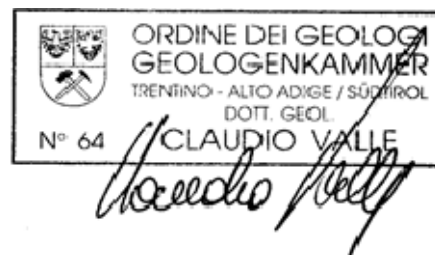


PIANO REGOLATORE GENERALE
VARIANTE 2018
PROPOSTA DI VARIANTE PUNTUALE N.10

PROPONENTE: Cosma Verra

PARTICELLE INTERESSATE: p. ed. 640

STUDIO DI COMPATIBILITÀ



CV/novembre 2021

"Questo documento non potrà essere copiato, riprodotto o pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto dello Studio "GEOLOGIA APPLICATA"
(legge 22 aprile 1941 nr. 633, art. 2575 e segg. c.c.)

38016 Mezzocorona (TN) – Via del Teroldego, 1 – Tel. 0461/605904 – Fax 0461/606500 – E-mail: info@geologiaapplicata.it -
C.F. e P.IVA 01460020233



PIANO REGOLATORE GENERALE
VARIANTE 2018
PROPOSTA DI VARIANTE PUNTUALE N.10

STUDIO DI COMPATIBILITÀ

INDICE

1	<i>PREMESSA</i>	3
2	<i>INQUADRAMENTO PROGRAMMATICO DELLA VARIANTE PUNTUALE</i>	4
3	<i>INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO VARIANTE PUNTUALE</i>	7
4	<i>ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO</i>	12
4.1	<i>ANALISI IDROLOGICA</i>	13
4.1.1	<i>Caratteristiche del bacino imbrifero</i>	13
4.1.2	<i>Modello idrologico e dati di input</i>	15
4.1.3	<i>Idrogramma liquido</i>	17
4.2	<i>ANALISI IDRAULICA</i>	19
4.2.1	<i>Fondamenti matematico-numerici del codice Hec-RAS</i>	19
4.2.2	<i>Dati di input</i>	20
4.2.3	<i>Geometria</i>	21
4.2.4	<i>Condizioni al contorno</i>	22
4.2.5	<i>Parametri idraulici</i>	22
4.2.6	<i>Risultati della modellazione idraulica 1D</i>	23
4.3	<i>ANALISI VALANGHIVA</i>	26
5	<i>CONCLUSIONI</i>	28
6	<i>BIBLIOGRAFIA</i>	29



1 PREMESSA

Il presente documento rappresenta lo studio di compatibilità relativo alla proposta di **variante puntuale n. 10** inserita nell'ambito del procedimento di prima adozione della Variante 2018 del Piano Regolatore Generale – PRG del comune di Canazei.

Il Proponente della variante è Cosma Verra e la particella interessata è la p.ed.640.

La proposta di variante è relativa alla tipologia edificatoria (C1 invece che B3) su un lotto caratterizzato da un edificio già esistente.

2 INQUADRAMENTO PROGRAMMATICO DELLA VARIANTE PUNTUALE

L'inquadramento della Variante puntuale n. 10 è riportato schematicamente nella seguente tabella e nelle successive figure che rappresentano estratti di cartografie tematiche di interesse; la zona in esame è individuata da un cerchio rosso.

Particelle catastali interessate	p.ed. 640 del C.C. di Canazei
Località	Alba di Canazei
Destinazione urbanistica VIGENTE	E3 – Area agricola pregiata di rilevanza locale (art. 62) B3 residenziale di completamento
Destinazione urbanistica DI VARIANTE	C1 – Aree residenziali di nuova espansione riservate alla prima casa (art. 48)

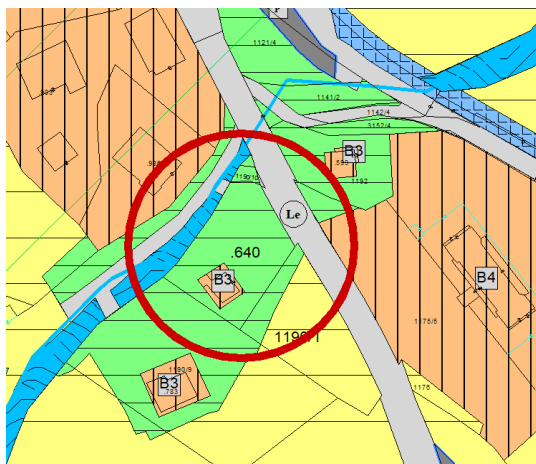


Figura 2.1: PRG vigente.



Figura 2.2: foto aerea 2015.

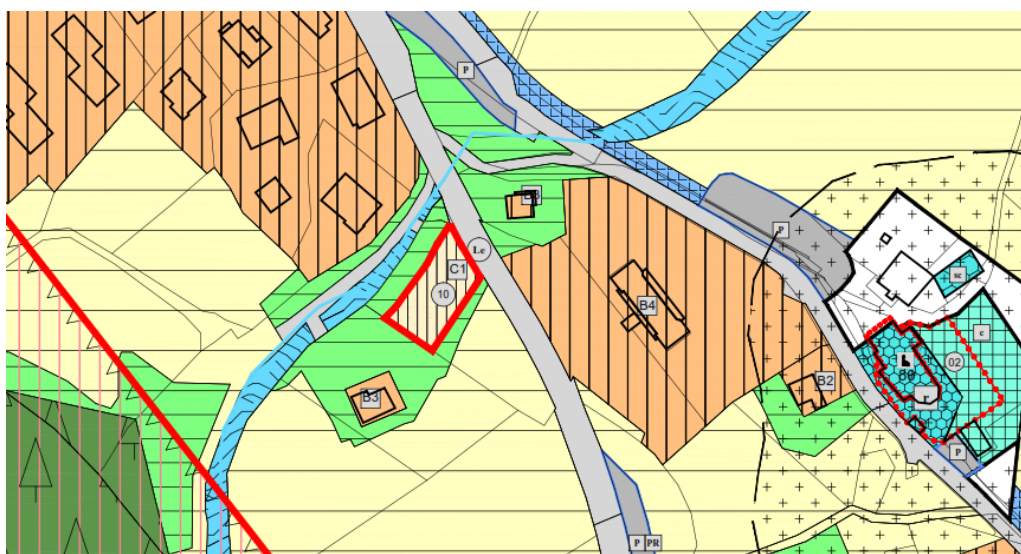


Figura 2.3: PRG Variante 2018.

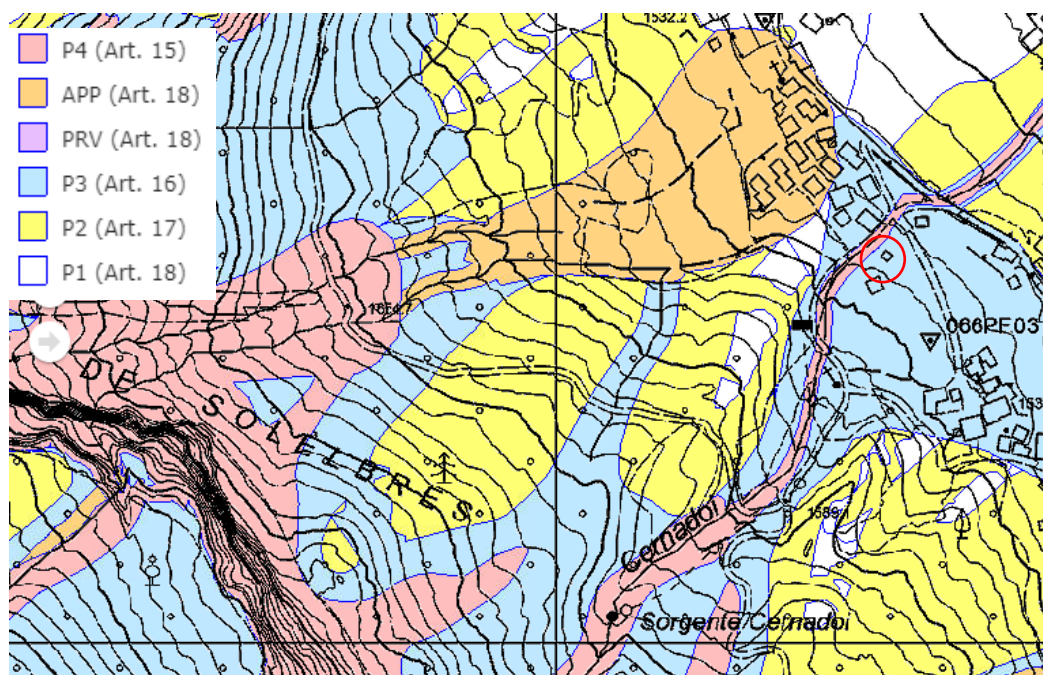


Figura 2.4: Carta di sintesi della pericolosità (approvata dalla G.P. in data 04/09/2020).

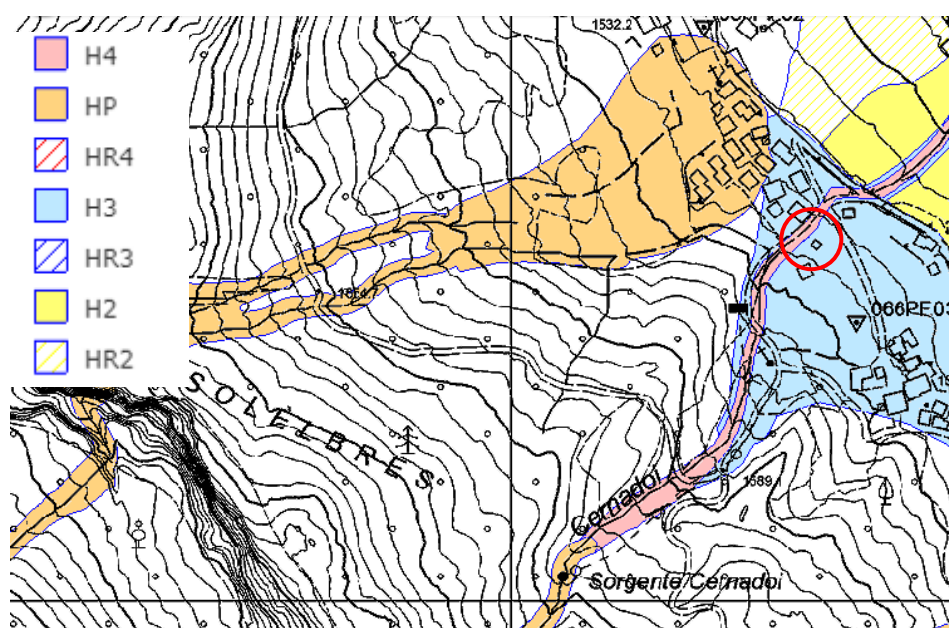


Figura 2.5: Carta di sintesi della pericolosità – ambito torrentizio.

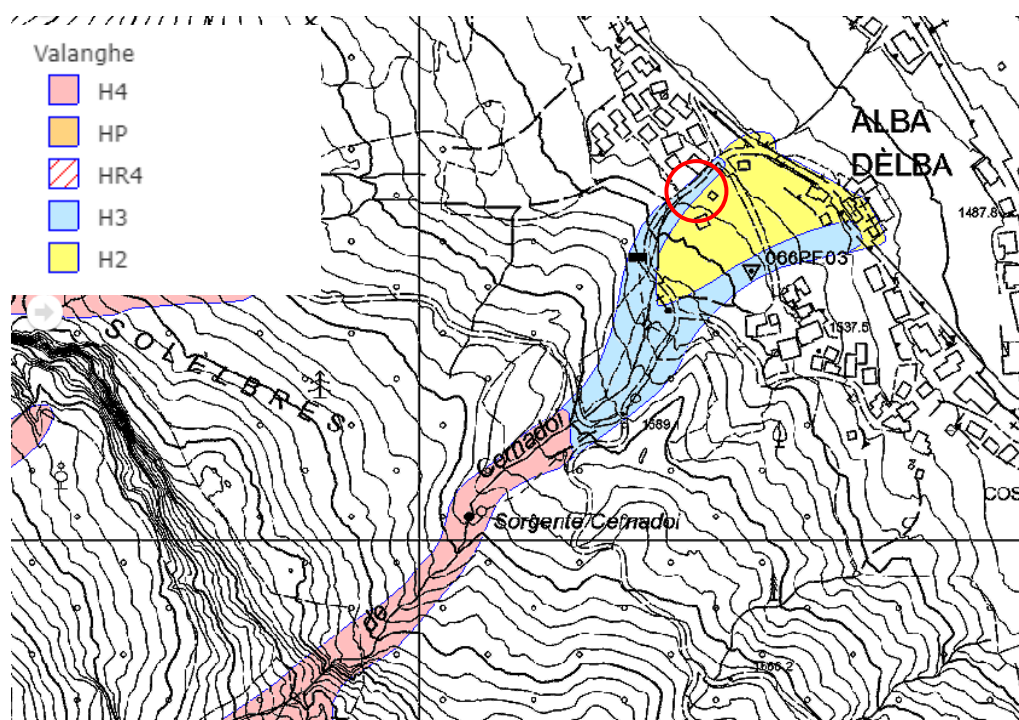


Figura 2.6: Carta di sintesi della pericolosità – Ambito valanghivo.

La zona interessata dalla Variante puntuale n. 10 ricade in:

- “Pericolosità media – H3” secondo la Carta di sintesi della pericolosità (ambito torrentizio);
- “Area a rischio H2” per l’ambito valanghivo della Carta di Sintesi della Pericolosità.

3 INQUADRAMENTO FOTOGRAFICO VARIANTE PUNTUALE



Figura 3.1: p.ed. 640 del C.C. di Canazei, in destra idrografica dell'alveo del rio Cernadoi (vista laterale).



Figura 3.2: p.ed. 640 del C.C. di Canazei, in destra idrografica del rio Cernadoi (vista da monte).



Figura 3.3: nuove opere di protezione realizzate sul rio Cernadoi.

Nell'immagine di sinistra sono visibili la briglia filtrante e il cunettone che sono stati realizzati recentemente dal Servizio Bacini Montani della PAT; nell'immagine al centro è proposta una vista verso monte del tratto del rio Cernadoi che entra nella piazza di deposito. L'immagine a destra propone una vista verso valle del cunettone in massi cementati e del ponte di attraversamento della strada forestale.

Come riportato nella comunicazione del Serv. Bacini Montani di data 1/10/2019 (prot. n. S138/U308/19-601444-18.6-2019-3), *"i lavori sul Rio Cernadoi sono ancora in corso e la progettazione è avvenuta sulla base delle considerazioni e delle portate individuate in uno studio condotto ai fini della redazione delle Carte della Pericolosità ad oggi in fase di adozione preliminare (codice studio CAP/2008/E/1_3)"*.



Figura 3.4: cunettone sul rio Cernadoi a valle del ponte della strada forestale.



Figura 3.5: viste del corso d'acqua e della zona di interesse.

L'immagine di sinistra presenta una vista verso valle del tratto del rio Cernadoi che non è ancora stato oggetto dei lavori di sistemazione idraulica: anche per questo tratto è prevista, nel corso dei prossimi mesi, la realizzazione del cunettone in massi cementati. A destra è visibile il tratto del rio Cernadoi che scorre lungo la zona di interesse.

Nell'immagine di Figura 3.6 si evidenziano le opere di regimazione idraulica che caratterizzano il rio in questo tratto.



Figura 3.6: localizzazione su ortofoto dell'area di interesse e degli interventi sul rio Cernadoi.

Nel tratto oggetto di studio a valle della sistemazione del Serv. Bacini Montani il rio presenta le seguenti opere idrauliche:

- un breve tratto intubato (tubo in cemento $\Phi 1000$ di lunghezza pari a circa 5 metri, vedasi Figura 3.7) in corrispondenza della strada di accesso di un'abitazione posta in destra idrografica a monte del sito di interesse;
- una briglia con salto pari a circa 1,60 m e gaveta di larghezza 1,20 m (vedasi Figura 3.8 a destra);
- un tratto tombinato con sezione rettangolare (1,20 m X 1,60 m, vedasi Figura 3.8 a sinistra) di lunghezza pari a circa 28 m che sottopassa la viabilità (via del Cuch) e il cui imbocco di monte è situato subito a valle della briglia. L'imbocco di valle è situato nella piccola area prativa interclusa tra via del Cuch e via di Soraperra (vedasi Figura 3.9);
- un tratto tombinato per l'attraversamento di via Soraperra, del quale non si sono approfondite le caratteristiche in quanto situato molto più a valle del sito interessato dalla proposta di variante del PRG.



Figura 3.7: vista da monte della tubazione circolare $\Phi 1000$ poco a monte della zona in oggetto.



Figura 3.8: a sinistra vista da valle di una briglia a monte della zona in oggetto; a destra imbocco di monte del tratto tombinato a sezione rettangolare.



Figura 3.9: imbocco di valle del tombino rettangolare.



4 ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

A supporto della proposta di variante si è analizzato il comportamento del rio in caso di piena al fine di verificare se la zona in esame potrebbe venire interessata da fenomeni di alluvionamento torrentizio del rio Cernadoi.

L'analisi è stata sviluppata tramite modellazione idraulica del corso d'acqua: in considerazione delle opere di sistemazione realizzate o da completare nei prossimi mesi dal Serv. Bacini Montani, il tratto di monte non è stato considerato in quanto già dimensionato per gli eventi di piena del rio Cernadoi.

L'analisi sviluppata si è basata, tra le altre cose, sulle considerazioni relative al bacino del rio Cernadoi e alle opere esistenti contenute nello studio condotto ai fini della redazione delle Carte della Pericolosità ad oggi in fase di adozione preliminare (codice studio CAP/2008/E/1_3), del quale si riportano gli elementi principali:

- tutto l'abitato di Alba di Canazei poggia su un ampio conoide alluvionale a matrice ghiaiosa-sabbiosa formatosi dal trasporto del rio Cernadoi sino allo sbocco nell'Avisio. Presenta per lo più una granulometria da media a fine nel fondovalle, formata da esondazioni assai antiche, come indica la presenza costante nel corso dei secoli dell'agglomerato urbano e dei coltivi a prato circostanti;
- la copertura è in ogni caso continua e in grado di assicurare ovunque una buona stabilità idrografica, impedendo fenomeni franosi che non siano limitati alle zone prossime all'alveo del rio Cernadoi;
- quanto sopra esposto indica che il bacino si trova in uno stato di maturità in cui ha raggiunto molto probabilmente le condizioni di equilibrio. Questo implica che difficilmente il corso d'acqua sarà caratterizzato da fenomeni di trasporto solido come debris flow, ma con più probabilità il fenomeno prevalente sarà il trasporto solido di fondo. Infatti, la testata del bacino risulta costituita principalmente da pareti rocciose strapiombanti ai piedi delle quali vi sono delle estese praterie alpine; non si notano particolari zone con materiale detritico sciolto e non si identificano potenziali zone di innesco di colate detritiche. Anche nella zona appena a monte del conoide e all'interno di quest'ultimo non si notano morfologie ascrivibili ad antichi depositi da colata detritica;
- l'indice di torrenzialità di Aulitzky ($I.T. = 1,6$) colloca il bacino del rio Cernadoi nella classe dei torrenti soggetti in prevalenza a piene liquide;
- tale corso d'acqua sembra non aver mai provocato grandi danni nel passato. Sono segnalati solamente ripetuti intasamenti dei tratti intubati senza però che l'acqua fuoriuscita abbia arrecato danni particolari;



- gli attraversamenti presenti lungo il tratto terminale del rio (e in particolare nel tratto oggetto della presente analisi di approfondimento) non presentano elementi di criticità dal punto di vista idraulico: infatti, in merito agli scenari analizzati nello studio citato “in nessun caso la massima altezza del flusso riesce a raggiungere la massima luce verticale rispetto al fondo”.

L'analisi idrologica presente nello studio citato è stata confrontata con analoga analisi realizzata tramite il software AdB-Toolbox¹ realizzato a cura del Ministero dell'Ambiente, applicato al bacino imbrifero del rio Cernadoi chiuso in corrispondenza del tombino rettangolare esistente subito a valle dell'area di Variante in esame.

4.1 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica ha per obiettivo la definizione dell'onda di piena di progetto del rio Cernadoi in prossimità della zona oggetto di variante riferita ad un tempo di ritorno di 200 anni, conformemente a quanto previsto dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche [3].

4.1.1 Caratteristiche del bacino imbrifero

Nel presente lavoro si fa riferimento al bacino imbrifero del rio Cernadoi chiuso in prossimità della zona oggetto della variante n.10 al PRG; le caratteristiche morfometriche principali del suddetto bacino drenante sono riassunte nella seguente tabella.

Area Bacino [km ²]	0,627
Altitudine media [m s.l.m.]	2058
Altitudine minima [m s.l.m.]	1530
Altitudine massima [m s.l.m.]	2535

Tabella 4.1: caratteristiche geografiche del bacino del compluvio chiuso in prossimità della zona di variante.

¹ AdB-ToolBox (versione 1.8) con Estensione ANALISI IDROLOGICHE (AI) - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare Direzione Generale per la Difesa del Suolo.

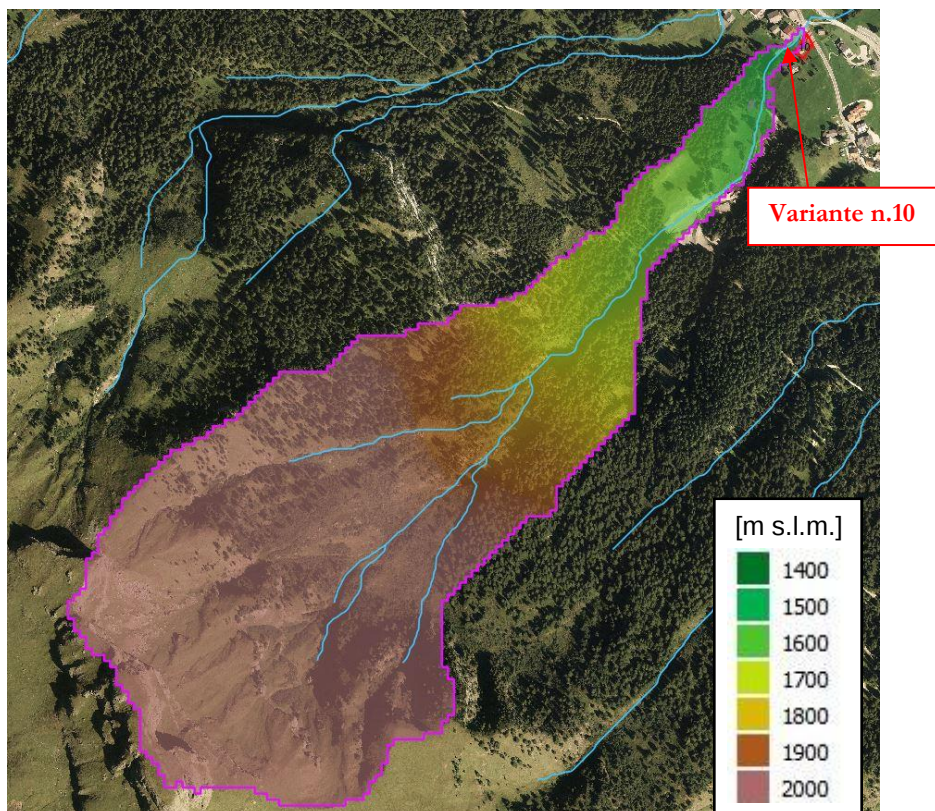


Figura 4.1: delimitazione su ortofoto del bacino del rio Cernadoi relativo alla variante in esame ($A=0,628 \text{ kmq}$).

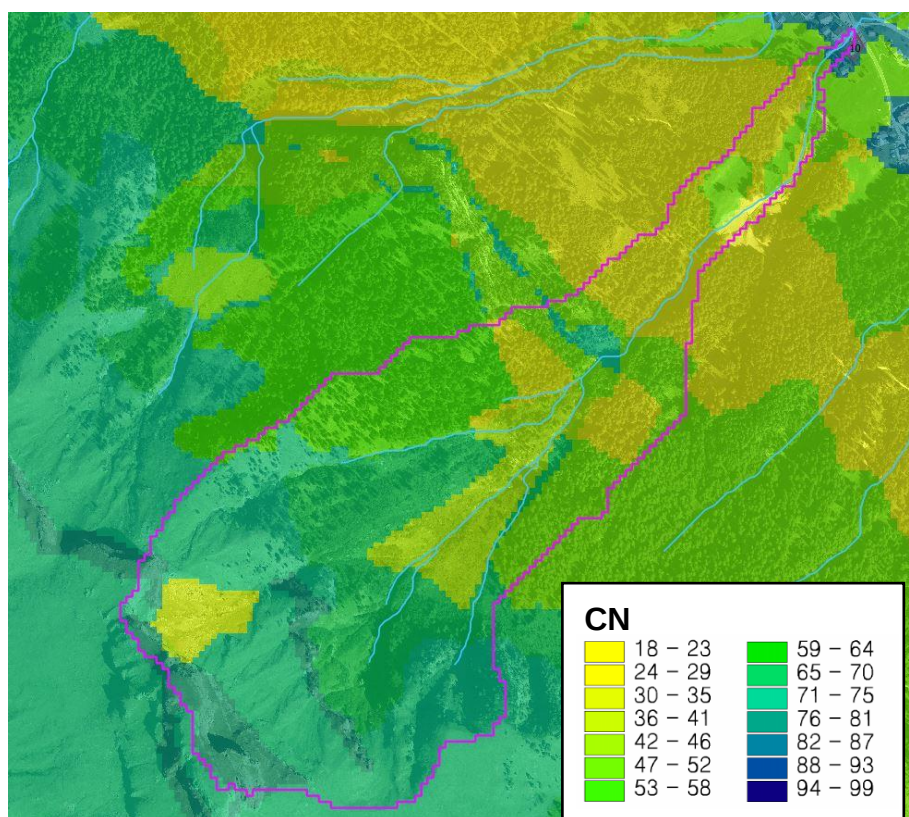


Figura 4.2: bacino del compluvio su carta del parametro CN.



4.1.2 Modello idrologico e dati di input

Il calcolo della portata di picco è stato effettuato tramite un modello afflussi-deflussi la cui estensione Analisi Idrologiche consente il calcolo della portata di progetto su specifiche sezioni della rete idrografica considerata che, nel caso specifico, è quella relativa al rio Cernadoi e al suo bacino imbrifero chiuso in prossimità dell'area oggetto di variante.

Per eseguire le simulazioni sono dati necessari i seguenti livelli informativi [7]:

- il modello digitale del terreno per definire la direzione di deflusso, l'area contribuyente, il reticolo idrografico;
- la carta del CN;
- i parametri cinematici della propagazione dell'onda di piena ossia la velocità media sul versante e nel canale;
- la curva di possibilità pluviometrica.

Per le simulazioni effettuate nel corso del presente studio, i dati in input utilizzati sono quelli riportati di seguito.

Il **modello digitale del terreno** (DTM) è un raster ottenuto dal rilievo LIDAR effettuato dalla Provincia Autonoma di Trento nel 2006 ad una risoluzione di 1 m. L'operazione preliminare è stata quella di "depittare" il DTM con un algoritmo presente in Adb-Toolbox eliminando così le aree concave; fatto ciò è stato possibile creare gli altri raster per il modello afflussi-deflussi denominati UPSLOPE e FLOWDIR, che sono rispettivamente la carta delle aree cumulate e la carta delle direzioni di drenaggio.

La **carta del Curve Number** è ottenuta rasterizzando, con la medesima risoluzione di 1 m, la cartografia provinciale in formato shapefile della geologia e dell'uso del suolo; il file da utilizzare in Adb-Toolbox è denominato CN.

La scelta dei **parametri cinematici** (nel software indicati come "parametri avanzati") è stata guidata dalla calibrazione dei parametri cinematici del modello afflussi-deflussi effettuata dalla Provincia Autonoma di Trento nel 2003 [2], anche se effettuata su bacini più estesi di quelli in esame. Per gli altri parametri per i quali non esistono in letteratura indicazioni specifiche, si sono mantenuti i valori di default suggeriti dal software.

I parametri utilizzati per la propagazione del deflusso sono riassunti di seguito:



Velocità versante min/max [ms ⁻¹]	0.025 – 0.05
Velocità canale [ms ⁻¹]	2
Area soglia versante / canale min/max [km ²]	0.01 – 0.01
Forma dello ietogramma	triangolare
Classe AMC	3
Perdite profonde	0.1

Tabella 4.2: parametri cinematici utilizzati per l'analisi idrologica.

I valori delle curve di possibilità pluviometrica sono stati forniti dalla Provincia Autonoma di Trento - Dipartimento Protezione Civile e Infrastrutture - Servizio Prevenzione Rischi - Ufficio Previsioni e Pianificazione sotto forma di file raster. Si tratta di tre file raster (a_1 , n , CV) che coprono la superficie dei bacini imbriferi esaminati ciascuno dei quali descrive la distribuzione spaziale di un singolo parametro. Il modello scala-invariante utilizzato è quello di Gumbel e la linea segnalatrice di probabilità pluviometrica è descritta dalla seguente equazione:

$$h_T(d) = a_1 \left(1 - \frac{CV\sqrt{6}}{\pi} (\varepsilon + y_T) \right) d^n$$

dove:

$$y_T = \ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right)$$

con $h_T(d)$ valore di precipitazione caratterizzato da un tempo di ritorno T per una durata di pioggia d , n , CV e a_1 parametri stimati come di seguito riportato, ε numero di Eulero pari a 0,5772157.

I valori dei parametri n , CV e a_1 sono stati stimati sulla base dei dati delle altezze di pioggia massime annuali di durata compresa nell'intervallo 1-24 ore. I valori dei parametri n ed a_1 vengono determinati tramite regressione lineare dei logaritmi delle medie campionarie delle altezze di pioggia massime annuali relative alle diverse durate rispetto ai logaritmi delle corrispondenti durate. Il valore del coefficiente di variazione globale CV viene calcolato come media dei quadrati dei coefficienti di variazione calcolati per i massimi annuali relativi alle durate comprese fra 1 e 24 ore. Per quanto riguarda gli scrosci l'esponente di scala n si può ritenere costante sull'intero territorio trentino, con valore pari a 0,366.

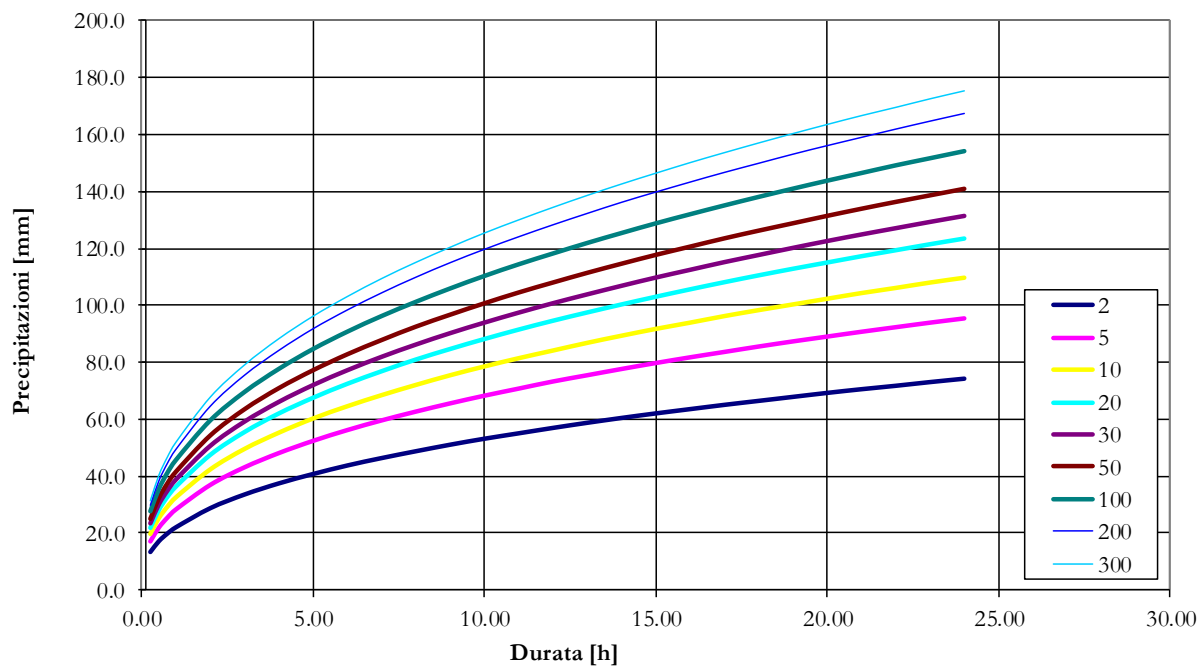


Figura 4.3: curva di possibilità pluviometrica al variare del tempo di ritorno.

Le curve di possibilità pluviometrica, illustrate in Figura 4.3, corrispondono, per il Tr di 10, 20, 30, 50, 100 e 200 anni, ai valori di a ed n indicati in tabella seguente.

Tempo di ritorno [anni]	a	n con durata precip. < 1h	n con durata precip. > 1h
10	32.472	0.366	0.383
20	36.504	0.366	0.383
30	38.823	0.366	0.383
50	41.723	0.366	0.383
100	45.634	0.366	0.383
200	49.531	0.366	0.383

Tabella 4.3: valori a e n della curva di possibilità pluviometrica.

4.1.3 Idrogramma liquido

Si riportano di seguito lo ietogramma e il relativo idrogramma di piena derivati per il tempo di ritorno di 200 anni e valutati per il bacino di dimensione pari a 0,627 km².

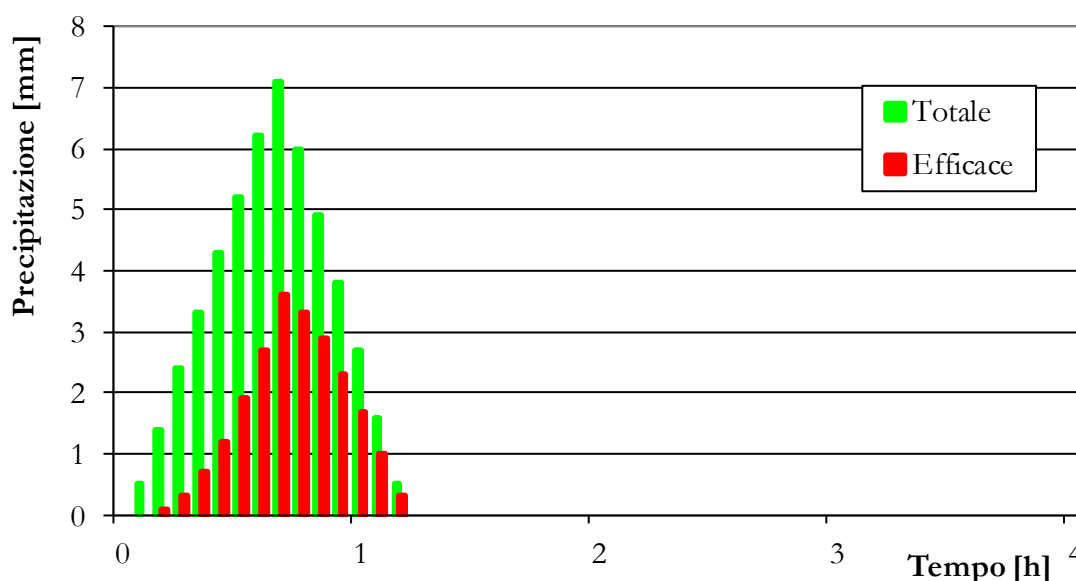


Figura 4.4: ietogramma di progetto utilizzato per la determinazione dell'idrogramma di piena (TR200).

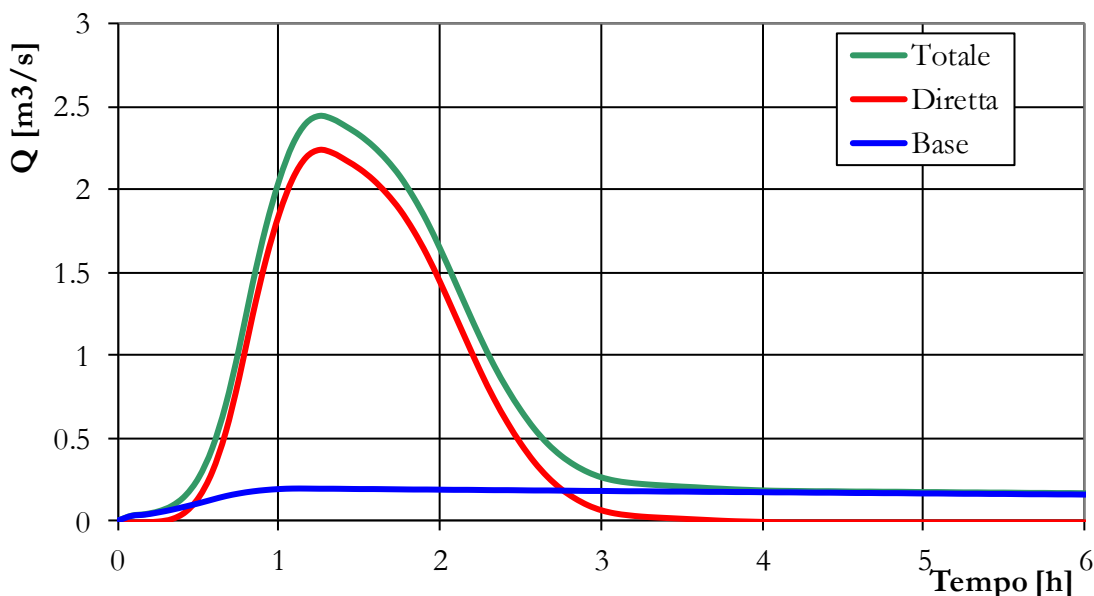


Figura 4.5: idrogramma di piena (TR200). “Base” indica il deflusso profondo, “Diretta” quello superficiale, “Totale” è la somma dei precedenti.

La portata di picco per l'idrogramma di piena per il tempo di ritorno di 200 anni è pari a $2,44 \text{ m}^3/\text{s}$.

Si evidenzia che l'idrogramma sopra valutato è l'idrogramma liquido, cioè non comprendente un'eventuale presenza di trasporto solido: nell'analisi sviluppata si è considerato che la parte solida sia trattenuta a monte dalle recenti opere realizzate dal Serv. Bacini Montani PAT non creando quindi interferenze con gli attraversamenti più prossimi all'area di Variante; le concentrazioni nel



tratto a valle della nuova briglia a fessura si presume siano modeste e non in grado di modificare significativamente in termini quantitativi la portata al picco dell'evento.

4.2 ANALISI IDRAULICA

4.2.1 Fondamenti matematico-numerici del codice Hec-RAS

Si è utilizzato un codice di calcolo monodimensionale (software Hec-Ras dell'U.S. Army Corps of Engineers) sviluppando le analisi a moto permanente e fondo fisso.

Questo modello è in grado di effettuare simulazioni di tipo monodimensionale del fenomeno di propagazione dell'onda di piena in corsi d'acqua a fondo fisso o mobile. L'implementazione del modello richiede la conoscenza della geometria dell'alveo, nonché delle necessarie condizioni iniziali e al contorno. Tra le altre cose, il modello offre la possibilità di tener conto di strutture idrauliche (sfioratori laterali, briglie, casse di espansione...) e di elementi-strutture che possono interferire con la propagazione della piena (ponti, sottopassi, tombature...).

Per l'analisi in condizioni di moto permanente HEC-RAS determina il profilo del pelo libero tra una sezione e la successiva mediante la procedura iterativa denominata standard step, risolvendo l'equazione del bilancio energetico,

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - h_e$$

dove Y_1 e Y_2 sono le altezze d'acqua riferite al fondo dell'alveo; Z_1 e Z_2 sono le altezze del fondo rispetto ad una quota di riferimento; V_1 e V_2 sono le velocità medie della corrente nelle due sezioni estreme del tronco fluviale considerato; α_1 e α_2 sono coefficienti di ragguglio delle potenze cinetiche; h_e è la perdita di carico tra le due sezioni considerate.

Il termine h_e dipende sia dalle perdite per attrito che da quelle per contrazione ed espansione. Si può valutare mediante la relazione:

$$h_e = L \cdot \overline{S_f} + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

dove L è la lunghezza del tronco considerato, $\overline{S_f}$ è la pendenza dell'energia tra le due sezioni; C è il coefficiente di perdita di carico per contrazione o espansione.

Il primo termine rappresenta la perdita totale per attrito, prodotto tra la distanza tra le due sezioni e la pendenza della linea dell'energia. Il programma prevede diverse possibilità di calcolo della



cadente, che viene determinata presupponendo una suddivisione dell'alveo in sottosezioni all'interno dei quali la velocità possa ritenersi con buona approssimazione costante.

Il secondo termine della equazione per il calcolo delle perdite di carico rappresenta invece il contributo dovuto alla contrazione ed espansione dell'area bagnata; tali perdite sorgono nel momento in cui si abbia un allargamento o restringimento della sezione che determini una situazione di corrente non lineare. Il coefficiente C varia in un intervallo compreso tra 0.1 e 1 per correnti subcritiche, mentre in caso di correnti veloci generalmente si assumono valori inferiori.

Qualora si verificano transizioni da corrente lenta e veloce o viceversa, in tali segmenti di asta fluviale l'equazione di bilancio energetico è sostituita dall'equazione globale di equilibrio dinamico, poiché viene meno l'ipotesi di moto gradualmente vario.

Il modello HEC-RAS consente di modellare l'effetto indotto sulla corrente dalla presenza di attraversamenti fluviali o tombinature, ad esempio nel caso che il deflusso attraverso le opere avvenga a pelo libero ma anche in pressione. La perdita di energia causata dalle opere è divisa in tre parti: in primo luogo le perdite che si hanno nella zona immediatamente a valle dove, generalmente, si ha un'espansione della corrente, sono poi considerate le perdite di energia che si verificano durante l'attraversamento, nonché le perdite che si hanno immediatamente a monte, ove la corrente subisce una contrazione.

Per lo studio del deflusso attraverso un ponte o una tombinatura HEC-RAS fa riferimento a quattro sezioni fluviali trasversali: sezione a monte dell'opera, sezione di ingresso, sezione in uscita e sezione a valle dell'opera. Il metodo del bilancio della quantità di moto si basa invece sull'applicazione dell'omonima equazione tra le quattro sezioni fluviali in precedenza descritte.

4.2.2 Dati di input

Le grandezze fisiche necessarie all'implementazione del modello numerico sono:

- la geometria dell'alveo;
- parametri idraulici (resistenza al moto);
- le condizioni al contorno di monte (tra cui vi sono gli idrogrammi di piena), di valle e nelle eventuali sezioni intermedie di controllo.



4.2.3 Geometria

La geometria dell'alveo è definita attraverso 15 sezioni, rilevate tramite Lidar e sopralluoghi in sito; il tratto di corso d'acqua oggetto dell'analisi è lungo circa 93 m e si estende da circa 30 metri a monte dell'area di studio a circa 20 metri a valle della stessa. (Figura 4.6).

Di seguito si riportano i dati geometrici delle sezioni del rio Cernadoi utilizzate nell'analisi idraulica, Tabella 4.4.

<i>River Sta</i> [num]	<i>Cum Ch Len</i> [m]	<i>Length Chnl</i> [m]	<i>Min Ch El</i> [m]	<i>LOB Elev</i> [m]	<i>ROB Elev</i> [m]
11	93.27	3.27	1541.42	1542.87	1543.47
10	90.00	10	1540.68	1541.86	1543.53
9	80.00	3.5	1538.34	1539.2	1538.87
8.9	76.50	5.01	1537.5	1538.8	1538.03
8.8	Culvert				
8.4	71.49	1.49	1536.55	1537.85	1537.08
8	70.00	10	1536.24	1536.66	1536.58
7	60.00	10	1534.14	1534.94	1534.84
6	50.00	8	1532.17	1533.23	1533.54
5	42.00	0.5	1531.15	1531.96	1532.17
4.8	41.50	0.1	1530.2	1531.8	1531.8
4.6	41.40	3.7	1530.2	1531.8	1531.8
4.4	37.70	0.2	1529.47	1531.07	1531.07
4	37.50	36.5	1529.42	1531.02	1531.02
3.8	Culvert				
2	1	1	1521.76	1523.36	1523.36
1			1521.55	1524.87	1524.81

Tabella 4.4: caratteristiche geometriche del tratto di Cernadoi in esame. River Sta = N° sezione del corso d'acqua; Cum Ch Len = distanza progressiva delle sezioni; Length Chnl = distanza relativa tra le sezioni; Min Ch El = quota minima della sezione; LOB Elev = quota della sponda in sinistra idrografica; ROB Elev = quota della sponda in destra idrografica.

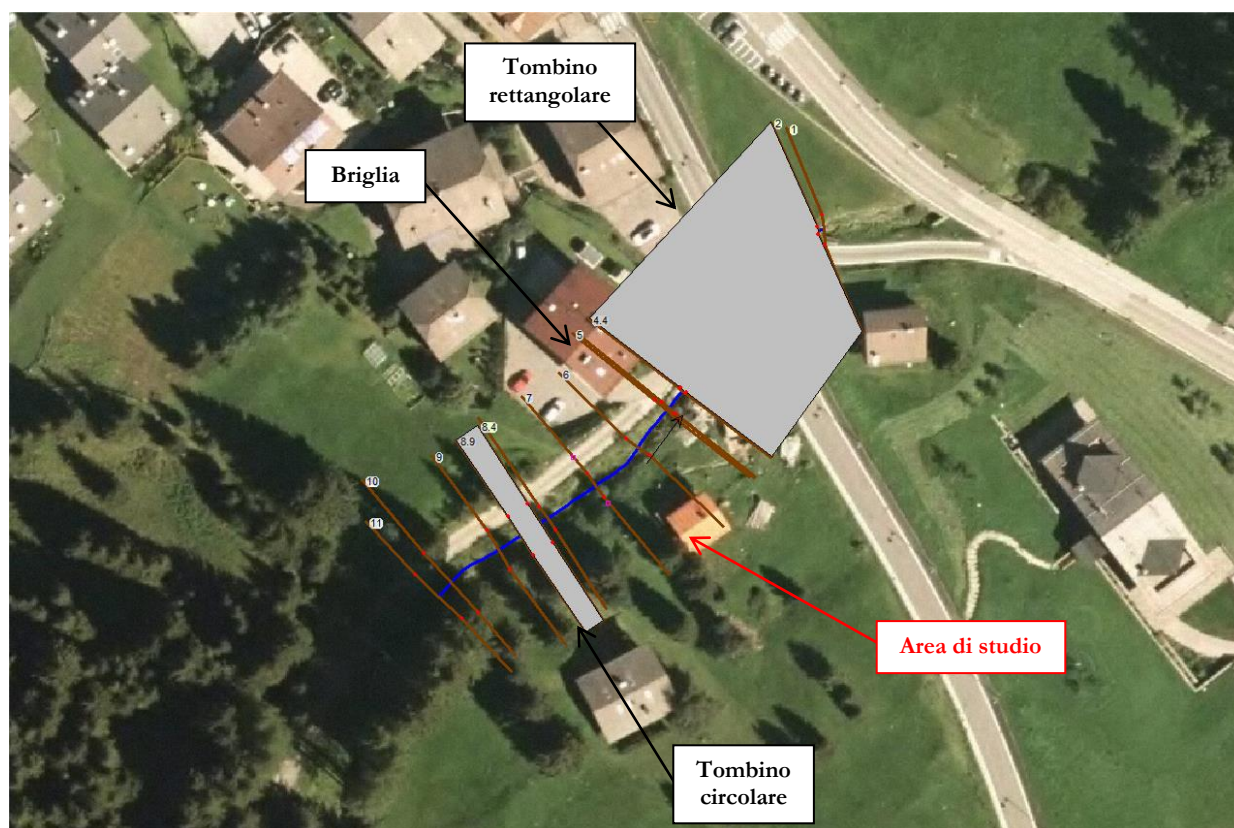


Figura 4.6: posizione planimetrica delle sezioni inserite nel modello numerico.

4.2.4 Condizioni al contorno

Trattandosi di un deflusso in corrente veloce nel caso in esame viene posta la condizione di moto localmente uniforme nella sezione iniziale del tratto da simulare (pendenza del fondo pari a 0,2).

La simulazione a moto permanente viene eseguita imponendo nella sezione iniziale il valore di portata pari a 2,44 mc/s corrispondente alla portata di piena del rio Cernadoi per un tempo di ritorno di 200 anni; tale valore di portata è stato ottenuto dall'analisi idrologica esposta nel precedente paragrafo 4.1.3 e concorda con la portata di piena estratta dallo studio condotto ai fini della redazione delle Carte della Pericolosità ad oggi in fase di adozione preliminare (codice studio CAP/2008/E/1_3, portata di picco con $T_r = 200$ anni pari a 2,52 mc/s) e utilizzata nel dimensionamento delle opere realizzate nel 2019 nel tratto più a monte (briglia a fessura e cunettone).

4.2.5 Parametri idraulici

La resistenza al moto della sezione viene espressa attraverso il coefficiente di scabrezza di Manning n . La scelta dei valori del parametro è stata fatta sulla base delle indicazioni riportate nella letteratura scientifica e nel manuale di Hec-Ras.

In particolare, si è assegnato un valore di $0,033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}^{-1}$ ($K_s=30 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$) dal momento che la generica sezione del tratto di corso d'acqua in esame è caratterizzata da ciottoli e massi di medie e piccole dimensioni, nonché da vegetazione erbacea e arbustiva sulle sponde.

4.2.6 Risultati della modellazione idraulica 1D

Il tratto oggetto dell'analisi è stato implementato in un unico modello matematico, inserendo la geometria delle sezioni indicate nella precedente Figura 4.6. Nella Figura 4.7 viene mostrato il profilo del campo di moto ottenuto dalla simulazione con il codice Hec-Ras in corrispondenza delle sezioni utilizzate nell'analisi, mentre in Tabella 4.5 sono riportati i risultati della simulazione.

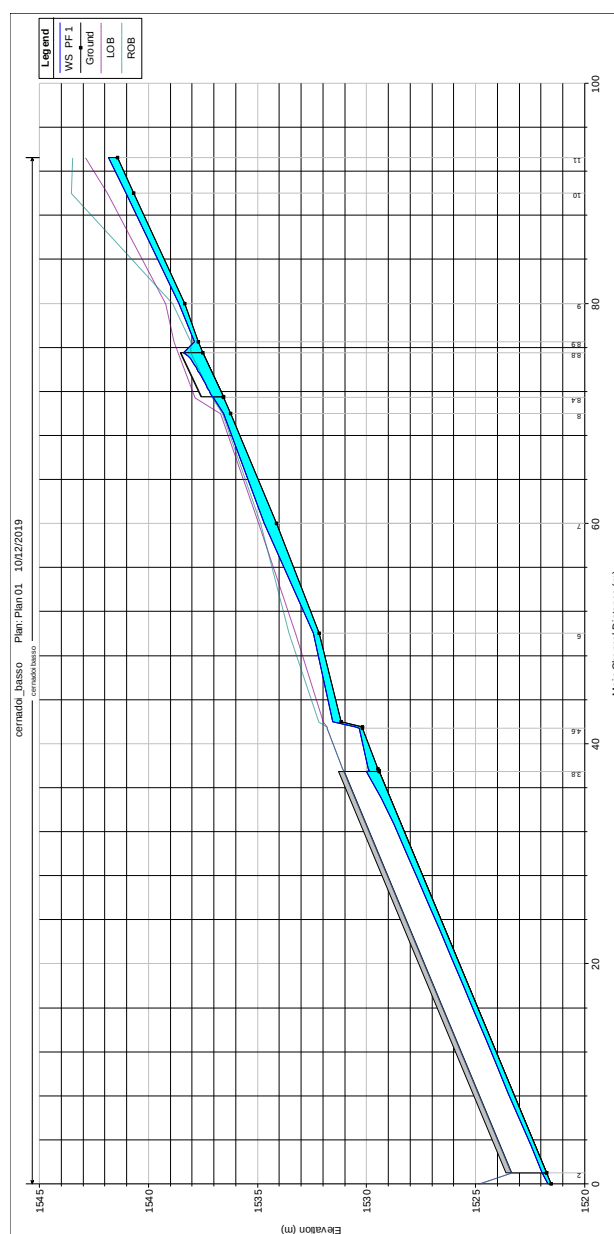


Figura 4.7: andamento del pelo libero e profilo arginale nel tratto in esame. WS = quota della superficie libera per la portata in alveo, Crit = quota del livello critico per la portata in alveo, LOB = quota della sponda sinistra; ROB = quota della sponda destra.

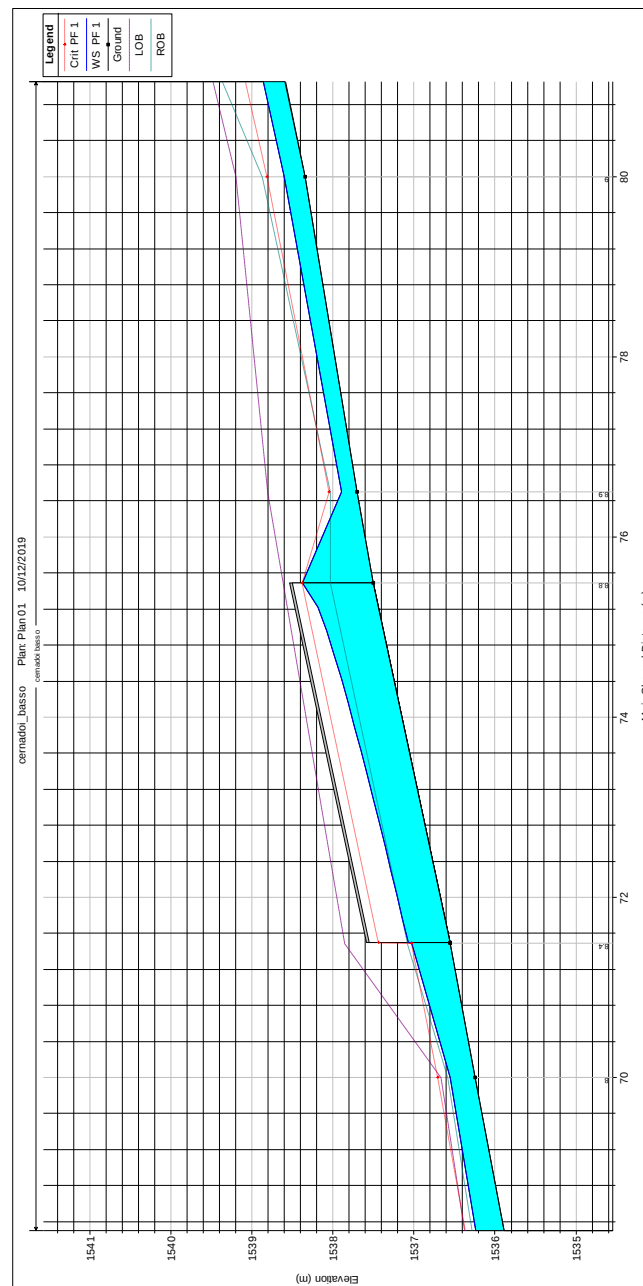


Figura 4.8: particolare dell'andamento del pelo libero in corrispondenza del tombino circolare.

Come visibile nell'immagine precedente, all'imbocco del tombino circolare si ha un passaggio della corrente in critica: tale fenomeno è giustificato dal fatto che la modellazione presenta, in corrispondenza dell'imbocco, un brusco passaggio da una sezione più ampia (a monte della struttura) alla sezione ristretta rappresentata dal tombino stesso. Questo passaggio per il tirante critico (pari a 89 cm) rappresenta comunque una condizione locale che si potrebbe migliorare accompagnando la vena liquida verso l'imbocco con una variazione di sezione più uniforme.



Anche nella situazione reale questo cambio di sezione potrebbe essere reso meno brusco arrotondando l'imbocco del tombino e rendendo il passaggio del fluido meno soggetto a modifiche locali.

River Sta	Q totale	Cum Ch Len	Min Ch El	Crit W.S.	W.S. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	
11	2.44	93.27	1541.42	1542.08	1541.84	0.200178	4.59	3.22
10	2.44	90.00	1540.68	1541.28	1541.03	0.236924	4.78	3.49
9	2.44	80.00	1538.34	1538.81	1538.60	0.263038	4.57	3.62
8.9	2.44	76.50	1537.70	1538.05	1537.90	0.276603	3.77	3.54
8.8	2.44							
8.4	2.44	71.49	1536.55	1537.03	1537.03	0.017846	1.56	1.01
8	2.44	70.00	1536.24	1536.70	1536.56	0.101063	3.14	2.31
7	2.44	60.00	1534.14	1534.70	1534.70	0.016684	1.83	1.01
6	2.44	50.00	1532.17	1532.80	1532.45	0.431700	5.93	4.61
5	2.44	42.00	1531.15	1531.74	1531.54	0.120913	3.78	2.54
4.8	2.44	41.50	1530.20	1530.87	1530.52	0.244775	5.57	3.36
4.6	2.44	41.40	1530.20	1530.61	1530.34	0.563831	5.79	4.94
4.4	2.44	37.70	1529.47	1530.22	1529.92	0.133821	4.50	2.14
4	2.44	37.50	1529.42	1530.17	1529.87	0.137863	4.55	2.18
3.8	2.44							
2	2.44	1.00	1521.76	1522.50	1521.96	1.303547	9.90	6.99
1	2.44		1521.55	1522.05	1521.68	1.298632	8.34	7.30

Tabella 4.5: grandezze idrodinamiche del tratto in esame. River Sta= N°sezione del corso d'acqua; Cum Ch Len= distanza progressiva della sezione misurata a partire dalla sez. terminale; Min Ch Elev= quota del fondo alveo; Crit WS= quota dell'altezza critica s.l.m.; WS Elev= quota della superficie libera s.l.m.; EG Slope= pendenza della linea dell'energia; Vel Chnl= velocità nel canale; Froude= numero di Froude della corrente.

Nelle pagine seguenti (Figura 4.9 e Figura 4.10) sono riportate le sezioni trasversali in corrispondenza dell'imbocco dei due tombini analizzati.

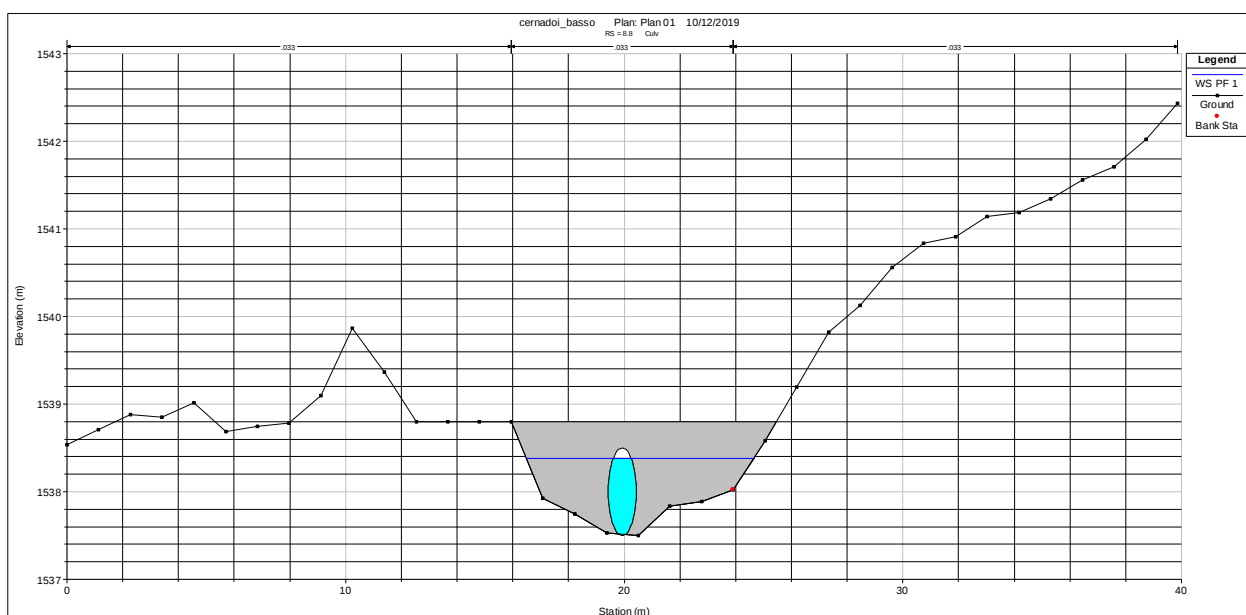


Figura 4.9: sezione 8.8 – Quota della superficie libera s.l.m.

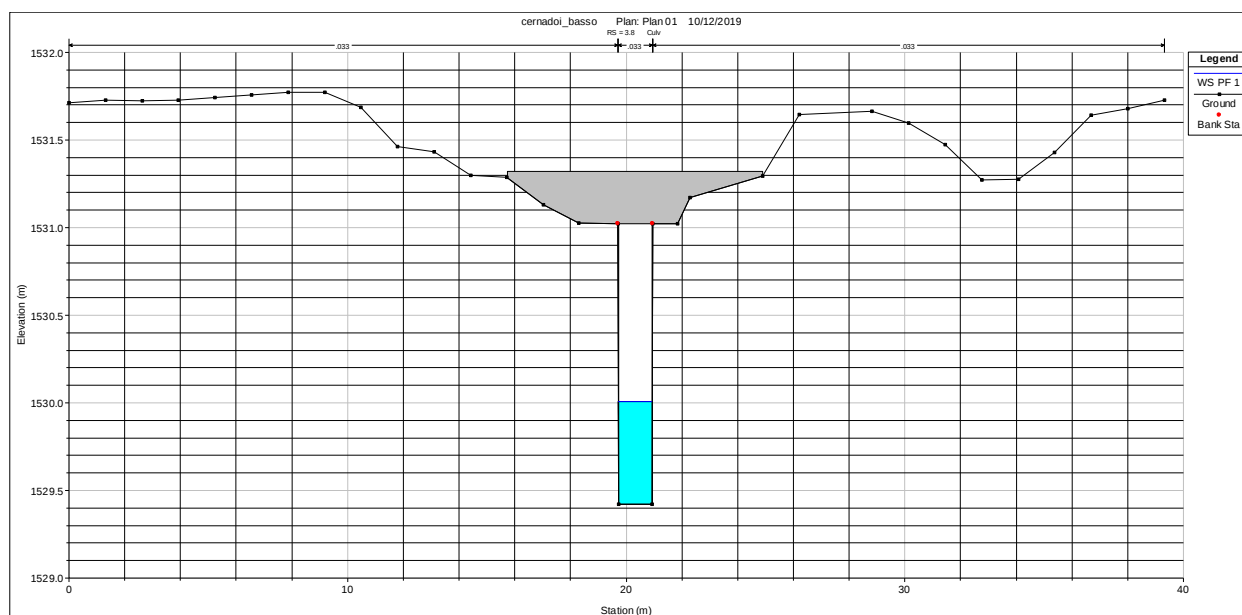


Figura 4.10: sezione 3.8 – Quota della superficie libera s.l.m.

4.3 ANALISI VALANGHIVA

Relativamente al rischio valanghivo indicato dalla Carta di Sintesi della Pericolosità (vedasi precedente

Figura 2.6), si è fatto riferimento ad uno studio pregresso realizzato nel corso del 2006 dal dott. geol. Massimiliano Fazzini di San Benedetto del Tronto e alla sua Relazione Tecnica “*Valanga A101A1V003 Vallaccia*” predisposta nell’ambito della redazione della Carta della Pericolosità dei fenomeni valanghivi, sviluppando alcune simulazioni di approfondimento.

Rimandano allo studio citato per i dettagli, si riporta nel seguito una sintesi dei risultati delle modellazioni svolte tramite modello AVAL – 1D per la valanga radente ai fini della redazione della mappa della pericolosità.

È evidente come la valanga modellata restringa considerevolmente la sua ampiezza già nella prima parte del percorso, evidenziando un nuovo lieve ampliamento dell’area interessata a metà tracciato, per poi proseguire incanalata nell’alveo del rio Cernadoi con altezze di deposito previste intorno ai 4-6 metri.

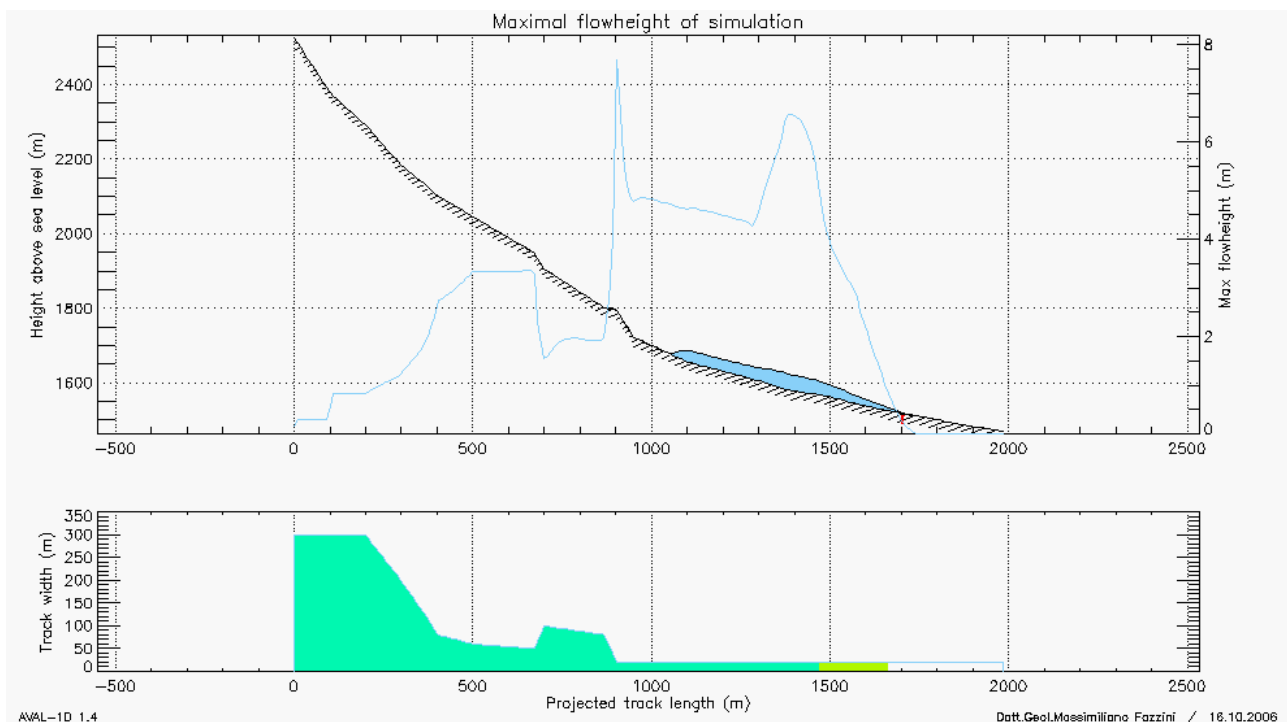


Figura 4.11: risultato della simulazione con $T_r = 300$ anni per la valanga radente Vallaccia Canale Ovest (Studio dott. geol. M. Fazzini).

Si sottolinea, però, che tale simulazione realizzata nel 2006 non è aggiornata al reale stato dei luoghi come modificati dai lavori realizzati recentemente dal Servizio Bacini Montani della PAT che hanno visto la costruzione di una briglia filtrante a monte dell'area abitata e di un cunettone che altera in modo sostanziale l'alveo del rio a valle della nuova piazza di deposito (vedasi precedenti Figura 3.3 e Figura 3.4).

Si ritiene che le nuove opere (piazza di deposito e briglia filtrante) siano adeguate alla funzione di trattenuta della maggior parte della massa nevosa eventualmente in arrivo in caso di evento valanghivo importante, e che la nuova morfologia dei luoghi garantisca lo scorrimento dell'eventuale parte nevosa residua all'interno del cunettone del rio Cernadoi senza deviazioni della stessa.

L'ampiezza di circa 20 metri stimata dalla simulazione per lo scorrimento della valanga nella parte terminale corrisponde in effetti alla fascia di rispetto idraulico identificata in 10 metri per parte rispetto al corso d'acqua all'interno della quale non risulta comunque possibile effettuare alcun tipo di intervento edificatorio.

Si sottolinea, infine, che la pericolosità dell'ambito valanghivo della Carta di Sintesi della Pericolosità risulta di livello inferiore rispetto a quanto stimato per l'ambito torrentizio.





5 CONCLUSIONI

Come illustrato in premessa, la proposta di variante è relativa alla tipologia edificatoria (C1 invece che B3) su un lotto caratterizzato da un edificio già esistente.

La variante cartografica è evidenziata nella tavola RA.02 – riquadro 2.

La consultazione dello studio idraulico condotto ai fini della redazione delle Carte della Pericolosità (codice studio CAP/2008/E/1_3), e l'ulteriore analisi sviluppata hanno evidenziato che:

- il tratto a monte dell'alveo del rio Cernadoi è a tutt'oggi interessato da una sistemazione idraulica realizzata dal Servizio Bacini Montani della PAT che ha già comportato la costruzione di una briglia a fessura con relativa piazza di deposito; tali interventi eviteranno fenomeni di dissesto idrogeologico e di inondazione per il tratto del corso d'acqua a monte dell'area interessata dalla variante puntuale in questione;
- il livello del piano terra dell'immobile indentificato dalla p.ed. 640 del c.c. di Canazei si colloca, rispetto al fondo dell'alveo del rio Cernadoi nel tratto interessato, ad una quota superiore di diversi metri e tale da garantire un franco sufficiente rispetto alla quota del pelo libero dell'acqua corrispondente alla portata di piena di progetto;
- il fondo dell'alveo del rio Cernadoi, in corrispondenza della p.ed. 640 del C.C. di Canazei, è caratterizzato da un'elevata pendenza, tale da evitare eventuali depositi di materiale solido anche in considerazione della presenza della nuova briglia realizzata a monte dalla PAT e in grado di ridurre significativamente le concentrazioni solide nel tratto in esame;
- i tratti intubati esistenti nel tratto in corrispondenza dell'area di variante risultano adeguati al deflusso della portata liquida di un evento con tempo di ritorno pari a 200 anni.

In merito alla pericolosità valanghiva segnalata per l'area di studio, si ritiene che le nuove opere realizzate recentemente dal Servizio Bacini Montani della PAT (piazza di deposito e briglia filtrante) siano adeguate alla funzione di trattenuta della maggior parte della massa nevosa eventualmente in arrivo in caso di evento valanghivo importante. La nuova morfologia dei luoghi garantisce lo scorrimento dell'eventuale parte nevosa residua all'interno del cunettone del rio Cernadoi senza deviazioni della stessa in direzione dell'area di interesse per la quale si esclude, pertanto, una pericolosità di qualche rilievo.

Gli elementi esposti favoriscono, quindi, una **compatibilità della previsione urbanistica relativa alla variante puntuale n.10 con la pericolosità dei fenomeni attesi prevista dalla Carta di Sintesi della Pericolosità**.



6 BIBLIOGRAFIA

- [1] Associazione Italiana di Idronomia, Calibrazione a scala provinciale della funzione di generazione del deflusso (parametro CN), Relazione tecnico scientifica preliminare, 2003.
- [2] Associazione Italiana di Idronomia, Calibrazione dei parametri cinematici del modello afflussi-deflussi, Relazione tecnico scientifica, 2003.
- [3] Cazorzi et al, Hydrogrid: manuale per l'utente, Dipartimento TESAF, Università degli Studi di Padova, 2002.
- [4] Provincia Autonoma di Trento, Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche, 2005.
- [5] Chow Ven Te, Open channel hydraulics, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1953.
- [6] Servizio Bacini Montani, Ufficio di zona 3, Relazione Tecnica, 2008.
- [7] Manuale d'uso del software applicativo AdB-ToolBox (versione 1.5 e superiori) Estensione ANALISI IDROLOGICHE (AI).