologiche con età compresa tra lo Scitico ed il Norico e con una notevole estensione della copertura di depositi quaternari (detrito, morene e alluvioni in prevalenza).

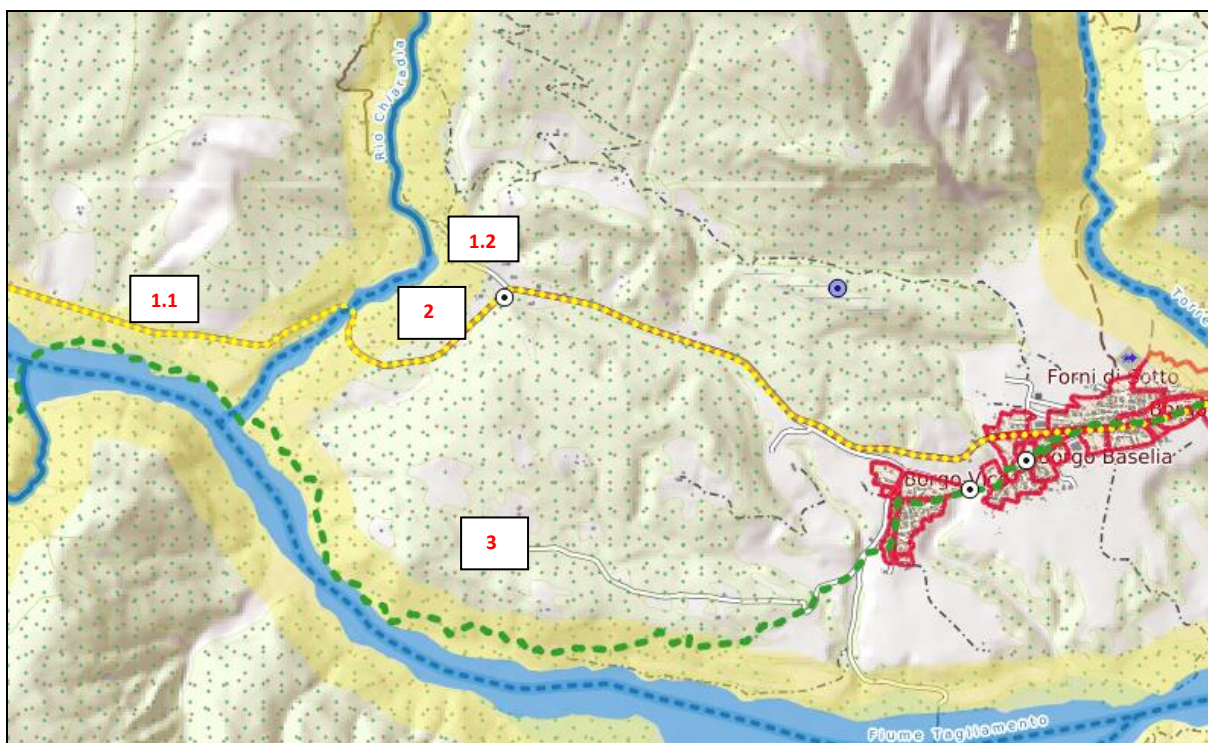
Lungo la valle del Tagliamento e lungo le valli minori si possono riconoscere 5 ordini di terrazzi, caratterizzati da superfici pianeggianti e regolari e con brusche e marcate scarpate.

La rete idrografica superficiale, in zona è caratterizzata oltre che dalla presenza della valle del Tagliamento, anche dal rio Chiaradia, affluente di sinistra idrografica.

Esiste poi tutta una rete di corsi d'acqua ed impluvi secondari.

La circolazione idrica si può rilevare entro i depositi sciolti caratterizzati da permeabilità medio-alta o negli ammassi rocciosi permeabili per fessurazione.

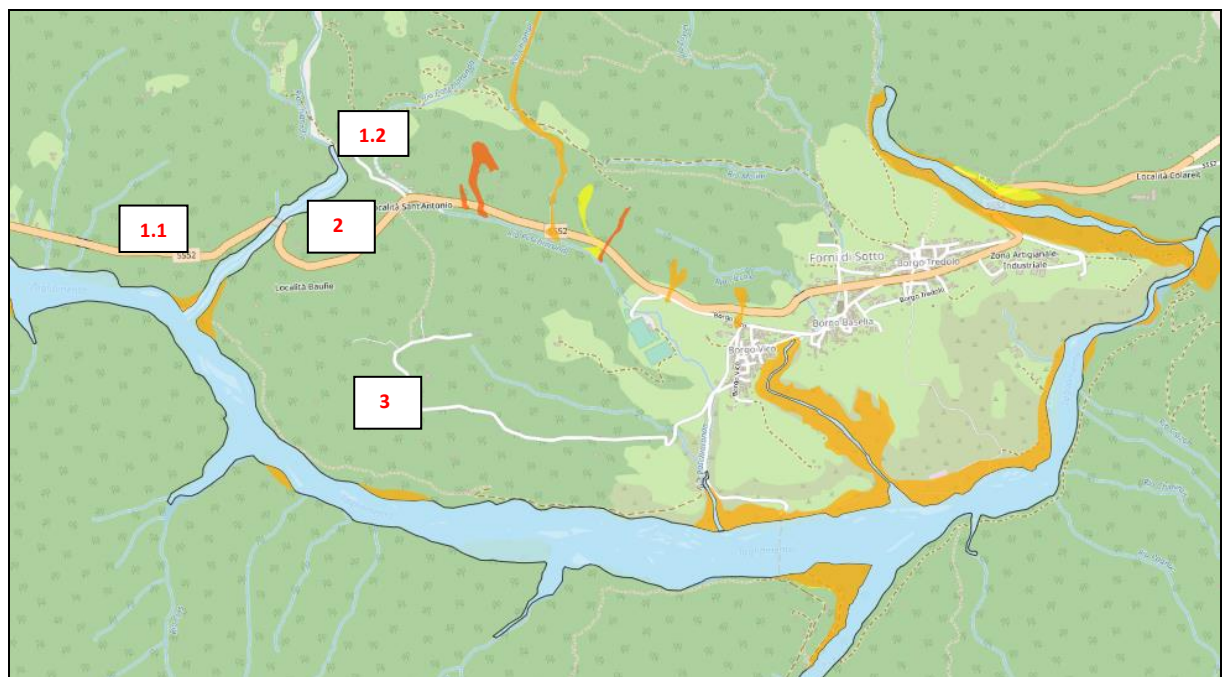
A contatto tra la copertura quaternaria ed il substrato lapideo si rilevano di frequente delle sorgenti, talora anche con notevole portata. Non sono presenti in zona pozzi per il monitoraggio della falda.



Estratto da Piano Paesaggistico della Regione FVG.

La permeabilità dei sedimenti risulta variabile. Nei depositi quaternari è funzione della % di componente fine, negli ammassi rocciosi la permeabilità è di tipo secondario legate alle fratturazioni che permettono all'acqua di infiltrarsi.

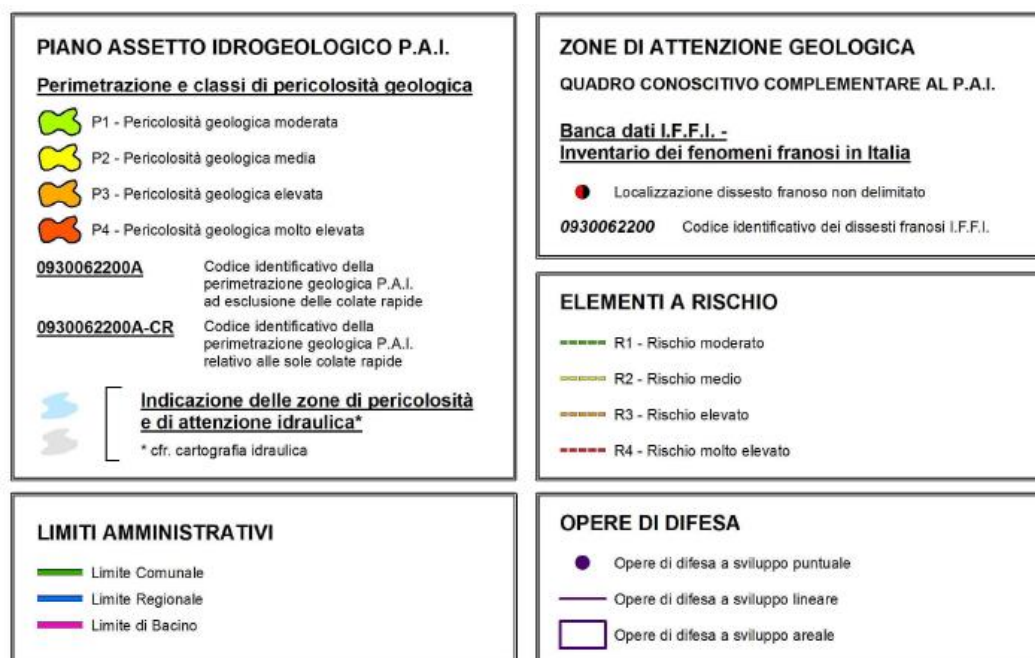
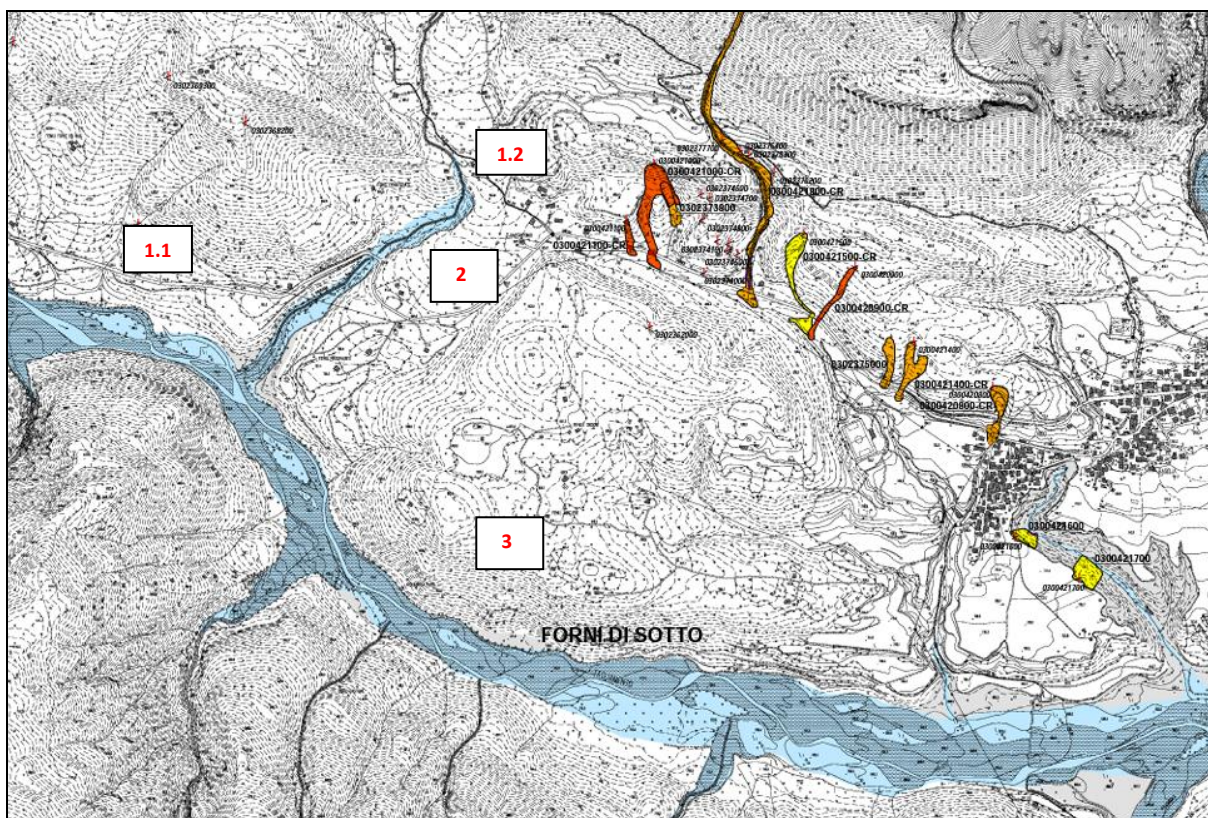
Per quanto riguarda l'analisi degli aspetti di pericolosità idraulica, geologica e valanghiva, facendo riferimento al Piano Gestione del Rischio Alluvioni e al PAI del Tagliamento, dalla cartografia di seguito riportata si evidenzia che nessuna delle aree di variante ricade in zona di pericolosità idraulica, geologica o valanghiva.



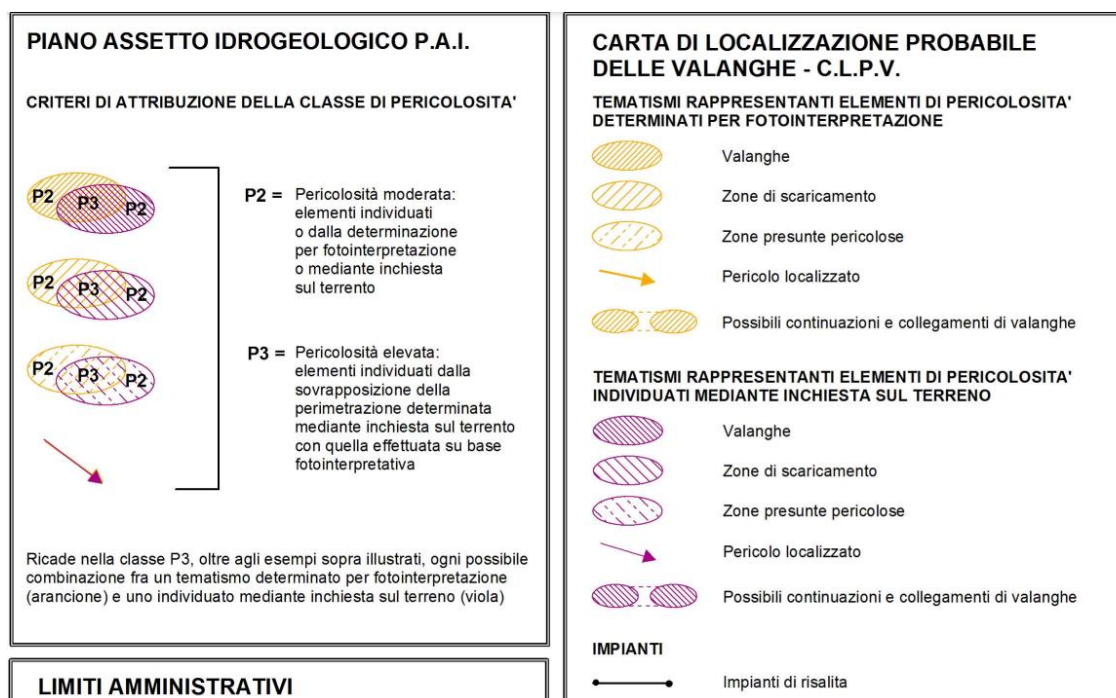
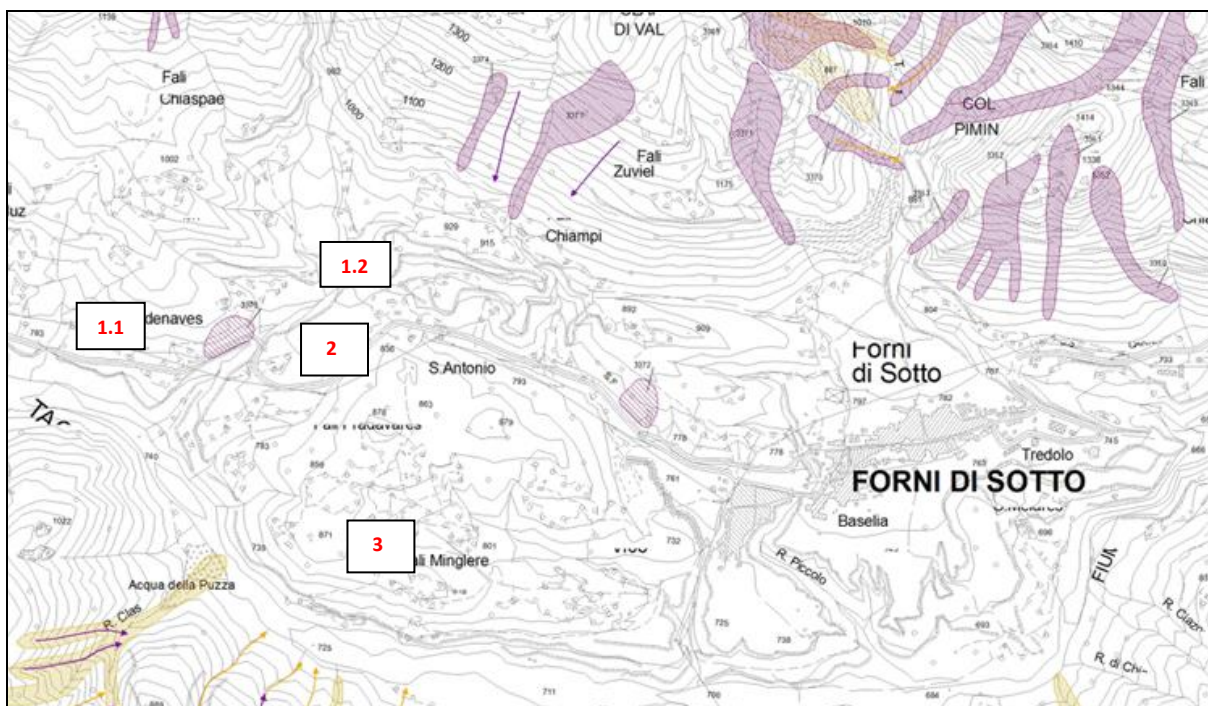
Legenda

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

Da: "Carta di pericolosità idraulica" Piano Gestione Rischio Alluvioni.



Da: "Carta pericolosità geologica" PAI del Tagliamento.



Da: "Carta pericolosità da valanga" PAI del Tagliamento.

3 - ANALISI PLUVIOMETRICA

Per la valutazione della quantità di pioggia che può cadere durante un evento di specifica durata e per un certo tempo di ritorno T_r , si considera la curva di possibilità pluviometrica i cui parametri vengono ricavati dall'applicativo RainMap FVG 2.0, espressa attraverso la seguente formula:

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

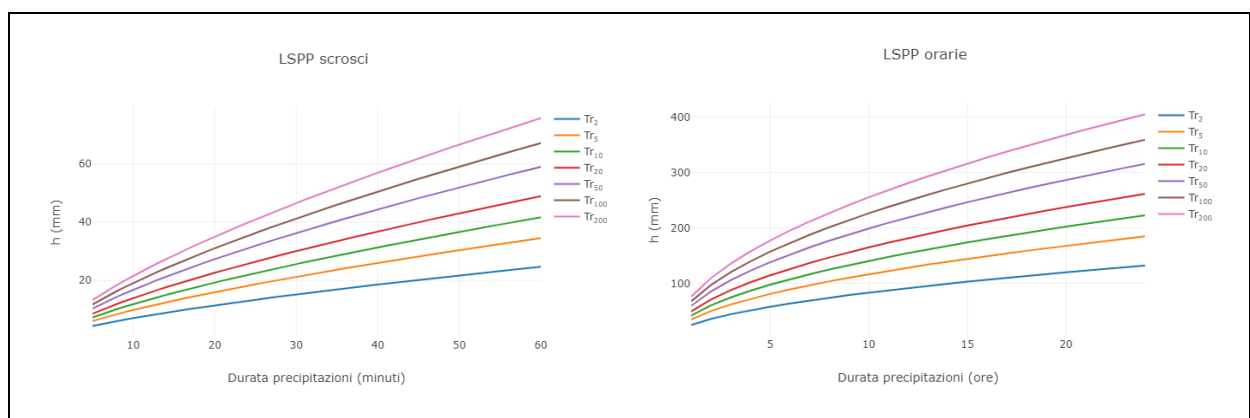
dove: h = altezza di pioggia (mm)
 t = durata evento (ore)
 a = parametro funzione del T_r

Si riporta di seguito l'output generato dall'applicativo facendo riferimento all'area di Variante 1.2, individuato dalle seguenti coordinate (RDN2008UTM33N):

E 319060

N 5141114

Parametri LSPP							
n							0.527
n'							0.703
Tempo di ritorno (anni)							
	2	5	10	20	50	100	200
a	24.659	34.554	41.662	48.932	59.043	67.176	75.785



I valori di a , n ed n' ottenuti con l'applicativo e le coordinate riportate, fanno riferimento all'area di variante 1.2, l'unica che prevede la realizzazione di nuova edificazione.

4 - DESCRIZIONI DEI METODI DI CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO

Con riferimento al punto 5 del Regolamento d'invarianza: "Interventi di mitigazione metodi di calcolo idrologico-idraulico", per una trasformazione con livello di significatività da moderata in poi il calcolo dei volumi dev'essere effettuato con due differenti metodi dei 3 proposti a seconda della significatività, scegliendo poi il volume di laminazione che ne risulta dalla soluzione più conservativa, cioè il volume maggiore.

Nel seguito si riporta un breve richiamo dei metodi utilizzabili.

Metodo delle sole piogge

Il metodo si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi – deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante. Questo metodo tende pertanto a restituire valori cautelativi. Nelle condizioni appena descritte, applicando uno ietogramma netto di pioggia ad intensità costante, il volume entrante prodotto dal bacino scolante risulta pari a:

$$W_e = S \cdot \psi_0 \cdot a \cdot \theta^n$$

Dove $\theta[ore]$ è la durata critica della pioggia, ovvero quella durata che massimizza la portata critica e che corrisponde al tempo di corrivazione del lotto.

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

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

Il volume massimo da invasare è dato dalla massima differenza tra le due curve descritte dalle precedenti relazioni e può essere derivato matematicamente la condizione di massimo, ossia

derivando $\Delta W = h_{netta} - h_u$ da cui si ricava la durata critica per l'invaso θ_w :

$$\theta_w = \left(\frac{Q_{u,max}}{S \cdot \psi_0 \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

A questo punto il volume d'invaso W_0 necessario a garantire l'invarianza idraulica viene calcolato con la seguente espressione:

$$W = S \cdot \psi_0 \cdot a \left(\frac{Q_{u,max}}{S \cdot \psi_0 \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{u,max} \left(\frac{Q_{u,max}}{S \cdot \psi_0 \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1967)

Questo approccio ipotizza l'intero bacino come un sistema composto da tanti canali lineari disposti in parallelo che enfatizzano i fenomeni di traslazione della massa d'acqua trascurando quelli di invaso.

Il volume invasato W può pertanto essere ricavato in funzione della durata critica per la vasca θ_w , della durata critica della pioggia per il bacino POST – OPERAM (tempo di corrivazione), e della portata massima uscente calcolata precedentemente nonché degli altri parametri di interesse del bacino con l'espressione:

$$W = \psi_1 \cdot S \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + t_c \cdot Q_u^2 \frac{\theta_w^{1-n}}{\psi_1 \cdot S \cdot a} - Q_u \theta_w - Q_u t_c$$

Dove la durata critica della vasca viene ricavata risolvendo l'equazione:

$$n \cdot \psi_1 \cdot S \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + (1 - n) t_c \cdot Q_u^2 \frac{\theta_w^{-n}}{\psi_1 \cdot S \cdot a} - Q_u = 0$$

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

Tale procedura si basa sull'ipotesi che il bacino a monte dell'invaso 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 (1979) hanno interpretato il metodo determinando gli andamenti di due grandezze adimensionali F e G , funzioni del coefficiente n della curva di possibilità pluviometrica e del rapporto di laminazione m tra la portata critica POST e ANTE OPERAM, si ha così $F(n,m)$ e $G(n,m)$ dove:

$$F(n, m) = \frac{\theta_w}{k}$$

$$G(n, m) = \frac{W}{k \cdot Q_c}$$

Dove k è la costante d'invaso che può essere stimata come $0,7t_c$, W il volume d'invaso cercato e θ_w la durata critica dell'evento che mette in crisi la vasca (massimizza il volume).

Metodo italiano diretto

Questo procedimento permette di calcolare direttamente i volumi d'invaso necessari per modulare il picco di piena semplicemente mantenendo costante il coefficiente udometrico al variare del coefficiente di afflusso. Si può infatti scrivere:

$$w = w_0 \left(\frac{\psi_1}{\psi_0} \right)^{\frac{1}{1-n}} - v_0 I - w_0 P$$

Dove $w_0 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ è il volume specifico naturalmente disponibile per la laminazione delle piene prima

della trasformazione, mentre $v_0 \left[\frac{m^3}{ha} \right]$ è il volume specifico disponibile per la laminazione in superfici permeabili e impermeabili che sono diverse da quella agricola, ed è riferito alla situazione POST – OPERAM. $I(\%)$ e $P(\%)$ sono invece rispettivamente la percentuale di superficie impermeabile e permeabile trasformata rispetto allo stato iniziale e quella rimasta inalterata, risulta $I+P=100\%$.

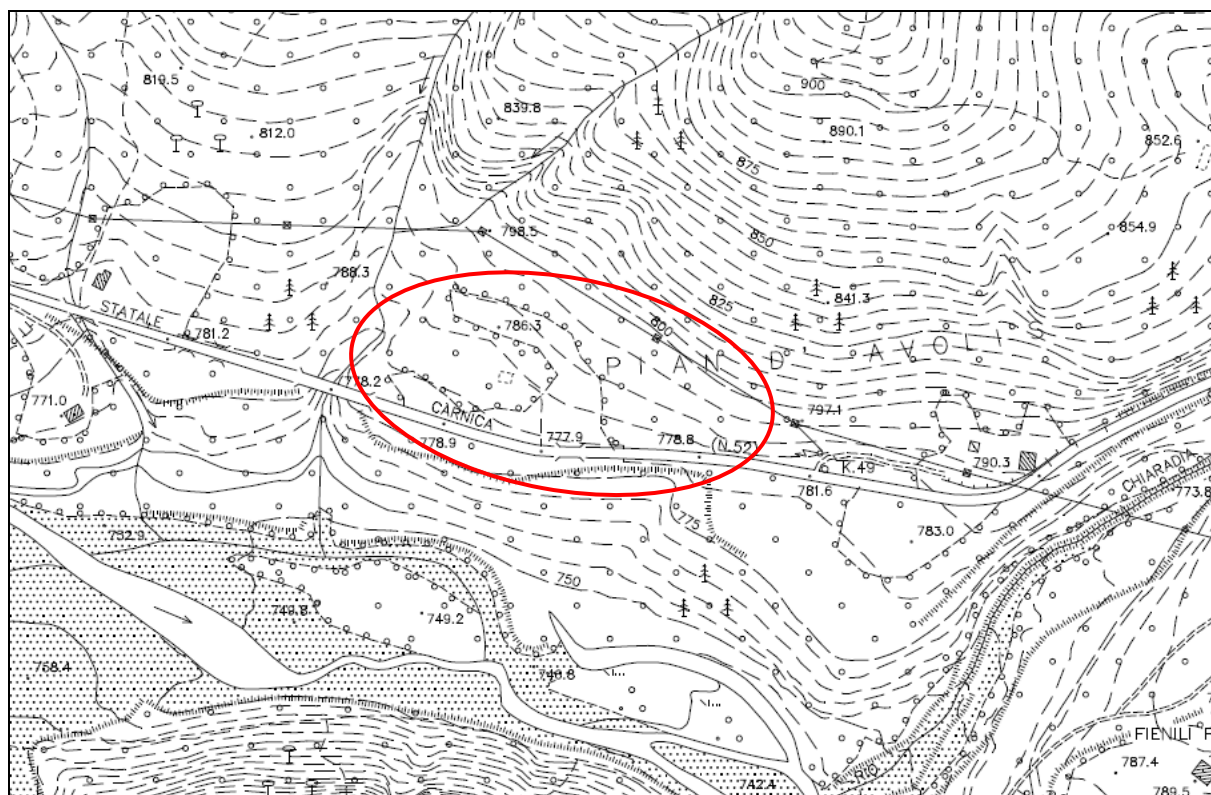
5 – ANALISI DELLE AREE OGGETTO DI TRASFORMAZIONE E TABELLE RIASSUNTIVE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

5.1 Punto di Variante 1.1

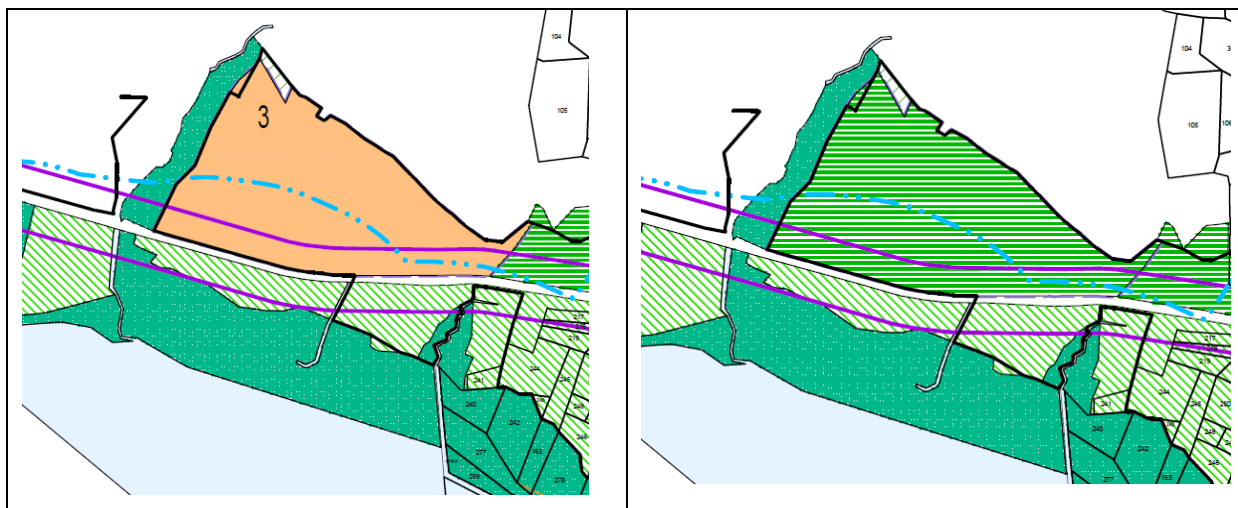
Modifica 1.1 26.816 mq da G2/R2 (residenziali turistiche di espansione) a E4a (agricole in ambiti agricolo paesaggistici).

Il punto di Variante 1.1 interessa una zona localizzata ad ovest dell'abitato di Sant'Antonio, lungo la SS52, attualmente classificata come G2/R2 che viene interscambiata con una zona localizzata a nord dell'abitato, nei pressi del rio Chiaradia. La riclassificazione riporta l'area ad E4a, agricola in ambito agricolo paesaggistico e non comporta quindi nuova edificazione.

L'area ricade parzialmente entro la fascia di rispetto di 150 m del fiume Tagliamento.



Localizzazione area di Variante.



Area di Variante 1.1. da G2/R2

a E4a nella Var 20 al PRGC

La trasformazione risulta, pertanto favorevole, andando a ridurre la superficie G2 – residenziale turistica di espansione a favore di zone agricole in ambiti agricolo paesaggistici.

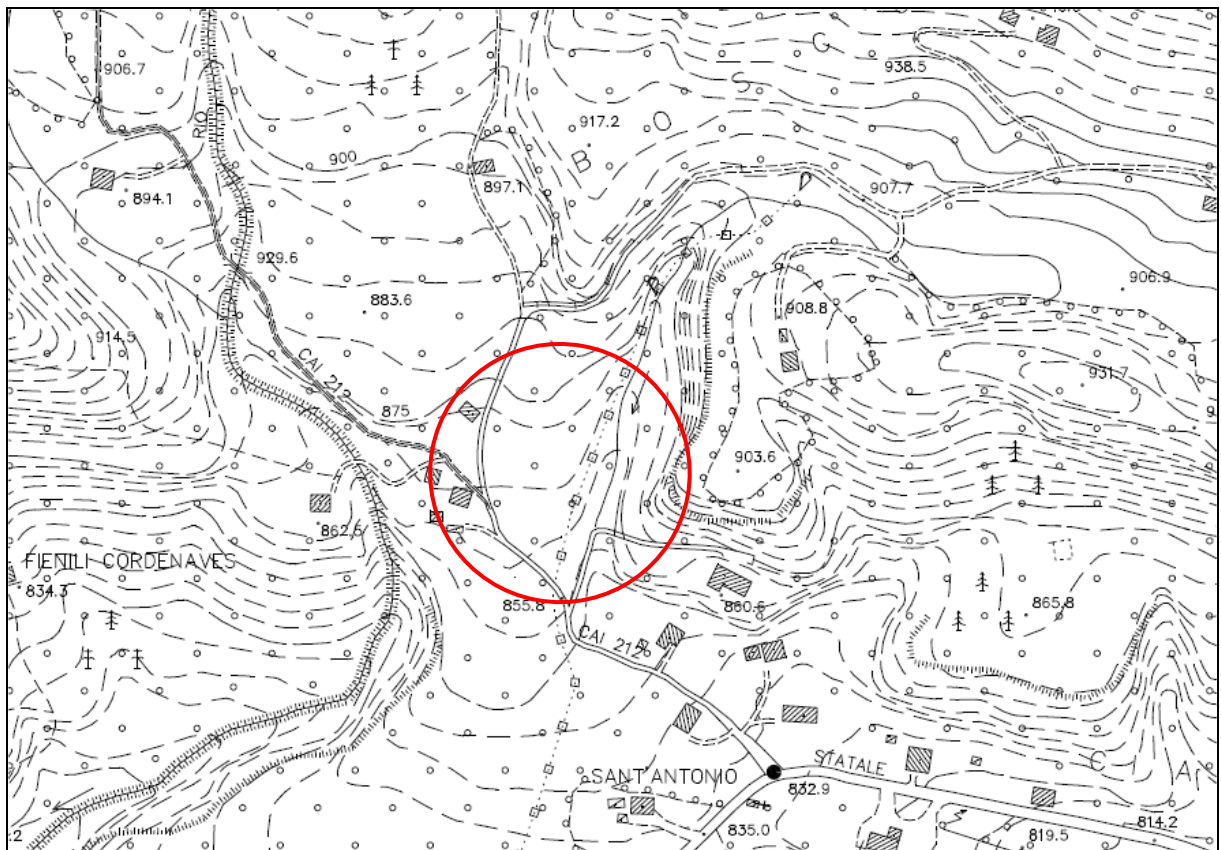
Sulla base dell'art.5 del "Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica della L.R. n.11/2015 e dalle successive integrazioni" che definisce i livelli di significatività, la trasformazione risulta NON SIGNIFICATIVA in quanto, pur avendo una superficie $S > S_{min}$, il coefficiente di afflusso medio risulterà sicuramente inferiore.

5.2 Punto di Variante 1.2

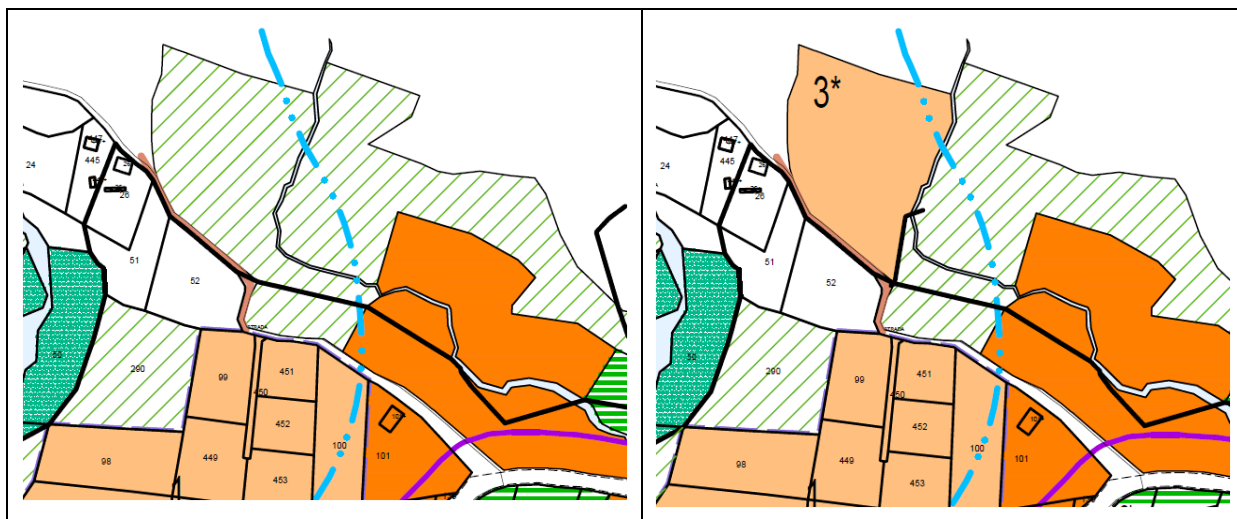
Modifica 1.2 7.661 mq da E2 (agricole forestali in ambiti boschivi) a G2/R2 (residenziali turistiche di espansione). Il punto di Variante 1.2 è una zona di interscambio con la zona 1.1, con una riduzione complessiva dell'area che verrà destinata a residenziale turistica di espansione.

L'area a nord di Sant'Antonio è attualmente classificata come E2 – agricola forestale in ambito boschivo e verrà riclassificata in G2/R2.

L'area ricade parzialmente entro la fascia di rispetto di 150 m del rio Chiaradia.



Localizzazione area di Variante.



Area di Variante 1.2

da E2

a G2/R2 nella Var 20 al PRGC

Considerando che non si hanno molte informazioni circa la trasformazione che subirà l'area, le valutazioni per i calcoli delle portate e dei volumi d'invaso vengono eseguite in termini cautelativi.

La valutazione dei volumi d'invaso tiene conto di un TR = 100 anni, sempre in termini cautelativi, considerando che abbiamo un corso d'acqua secondario al margine est dell'area di Variante che probabilmente farà da ricettore.

Il tempo di corrivazione, non avendo una reale conoscenza su come verrà modellato il terreno e quindi delle pendenze, si è considerato variare da 5 minuti (ante operam) a 3 minuti (post operam).

Tali valori fanno riferimento alla letteratura, in particolare il metodo Tournon e Merlo (1973) utilizzato per bacini montani di ridotte dimensioni, situazione simile al nostro caso.

La determinazione di volumi di invaso prevede di utilizzare la soluzione più conservativa tra i due metodi di calcolo idrologico-idraulico scelti, ovvero nel nostro caso il Metodo Cinematico e il Metodo delle sole piogge.

Dalle elaborazioni si ottengono i seguenti valori:

Calcolo dei volumi di invaso

Metodo cinematico $W = 43.16 \text{ mc}$

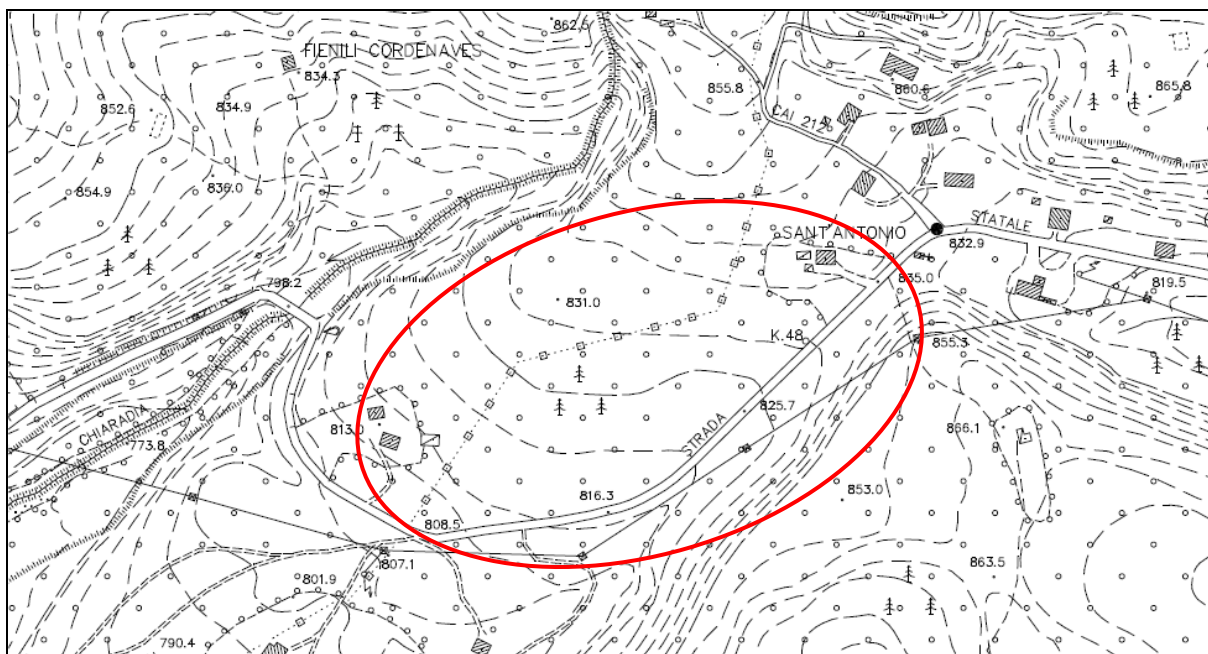
Metodo delle sole piogge $W = 47.63 \text{ mc}$

Descrizione della trasformazione oggetto dello studio di compatibilità idraulica	
Nome della trasformazione e sua descrizione	Modifica 1.2 Sant'Antonio
Località, Comune, Provincia	Forni di Sotto (UD)
Tipologia della trasformazione	Strumenti urbanistici comunali generali e loro varianti (art.2, c.1, lettera a)
Presenza di altri pareri precedenti relativamente all'invarianza idraulica sulla proposta trasformazione	NO
Descrizione delle caratteristiche dei luoghi	
Bacino idrografico di riferimento	Fiume Tagliamento
Presenza di eventuali vincoli PGRA	No
Sistema di drenaggio esistente	Impluvio secondario ad est dell'area
Sistema di drenaggio di valle	NO
Valutazione delle caratteristiche dei luoghi ai fini della determinazione delle misure compensative	
Coordinate geografiche (GB Est)	E 319060 N 5141114
Coefficienti della LSPP (Tr=100 anni)	a=67.2 mm/h n=0,527 n'=0,703
Estensione della superficie di riferimento [ha]	0.7661 ha
Quota altimetrica media della superficie (m.s.l.m.m.)	~865 m.s.l.m.
Valore del coefficiente di afflusso ANTE - OPERAM	0,3
Valore del coefficiente di afflusso POST – OPERAM	0,65
Livello di significatività della trasformazione ai sensi dell'art. 5.	MEDIO
Portata unitaria massima ammessa allo scarico (l/(s*ha)) e portata totale massima ammessa allo scarico (m3/s) dal sistema di drenaggio ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica	La portata è stata calcolata in condizioni ANTE – OPERAM con il metodo cinematico è pari a $Q_u = 88.3$ l/sec La portata è stata calcolata in condizioni POST – OPERAM con il metodo cinematico è pari a $Q_u = 221.8$ l/sec
Descrizione delle misure compensative proposte	
Metodo idrologico – idraulico utilizzato per il calcolo dei volumi compensativi	Metodo delle sole piogge
Volume d'invaso ottenuto con il metodo idrologico – idraulico utilizzato [m ³]	47.63 mc
Dispositivi di compensazione	Le opere compensative andranno valutate in fase progettuale, sulla base di quello che verrà realizzato.

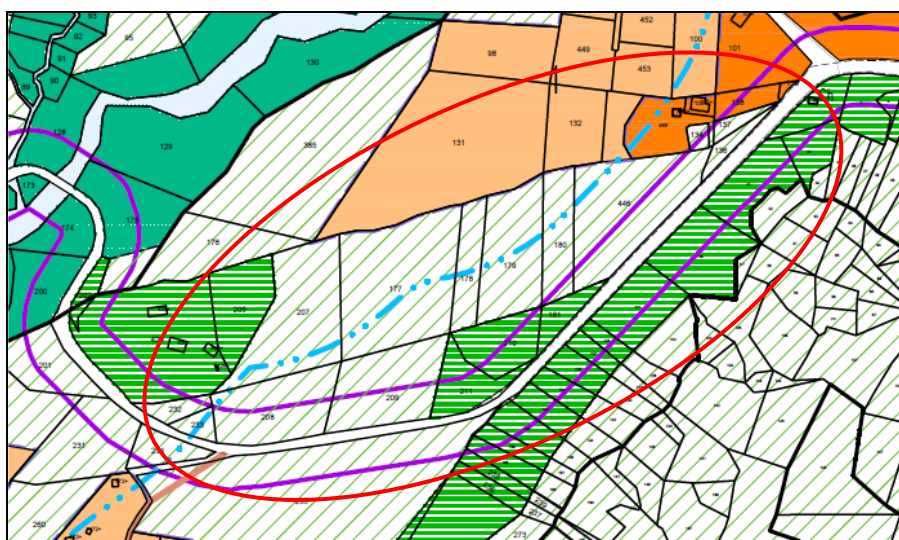
5.3 Punto di Variante 2

Modifica 2 31.430 mq da E2 (agricole forestali in ambiti boschivi) + G2 (residenziali turistiche) a E4a (agricole in ambiti agricolo paesaggistici). Il punto di Variante 2 interessa una zona localizzata nei pressi dell'abitato di Sant'Antonio, lungo la SS52, attualmente classificata come E2+G2 che viene riclassificata in E4a, agricola in ambito agricolo paesaggistico. La richiesta è motivata dalla difficoltà di riprendere la coltura esistente di abetaie, a seguito dei danni causati da Vaia, con una riclassificazione più aderente al nuovo uso (raccolta di foraggio). La Variante non comporta un aumento di superficie edificabile.

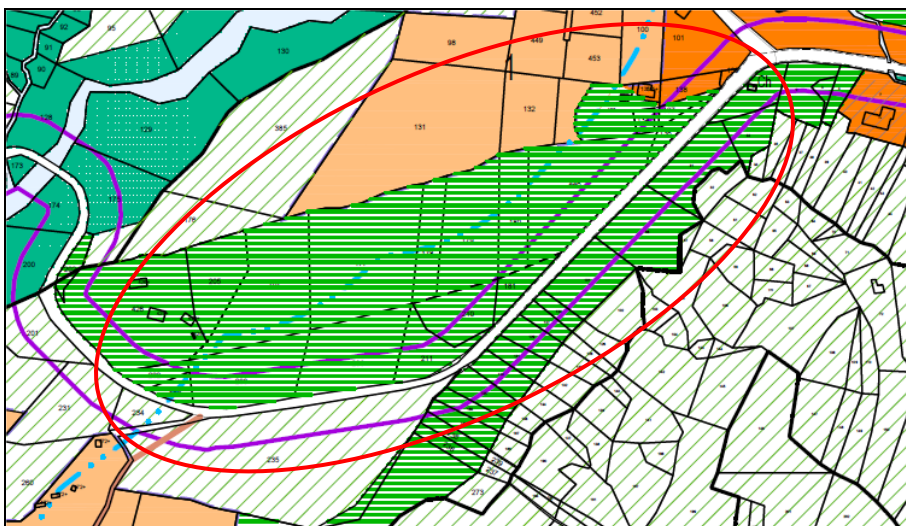
L'area ricade parzialmente entro la fascia di rispetto di 150 m del rio Chiaradia.



Localizzazione area di Variante.



Area di Variante 2 da E2+G2



Area di Variante 2 a E4a nella Var 20 al PRGC

La trasformazione risulta, pertanto favorevole, andando a ridurre la superficie G2 – residenziale turistica di espansione a favore di zone E4a - agricole in ambiti agricolo paesaggistici.

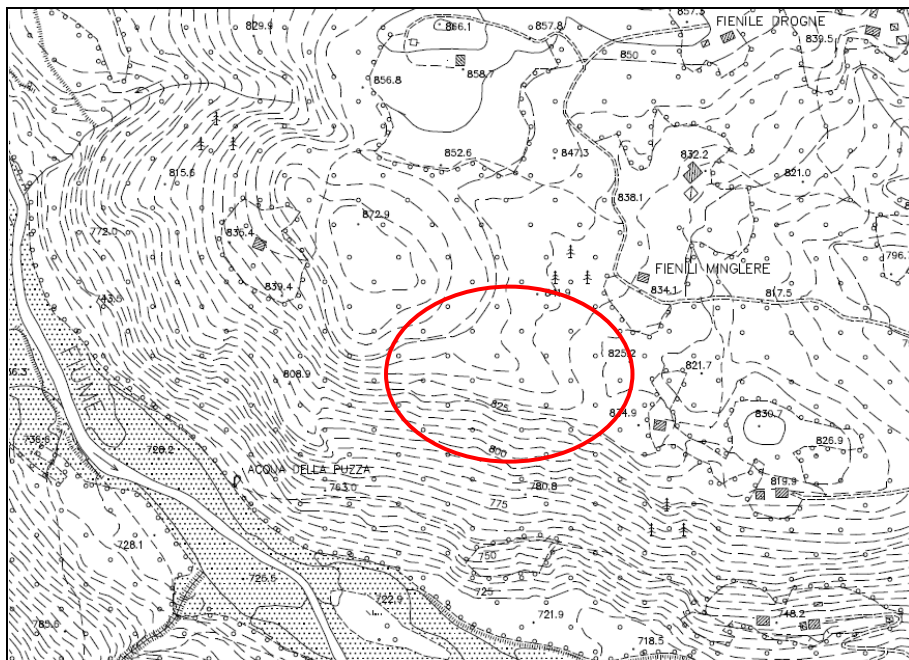
Sulla base dell'art.5 del "Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica della L.R. n.11/2015 e dalle successive integrazioni" che definisce i livelli di significatività, la trasformazione risulta NON SIGNIFICATIVA in quanto, pur avendo una superficie $S > S_{min}$, il coefficiente di afflusso medio risulterà sicuramente inferiore.

5.4 Punto di Variante 3

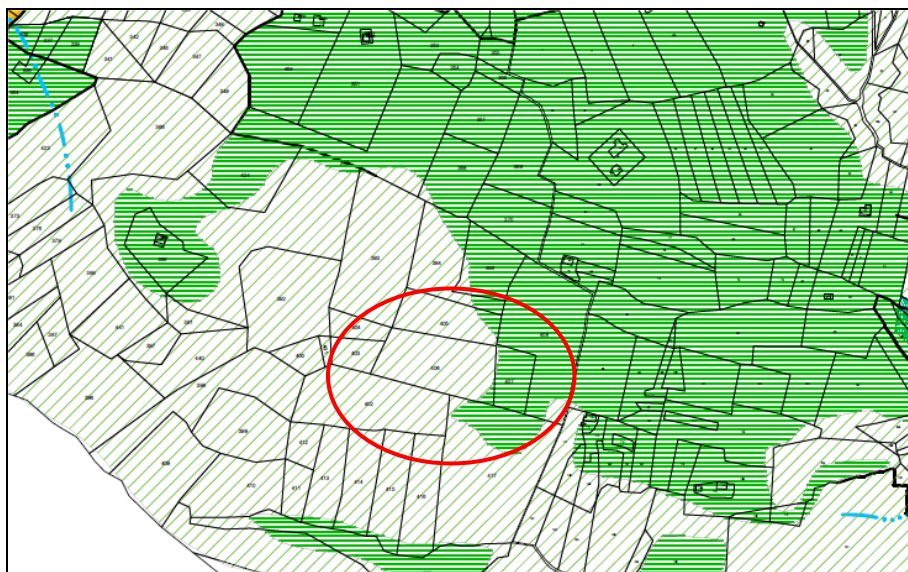
Modifica 3 5.692 mq da E2 (agricole forestali in ambiti boschivi) ed E4a (agricole in ambiti agricolo paesaggistici) a E4a - agricole in ambiti agricolo paesaggistici.

Il punto di Variante 3 interessa una zona localizzata a sud dell'abitato di Drogne, attualmente classificata come E2+E4a che viene riclassificata in E4a, agricola in ambito agricolo paesaggistico.

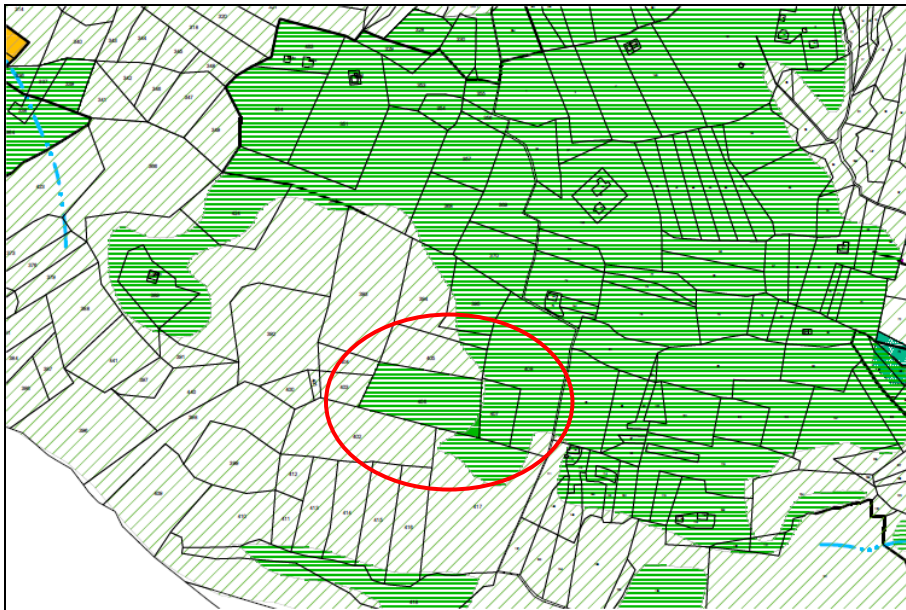
La richiesta è motivata dalla caduta di numerose piante a seguito di Vaia e in relazione all'effettivo utilizzo a pascolo dell'area. La Variante non comporta un aumento di superficie edificabile.



Localizzazione area di Variante.



Area di Variante 3 da E2+E4a



Area di Variante 3 a E4a nella Var 20 al PRGC

La trasformazione non risulta significativa ai fini dell'invarianza idraulica.

Sulla base dell'art.5 del "Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica della L.R. n.11/2015 e dalle successive integrazioni" che definisce i livelli di significatività, la trasformazione risulta NON SIGNIFICATIVA in quanto, pur avendo una superficie $S > S_{min}$, il coefficiente di afflusso non subisce variazioni.

6 – CONCLUSIONI

Dalla verifica eseguita si evidenzia in sintesi quanto segue:

- La variante urbanistica N.20 prevede un totale di 4 punti di variante dislocati nella parte occidentale del territorio comunale, nella zona dell'abitato di Sant'Antonio. Tre dei punti di variante ricadono parzialmente in zona soggetta a vincolo paesaggistico mentre 1 è esterno. Ciascuna trasformazione è stata esaminata sulla base di quanto previsto nel "Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica di cui all'art.14, comma 1, lettera k) della L.R. n.11 del 2015 e successive integrazioni.
- Delle 4 aree di variante:
 - 3 aree non risultano significative ai fini dell'invarianza idraulica in quanto, sulla base dell'art.5 del "Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica della L.R. n.11/2015 e dalle successive integrazioni" che definisce i livelli di significatività, le trasformazioni, pur avendo una superficie $S > S_{min}$, o non prevedono aumento del coefficiente di afflusso medio o ne determinano sicuramente una diminuzione. In questi casi, come da Regolamento, lo studio di compatibilità idraulica è sostituito dall'asseverazione di non significatività.
- L'area 1.2 rientra nel livello di significatività MEDIO e, pertanto, come richiede il regolamento, sono stati valutati i volumi di invaso. Si tratta di valori stimati che andranno determinati con maggiore precisione in fase di edificazione. Non sono state pertanto valutate le opere compensative. Come da regolamento nelle trasformazioni con livello di significatività medio è obbligatorio l'utilizzo delle buone pratiche costruttive.

Pordenone, 03/10/2022

dott. geol. Paola Parente

Relazioni 2022/37 Variante 20 Forni di Sotto Invarianza