



Regione **Piemonte**

Provincia **Vercelli**

Unione Montana Valsesia

LEGGE 05/01/1994 N. 36 - L.R. 20/01/1997 N. 13
INTERVENTI MONTANI DI TUTELA DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO ATTRAVERSO LA
MANUTENZIONE E LA SISTEMAZIONE DEL TERRITORIO DA REALIZZARSI CON IL
CONTRIBUTO TARIFFARIO DEL SERVIZIO IDRICO

PIANO QUINQUENNALE
di manutenzione e sistemazione del territorio per il periodo 2014-2018
2^A ANNUALITA' 2015

PROGETTO DI INTERVENTI IDRAULICO - FORESTALI nei Comuni di RIVA VALDOBBIÀ, RIMELLA E VALDUGGIA

PROGETTO DEFINITIVO

A2

RELAZIONE GEOLOGICA

I Tecnici:

Massimo Gobbi

**PROGETTO DI INTERVENTI IDRAULICO FORESTALI NEI COMUNI DI
RIVA VALDOBBIÀ, RIMELLA E VALDUGGIA**

RELAZIONE GEOLOGICA - Sommario:

1	TIPOLOGIA DI INTERVENTO E RIFERIMENTI NORMATIVI.....	1
2	INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO ED UBICAZIONE.....	2
3	CLASSIFICAZIONE DI PERICOLOSITA' DEL SITO	3
3.1	Piano Regolatore	3
3.2	Vincolo Idrogeologico (R.D.L. n. 3267/1923, L.R. 45/1989).....	5
3.3	Classificazione Sismica.....	5
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	6
4.1	Geologia generale.....	6
4.2	Geomorfologia generale.....	8
4.3	Idrogeologia generale.....	9
4.4	Modello geologico dei siti di intervento.....	10
4.5	Caratteristiche geotecniche geomeccaniche dei terreni e delle rocce.....	11
5	INQUADRAMENTO CLIMATICO	13
5.1	Precipitazioni e temperature	13
5.2	Evapotraspirazione.....	14
5.3	Piogge intense	14
6	ANALISI IDRAULICHE (COMUNE DI RIMELLA).....	16
6.1	Oggetto dell'analisi e dati idrologici utilizzati	16
6.2	Dati morfologici dei bacini esaminati.....	16
6.3	Tempo di corrivazione.....	17
6.4	Valutazione delle portate di piena per TR = 200 anni.....	17
6.5	Portate smaltibili.....	18

1 TIPOLOGIA DI INTERVENTO E RIFERIMENTI NORMATIVI

L'Unione Montana Valsesia, in attuazione della Legge 36 del 5/01/1994 e s.m.i., ha varato una serie di interventi inquadrati nel piano quinquennale di manutenzione e sistemazione del territorio per il periodo 2014-2018 (2^ annualità 2015).

Il presente progetto rientra fra gli interventi montani di tutela dell'assetto idrogeologico attraverso la manutenzione e la sistemazione del territorio da realizzarsi con il contributo tariffario del servizio idrico integrato. In particolare gli interventi sono collocati nei comuni di Riva Valdobbia, Rimella e Valduggia e così distinti:

→ **Intervento in Comune di Riva Valdobbia** (*Val Vogna, località S. Antonio*)

L'intervento si concentra lungo la strada comunale che collega i piccoli abitati che sorgono nella valle: poco dopo località S. Antonio, la scarpata a monte della pista è interessata da erosione superficiale che rende instabile il versante.

In particolare l'intervento prevede: la messa in sicurezza di una scarpata in frana tramite la realizzazione di una rete addossata alla parete e la realizzazione di opere di ingegneria naturalistica consistenti in palizzate e palificate semplici.

→ **Intervento in Comune di Rimella** (località Roncaccio)

Gli interventi si concentrano lungo la strada comunale Roncaccio Superiore-Pianello, compresa tra il Rio del Bosco e il Rio Gardo: il deflusso delle acque mal regimate ha danneggiato il sentiero comunale.

Gli interventi previsti sono rappresentati in particolare da: opere di pulizia e regimazione delle acque presso i 2 corsi d'acqua e presso l'impluvio minore, ripristino delle rampe di accesso alle opere di attraversamento e sistemazione dei versanti tramite pulizia e opere di ingegneria naturalistica quali palificate a doppia parete.

→ **Intervento in Comune di Valduggia** (frazione Strona e Rastiglione)

Gli interventi sono collocati in 4 punti diversi, compresi tra gli abitati di Strona e Rastiglione: il deflusso delle acque mal regimate ha eroso il lato sottoscarpa della carreggiata stradale.

Gli interventi previsti riguardano soprattutto la regimazione delle acque tramite la posa di canalette sia in pietrame e legname che in acciaio e in alcuni caso interventi di ingegneria naturalistica.

La documentazione progettuale è stata realizzata dagli scriventi a seguito dell'incarico emesso dalla Unione Montana Valsesia.

Il presente elaborato rappresenta la relazione geologica relativa agli interventi sopra descritti.

Per quanto riguarda le normative di riferimento si evidenziano le principali:

- Decreto Ministeriale 14.01.2008 - Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.
- Eurocodici 7 e 8.
- LEGGE REGIONALE 3 aprile 1989, n. 20 "Norme in materia di tutela di beni culturali, ambientali e paesistici" e successive modifiche ed integrazioni;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i. "Codice dei beni culturali e del paesaggio ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137";
- D.P.C.M. 12 dicembre 2005 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" (relazione paesaggistica);
- Decreto Legislativo 24 marzo 2006, n. 157 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, in relazione al paesaggio".

2 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO ED UBICAZIONE

Gli interventi in progetto si trovano nei comuni di Riva Valdobbia, Rimella e Valduggia. Siccome si tratta di più interventi, per facilitarne l'ubicazione cartografica riportata di seguito, ad ogni area di intervento è stata assegnata una sigla definita da 2 numeri, di cui il primo indica il comune (1 Riva Valdobbia, 2 Rimella, 3 Valduggia). Tale denominazione viene ripresa in tutti gli elaborati di questo lavoro.

SIGLA AREA DI INTERVENTO	COMUNE	C.T.R. PIEMONTE	I.G.M.I.	COORDINATE WGS84*		CATASTALE	
				X	Y	FOGLIO	MAPPALI
1.1	RIVA VALDOBBIÀ	071160	029 II NE CORNO BIANCO	416702	5073947	25	349
1.2				416781	5073950	25	353-349
2.1	RIMELLA	072070	030 IV SE FOBELLO	436027	5084953	11	176
						15	27-32-52-53
2.2				436055	5084904	15	53-54-40
2.3				436066	5084730	15	108-157-120-163
3.1	VALDUGGIA	094050	030 II SE GOZZANO	450001	5065778	14	333-340-341-111-112
3.2				449493	5065910	12	630-633-365-457
3.3				449277	5066125	9	201
3.4				450228	5065632	13	356

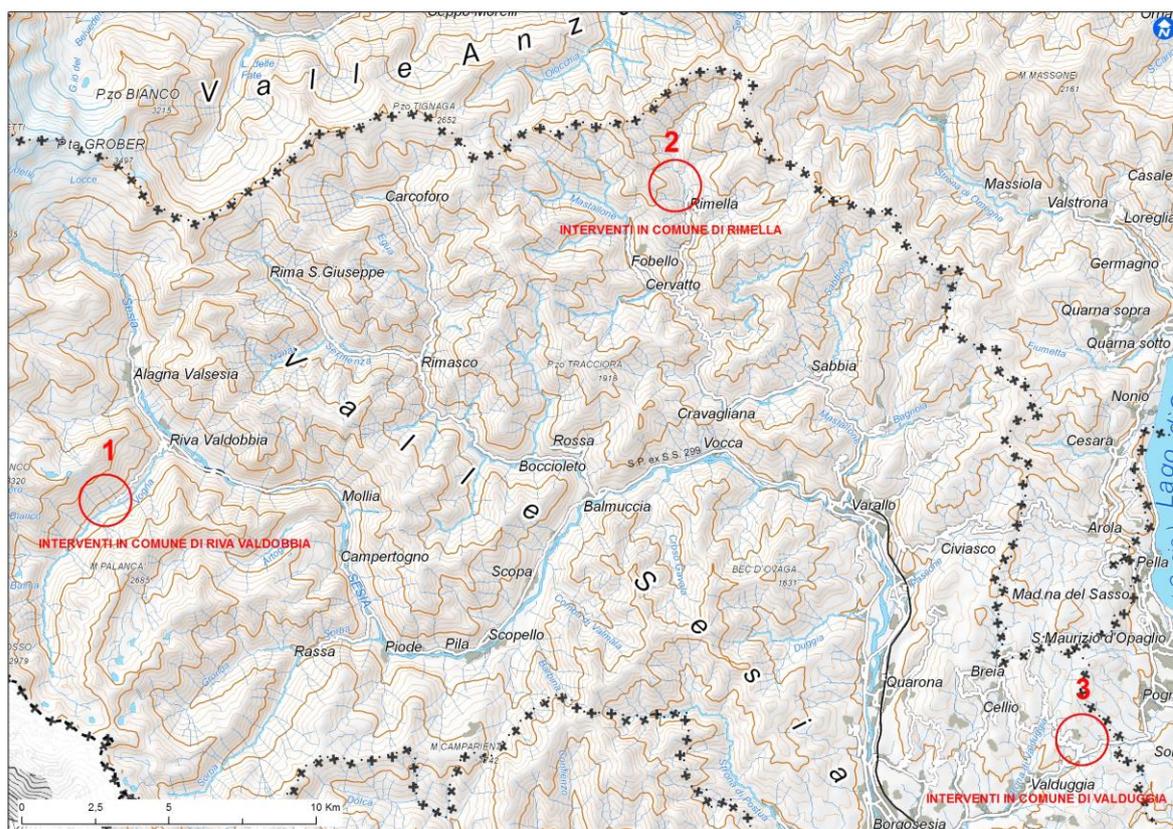


Figura 1 - Inquadramento aree di intervento su base topografica ARPA Piemonte, non in scala

3 CLASSIFICAZIONE DI PERICOLOSITA' DEL SITO

3.1 Piano Regolatore

Secondo la classificazione dei P.R.G.C. vigenti, le aree di intervento ricadono nelle seguenti classi di pericolosità:

Riva Valdobbia:

Classe 3A: "Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti. Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto previsto all'art. 31 della L.R. 56/77"

Rimella:

Classe 3A: "Porzioni di territorio inedificate o interessate da edifici isolati, in cui sussistono condizioni geomorfologiche o idrogeologiche tali da renderle inidonee a nuovi insediamenti. Aree di fondovalle potenzialmente soggette alla dinamica dei corsi d'acqua e zone caratterizzate da acclività elevata".

Classe 3A1: "Porzioni di territorio inedificate o interessate da edifici isolati, in cui sussistono condizioni geomorfologiche o idrogeologiche tali da renderle inidonee a nuovi insediamenti. Aree interessate da frane non stabilizzate, zone direttamente interessate dalla dinamica fluviale e da valanghe frequenti e fasce di rispetto fluviale di cui al R.D. n. 523 del 25/07/1904".

Valduggia:

Classe 3A: "Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti. Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili varrà quanto previsto all'art. 31 della L.R. 56/77".

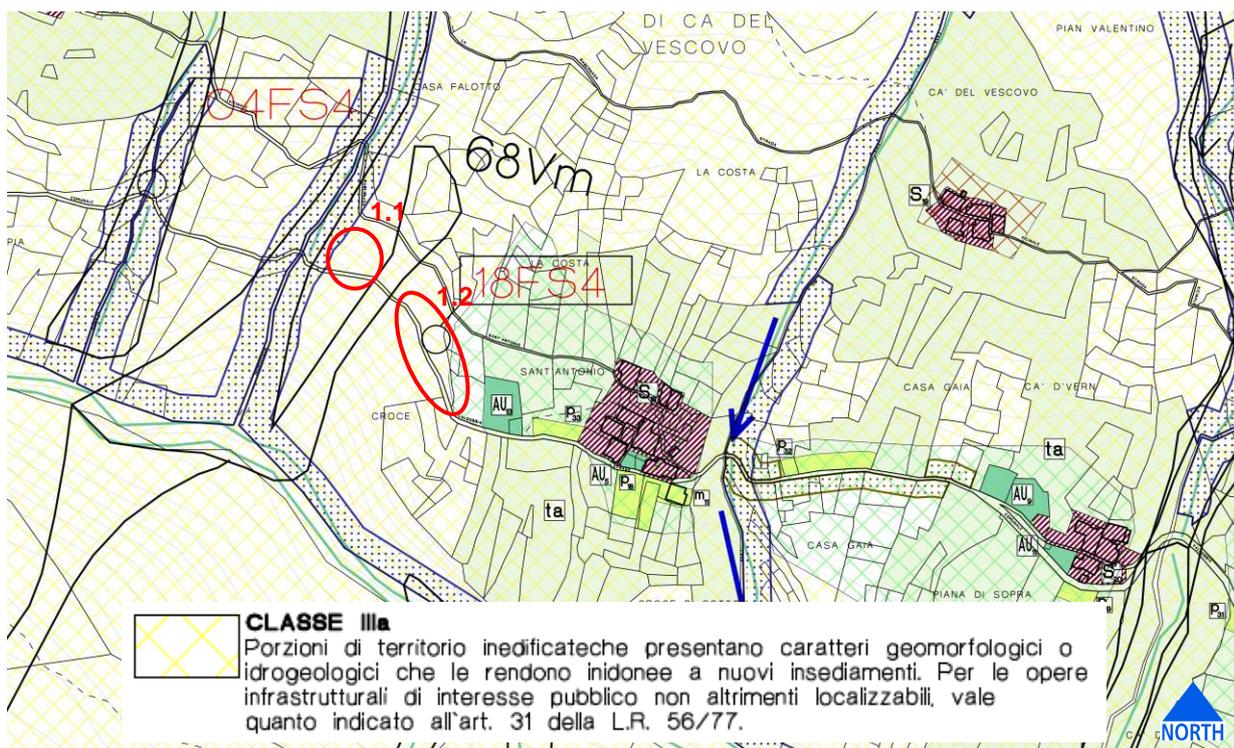


Figura 2 - Stralcio della tavola di sintesi del P.R.G.C. di Riva Valdobbia, non in scala

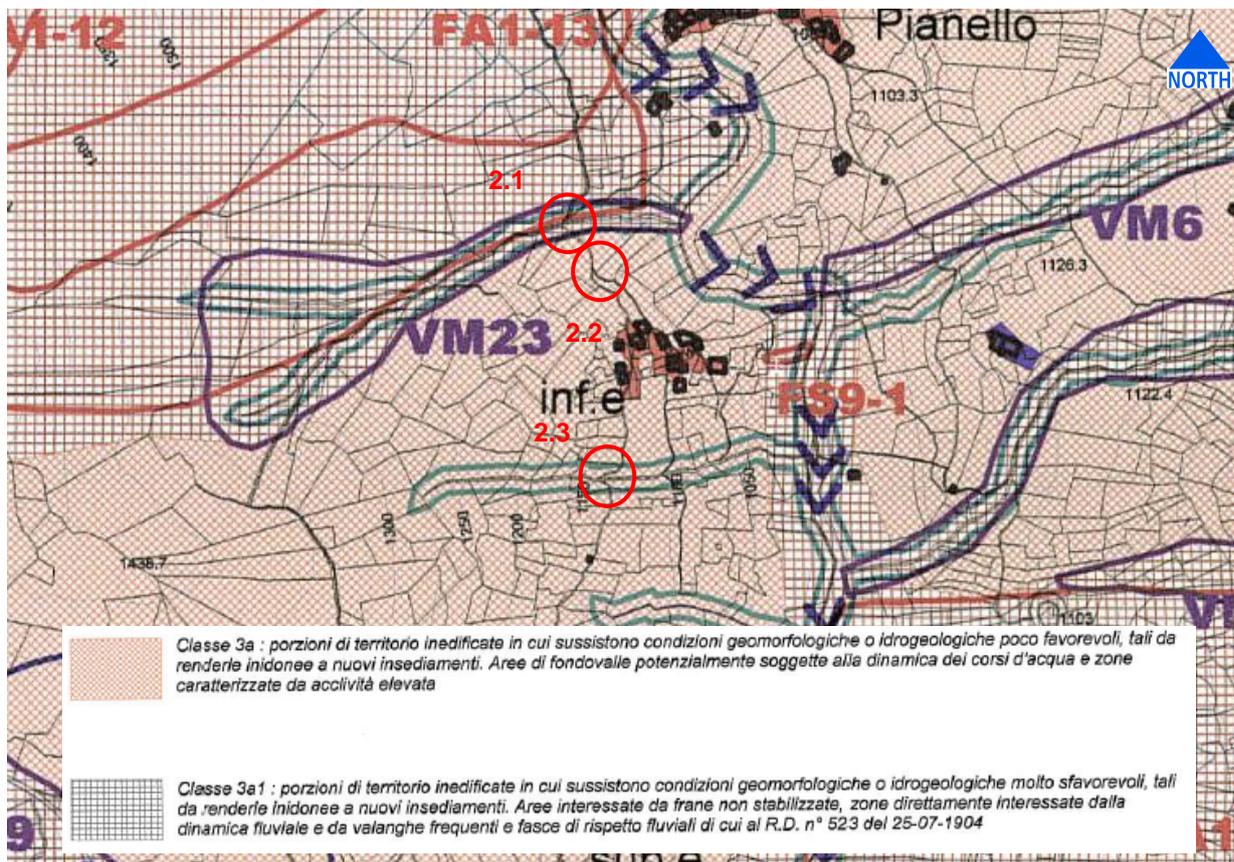


Figura 3 - Stralcio della tavola di sintesi del P.R.G.C. di Rimella, non in scala

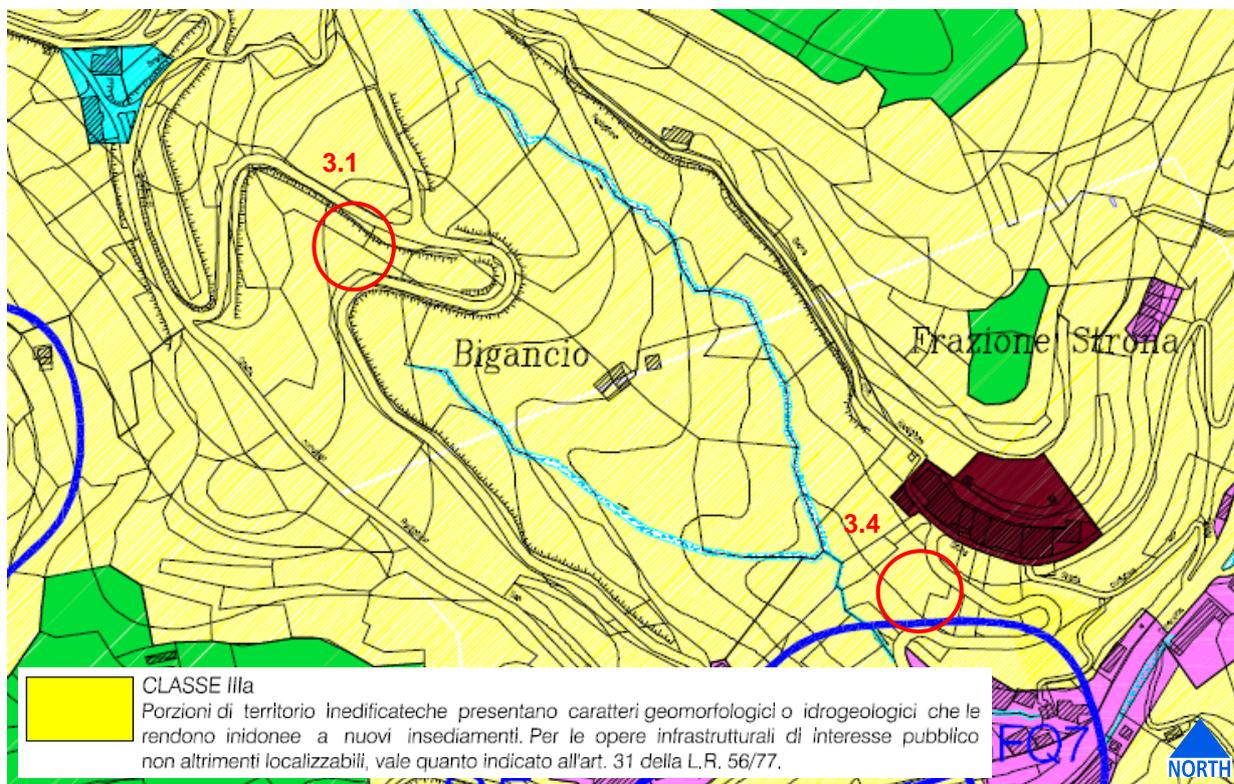


Figura 4 - Stralcio della tavola di sintesi del P.R.G.C. di Valduggia, non in scala

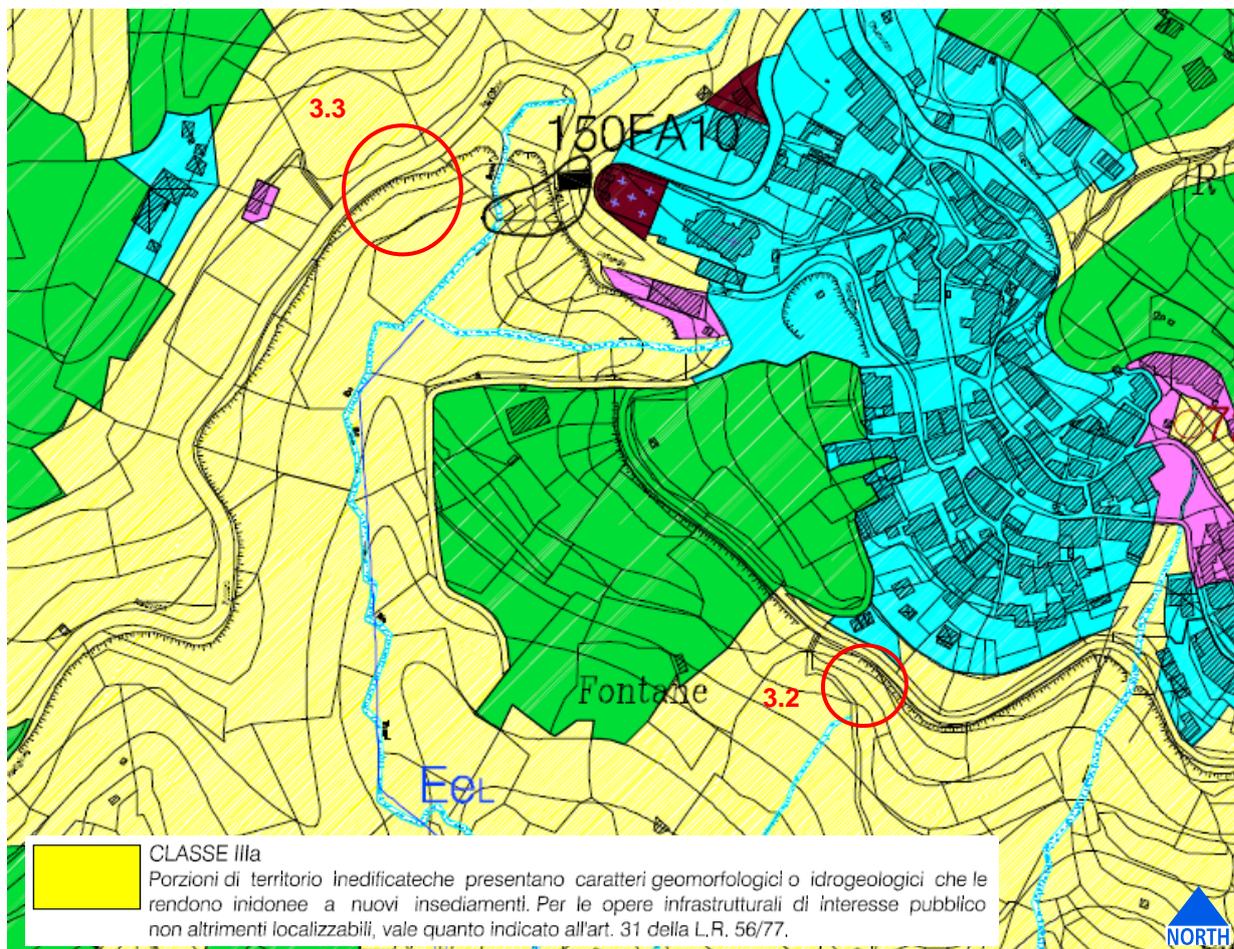


Figura 5 - Stralci della tavola di sintesi del P.R.G.C. di Valduggia, non in scala

3.2 Vincolo Idrogeologico (R.D.L. n. 3267/1923, L.R. 45/1989)

Le aree di intervento in comune di Riva Valdobbia e Rimella ricadono tutte all'interno del vincolo.

Per quanto riguarda le aree in comune di Valduggia, solo la 3.1 e la 3.3 ricadono all'interno del vincolo.

3.3 Classificazione Sismica

Per quanto riguarda la Classificazione sismica amministrativa (Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274 del 20 marzo 2003 - Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010, n. 11-13058), tutti e tre i comuni interessati dagli interventi si collocano in classe 4 sismica.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1 Geologia generale

La zona oggetto di studio, risulta rappresentata nel foglio n° 30 "Varallo" e nel foglio n° 29 "Monte Rosa" della carta geologica d'Italia.

Le aree oggetto degli interventi, sono qui rappresentate dal punto di vista geologico strutturale sia da unità rientranti nel sistema Austroalpino, ovvero Europa vergente, sia da unità Africa vergenti facenti parte delle unità tettoniche delle Alpi Meridionali; normalmente il passaggio tra AU (alpi europa-vergenti) e IVZ (alpi meridionali) avviene attraverso una discontinuità tettonica detta Linea del Canavese, tuttavia nel settore di Rimella, oltre alla sopra indicata linea, compare una zona di shear duttile con rocce milonitiche denominate Scisti di Fobello-Rimella.

Il sistema AU è un tipico sistema composito, formato da un elemento inferiore ubiquitario e da un elemento superiore dato da lembi trasposti; l'elemento inferiore è costituito in prevalenza da parascisti polimetamorfici e da corpi intrusivi acidi e basici tardo-paleozoici, con trasformazioni metamorfiche alpine di vario tipo; l'elemento superiore è un frammento di crosta continentale profonda, con locali scaglie di peridotiti del mantello, talora metamorfosate o tettonizzate. Le unità superiori e inferiori sono separate da una vasta zona di laminazione duttile in cui sono inseriti alcuni lembi di copertura mesozoica.

L'unità inferiore è denominata Zona Sesia-Lanzo ed è costituita da vari litotipi: micascisti eclogitici con numerose lenti basiche in cui si intercalano protoliti di probabile età permiana metamorfosati; metagranitoidi massicci e scistosi con dominante impronta metaforfica in scisti verdi; gneiss minuti albitici, in facies scisti verdi, di età mesoalpina e derivanti da granitoidi tardo paleozoici.

L'unità superiore è costituita dalla 2a Zona dioritico-kinzigitica (2DK) e da lembi trasposti; la 2DK presenta alcuni litotipi caratteristici: una fascia basale di miloniti, una porzione di protoliti prealpini come paragneiss a Bt - Grt - Sill (kinzigiti Auct.), intercalazioni di granuliti basiche, anfiboliti e marmi antichi e dalla piccola scaglia di peridotiti tettoniche; la sequenza è ricca di migmatiti e pegmatiti di anatessi, ma è priva di corpi intrusivi granitici.

Gli scisti di Fobello-Rimella sono delle miloniti in facies scisti verdi (filladi e scisti sericitici), con gneiss listati e porfiroidi, gneiss anfibolici e porfirite anfiboliche laminate.

A sud della Linea del Canavese affiorano invece unità tettoniche facenti parte delle Alpi Meridionali, qui rappresentate da unità cristalline e sedimentarie. Le unità cristalline sono: la Serie dei Laghi (SdL) e la Zona Ivrea-Verbanò (IVZ). Le unità sedimentarie sono: i carbonati del Mesozoico, i depositi pliocenici ed i depositi quaternari.

La Serie dei Laghi è un'unità che fa parte del Massiccio dei Laghi, separata a nord-est dalla Zona Ivrea-Verbanò da un lineamento tettonico costituito dalle linee Cossato-Mergozzo-Brissago e Pogallo, estendentesi sino al margine della pianura padana. Tale unità è costituita da un basamento a metamorfismo varisico in facies anfibolitica (derivato da protoliti a dominante arenacea), suddiviso nei complessi dei Cenerigneiss (paragneiss psefitico-psammitici a noduli di silicati di Ca e locale cianite) (Boriani et al. 1990 e rif. bibl) e degli Gneiss minuti (paragneiss a due miche, tabulari con minuta struttura granoblastica) (Boriani et al. 1990 e rif. bibl).

Le Alpi Meridionali sono state sede, durante il Permiano, di diffuse ed articolate manifestazioni magmatiche che si svilupparono dopo il metamorfismo varisico in concomitanza con un generale regime distensivo.

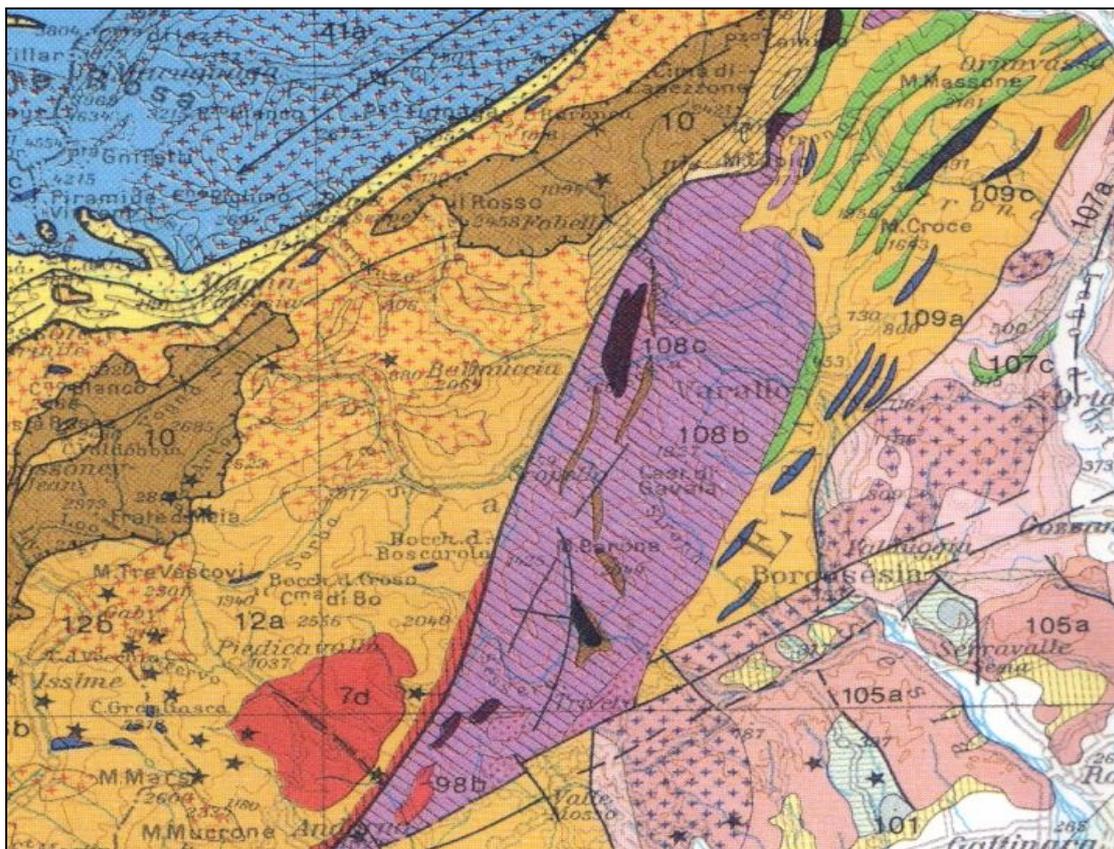
Oltre ai corpi gabbrici messi in posto alla base del complesso kinzigitico, nella crosta sovrastante s'insediarono filoni di composizione basico-intermedia (appiniti), i plutoni granitici dei Laghi e le vulcaniti acide.

I filoni e gli stock (a prevalente composizione gabbrodioritica e dioritica, considerati i precursori dei graniti dei Laghi), sono concentrati lungo la zona di shear della linea Cossato-Mergozzo-Brissago e nei contigui settori della Serie dei Laghi e del complesso kinzigitico (Boriani et al. 1990).

I graniti dei Laghi costituiscono un grande batolite composito estendentesi, in direzione N-E, dal Biellese alla Val d'Ossola, suddiviso nei plutoni di Biella-Valsessera, Alzo-Roccapietra, Quarna, Mottarone-Baveno e Montorfano. Essi comprendono sia graniti biotitici di colore bianco che graniti rosa e verdi, nonché micrograniti.

Le vulcaniti permiane sono diffuse in depressioni tettoniche della fascia pedemontana che si estende per 30 Km dal torrente Rovasenda ad Arona e sono delimitate a nord dalla linea della Cremosina (trascorrente destra neoalpina). Note comunemente con il termine di porfidi, le vulcaniti comprendono una sezione inferiore di latiti porfiriche e rioliti felsitiche ed una sezione superiore di prevalentemente ignimbriti

riolitiche (Friz e Govi 1963) (Govi 1975).



Unità tettoniche in successione da SE a NW e dall'alto al basso:

Alpi Meridionali. Serie dei Laghi: coperture plioceniche (93a) e triassico-liassiche (101), porfidi permiani (105a), graniti permiani dei Laghi (105b), micascisti e paragneiss (106) con intercalazioni di anfiboliti (107c) e di ortogneiss granitici (107a); Zona Ivrea-Verbanò: kinzigiti (109a) con intercalazioni di metabasiti (109b) e marmi (bleu), complesso gabbrico stratificato (108b), peridotiti di mantello (108c).

Zona del Canavese. Coperture mesozoiche, vulcaniti permiane, plutoniti e basamento (8).

Austroalpino. 2a Zona diorito-kinzigitica e Serie di Valpelline (1

erosione sono andati a colmare la depressione subsidente del bacino padano. I sedimenti marini del pliocene sono in prevalenza sabbiosi e spesso fossiliferi pur non mancando talora depositi argilloso-limosi e ghiaiosi. Alcuni lembi pliocenici minori sono conservati entro alcune incisioni vallive, come la Valsesia e la Val Sessera. Questa particolare situazione già notata da Sacco (1888), indica con certezza che le principali valli delle Alpi occidentali erano già esistenti prima dell'ingressione del mare pliocenico: durante quest'ultima ingressione le valli interrompevano la linea di costa, caratterizzata in prevalenza da una serie di falesie rocciose, con profonde, strette e lunghe rientranze simili a quelle (rias) che contraddistinguono l'attuale costa atlantica della penisola iberica (Guida Geologica Regionale volume I). Con l'inizio dell'ultimo ritiro del mare, nel Pliocene superiore, i sedimenti marini furono ricoperti da una coltre di depositi fluviali sabbiosi. Verso i rilievi, questi depositi hanno un brusco passaggio ad estese e potenti conoidi ghiaiose formatesi allo sbocco delle valli. L'intera successione dei sedimenti pliocenico-villafranchiani è attualmente smembrata dall'erosione; la caratteristica colorazione giallastra ne indica inoltre il profondo stato d'alterazione.

Con l'inizio del Pleistocene medio, il fenomeno glaciale raggiunse la sua acme nella catena alpina. I grandi ghiacciai si sono impostati sui fondi delle valli plio-villafranchiane colmate da depositi alluvionali e detritici. Negli ultimi vent'anni, nonostante le convinzioni passate che attribuivano l'esclusività delle glaciazioni al Quaternario, sono state rinvenute tracce di depositi glaciali in molti altri periodi, come ad esempio nel Pliocene, al limite Pliocene/Miocene ed al limite Miocene/Oligocene (per quanto riguarda il Cenozoico) (Guida Geologica Regionale volume I). Per la genesi e l'espansione dei ghiacciai, a partire dal Pleistocene medio, furono determinanti soprattutto l'aumento delle precipitazioni e la loro più uniforme distribuzione nel corso dell'anno (ed in minor misura la diminuzione della temperatura nel suo valore medio estivo).

La sedimentazione dei depositi glaciali (alla fronte del ghiacciaio) e fluvio-glaciali (a valle della fronte e rielaborati dai torrenti proglaciali) risulta contemporanea, inoltre il ghiacciaio abbandona altri due tipi di materiali: i depositi glaciali di fondo e quelli di ablazione caratterizzati entrambi da spiccata eterometria e mancanza sia di assortimento che di stratificazione. Nel loro insieme i sedimenti quaternari, presenti nell'area in esame, si possono ben ordinare dal punto di vista stratigrafico: vi sono sedimenti più antichi sulla superficie ovest e nelle grotte del Monte Fenera (Strobino F. 1981) e sedimenti più recenti, parzialmente terrazzati, nelle valli fluviali; in questi sedimenti si trovano soltanto fauna e flora continentali (Rasetti E. 1897).

4.2 Geomorfologia generale

Le aree in esame sono ubicate in Valsesia: il Fiume Sesia attraversa la valle formando una piana alluvionale che si presenta piuttosto stretta e caratterizzate da versanti acclivi, tipici delle aree di montagna, mentre più a valle, verso Quarona e Borgosesia, la piana del Sesia si fa più larga e le morfologie dei versanti più arrotondate, tipiche delle zone di bassa montagna.

In generale si può affermare che le varie conformazioni dei territori in studio sono il risultato di numerosi fenomeni morfogenetici che a partire dalle orogenesi ercinica e alpina, sino al rimodellamento effettuato dalle variazioni del clima tra gli estremi tropicali e glaciali, si sono susseguiti nelle varie ere geologiche; di particolare evidenza attuale risultano l'alterazione spinta subita dalle rocce del substrato e le estese deposizioni dovute ai corsi d'acqua e ai ghiacciai.

Più in particolare, per quanto riguarda il territorio comunale di Valduggia, la morfologia risulta piuttosto variabile, in relazione alle diverse evoluzioni che l'area ha subito. È possibile distinguere diversi ambiti morfologici a seconda che si osservi il fondovalle del torrente Strona o le colline circostanti.

Per quanto riguarda il fondovalle esso è chiaramente impostato su una linea tettonica (linea Cremosina) e si presenta abbastanza ristretto: le parti subpianeggianti sono occupate da terrazzi alluvionali con orli poco pronunciati (1-2 metri al massimo) e sono incisi dai corsi d'acqua con dislivelli anche di 7-8 metri. Sul lato idrografico destro del torrente Strona sono altresì evidenti alcuni terrazzi morfologici rialzati rispetto al fondovalle (Lebbia, Formigoso, ecc.) occupati da depositi ciottolosi di origine probabilmente fluvio-glaciale. Gli spessori alluvionali e fluvioglaciali sono generalmente di pochi metri, mentre affiorano nelle incisioni il substrato pliocenico o roccioso.

Le colline che si elevano dal fondovalle risultano costituite da una serie di dorsali, incise dai corsi d'acqua con profonde erosioni: tale assetto assegna versanti molto acclivi lungo le incisioni e deboli ondulazioni presso le dorsali, che hanno determinato una discreta antropizzazione e la formazione di abitati. La morfologia è qui data prevalentemente dalle azioni esogene, ovvero dalla trasformazione del substrato roccioso molto antico da parte degli agenti atmosferici in prevalenza su quelli tettonici/strutturali. Il risultato di queste azioni si manifesta con la formazione di coltri di alterazione in posto della roccia (presso le dorsali) piuttosto disgregata in superficie e affioramenti del substrato lungo le incisioni, che sono piuttosto numerose a causa della sostanziale impermeabilità dei litotipi. Le coltri sciolte possiedono spessori anche notevoli (7-8 metri) e sono arricchite talora dall'apporto di livelli

colluviali, dato il notevole ruscellamento superficiale.

Per quanto riguarda invece i territori comunali di Riva Valdobbia e Rimella, la morfologia è dovuta principalmente ai fenomeni collegati alle pulsazioni glaciali quaternarie ed alla successiva azione erosiva dei torrenti proglaciali. Questi fenomeni geomorfologici hanno generato valli piuttosto strette con livelli laterali a terrazzi digradanti, che testimoniano le diverse fasi di espansione e ritiro. I depositi glaciali sono costituiti perlopiù da depositi morenici, i quali bordano vaste aree ai lati della valle principale. La potenza di questi depositi è molto variabile e raggiunge talvolta i 50 metri di spessore, soprattutto là dove l'esarazione glaciale ha formato dei ripiani a bassa pendenza.

Litologicamente questi depositi sono formati da ghiaie eterogenee e blocchi con forme più o meno arrotondate a secondo che si tratti di depositi prevalentemente di asporto glaciale oppure di trasporto da parte dei torrenti glaciali. Questi elementi litici sono immersi in una matrice fine, variabile dalla sabbia all'argilla, la quale riempie gli interstizi fornendo una certa coesione dei materiali, diversa da luogo a luogo. Da sottolineare la presenza di massi cosiddetti erratici, cioè di blocchi di dimensione metrica depositati al ritiro del ghiacciaio al di sopra dei depositi morenici, e riscontrabili con distribuzione casuale nell'area.

Altri materiali sciolti sono dati anche da fenomeni di decompressione delle pareti in seguito al ritiro dei ghiacciai; si assiste cioè al franamento di porzioni di roccia dai versanti con la formazione di depositi detritici sul fondovalle o al di sopra dei depositi morenici. Si tratta di blocchi di varia dimensione, con forme poco arrotondate e irregolari, talora sottoforma di prismi sagomati secondo i piani di banding della roccia madre da cui si sono staccati. Essendo il prodotto più recente dell'evoluzione geomorfologica del territorio, essi ricoprono in discordanza angolare le litologie descritte in precedenza; possiedono inoltre una coesione pressoché nulla, anche se talvolta sono soggetti ad una minima pedogenesi e per questo contengono del materiale più fine negli interstizi. In questo caso la matrice è di carattere limoso-argillosa con materiale organico, ideale per la formazione di una fascia di vegetazione spontanea.

Per quanto riguarda il fondovalle del Fiume Sesia, si rilevano i depositi alluvionali del Sesia, che non comprendono solamente i terreni d'alveo e golenali, ma anche depositi con superfici più elevate, terrazzate. Sono composti essenzialmente da ciottoli e ghiaie con frequenti massi con un elevato grado di arrotondamento, mentre le sabbie grossolane che sono presenti nei depositi al di fuori dell'alveo bagnato, dove sono facilmente trasportate anche dall'acqua normalmente fluente, presentano granuli a spigoli vivi. Le alluvioni presentano un solo ordine di terrazzi e si estendono sia in destra che in sinistra orografica del fiume Sesia.

Molto frequenti sono i conoidi alluvionali che si collocano allo sbocco dei valloncelli dei rii minori sulla piana di fondovalle, dove la brusca caduta di energia dell'acqua per il rallentamento subito, provoca il deposito dei materiali solidi trasportati. In realtà per la ripidità dei valloncelli, la modesta estensione dei bacini idrografici, il trasporto solido dei corsi d'acqua è responsabile solo in minima parte della formazione degli edifici di conoide.

Questi depositi che assumono la morfologia di conoide torrentizio, in realtà si sono formati per l'accumulo di colate di detrito e materiali mobilizzati dalle valanghe. Il materiale componente presenta elementi molto grossolani come massi (anche dell'ordine di grandezza del m³), spesso non arrotondati, ciottoli e ghiaie. La loro fronte infine, non sempre arriva al fiume Sesia, ma si arresta adagiandosi sulla piana delle alluvioni.

4.3 Idrogeologia generale

In funzione delle caratteristiche litologiche e tessiture delle unità presenti si possono distinguere diversi complessi aventi comportamento geoidrologico omogeneo. Per quanto riguarda la definizione di complessi idrogeologici omogenei, va considerato che il flusso idrico sotterraneo avviene con modalità ed intensità estremamente variabili, in base al tipo ed al grado di permeabilità.

Le formazioni litoidi hanno una permeabilità di tipo secondario, dipendente dal grado di fratturazione della roccia si può pertanto affermare che la permeabilità del substrato roccioso sia generalmente caratterizzata da valori bassi o molto bassi, mentre valori relativamente più elevati si hanno in corrispondenza delle zone intensamente fratturate.

I materiali di copertura o i depositi sciolti sono invece caratterizzati da una permeabilità di tipo primario, dovuta alla porosità efficace del deposito; la composizione granulometrica ed il grado di addensamento dei depositi sono gli elementi che, in prima approssimazione, permettono di distinguere corpi con diversa permeabilità.

Di seguito vengono individuati i principali complessi idrogeologici presenti nelle aree di studio:

- Depositi alluvionali: caratterizzati da permeabilità per porosità media e alta; acquifero permanente libero in stretta relazione coi corsi d'acqua superficiale;
- Depositi detritici di versante: caratterizzati da permeabilità per porosità alta; acquifero da

temporaneo a permanente dipendente dagli apporti da parte degli altri acquiferi e dalle precipitazioni;

- Depositi morenici: hanno permeabilità per porosità da bassa a media; acquifero permanente generalmente di modeste potenzialità;
- Coltri eluvio-colluviali: possono essere considerati dei depositi a permeabilità per porosità media e bassa ($10^{-4} \div 10^{-6}$ m/sec); in particolare per quanto riguarda il territorio comunale di Valduggia, esse ricoprono il substrato roccioso raggiungendo talvolta spessori notevoli (6-7 metri).
- Substrato roccioso: possiede permeabilità per fratturazione bassa o nulla; acquiferi limitati e di scarsa consistenza.

4.4 Modello geologico dei siti di intervento

Riva Valdobbia

L'area oggetto di indagine si colloca lungo la strada comunale che collega gli abitati della Val Vogna: più in particolare gli interventi sono ubicati immediatamente a ovest dell'abitato di S. Antonio ad una quota di circa 1380 m s.l.m.

La valle si allunga all'incirca da NE verso SO, incastonata tra le montagne, alterna zone piuttosto impervie ad aree più dolci, dove sono stati costruiti i piccoli insediamenti walser tipici di queste zone. Proprio presso l'abitato di S. Antonio la morfologia risulta molto blanda: questa caratteristica è data dalla presenza di depositi sciolti di tipo morenico. Procedendo verso ovest, avvicinandoci all'incisione del Rio Borgognona, la morfologia cambia diventando più aspra e i depositi morenici lasciano il posto alla roccia cristallina.

Dal punto di vista della litologia, i depositi morenici sono costituiti da ghiaie eterometriche spigolose immerse in matrice sabbioso limosa e hanno spessore plurimetrico; la roccia del substrato è costituita da gneiss appartenenti alla Zona Sesia Lanzo e risulta piuttosto fratturata in superficie e più compatta.

Per quanto riguarda l'idrogeologia i depositi sciolti presenti hanno una permeabilità variabile, variabile da media a medio-bassa, a seconda della percentuale di materiale fine presente; il substrato roccioso è praticamente impermeabile.

Rimella

L'area di intervento si colloca lungo il versante idrografico destro del Torrente Landerwasser, nei pressi dell'abitato di Roncaccio Inferiore. La quota dell'area è compresa tra 1100 e 1150 m s.l.m.

Il versante presenta un'acclività medio alta ed è attraversato dalla strada comunale sterrata e da altri 2 sentieri che si sviluppano tutti a mezza costa.

Dal punto di vista geologico l'area si colloca all'interno della Formazione degli Scisti di Fobello e Rimella: si tratta di rocce metamorfiche massicce che affiorano quasi esclusivamente in corrispondenza dei 2 corsi d'acqua, mentre altrove sono ricoperte da uno strato di materiale sciolto di origine prevalentemente detritica.

Il tratto di pista dove si collocano gli interventi è interessato dalla presenza di 2 corsi d'acqua: il Rio del Bosco e il Rio Gardo, entrambi a regime torrentizio, che si presentano asciutti durante i mesi caratterizzati da precipitazioni scarse. Il Rio del Bosco può inoltre fungere da canale di scarico valanghivo (da P.R.G.C.: area di valanga a pericolosità moderata-VM23).

Per quanto riguarda l'idrogeologia i depositi detritici presenti hanno una permeabilità piuttosto alta, data dalla pezzatura grossolana del materiale; il substrato roccioso è praticamente impermeabile.

Valduggia

Le aree di intervento si collocano lungo la strada Comunale che collega località Strona a Rastiglione (Comune di Valduggia), ad una quota compresa tra 580 e 690 m s.l.m.

Pur essendo ubicate in zone diverse le aree di intervento presentano le medesime caratteristiche dal punto di vista geomorfologico, idrogeologico e litologico. Infatti si collocano tutte su versanti generalmente caratterizzati da acclività media ($20^\circ \div 30^\circ$), ricoperti da boschi, e attraversati dalla strada comunale sopra citata che si sviluppa a mezza costa.

Per quanto riguarda la situazione litostratigrafica, dopo uno strato di terreno agrario/riporto si trovano i depositi eluvio-colluviali, che possono avere spessore di qualche metro e sovrastano il substrato roccioso rappresentato da roccia scistosa (Scisti dei Laghi - Serie dei Laghi).

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni presenti possiedono una permeabilità media, mentre il substrato roccioso è pressoché impermeabile. Questa situazione può dar luogo a fenomeni di infiltrazione e successiva fuoriuscita d'acqua in corrispondenza della superficie di contatto terreno-roccia.

4.5 Caratteristiche geotecniche geomeccaniche dei terreni e delle rocce

Nel volume significativo di pertinenza delle opere previste si riconoscono le seguenti stratigrafie:

Riva Valdobbia

Presso l'area di intervento posta più a SW (indicata dalla sigla 1.1) affiora il substrato roccioso di tipo gneissico che risulta piuttosto fratturato in superficie.

Per quanto riguarda l'area dell'intervento 1.2, dopo un livello di terreno agrario pari a circa 30 cm si trovano depositi sciolti di origine prevalentemente glaciale, che ricoprono il substrato roccioso di tipo gneissico.

Rimella

I corsi d'acqua (Rio Gardo e Rio del Bosco) e gli impluvi più incisi (compreso quello oggetto di intervento) sono impostati sul substrato roccioso (Scisti di Fobello e Rimella), mentre in corrispondenza dei versanti uno strato di depositi sciolti di origine prevalentemente detritica ricopre la roccia.

Valduggia

Dopo un livello di terreno agrario/rimaneggiato di spessore pari a circa 40 cm si trovano i depositi eluviali che ricoprono il substrato roccioso (Scisti dei Laghi) intensamente alterato e fratturato in superficie e più compatto in profondità.

Dal punto di vista geotecnico, trascurando lo strato di terreno agrario o di riporto, si possono distinguere le seguenti unità omogenee, ovvero:

- Unità geotecnica UG1: depositi morenici, costituiti da ghiaie eterometriche spigolose, immerse in matrice sabbioso limosa;
- Unità geotecnica UG2: depositi misti, prevalentemente detritici, costituiti da ghiaie grossolane e brecce, eterometriche e spigolose
- Unità geotecnica UG3: coltre eluviale, costituita da sabbia limosa con frammenti di roccia
- Unità geotecnica UG4: substrato roccioso di tipo gneissico e scistoso, alterato e fratturato in superficie.

Le caratteristiche geotecniche dei terreni sono ricostruibili attraverso la consultazione della bibliografia tematica disponibile ed in base a studi eseguiti su materiali analoghi per origine e natura. Pertanto si riassumono le caratteristiche nominali delle unità geotecniche nel seguente modo:

UG1. Depositi morenici: ghiaie sabbioso-limose eterometriche e spigolose

<i>Peso di volume</i>	γ	=	18 ± 2	kN/m ³
<i>Coesione</i>	c'	=	0	kN/m ²
<i>Angolo resistenza al taglio di picco</i>	ϕ'_p	=	36 ± 2	°
<i>Angolo resistenza al taglio a volume costante</i>	ϕ'_{cv}	=	33 ± 2	°

UG2. Depositi detritici: ghiaie grossolane e brecce, eterometriche e spigolose

<i>Peso di volume</i>	γ	=	18 ± 2	kN/m ³
<i>Coesione</i>	c'	=	0	kN/m ²
<i>Angolo resistenza al taglio di picco</i>	ϕ'_p	=	38 ± 2	°
<i>Angolo resistenza al taglio a volume costante</i>	ϕ'_{cv}	=	34 ± 2	°

UG3. Coltre eluviale: sabbia limosa con frammenti di roccia

<i>Peso di volume</i>	γ	=	17 ± 2	kN/m ³
<i>Coesione</i>	c'	=	0	kN/m ²
<i>Angolo resistenza al taglio di picco</i>	ϕ'_p	=	36 ± 2	°
<i>Angolo resistenza al taglio a volume costante</i>	ϕ'_{cv}	=	33 ± 1	°

UG4: gneiss/scisti alterati e fratturati in superficie

<i>Peso di volume</i>	γ	=	25 ± 2	kN/m ³
<i>Coesione</i>	c	=	45000 ± 10000	kN/m ²
<i>Angolo resistenza al taglio di picco</i>	ϕ'_p	=	40 ± 2	°
<i>Angolo resistenza al taglio a volume costante</i>	ϕ'_{cv}	=	34 ± 2	°

5 INQUADRAMENTO CLIMATICO

Per la definizione delle caratteristiche pluviometriche e climatiche dell'area ci si è affidati ai dati contenuti in alcune pubblicazioni a cura dei Servizi tecnici della Regione Piemonte ed in particolare al testo *Distribuzione regionale di piogge e temperature (1998)*, che elabora i dati raccolti sugli Annali Idrologici pubblicati dal Ministero dei LL.PP e agli elaborati presenti nel *Piano territoriale delle acque della Regione Piemonte (PTA)*.

5.1 Precipitazioni e temperature

Per l'analisi delle precipitazioni sono state prese in considerazione le stazioni meteorologiche più vicine al sito di studio, ovvero quelle di *Borgosesia (B, quota 360 m.s.l.m.)*, *Varallo Sesia (V, quota 453 m.s.l.m.)* e *Boccioleto (Bc, quota 667 m s.l.m.)*. Le misurazioni sono state eseguite tra il 1921 e il 1971, un periodo sufficiente per la determinazione delle curve pluviometriche medie per la zona.

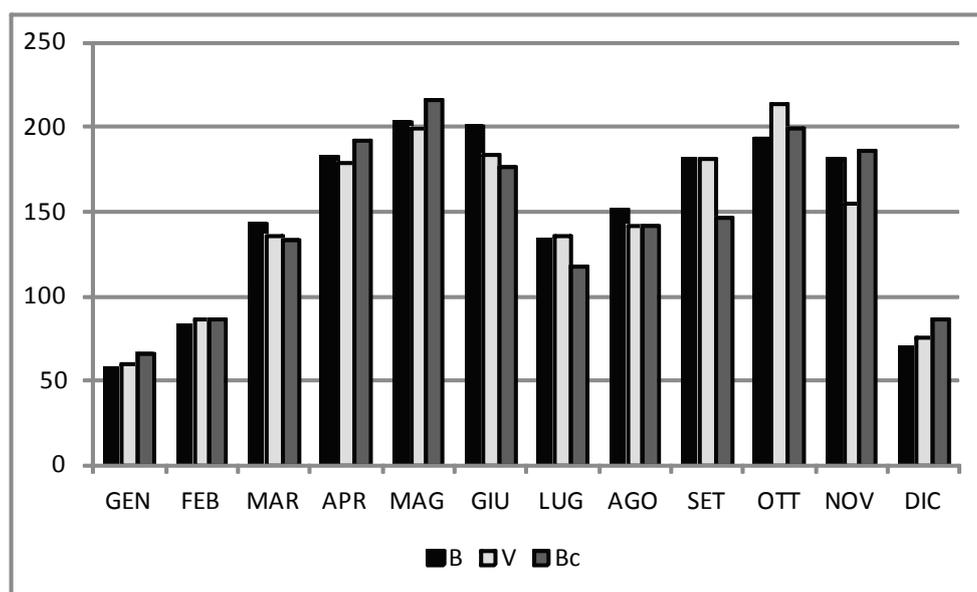


Figura 7 - Precipitazioni medie mensili presso le stazioni esaminate (mm)

Nelle seguenti tabelle si riportano i dati salienti delle stazioni considerate:

PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI (mm)													
ST.	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
B	57	83	143	183	203	201	133	151	181	193	181	69	1778
V	60	86	136	179	199	184	136	141	181	214	155	75	1746
Bc	66	86	133	192	216	176	118	141	146	199	186	86	1745

La distribuzione delle precipitazioni lungo l'anno presenta un andamento bimodale, ovvero con due massimi in autunno e primavera ed un minimo invernale: tale regime pluviometrico è ascrivibile al **tipo subalpino**. La precipitazione media annuale ricavata dalle tre stazioni considerate è pari a circa **1750 mm**.

Per quanto riguarda le temperature è stata presa in considerazione la stazione meteorologica di Varallo Sesia (453 m s.l.m.). I dati si riferiscono ad un periodo di misura di 36 anni.

TEMPERATURE MEDIE							TEMPERATURE ESTREME		GIORNI DI GELO
ANNUE	GEN	LUG	MASSIME GIORN	MINIME GIORN	MASSIME MENS	MINIME MENS	MASSIME	MINIME	
10.4	0.9	20.5	14.6	6.2	19.8	1.9	36	-14	86

TEMPERATURE MEDIE MENSILI											
GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
0.9	2.7	6.1	9.5	13.4	17.6	20.5	19.5	15.8	11.1	5.7	1.8

5.2 Evapotraspirazione

Non esistono dati significativi sull'evapotraspirazione presso l'area in esame; è altresì noto che, alle alte quote, dove la vegetazione è quasi del tutto assente, tale grandezza abbia valori trascurabili mentre per le aree pedemontane si possono avere valori significativi.

Ci si affida pertanto alle correlazioni evapotraspirazione/quota sviluppate all'interno del PTA, che sono affette da una certa approssimazione ma possono comunque fornire un valore di riferimento; un prospetto riassuntivo è riportato nella tabella seguente:

Quota	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
m s.l.m.	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
200	2.6	8.4	28.5	65.3	102.9	136.9	153.3	130.0	89.6	49.0	16.9	3.2	787
400	2.3	7.7	26.3	59.7	94.6	126.7	142.4	120.9	82.9	45.4	15.7	3.0	728
600	2.1	6.9	24.1	54.2	86.4	116.4	131.4	111.8	76.3	41.8	14.5	2.7	669
800	1.9	6.2	21.9	48.7	78.2	106.1	120.5	102.7	69.7	38.2	13.3	2.5	610
1000	1.7	5.4	19.8	43.1	70.0	95.9	109.5	93.6	63.0	34.6	12.1	2.2	551
1200	1.4	4.7	17.6	37.6	61.8	85.6	98.6	84.5	56.4	31.0	10.9	2.0	492
1400	1.2	3.9	15.4	32.0	53.5	75.4	87.6	75.4	49.8	27.4	9.6	1.7	433
1600	1.0	3.2	13.2	26.5	45.3	65.1	76.7	66.3	43.1	23.8	8.4	1.5	374
1800	0.8	2.4	11.0	21.0	37.1	54.8	65.7	57.2	36.5	20.2	7.2	1.2	315
2000	0.5	1.7	8.8	15.4	28.9	44.6	54.8	48.1	29.9	16.6	6.0	1.0	256
2200	0.3	0.9	6.7	9.9	20.7	34.3	43.8	39.0	23.2	13.1	4.8	0.7	197

5.3 Piogge intense

Dal punto di vista delle precipitazioni critiche ci si affida alle elaborazioni realizzate nello studio P.A.I. dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, che individua i coefficienti delle curve di probabilità pluviometrica per varie stazioni presenti nel bacino, relative a tempi di ritorno da 20 a 500 anni.

I parametri *a* e *n* sono stati inseriti nella seguente tabella riferendoci alla stazione meteo di Varallo Sesia:

		20	100	200	500
VARALLO SESIA	a	57,46	72,94	79,55	88,24
	n	0,487	0,485	0,485	0,485

Le curve di probabilità pluviometrica sono del tipo:

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

dove *h* = precipitazione critica in mm e *t* tempo in ore. I dati di precipitazione critica per l'area in esame, considerando precipitazioni orarie di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, sono riportate nella seguente tabella:

Riva Valdobbia, Rimella, Valduggia (VC)

VARALLO SESIA				
	20	100	200	500
h1 mm	57,46	72,94	79,55	88,24
h3 mm	98,1123	124,271	135,533	150,338
h6 mm	137,507	173,928	189,69	210,411
h12 mm	192,72	243,427	265,487	294,489
h24 mm	270,102	340,697	371,572	412,162

6 ANALISI IDRAULICHE (COMUNE DI RIMELLA)

6.1 Oggetto dell'analisi e dati idrologici utilizzati

Nelle seguenti analisi ci si occupa della stima degli afflussi critici presso le sezioni di chiusura dei bacini sottesi ai tratti di torrente interessati dagli interventi.

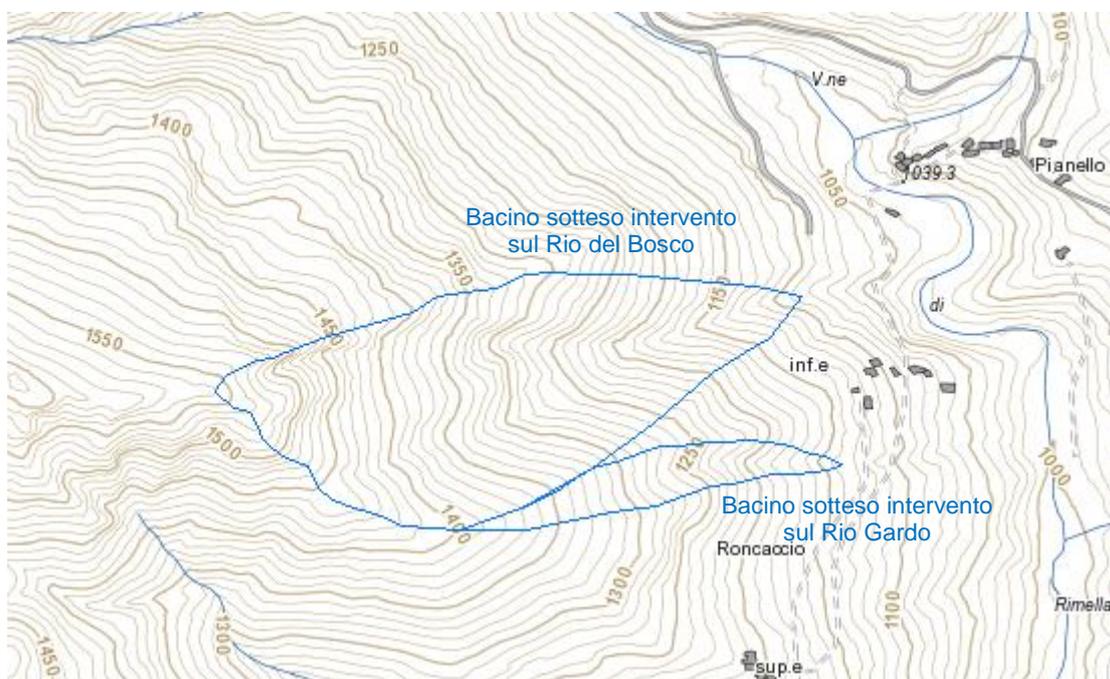


Figura 8 - Inquadramento bacini idrogeologici sottesi alle aree di intervento, non in scala

Per i dati relativi alle portate di massima piena ci si affida a relazioni sperimentate per piccoli bacini proposte per la provincia di Biella e più precisamente al grafico di BIASETTI, BARBONAGLIA ET AL. 1995 ($t_c < 1$ ora, $S < 0,5$ Km², coefficiente di deflusso pari a 1), che determina il contributo specifico del corso d'acqua (o dell'impluvio) in base all'estensione del bacino e al tempo di corrivazione.

Va inoltre detto che la stima delle portate così determinata può contenere in sé anche la quota relativa alla portata solida, essendo il grafico sperimentato su eventi di piena realmente avvenuti, che si manifestano con tutto il contributo solido + liquido.

6.2 Dati morfologici dei bacini esaminati

Dall'analisi dei bacini si sono ricavati i parametri morfologici fondamentali, riassunti nella seguente tabella:

bacino	Sb	Lp	Hmax	H min	H med	Hm
RIO DEL BOSCO	0,110	0,57	1560	1087	0,110	0,57
RIO GARDO	0,016	0,37	1400	1137	0,016	0,37

Dove:

- Sb = superficie del bacino, in km²
- Lp = massima lunghezza dell'asta fluviale, in km
- H max = quota massima del bacino, in m s.l.m.
- H min = quota minima del bacino, in m s.l.m.
- H med = quota media del bacino, in m s.l.m.

→ H_m = altezza media, in m.

6.3 Tempo di corrivazione

Si intende come tempo di corrivazione, rispetto ad una determinata sezione di un corso d'acqua, l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale stessa.

Per il calcolo del tempo di corrivazione (t_c) vi sono diverse formule proposte da vari Autori; date le caratteristiche morfometriche del bacino analizzato e la sua assai modesta estensione, si considera quella molto usata di Giandotti (1934, 1937):

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S_b} + 1.5L}{0.8 \cdot \sqrt{H_m}}$$

dove:

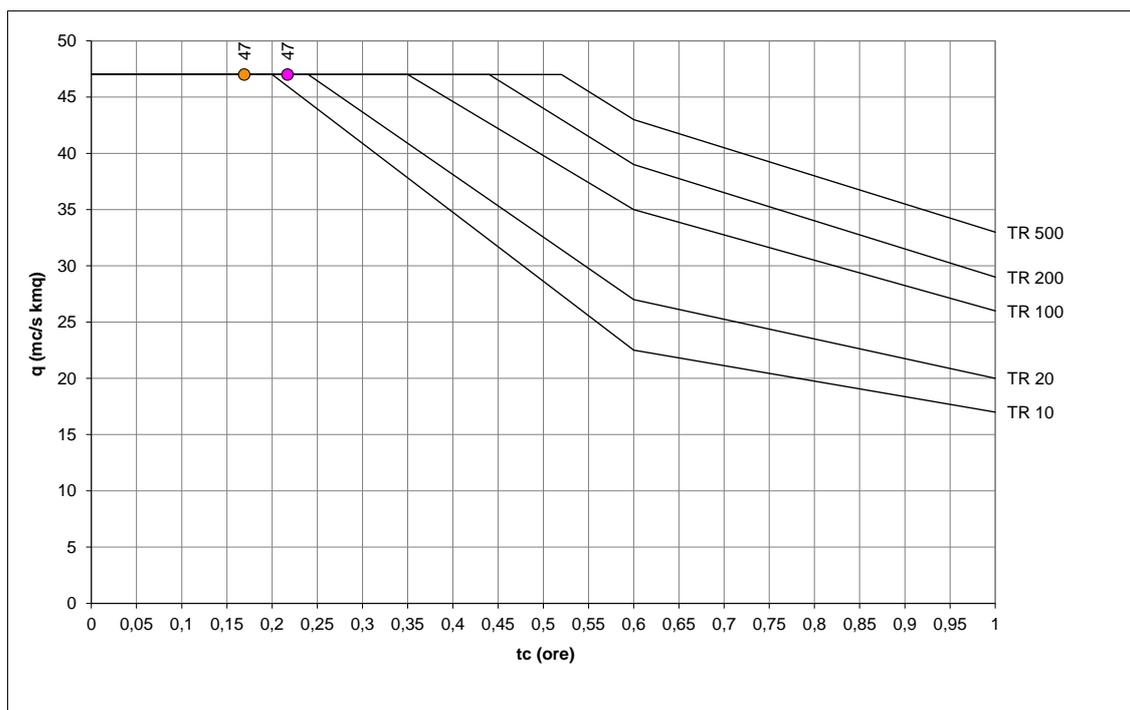
- t_c = tempo di corrivazione, in ore
- S_b = superficie del bacino, in Km²
- L = lunghezza dell'asta principale del bacino, estesa sino allo spartiacque, in Km
- H_m = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura, in m

Pertanto il tempo di corrivazione dei bacini esaminati sono riassunti nella tabella seguente:

bacino	t_c
RIO DEL BOSCO	0,217
RIO GARDO	0,169

6.4 Valutazione delle portate di piena per TR = 200 anni

Con i dati sopra esposti è stato dunque possibile ricavare il contributo specifico di portata per il bacino analizzato e conseguentemente la portata di massima piena per tempi di ritorno di 200 anni, utilizzando il già citato grafico BIASETTI, BARBONAGLIA ET AL. 1995.



Come si evince dal grafico la portata specifica per tempi di ritorno di 200 anni $q_{200} = 47 \text{ mc/s km}^2$ per entrambi i bacini in esame. Nella seguente tabella vengono riportate le portate di piena relative ad ogni bacino in esame:

bacino	$Q_{200}(\text{mc/s})$
RIO DEL BOSCO	5,17
RIO GARDO	0,752

6.5 Portate smaltibili

Sono state esaminate le sezioni di alveo in corrispondenza degli attraversamenti sul Rio del Bosco e sul Rio Gardo: si ricorda che gli interventi prevedono sul Rio Gardo la costruzione di un guado in massi, mentre il Rio Bosco sarà interessato solo da interventi di pulizia vegetale. La verifica consiste nell'imporre la portata calcolata alla sezione in esame e appurare la sua capacità di smaltimento.

La portata smaltibile (Q_{sm}) costituisce la quantità fluida che può fluire da una data sezione di alveo in un certo periodo di tempo.

Essa è individuata dalla formula $Q_{sm} = V \cdot A$, dove V è la velocità dell'acqua e A è l'area della sezione bagnata; per il calcolo della velocità si utilizza la nota formula di Chézy, valida per il moto uniforme nei canali, ma estendibile anche a corsi d'acqua di questo tipo:

$$V = \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}$$

coefficiente di Chézy secondo Manning;

n = coefficiente di scabrezza di Manning (ricavato da tabelle presenti nella Direttiva 4 del PAI);

R = A/P raggio idraulico;

P = perimetro bagnato;

i = pendenza del fondo dell'alveo nel tratto precedente la sezione.

Le sezioni sono state esaminate ipotizzando piene con tempo di ritorno pari 200 anni; i parametri idraulici ottenuti dalla verifica sono riportati nella seguente tabella:

Rio	sezione	scabrezza Manning	pendenza alveo	area bagnata	perimetro bagnato	raggio idraulico	velocità	portate smalt.	Quota di piena
				m^2	m	m	m/s	m^3/s	m s.l.m.
Del Bosco	1	0,06	0,6	1,04	4,39	0,238	4,956	5,170	1091,51
	2	0,06	0,47	1,19	5,08	0,234	4,342	5,170	1087,27
	3	0,06	0,47	1,11	4,23	0,261	4,672	5,170	1085,08
Gardo	1	0,06	0,63	0,23	1,89	0,122	3,255	0,752	1142,25
	2	0,06	0,63	0,28	2,98	0,093	2,714	0,752	1137,16
	3	0,06	0,7	0,20	1,37	0,144	3,826	0,752	1129,65

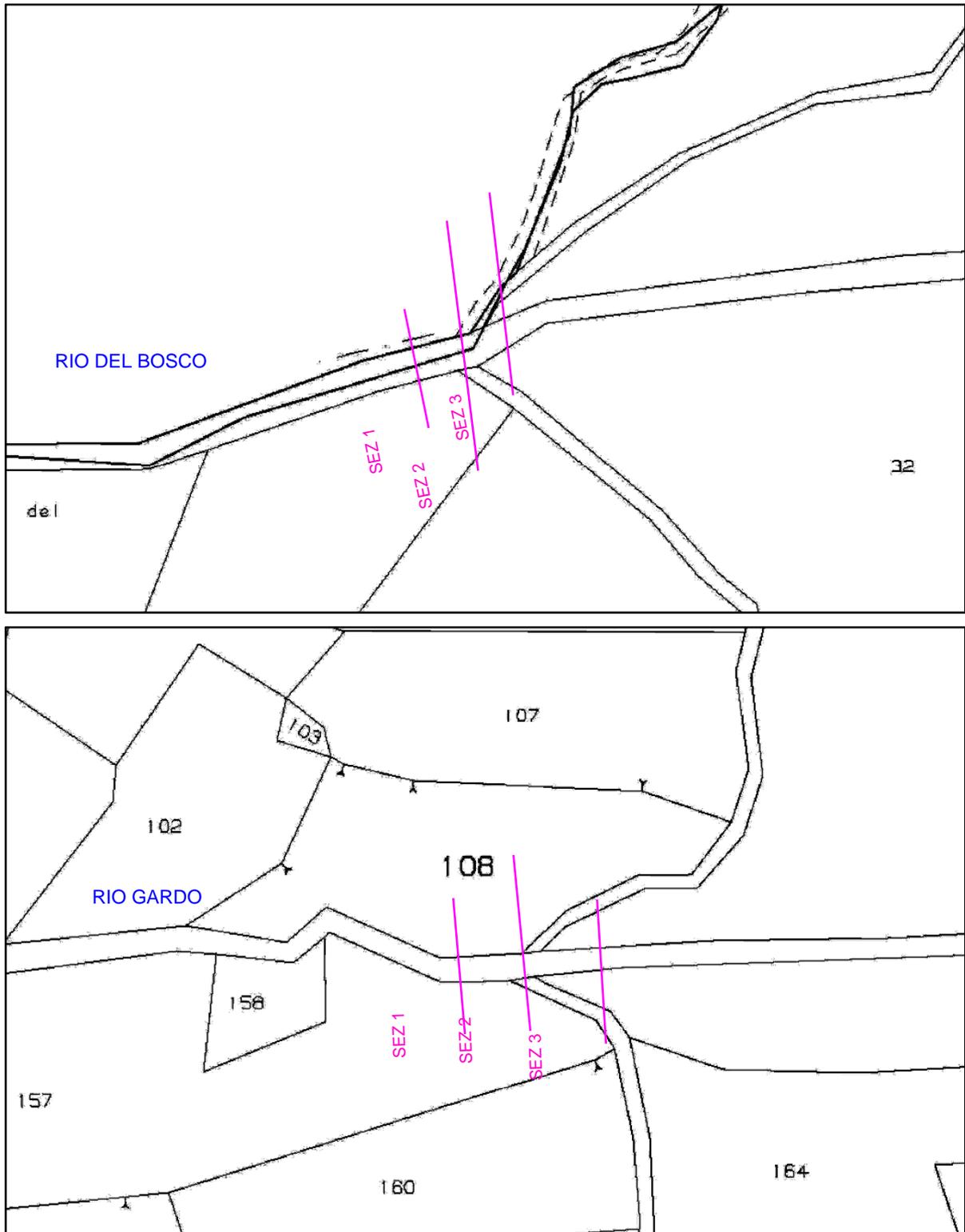


Figura 9 - Ubicazione sezioni idrauliche, scala 1:500

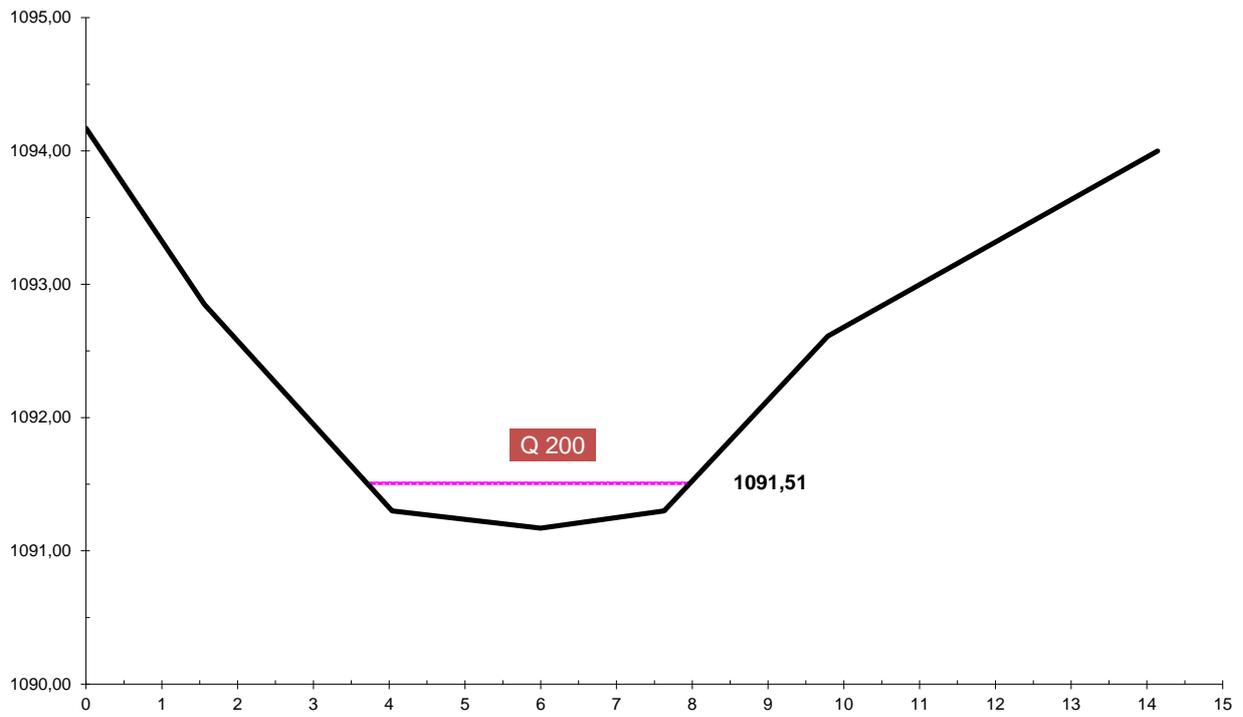


Figura 10 - Sezione verifica idraulica: Rio del Bosco SEZ 1 (a monte del guado)

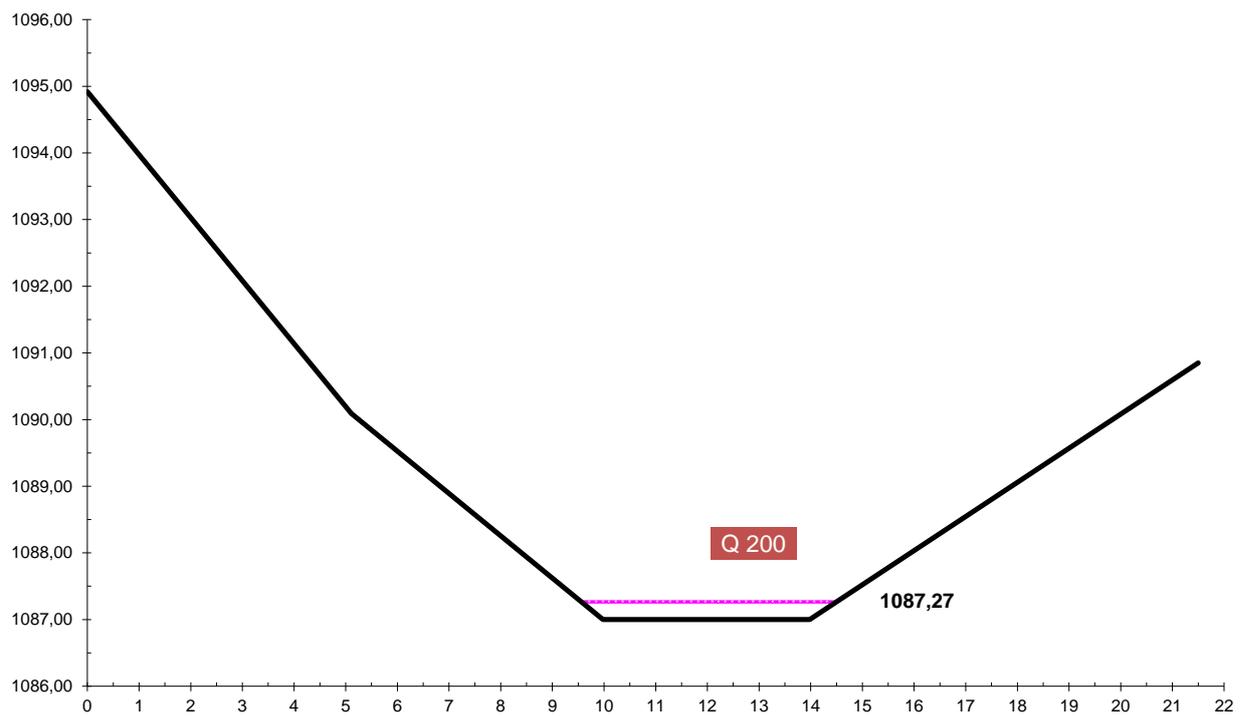


Figura 11 - Sezione verifica idraulica: Rio del Bosco SEZ 2 (in corrispondenza del guado)

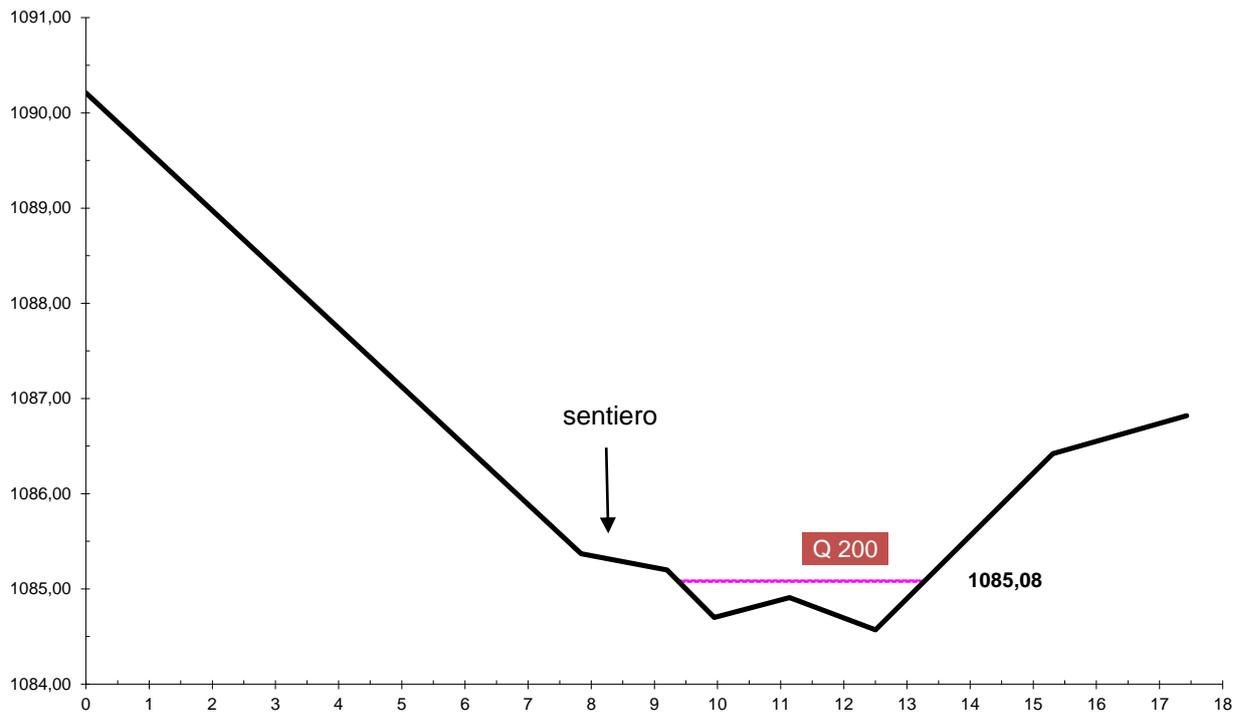


Figura 12 - Sezione verifica idraulica: Rio del Bosco SEZ 3 (a valle del guado)

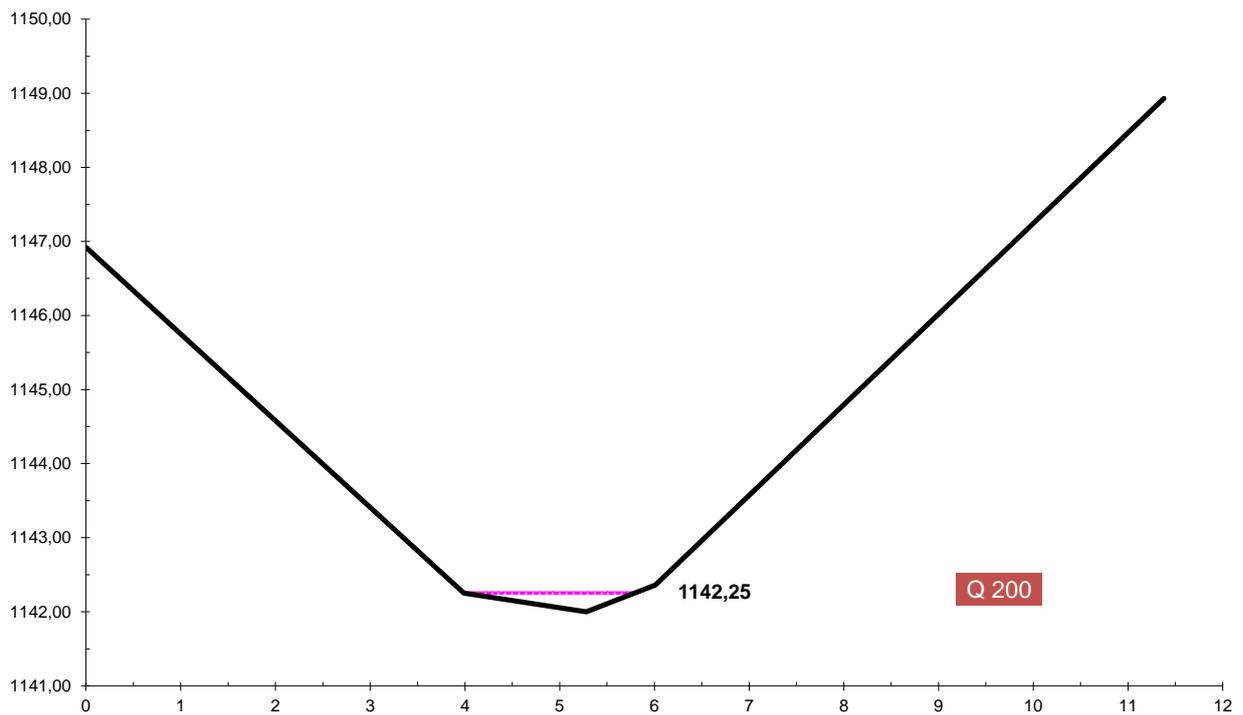


Figura 13 - Sezione verifica idraulica: Rio Gardo SEZ 1 (a monte del guado)

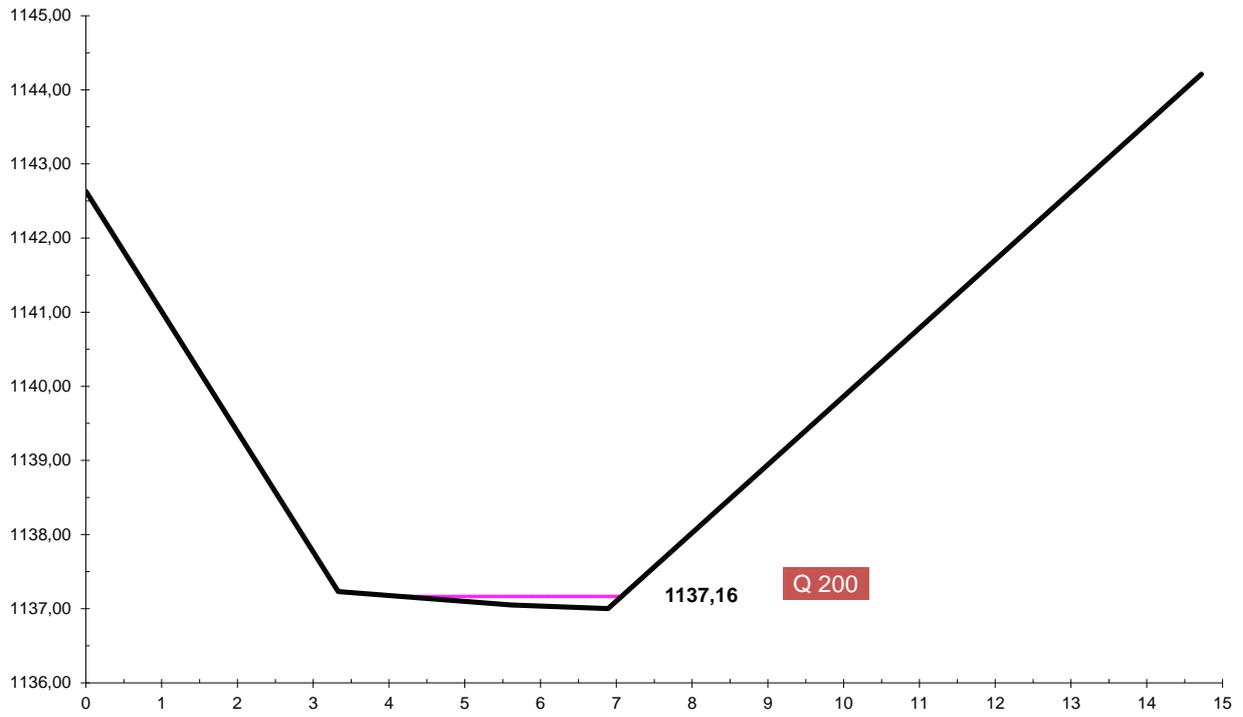


Figura 14 - Sezione verifica idraulica: Rio Gardo SEZ 2 (in corrispondenza del guado)

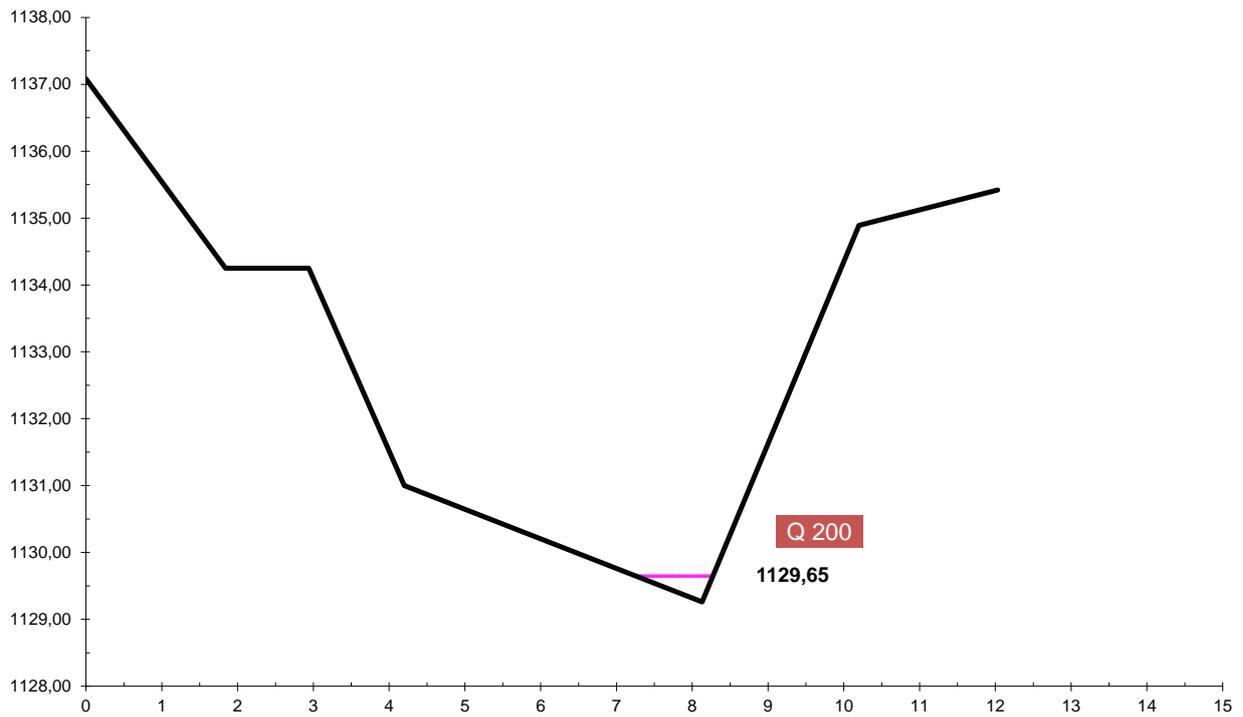


Figura 15 - - Sezione verifica idraulica: Rio Gardo SEZ 3 (a valle del guado)