

Paolo Millemaci Geologo



REGIONE PIEMONTE
COMUNE DI ARIZZANO
(Provincia V.C.O.)

REGIMAZIONE ACQUE DI SUPERFICIE VALLECOLA IN COMUNE DI ARIZZANO

Interventi in Comune di Arizzano
Delibera C.C.n.37 del 06/10/2015
All.1: ottemperanza alle prescrizioni.

RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA
Ai sensi del D.M. 14.01.2008 e NTA del PRGC del
Comune di Arizzano

Committente:

“FONDAZIONE LAMA GANGCHEN PER UNA CULTURA DI PACE”
Via Marco Polo, 13 Milano“
Cod. Fiscale 97363850153P. I.V.A. 05429360968



NGALSO
Western Buddhism

All. 1.14.1.8.

Cannobio 25.05.2017

Paolo Millemaci Geologo Via Santa Marta n.1 - 28822 Cannobio (VB)

Tel. 032370190 Cell. 3286033871

C.F. MLL PLA 62A01B 615W

P.I. 02421320033

1 – PREMESSA	2
2 - INQUADRAMENTO GENERALE	2
3.- VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO	2
4 – DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	3
4.1 Situazione esistente	3
4.2 Opere in progetto (vedi anche documentazione progettuale)	3
4.2.1 Briglia	4
4.2.2 Massicciate di difesa spondale (Piccoli argini)	4
4.2.3 Tratta di fosso a bordo strada	4
4.2.4 Rimozione blocchi Via Albagnano	4
5 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO	4
6 - INDAGINI DI CAMPAGNA	5
6.1- Rilievo geomorfologico (All.to n.6)	5
6.2 – Normativa sismica	6
6.3 - Caratteristiche geotecniche dei terreni	7
6.4 Permeabilità dei terreni di copertura	9
6.5 - Acque superficiali	9
6.6 - Acque sotterranee	10
7 - CONCLUSIONI	10
8 - PROPOSTE D’INTERVENTO	11
8.1 Superfici di appoggio delle opere e caratteristiche dei terreni	11
8.2 Realizzazione delle opere indicate all’All. 1 “SINTESI DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI”	11
8.2.1 Opera di trattenuta trasversale (piccola Briglia)	11
8.2.2 Protezione spondale mediante posa di blocchi o croste lapidee	12
8.2.5 Modellamento dell’alveo	12
8.2.6 Rimozione di blocchi all’imbocco dell’attraversamento di Via Albagnano	12
8.3 Manutenzione delle opere	12
9 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	14
10 - ALLEGATI	15
11 - BIBLIOGRAFIA	16

1 – PREMESSA

Su incarico della “FONDAZIONE LAMA GANCHEN PER UNA CULTURA DI PACE” Via Marco Polo, 13 Milano“ Cod. Fiscale 97363850153P. I.V.A. 05429360968, ho eseguito la seguente relazione geologica e geotecnica a supporto del progetto riguardante la: **“REGIMAZIONE ACQUE DI SUPERFICIE VALLECOLA IN COMUNE DI ARIZZANO**. Le opere da realizzare insisteranno su un’area che comprende i mappali n. 33 – 34 – 23 – 24 – 16 – 17 – 9 – 10 – 18 del Foglio n. 1 del Comune di Arizzano (All. n.1-2) e la loro tipologia fa riferimento a quanto contenuto nella Delibera C.C.n.37 del 06/10/2015 All.1: ottemperanza alle prescrizioni.

La relazione caratterizza gli aspetti geologici, geomorfologici e geotecnici allo scopo di identificare gli accorgimenti e gli interventi da eseguire per rendere funzionali e stabili le opere proposte dal progetto.

2 - INQUADRAMENTO GENERALE

Le opere in progetto saranno realizzate lungo la vallecola che si sviluppa in parte lungo la strada di accesso alla proprietà della fondazione Lama Gangchen (Via per Albagnano) dal territorio comunale di Arizzano (All.n.1-2)

La porzione di versante interessata dagli interventi è caratterizzata da pendio ad inclinazione media, medio elevata formato da copertura di origine fluvioglaciale.

L’alveo della vallecola è impostato interamente in terreno di origine fluvioglaciale e presenta alcuni tratti in erosione spondale o di fondo.

L’area indagata riguarda una superficie di circa 4.000 mq, formata completamente da pendio boscato in parte terrazzato (All. n. 1-2-3).

3.- VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO

Il Piano Regolatore Generale del Comune di Arizzano indica l’area in oggetto come appartenente alla Classe IIIa di pericolosità.

Ai sensi della circolare P.G.R. n. 7 LAP la Classe IIIa riguarda (All.n.4-5): *“Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabili o soggette a pericolo di valanghe, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia). Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili (con specifico riferimento ad es., ai parchi fluviali) vale quanto già indicato all’art. 31 della L.R. 56/77”*.

In tali zone sono ammessi unicamente i seguenti interventi:

- opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, secondo quanto previsto dall’art. 31 della L.R. 56/77 (opere previste dal Piano Territoriale, opere dichiarate di pubblica utilità, opere attinenti il regime idraulico, le derivazioni d’acqua, gli impianti di depurazione, gli elettrodotti, gli impianti di telecomunicazione ed altre attrezzature per l’erogazione di pubblici servizi);

- opere di sistemazione idrogeologica e di regimazione delle acque;
- interventi di consolidamento dei versanti o di stabilizzazione di fenomeni di dissesto;
- attività estrattive autorizzate ai sensi delle LL.RR. 69/78 e 44/00;
- strade di servizio alle attività estrattive o agro-silvo-pastorali chiuse al traffico pubblico e piste tagliafuoco e forestali, nonché accessi carrai ad aree inserite in altre Classi di idoneità urbanistica.

Tali opere dovranno essere progettate nella scrupolosa osservanza di quanto stabilito dal D.M. 14.01.2008 (ex D.M. 11.03.1988) e prevedere tutti gli accorgimenti tecnico-operativi atti a minimizzare la vulnerabilità e la pericolosità geomorfologica nell'area di intervento.

Nel caso in esame si tratta di "Opere di sistemazione idrogeologica e di regimazione delle acque".

4 – DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

4.1 Situazione esistente

La porzione di territorio di proprietà della Fondazione Lama Gangchen Per Una Cultura di Pace è situata parte nel Comune di Arizzano e parte in quello di Bèe. In quest'ultimo sono ubicati gli immobili e i terreni oggetto di previsione urbanistica con SUE. Le aree sono attualmente accessibile da due strade di comunicazione: la prima (Via Campo dell'Eva) è dalla direttrice Nord ovvero in discesa dall'abitato di Albagnano; la seconda (carrabile) proviene invece da sud, in salita dal Comune di Arizzano. Il primo tratto di quest'ultima è comunale (Via per Albagnano) per diventare poi, per l'ultimo tratto, di proprietà privata della Fondazione. Attraversata la proprietà (da ovest a est) prosegue poi come sentiero, (in direzione est) nel Comune di Ghiffa. Quest'ultima tratta, all'interno della perimetrazione dello S.U.E., raccoglie in una cunetta il deflusso naturale delle acque di superficie.

In prossimità dell'accesso ai parcheggi, il fosso prosegue verso valle in una vallecola naturale che lambisce, in una parte del suo tragitto, la Via Albagnano per poi, una volta attraversata, con canale sotterraneo, sfociare a valle in Rio Mulini.

La parte indicata nelle prescrizioni è quella posta nel territorio di Arizzano, e presenta condizioni di naturali presenze di acque superficiali e altrettanti piccoli diffusi fenomeni di erosione laterali dovuti al succedersi nel tempo di eventi meteorologici che hanno apportato sedimenti sia minerali che vegetali.

4.2 Opere in progetto (vedi anche documentazione progettuale)

Al fine di ottemperare alle prescrizioni della delibera consigliare si interverrà nei seguenti modi:

4.2.1 Briglia.

- <<lungo la vallecola naturale, immediatamente a monte della pista in terra di accesso alle sorgenti, si ritiene opportuno realizzare una modesta opera di trattenuta trasversale (piccola briglia), così da intercettare l'eventuale trasporto solido (detrito lapideo e vegetale), sia per smorzare l'energia delle acque di deflusso>>.

Realizzazione di una briglia costituita da blocchi in pietra naturale. Si tratta di opere idrauliche, realizzate trasversalmente negli alvei, utilizzate per la regolazione dei corsi d'acqua e della loro pendenza.

4.2.2 Massicciate di difesa spondale (Piccoli argini)

<<- il fosso in terra posto a lato della pista sterrata di accesso alle sorgenti, andrà protetto in sponda destra, mediante posa di croste lapidee cementate, opportunamente fondate nei depositi glaciali, in maniera di evitare fenomeni di erosione nei materiali sciolti; inoltre l'alveo andrà rimodellato, attraverso l'asportazione del deposito alluvionale che ne riduce la sezione>>.

Si opterà per una piccola scogliera in massi di cava la cui altezza sarà in funzione di quella attuale della sponda.

4.2.3 Tratta di fosso a bordo strada

-<< la tratta di fosso, adiacente al tracciato di Via Albagnano, con fondo lastricato e sponda destra protetta da un muro in cls, andrà difesa anche lungo la sponda sinistra, con la posa di lastre e/o croste lapidee, opportunamente fondate nei depositi glaciali, in maniera da contrastare i fenomeni di erosione del "setto" in terra, che funge da argine a protezione della vallecola sottostante>>.

Il breve tratto in questione, sarà trattato con inserimento nella parte erosa, di massi di cava secondo le modalità di cui al punto precedente.

4.2.4 Rimozione blocchi Via Albagnano

-<<si dovrà provvedere altresì alla rimozione dell'accumulo di blocchi lapidei irregolari, che restringe l'imbocco dell'attraversamento di Via Albagnano>>.

In merito alla prescrizione, si provvederà mediante la rimozione degli elementi considerati incongrui e ostativi al regolare deflusso delle acque oltreché alla pulizia della vegetazione invasiva.

5 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

Per l'inquadramento geologico generale è stata visionata la carta Geologica della Zona di Verbania, Boriani et. Al... 1977 alla scala 1.50.000 (All. n.3), non che da quanto riportato nella documentazione di carattere geologico nel PRGC del Comune di Bee.

Le rocce presenti appartengono al basamento cristallino sudalpino delle Alpi Occidentali, noto in letteratura come Massiccio dei Laghi (Novarese, 1929).

In particolare nell'intorno dell'area in esame affiorano i "Micascisti e paragneiss a due miche" e gli "Ortogneiss a orneblenda", litotipi appartenenti all'unità denominata Serie dei Laghi, Zona Scisti dei Laghi (da "Metamorphism, tectonic evolution and tentative stratigraphy of the "Serie dei Laghi" - Geological map of the Verbania area (Northern Italy)" Boriani et. al., 1977; All. n.3).

L'intera area interessata dagli interventi fa parte di un più ampio terrazzo di origine glaciale, completamente privo di affioramenti rocciosi. La roccia è presente a profondità variabile da qualche metro a diversi metri e ricoperta da terreno di origine glaciale-fluvioglaciale. L'ampio terrazzo glaciale è caratterizzato da inclinazione bassa, medio bassa ed interessato dalla presenza di numerosi terrazzi di origine antropica sostenuti da muri in pietra a secco.

6 - INDAGINI DI CAMPAGNA

E' stata indagata una superficie di circa 4.000 mq; essa si estende lungo il tratto di rio oggetto degli interventi e per una fascia di circa 15 metri sia in sponda sinistra, sia in sponda destra (All.n.6; Doc Foto).

6.1- Rilievo geomorfologico (All.to n.6)

L'area è posizionata lungo il versante esposto a sud del Sasso Corbe e compresa tra le quote di 525 e 540 m slm (All.n.1), essa è rappresentata da pendio avente un'inclinazione variabile da media a medio elevata e si trova a valle del terrazzo principale sopra descritto (Capitolo 5).

Si tratta di versante boscato interessato da un impluvio nel quale viene convogliata una parte delle acque meteoriche che si raccolgono sul terrazzo di origine glaciale presente a monte.

Terreni glaciali e fluvioglaciali

L'alveo ed un intaglio nella superficie topografica presente lungo il pendio poco a monte del corso d'acqua (Foto n.5) evidenziano le caratteristiche tecniche del terreno fluvioglaciale che caratterizza l'area. In particolare, a partire dalla superficie topografica, la presenza di un orizzonte di suolo dello spessore medio di 40-50 cm, da qui la presenza fino alla profondità media di diversi metri di terreno è formato da "ciottoli e blocchi immersi in matrice sabbioso ghiaiosa limosa. Il contenuto di limo diminuisce con la profondità e aumenta la percentuale della componente ghiaiosa; alcuni blocchi raggiungono dimensioni pluridecimetriche (All.n. 7; Foto n.5). I singoli componenti litici hanno forme perlopiù discoidali e sferoidali, alcuni con gli spigoli ben arrotondati a testimonianza dell'avvenuto trasporto in acqua, altri con gli spigoli vivi. Si tratta di terreno fluvioglaciale da mediamente consistente a consistente con l'aumento della profondità. Il terreno può essere identificato come appartenente al Gruppo A1-A1-b delle Norme CNR-UNI 10006, esso ha caratteristiche geotecniche buone ed una permeabilità variabile da medio bassa a media.

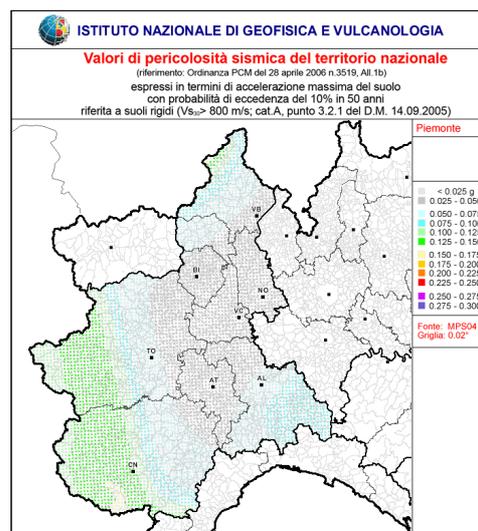
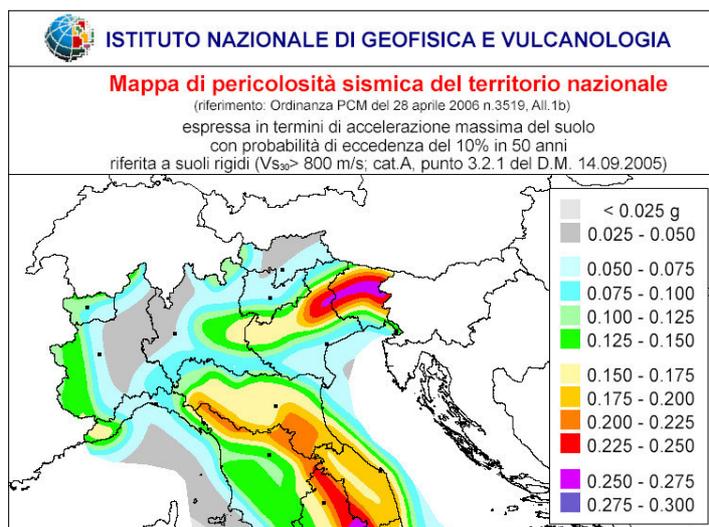
Terreni eluvio-colluviali

Rappresentano lo strato di suolo agrario compreso tra la superficie topografica e d una profondità che giunge mediamente fino a 40-50 cm.

Si tratta di terreno formato da limo e limo argilloso con ciottoli e sabbia fine (Suolo agrario) in parte rimaneggiato, esso può essere identificato come appartenente al Gruppo A4-A5 delle Norme CNR-UNI 10006; ha caratteristiche geotecniche scadenti ed una permeabilità da bassa a molto bassa. Questo terreno non può essere utilizzato per l'appoggio delle opere in progetto quindi là dove verranno realizzate sarà necessario asportarlo e giungere fino al terreno sabbioso ghiaioso sottostante.

6.2 – Normativa sismica

L'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" ha approvato:



- 1 - i criteri per l'individuazione delle zone sismiche;
- 2 - le norme tecniche per gli edifici;
- 3 - le norme tecniche per i ponti;
- 4 - le norme tecniche per le opere di fondazione.

Con l'emanazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" sono stati approvati i criteri generali e pubblicata la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale riportata in figura. La mappa riportata rappresenta graficamente la pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita ai suoli rigidi (*Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* categoria A di cui al punto 3.2.1 del D.M. 14/09/05) caratterizzati da una velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio $V_{s30} > 800$ m/s. Tale mappatura e i rispettivi valori di accelerazione massima si traducono in zone sismiche così suddivise:

ZONA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITA' DI SUPERAMENTO PARI A 10% IN 50 ANNI (m/s)
1	$0,25 < a_g < 0,35g$
2	$0,15 < a_g < 0,25g$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15g$
4	$\leq 0,05g$

Il territorio del Comune di Arizzano rientra completamente in zona 4. Per la Regione Piemonte ai sensi della Circolare del P.R.G. 27/04/2004 nr. 1/DOP punto 5: "La zona 4 è considerata a bassa sismicità e per essa non viene introdotto l'obbligo della progettazione antisismica, tranne che per alcune tipologie di edifici e costruzioni di nuova edificazione, come individuati dall'allegato B della D.G.R. n 64-11402 del 23/12/2003 e, per gli edifici di competenza statale, dalla normativa nazionale."

6.3 - Caratteristiche geotecniche dei terreni

I parametri geotecnici di seguito riportati, sono stati determinati in base ad una analisi bibliografica fornita dalla letteratura specifica in materia, adattata e correlata con le osservazioni e direttamente eseguite durante il rilievo di dettaglio sul terreno.

Dal punto di vista strettamente geologico, la zona è caratterizzata da depositi fluvioglaciali che contraddistinguono l'areale circostante i terreni di progetto.

I depositi fluvioglaciali sono prodotti dall'azione di erosione, trasporto e deposito da parte delle acque correnti superficiali di rocce o terreni originariamente di origine glaciale o fluviale.

Tali terreni sono in genere costituiti da materiale detritico anche grossolano, molto eterogeneo per litologia, dimensioni e forma: blocchi e ciottoli immersi in una matrice sabbiosa e sabbioso ghiaiosa, risultano da debolmente addensati ad addensati alle profondità maggiori. All'interno dei depositi possono essere localmente presenti livelli o lenti di sabbie fini più sciolte o di ghiaia. Viste le condizioni geologiche a contorno dell'area, lo spessore di questi depositi può essere considerato variabile da qualche metro a diversi metri.

Nella parte sommitale tutti questi depositi e terreni di copertura sono interessati da un'alterazione pedogenetica con formazione di minerali argillosi passanti, in superficie, ad una coltre detritico-eluviale (terra nera), ad elevato contenuto organico, avente spessore mediamente contenuto (qualche decimetro). Questi terreni hanno caratteristiche geotecniche scadenti.

Sulla base delle osservazioni e delle esperienze fatte in situazioni analoghe, i parametri geotecnici di terreni come quelli in questione, che possono essere assunti indicativamente in fase preventiva e da verificarsi in fase esecutiva, sono i seguenti:

	Depositi alluvionali s.s.
Peso di volume secco (t/m ³)	1.9÷2.1
Porosità (%)	30÷35
Coesione (kg/cm ²)	0.0÷0.1
Angolo di attrito Interno	32°÷34°

Eventuali porzioni alterate e/o rimaneggiate di tali terreni, comprendenti anche il livello detritico-eluviale più superficiale, avendo proprietà geotecniche mediamente insufficienti, andranno asportati prima di realizzare gli interventi in progetto.

Tuttavia per la definizione del modello geotecnico del terreno, viste le caratteristiche dei terreni rinvenuti in occasione dei sopralluoghi, della loro natura e dell'assenza, almeno per le zone indagate, di materiali che presentano scadenti caratteristiche geotecniche, i parametri che si possono considerare ed i loro valori presunti sono i seguenti:

Angolo di attrito interno: $\varphi = 32^\circ$

Coesione: $C_u = 0.0 \text{ kg/cm}^2$

Paolo Millemaci Geologo Via Santa Marta n.1 - 28822 Cannobio (VB)

7

Tel. 032370190 Cell. 3286033871

C.F. MLL PLA 62A01B 615W P.I. 02421320033

Porosità: $n = 30\%$

Peso specifico dei granuli: $\gamma_g = 2.65 \text{ t/m}^3$

Peso di volume del terreno asciutto: $\gamma_d = 2.00 \text{ t/m}^3$

Peso di volume del terreno saturo: $\gamma_s = 2.15 \text{ t/m}^3$

Peso di volume del terreno immerso: $\gamma_i = 1.15 \text{ t/m}^3$

Al fine di procedere con la definizione del modello geotecnico del terreno si propone la seguente determinazione dei parametri caratteristici del terreno. Si propone di procedere alla determinazione dei valori caratteristici con le seguenti relazioni:

$$\varphi'k = \varphi'm (1 + X \cdot V\varphi') \text{ e } C'k = C'm (1 + X \cdot Vc')$$

Dove: $\varphi'k$ = *valore caratteristico dell'angolo d'attrito interno*

$\varphi'm$ = *valore medio dell'angolo d'attrito interno*

$V\varphi'$ = *Coefficiente di variazione (COV) di φ' adottato pari a 0,07 (Harr 1987)*

$C'k$ = *valore caratteristico della coesione*

$C'm$ = *valore medio della coesione*

Vc' = *Coefficiente di variazione (COV) di c' adottato pari a 0,4 (Harr 1987)*

X = *parametro dipendente dalla legge di distribuzione della legge di distribuzione della probabilità e dalla probabilità di non superamento adottate.*

La normativa vigente, in particolare l'eurocodice 7, fissa per una probabilità di non superamento del 5% per una distribuzione di tipo gaussiano, che ben rappresenta i parametri di coesione e di resistenza al taglio, un valore di -1,645.

Pertanto, considerando il valore di resistenza al taglio e di coesione medi proposti i valori caratteristici risultano essere i seguenti:

- $\varphi'k = \varphi'm (1 + X \cdot V\varphi') = 32 (1 + (-1,645 \cdot 0.07)) = 30,88^\circ$
- $C'k = C'm (1 + X \cdot Vc') = 10 (1 + (-1,645 \cdot 0,4)) = 3,4 \text{ kPa}$

Dovendo quindi fornire una caratterizzazione univoca per la definizione dei parametri dei terreni presenti in sito, nonostante in questa tipologia di deposito si osservi un'elevata eterogeneità granulometrica, vista la predominanza di terreni ciottoloso-ghiaioso-sabbioso per le verifiche geotecniche e per il predimensionamento delle strutture in progetto verrà utilizzato il seguente modello geotecnico di progetto:

φ'	c'	n	γ	γ_a	γ_s	γ_i
30	3,4	30	26.5	20.0	21.5	11.5

Dove: φ' : *angolo di resistenza al taglio efficace ($^\circ$)*

c' : *coesione efficace (kPa)*

n : *porosità (%)*

γ : *massa volumica (kN/m³)*

γ_a : *peso di volume del terreno asciutto (kN/m³)*

γ_s : *peso di volume del terreno saturo (kN/m³)*

γ_i : *peso di volume del terreno immerso (kN/m³)*

Trattandosi di terreni sciolti, ghiaie e sabbie, cautelativamente il valore della coesione efficace è da considerarsi uguale a 0,00 kPa.

6.4 Permeabilità dei terreni di copertura

I depositi fluvioglaciali hanno una permeabilità variabile da media ad alta con valori di K compresi tra 10⁻⁴ e 10⁻² cm/sec, mentre quelli eluvio-colluviali hanno una permeabilità generalmente bassa (10⁻⁴ – 10⁻⁵ cm/sec).

6.5 - Acque superficiali

L'area è interessata dalla presenza di un piccolo rio il cui alveo è impostato nei terreni sabbioso ghiaiosi della copertura di origine fluvioglaciale (All.n. 1-2-5).

Parte dell'acqua di pioggia che cade sulla superficie rappresentata dal terrazzo di origine glaciale presente a monte dell'area in oggetto viene drenata da un solco presente nel terreno. Il tracciato del solco si sviluppa longitudinalmente all'area terrazzata fino a giungere ai parcheggi della Fondazione (Estremo ovest del terrazzo). Da qui, attraverso un tombino, oltrepassa la strada fino a giungere nell'impluvio e di seguito a percorrere il tracciato a valle, oggetto degli interventi proposti nella Delibera C.C.n.37 del 06/10/2015 All.1: ottemperanza alle prescrizioni. Il tratto interessato dagli interventi presenta alveo e sponde in terreno ghiaioso sabbioso (Vedi documentazione fotografica), la sezione è variabile, in alcuni tratti ha una larghezza di 80-100 cm e le sponde sono molto basse, circa 20-30 cm; in altri tratti la profondità è maggiore, fino a 80 120 cm e l'alveo ha una larghezza di 40-60 cm. Sono evidenti piccole aree in erosione, sia di sponda che lungo l'alveo. Il tratto di corso d'acqua non è mai stato soggetto interamente ad interventi spondali o in alveo, tranne che nel piccolo tratto adiacente alla strada carrozzabile di Via Albagnano (All.n.6; Foto n. 6-7).

In particolare in corrispondenza dell'area dove viene proposta la piccola briglia (All.n.6; Foto n.1) l'alveo forma un piccolo specchio d'acqua e di seguito, attraverso uno scalino naturale, si sviluppa a valle lungo un alveo in terreno della larghezza variabile da 60 a 80 cm (All.n.6; Foto n. 2-3), sono evidenti in sponda destra alcuni tratti in erosione. Questo tratto evidenzia inoltre la presenza di acqua di saturazione del terreno, a monte del fosso, che si muove in direzione dell'alveo (All.n.6; Foto n. 4). Più a valle, in prossimità della strada Via Albagnano, l'alveo si approfondisce (Foto n. 6), e la sezione massima si ha in corrispondenza del tratto di muro di sostegno della strada (Foto n. 7-8), la profondità è di circa 120 cm e la larghezza circa 110 cm. In questo tratto la sponda sinistra è soggetta ad erosione, fenomeno che ha scavato, con evidenza, il terreno lasciando un cumulo a sbalzo sull'alveo (Foto n. 7-8), trattenuto dall'apparato radicale di un albero ed in equilibrio limite. L'alveo, in questo tratto, è formato da frammenti litici annegati nel cls.

Più a valle la sezione di deflusso del fosso si restringe e procede allontanandosi dalla strada (Foto n.9-10) e separato da essa da un dosso fino a giungere all'attraversamento della strada mediante un tombino con alveo e muri laterali in pietra a secco e copertura in lastre di pietra (Foto n. 11-12). All'imbocco del tombino e lungo l'alveo coperto vi è la presenza di deposito detritico che restringe in parte la

sezione di deflusso delle acque. Di seguito il fosso giunge, alle quote inferiori, all'alveo del Rio Mulini.

6.6 - Acque sotterranee

L'intera area è formata da terreni di origine fluvioglaciale che sono sede di falda acquifera, lungo alcuni tratti del fosso (All. n.6; Foto n.4) le acque del sottosuolo affiorano in superficie saturando il terreno, da esso si muovono andando ad alimentare quelle presenti nell'alveo. Tale situazione suggerisce di optare per la realizzazione di opere, per quanto possibile, drenanti, perlomeno in parte, così da evitare il ristagno d'acqua a tergo delle stesse.

7 - CONCLUSIONI

A conclusione di quanto scritto in precedenza si riportano di seguito una serie di considerazioni:

Caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area

L'area sulla quale verranno eseguiti gli interventi e per un suo intorno significativo è rappresentata da un pendio ad inclinazione variabile da media a medio elevata, interrotto da piccoli terrazzi, in parte naturali ed in parte di origine antropica. L'area si trova a valle di un ampio terrazzo di origine glaciale-fluvioglaciale, modellato in superficie da numerosi terrazzi di origine antropica, separati per lo più da muri in pietra a secco ed in misura minore da scarpate naturali. L'inclinazione media dell'ampio terrazzo è di 15°-20°. Le acque raccolte dal terrazzo vengono in parte drenate da un fosso che si sviluppa lungo l'area in oggetto. Il fosso scavato nel terreno è stato oggetto, solo in parte, della realizzazione di opere di regimazione delle acque, la maggior parte del tracciato ne è privo e le acque scorrono erodendo tratti di sponda e tratti di alveo. Le opere in progetto e prescritte dal Comune di Arizzano, una volta realizzate, comporteranno una migliore gestione della dinamica delle acque superficiali.

Caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalle opere

Per quanto concerne le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti ed identificati dalle indagini eseguite, vi è la presenza, a partire dalla quota del piano campagna, di due orizzonti:

-il primo giunge fino ad una profondità media di 50 cm ed è formato da terreno eluvio colluviale (suolo nella sua parte superficiale) avente scarse-pessime qualità geotecniche, tale terreno dovrà essere completamente asportato dalle superfici che rappresentano la base di appoggio delle opere previste da progetto;

Il secondo orizzonte, che con tutta probabilità giunge fino al bed rock, è rappresentato da terreno di origine fluvioglaciale formato da ciottoli e blocchi immersi in abbondante matrice sabbioso ghiaiosa, il terreno si presenta di colore grigio e in alcune porzioni evidenzia una quasi totale mancanza di frazione fine limosa. Esso ha

caratteristiche geotecniche buone-ottime e rappresenta la giusta base d'appoggio delle opere previste.

Opere esistenti per il drenaggio delle acque superficiali

Come scritto in precedenza, le opere esistenti per il drenaggio delle acque superficiali del tratto di fosso da sistemare sono relative ad un tratto di muro argine e alveo lastricato con pietre ammorsate nel cls (Foto n.7), in corrispondenza della strada carrozzabile Via Albagnano, ed il tombino di attraversamento con muri laterali e alveo in pietra a secco coperto da lastre in pietra (Foto n.12).

Le opere in progetto rappresentano quindi un intervento sostanziale per la regimazione delle acque lungo il tratto di fosso considerato.

8 - PROPOSTE D'INTERVENTO

8.1 Superfici di appoggio delle opere e caratteristiche dei terreni

Tutte le opere previste dal progetto dovranno essere appoggiate sul terreno grossolano (Fluvioglaciale) avente buone caratteristiche geotecniche; come già evidenziato i terreni fini che formano l'orizzonte di suolo, formati da limo argilloso con ciottoli, dovranno essere completamente asportati. Giunti al terreno sottostante, prima di procedere alla posa dei blocchi in pietra, per la realizzazione delle opere di sbarramento e spondali, sarà necessario verificare che le caratteristiche geotecniche del terreno incontrato corrispondano a quelle indicate nella presente relazione. Verificato quanto sopra si potrà procedere nelle lavorazioni.

8.2 Realizzazione delle opere indicate all'All. 1 "SINTESI DELLE PRESCRIZIONI ED INDICAZIONI"

8.2.1 Opera di trattenuta trasversale (piccola Briglia)

Le briglie in pietrame vengono costruite e utilizzate per:

- la stabilizzazione e la correzione del profilo di fondo (cioè della linea che individua l'andamento altimetrico del fondo) in alvei e impluvi, così da ridurre la pendenza media del corso d'acqua con l'inserimento di salti per rallentare la velocità della corrente;

- la trattenuta di materiale solido o legnoso trasportato dalle acque.

Avrà una sagoma a trapezio rovesciato, con la parte centrale (gaveta) ribassata rispetto alle parti laterali (ali), per convogliare il deflusso delle acque da monte a valle del salto. La parte di fondazione dovrà essere saldamente ancorata al fondo alveo all'interno dei depositi glaciali (vedi all.ti n. 8, 9,10,11 e doc. di progetto).

A valle del salto è fondamentale la realizzazione di una platea di dissipazione dell'energia dovuta al moto del flusso idrico, costituita da massi di idonea pezzatura, ben ammorsati e fondati nel terreno glaciale. Il piano di appoggio della struttura deve essere uniforme e privo di sporgenze, con una eventuale contropendenza compresa tra i 5° e i 10°.

E' inoltre opportuno prevedere una buona penetrazione delle ali nelle sponde, onde impedire l'aggrimento della struttura da parte dell'acqua.

8.2.2 Protezione spondale mediante posa di blocchi o croste lapidee

Pista sterrata di accesso alla sorgenti

La scelta progettuale per quanto riguarda la difesa spondale è la realizzazione di una piccola scogliera in massi di cava. Si tratta della posa di blocchi di cava di dimensioni opportune da fondare nel terreno di origine fluvioglaciale, la base dei blocchi dovrà essere posata al di sotto della quota di fondo dell'alveo. In sovrapposizione alla fila di blocchi di base saranno posati altri blocchi, alternati alle fughe di quelli sottostanti, così da non averle in continuità lungo le due file sovrapposte.

Le fughe possono essere intasate in cls, ma la presenza, lungo alcuni tratti di sponda da consolidare, di venute d'acqua in superficie, provenienti dalla falda, suggerisce di lasciare le fughe libere, affinché l'acqua possa defluire nell'alveo del fosso senza incontrare barriere che comporterebbero la formazione, a monte della scogliera, di volumi di terreno saturo (Vedi all.ti n. 6, 12,13,14, 15 e doc. di progetto).

Tratta di fosso adiacente al tracciato di Via Albagnano

Il breve tratto in questione, sarà trattato con inserimento nella parte erosa, di massi di cava così da riempire il volume eroso e realizzare un consolidamento spondale (Vedi All.ti n.6,16,17 e doc di progetto).

Si prevede la conservazione dell'albero presente sul dosso, in considerazione anche del buono stato dell'apparato radicale. Si prevede un alleggerimento della chioma da effettuarsi periodicamente, al fine di non gravare sulla base.

8.2.5 Modellamento dell'alveo

La sezione di deflusso del fosso è irregolare, la larghezza varia da 80 cm fino a circa 2 metri, la profondità da 30 cm fino ad oltre 1 metro. L'alveo evidenzia tratti in deposito e tratti in erosione. Non è identificabile la sezione tipo di deflusso, pertanto nella fase di asportazione del terreno si dovrà operare nei tratti in cui è evidente il deposito evitando di incidere in quelli in cui è la fase erosiva ad essere predominante.

8.2.6 Rimozione di blocchi all'imbocco dell'attraversamento di Via Albagnano

In merito alla prescrizione, si dovrà provvedere alla rimozione degli elementi considerati incongrui e ostativi al regolare deflusso delle acque oltreché alla pulizia della vegetazione invasiva.

8.3 Manutenzione delle opere

Le opere realizzate dovranno essere oggetto di manutenzione allo scopo di renderle efficienti e quindi utili a garantire la stabilità dell'area ed il regolare deflusso delle acque, soprattutto nei casi di evento meteorico eccezionale, tutto quanto per la sicurezza dei fruitori e per il mantenimento delle caratteristiche di stabilità idrogeologica dell'area.

Considerato l'elevato regime pluviometrico della zona (circa 1600 mm/anno) le opere di drenaggio e di allontanamento dovranno essere adeguatamente dimensionate.

Cannobio 18.01.2017

Geol. Millemaci Paolo

9 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto n.1 Particolare della pozza naturale a valle della quale si propone la realizzazione della piccola briglia



Foto n.2 Panoramica di un tratto del fosso in terra posto a lato della pista di accesso alle sorgenti. Il progetto prevede, lungo la sponda destra, la posa di croste di pietra cementate e lungo l'alveo l'asportazione di parte del terreno alluvionale che ne riduce la sezione



Foto n.3 L'alveo evidenzia la tipologia del terreno formata da ciottoli e blocchi immersi in abbondante matrice sabbioso ghiaiosa. Parte di questo terreno andrà asportato affinché aumenti la sezione di deflusso



Foto n.4 Particolare di un tratto lungo il quale vi sono venute d'acqua in superficie proveniente dalla falda intersecata dal fosso



Foto n.5 Stratigrafia del terreno lungo una sezione esistente. Il terreno sabbioso ghiaioso è presente a partire dalla base della copertura di suolo avente uno spessore medio di 50 cm



Foto n.6 All'imbocco della pista sterrata che porta alle sorgenti il fosso cambia direzione e si sviluppa parallelamente a Via Albagnano. L'alveo è inciso e lungo la sponda sinistra evidenzia alcuni tratti in erosione



Foto n.7 Tratto in erosione in sponda sinistra che sarà oggetto d'intervento



Foto n.8 Particolare del tratto in erosione, il setto in terra è completamente staccato dall'alveo e sostenuto dall'apparato radicale di un albero. Il crollo del setto in terra comporterebbe l'ostruzione della sezione di deflusso col conseguente pericolo, in fase di piena del rio, di esondazione della strada carrozzabile.



Foto n.9 A valle l'alveo non presenta tratti con erosione spondale significativa



Foto n.10 In prossimità dell'attraversamento della strada carrozzabile l'alveo si allontana da Via Albagnano fino ad incrociarla in corrispondenza del tombino di attraversamento. L'alveo è separato dalla strada da un ampio setto in terra e non presenta erosione spondale significativa

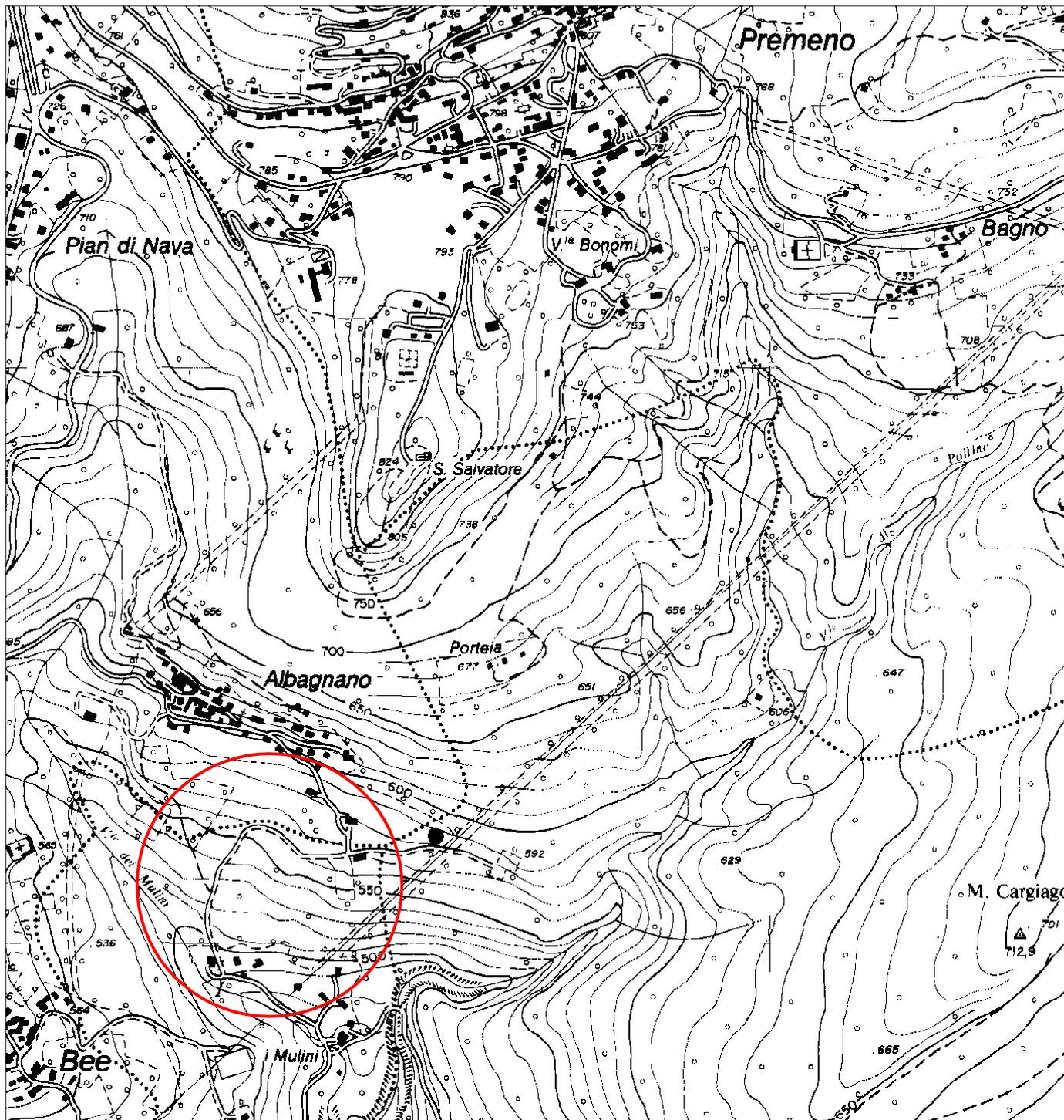


Foto n.11 All'imbocco del tombino di attraversamento vi è un accumulo di detriti che saranno asportati



Foto n.12 Anche alla base del tombino di attraversamento vi è deposito detritico che sarà oggetto di asportazione

10 - ALLEGATI

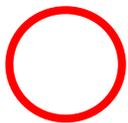
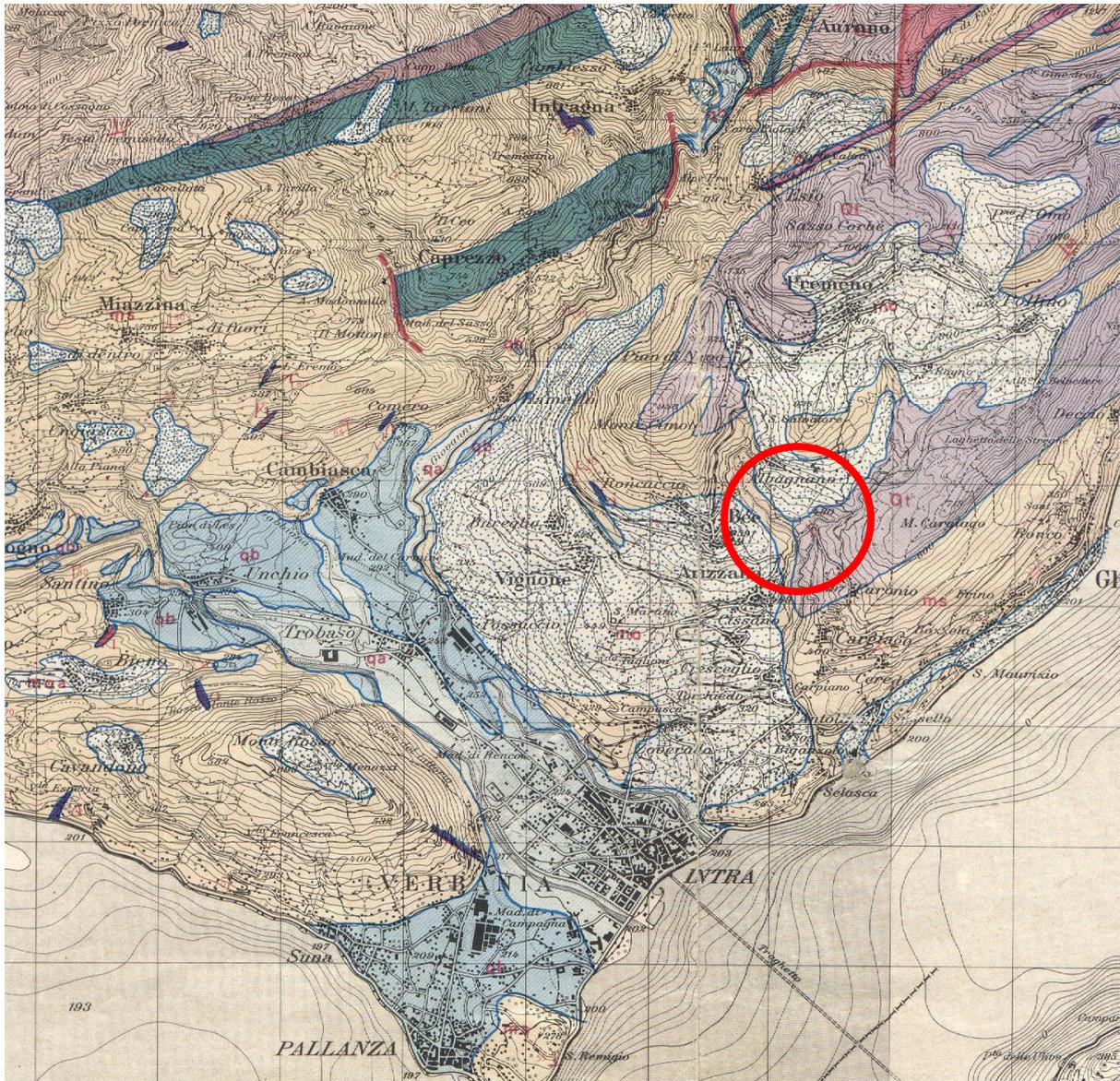


Area in oggetto

Allegato n.1
Estratto Carta Tecnica Regionale
Sezione 073040
Scala 1:10.000



Allegato n.2
Comune di Arizzano
Estratto mappa catastale F. n.1 Mapp.li n. 33; 34; 23; 24;16;17; 9;10;18



Area in oggetto

Allegato n.3
Estratto da "Carta geologica della zona di Verbania"
A.Borianti et.. All., 1977
Scala 1:50.000

LEGENDA

QUATERNARIO

- q** Alluvioni recenti (a) e terrazzate (b), conoidi.
- d** Detrito di falda.
- mo** Depositi morenici e torbiere (a).

«IVREA-VERBANO»

- pK** *Micasisti* e *paragneiss* biotitici a sillimanite e muscovite ± granato, con intercalazioni pegmatitiche, marmi e anfiboliti, del margine interno della zona «Ivrea-Verbano».

«SERIE DEI LAGHI»

«STRONA-CENERI»

- Gm** *Gneiss minuti* a quarzo, plagioclasio, biotite, muscovite ± granato ± sillimanite o cianite. Microstrutture tipo «hornfels». (*Hornfelsgneisse* degli AA. Svizzeri), divisibili in lastre sottili, di colore grigio o verdastro nelle porzioni con biotite clorizzata. Noduli a silicati di Al in prossimità di filoni pegmatitici (N di Cannobbio) (a).

- Cg** «*Generigneiss*»: *gneiss* a quarzo, plagioclasio, biotite, muscovite ± K-feldspato ± granato ± cianite e/o sillimanite (M. Zeda) con plagioclasio biotite e muscovite in due distinte generazioni (pre- e post-cinematica). Tessitura da massiccia a fortemente scistosa e lineata. Inclusi: a silicati di Ca con spessi bordi di reazione.

- Gb** *Gneiss biotitico-plagioclasici* con muscovite subordinata, talora con K-feldspato e/o orneblenda, di composizione piuttosto variabile. Tessitura gneissica a grana prevalentemente media.

- Go** *Gneiss occhiadini* a quarzo, K-feldspato, plagioclasio, biotite, muscovite subordinata; talora con aspetto granitoido o di migmatite gneissica, sempre con struttura occhiadina o glomerata occhiadina.

- Gof** *Gneiss «flaser»* di composizione mineralogica identica ai precedenti, ma con tessitura caratterizzata da forte appiattimento degli occhi feldspatici e dei letti quarzosi.

METABASITI

- a** Anfiboliti a orneblenda e plagioclasio passanti al margine meridionale, nell'orizzonte principale, a *gneiss* a orneblenda e biotite con grossi occhi di K-feldspato («anfiboliti feldspattizzate»). «Anfiboliti a chiazze» nella Unità del M. Riga (W di Spocchia, Val Cannobbina).

«SCISTE DEI LAGHI»

- ms** *Micasisti* e *paragneiss* a due miche, talora con granato, cianite, staurolite. Rare intercalazioni di scisti anfibolitici. Diffusa retrocessione metamorfica nella dorsale M. Falè-Palanza.

- Ot** *Ortogneiss* a orneblenda con plagioclasio, quarzo, biotite e K-feldspato subordinato. (Prenno e Cima di Morissolo).

- Og** *Gneiss granitoidi* a quarzo, K-feldspato, plagioclasio e biotite in grandi lamine. Tessitura gneissica, «flaser» e più raramente occhiadina. (M. Piancompra e costa del Lago a E di Cannobio).

«UNITÀ DEL M. RIGA»

- RP** *Paragneiss* a quarzo, plagioclasio, biotite, muscovite e ciorite, talvolta abitici. Si tratta di rocce polimetamorfiche fortemente deformate in cui sono riconoscibili: «*Cenerigneiss*» e *gneiss* minuti. (Parte Meridionale).

- RO** *Paragneiss* e *micascisti* a quarzo, plagioclasio, biotite con staurolite, cianite e andalosite e/o sillimanite nella parte settentrionale. Intercalazioni di *gneiss* granitoidi, talora occhiadini (a) e ortogneiss a orneblenda (b). (Parte Centrale).

- RM** *Micasisti* e *paragneiss* a quarzo, plagioclasio, biotite, con staurolite, cianite e/o sillimanite. Privi di intercalazioni gneissiche ma con piccole lenti di «anfiboliti a chiazze». (Parte Settentrionale).

ROCCIE FILONIANE

- δ** *Filoni gabbrodoritici* («APPINITI») a struttura pseudobrecchiata, con porzioni scistose, grana da minuta ad assai grossolana, costituiti da plagioclasio, orneblenda e biotite con vene di composizione da quarzodioritica ad aplitica.

- α** *Filoni lamprofirici* di tipo prevalentemente spessartico a plagioclasio, orneblenda o più raramente prasseno monoclino. Grana assai minuta, raramente porfirici.

- γ₁** *Filoni di porfido granitico* a struttura micropegmatitica della strada per Miazina.

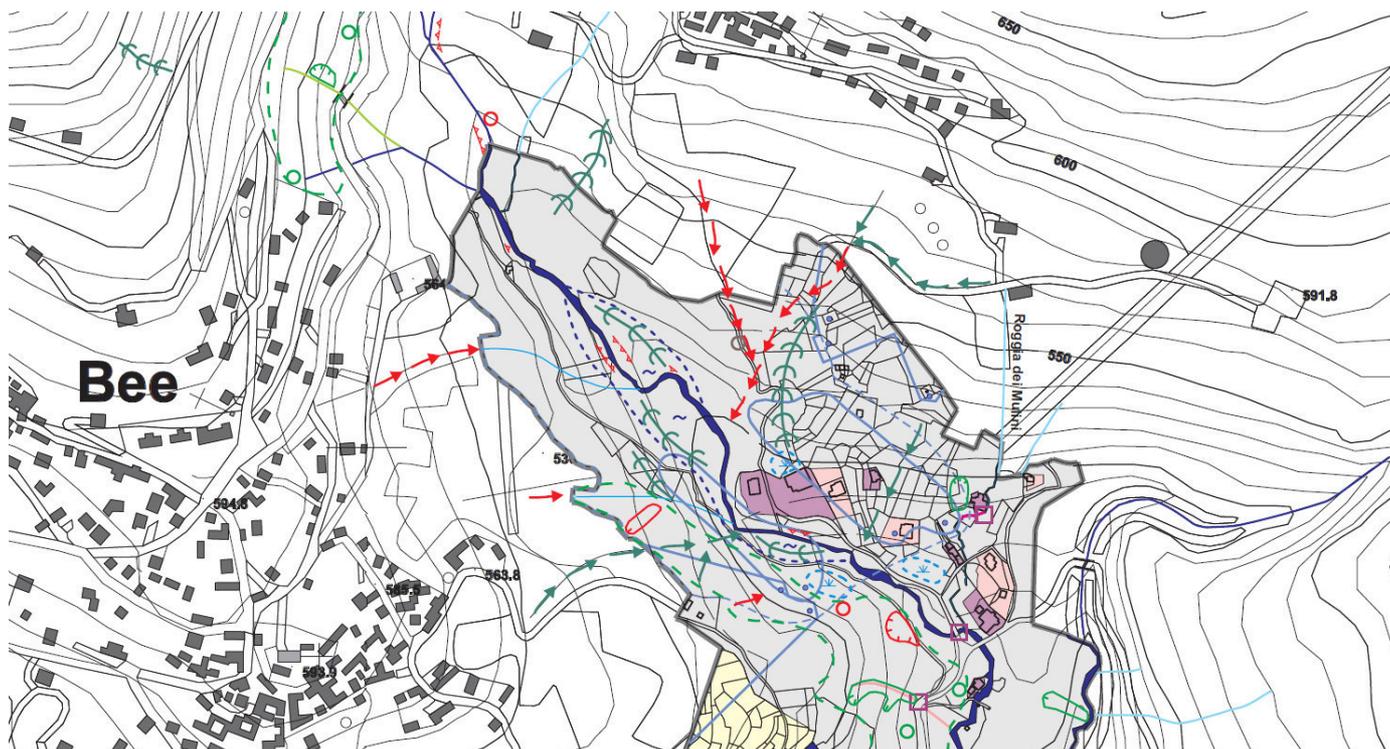
- γ₂** *Pegmatiti scistose* negli *gneiss* minuti a N di Cannobio.

GRANITO DI MONTORFANO

MIGMATITI DI MERGOZZO-CANDOGLIA

SIMBOLI CONVENZIONALI

- Faglie e loro prosecuzione presunta.
- Sovraccorrimenti.
- orizz. } Giacitura dei piani di scistosità.
incl. }
vert. }
- Nicchie di distacco di frane.
- Traccia dei profili (nel testo).



III

Settori in cui sussistono condizioni di pericolosità geologica:



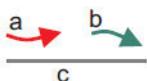
A) ineditati; pericolosità da medio-moderata a molto elevata

Aree di cui viene impedito l'utilizzo qualora inedificate, richiedendo, viceversa, la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente.

Aree in cui è consentita la realizzazione di opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili (art. 31 L.R. 56/77). Per quanto attiene l'eventuale edificato sparso, qualora in zone non interessate da dissesto, a seguito di studi ed indagini specifiche, ai sensi del D.M. 11.3.88, sarà consentita: la manutenzione (per edifici sparsi), l'ampliamento funzionale e/o ristrutturazione (per edifici a scopo agrosilvo-pastorale o per residenza temporanea), la realizzazione di nuove costruzioni di volume contenuto (per edifici strettamente connessi ad attività agricole).



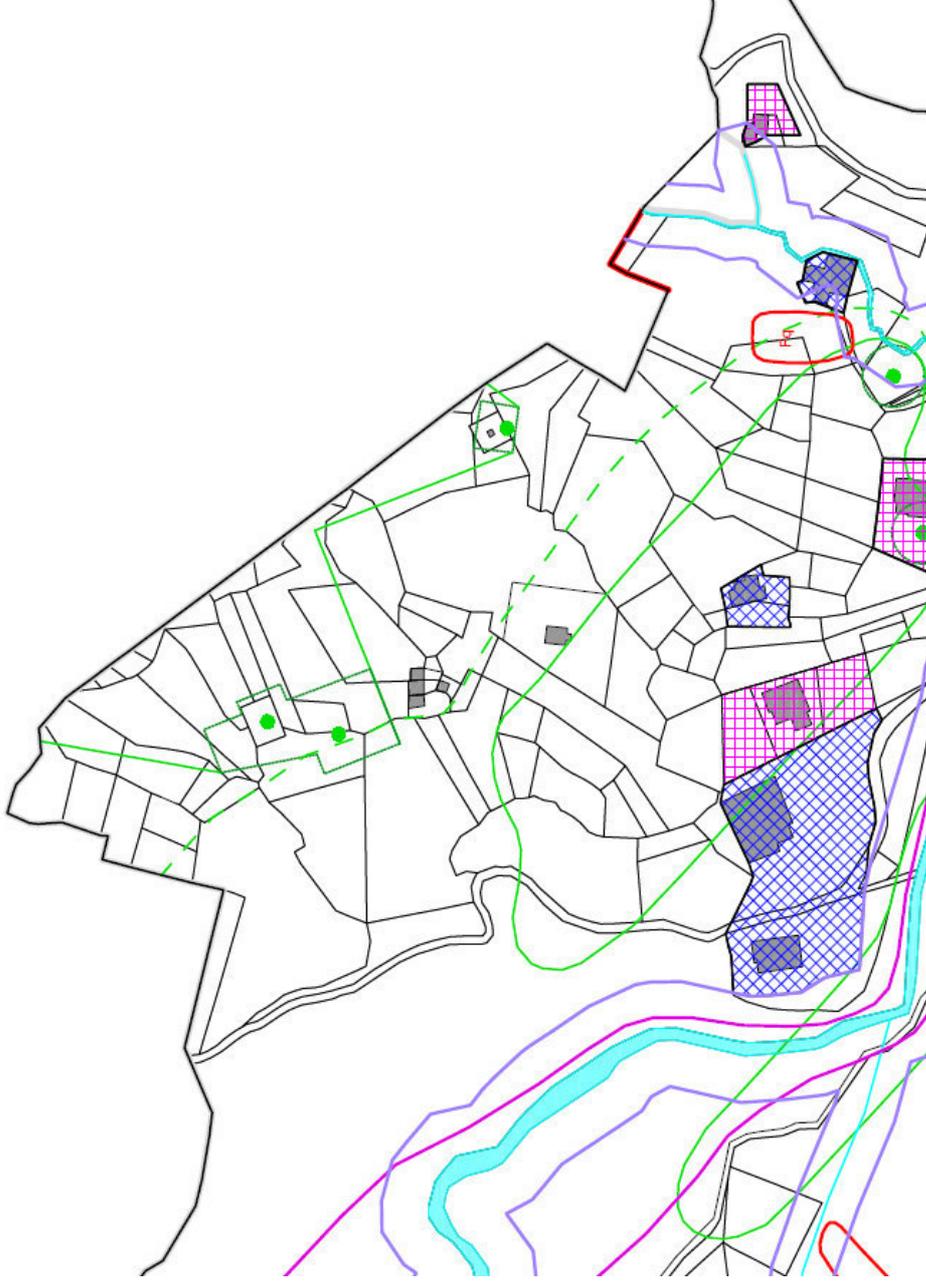
Vallecola a conca / paleoalveo; pur rappresentando una direzione preferenziale per le acque di ruscellamento superficiale e venendo valutati cautelativamente, non sono elementi di dissesto.



Linee di ruscellamento, costituite sia da solchi di erosione concentrata (a), sia da modeste incisioni prive di sintomi di erosione o dissesto (b), con relative tratte intubate (c); non sono corsi d'acqua, ma linee di deflusso temporanee, che contribuiscono a definire la pericolosità del territorio e vengono valutate cautelativamente.

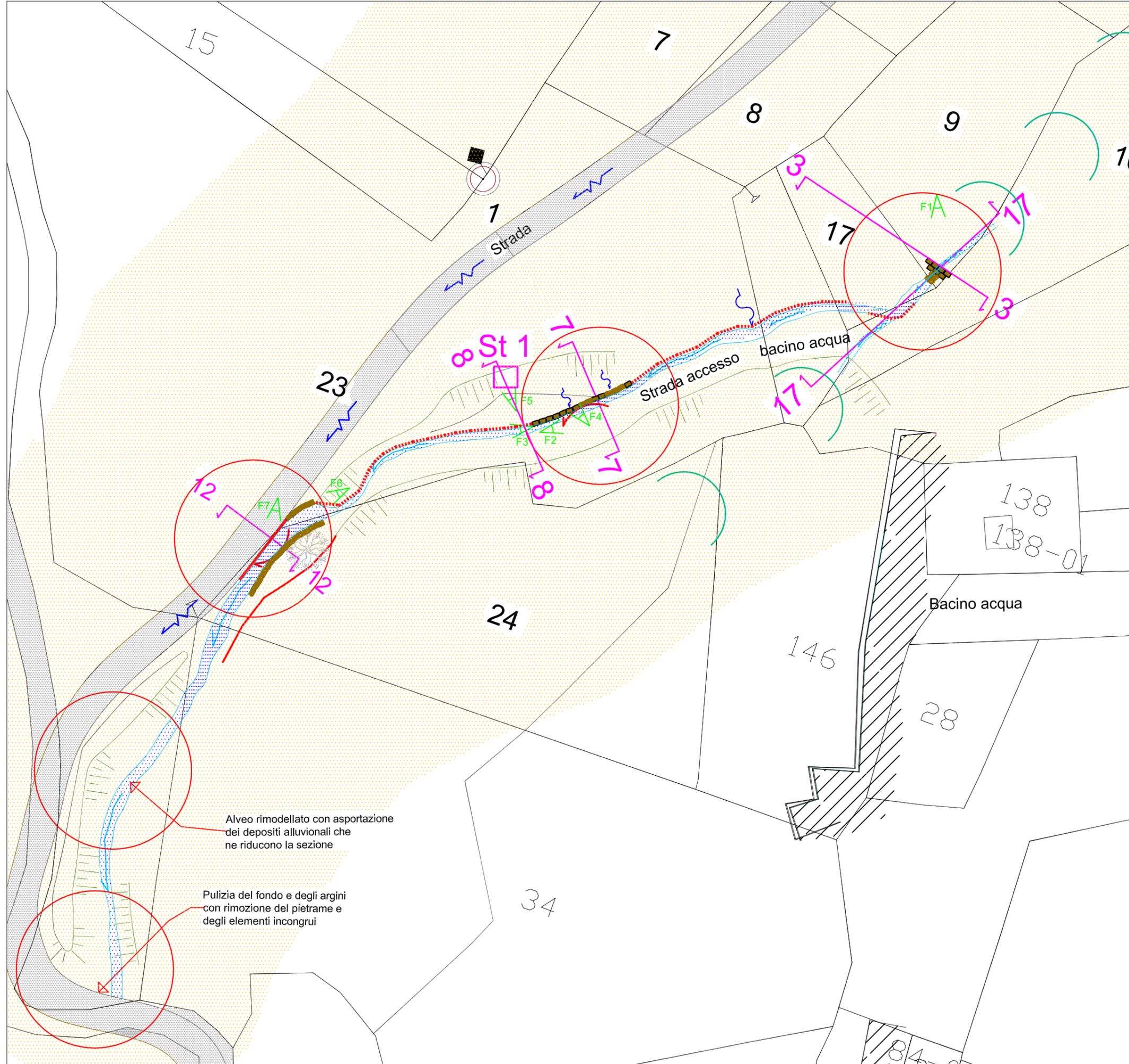
Allegato n.4

Estratto carta di sintesi della pericolosità e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica alla scala 1:5.000

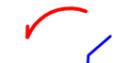


Opera di captazione a scopo idropotabile, con relativa Zona di tutela assoluta (1), Zona di rispetto (2) e Zona di rispetto allargata (3 - Pozzi Rio Mulini e Cappella Lavamana). Fasce approvate dalla Regione Piemonte con Det. n. 960 del 7.12.1999; nelle porzioni di territorio in sovrapposizione tra Zone diverse, vigono le norme più restrittive.

Allegato n.5
Estratto carta di sintesi della pericolosità e dell' idoneità all' utilizzazione urbanistica alla scala 1.2000



LEGENDA

-  Terreno di origine glaciale/fluvioglaciale
-  Orlo di scarpata
-  Vallecola a fondo concavo
-  Erosione spondale
-  Acque di ruscellamento superficiale
-  Acqua di falda in superficie
-  Muro in cls di protezione sponda destra
-  Punto di costruzione della stratigrafia
-  Sezione geologica
-  Punto di ripresa fotografica
-  Aree d'intervento

Alveo rimodellato con asportazione dei depositi alluvionali che ne riducono la sezione

Pulizia del fondo e degli argini con rimozione del pietrame e degli elementi incongrui

Comune di Arizzano
Fondazione Lama Gangchen

STRATIGRAFIA

Sezione St1		Quota topografica 535,00m slm	Profondità - 2,00 m
metri +/- 0,00	Presenza acqua		descrizione delle litologie Suolo formato da limo e limo argilloso con ciottoli e sabbia fine. Gruppo A4-A5 delle Norme CNR-UNI 10006 Caratteristiche geotecniche scadenti Permeabilità:bassa Ciottoli e blocchi immersi in abbondante matrice sabbioso ghiaiosa con limo. Si tratta di terreno di origine glaciale/fluvioglaciale da poco a mediamente consistente. Norme CNR-UNI 10006 Gruppo A1-A1-b Caratteristiche geotecniche buone Permeabilità: media-medio elevata
- 0,50	umido		
- 2,00	umido		

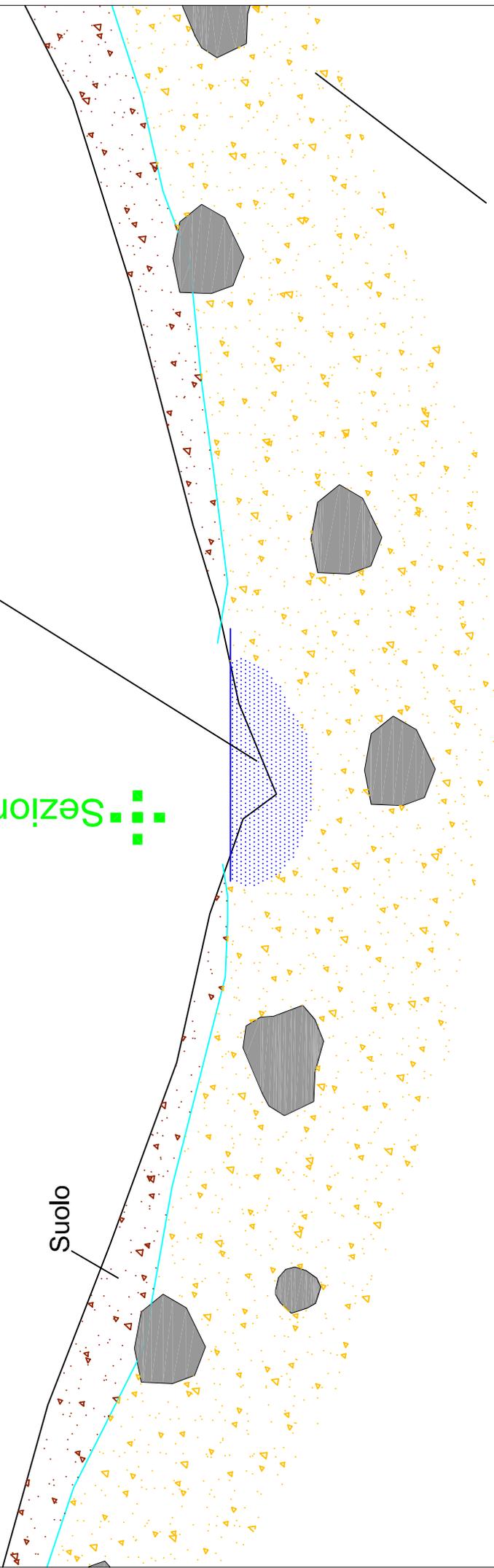
Allegato n. 7
Stratigrafia da sezione esistente lungo pendio
Scala 1:20

Sezione 17

Alveo in erosione

Suolo

Deposito di origine
fluvioglaciale



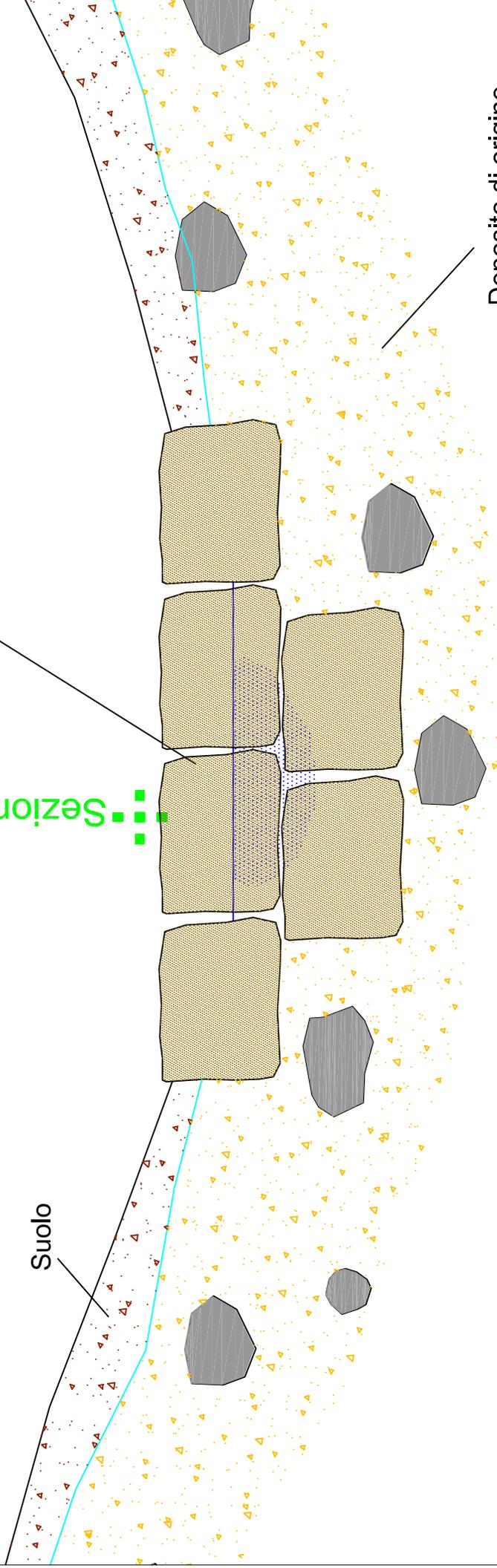
Traversa in blocchi di
pietra naturale

Sezione 17

Suolo

Deposito di origine
fluvioglaciale

Allegato n.9
Sezione geologica corrispondente alla 3 di progetto (Progetto)
Scala 1:20



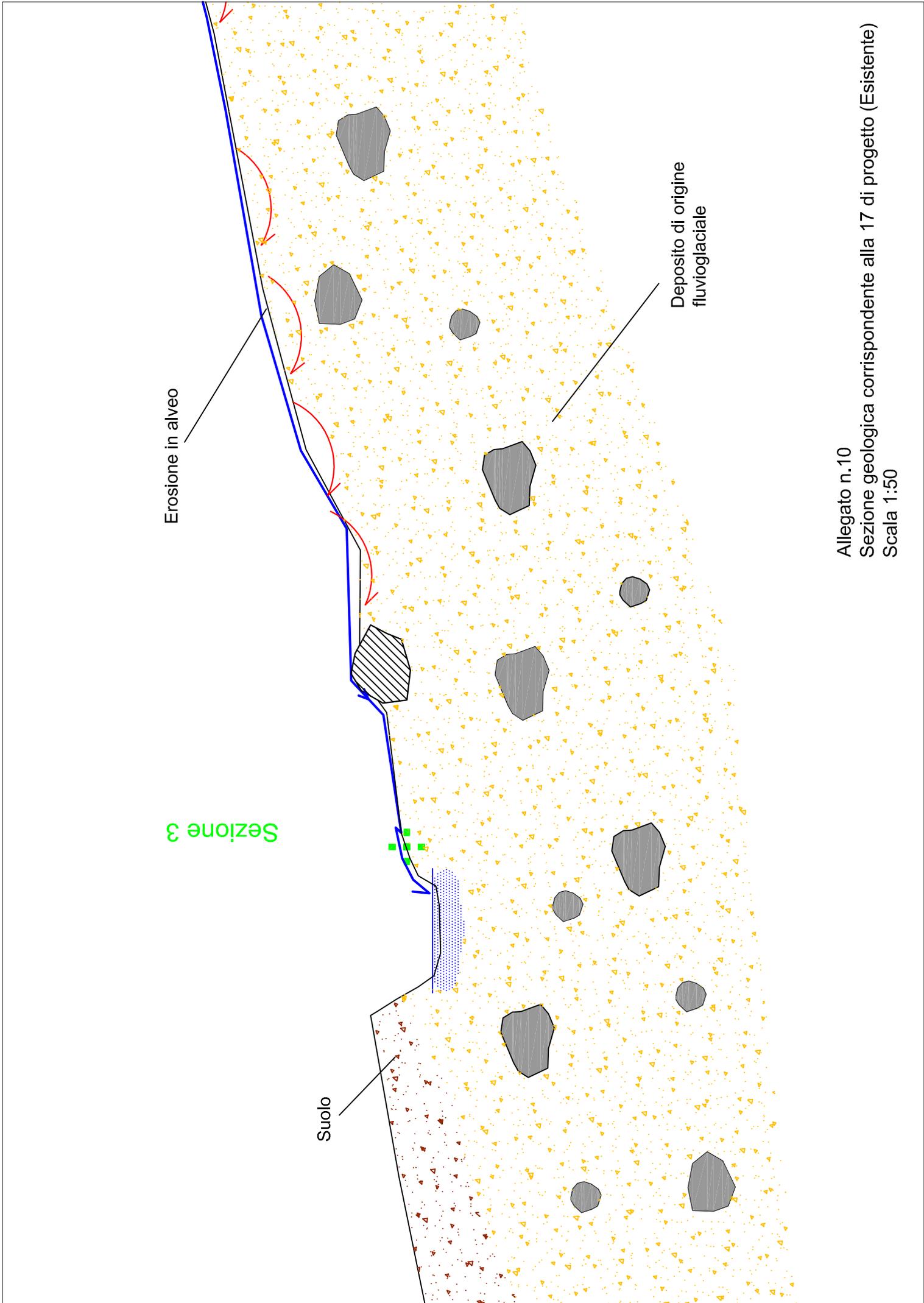
Sezione 3

Erosione in alveo

Suolo

Deposito di origine
fluvioglaciale

Allegato n.10
Sezione geologica corrispondente alla 17 di progetto (Esistente)
Scala 1:50



Sezione 2

Traversa in blocchi di pietra naturale

Soglia per la dissipazione dell'energia dell'acqua

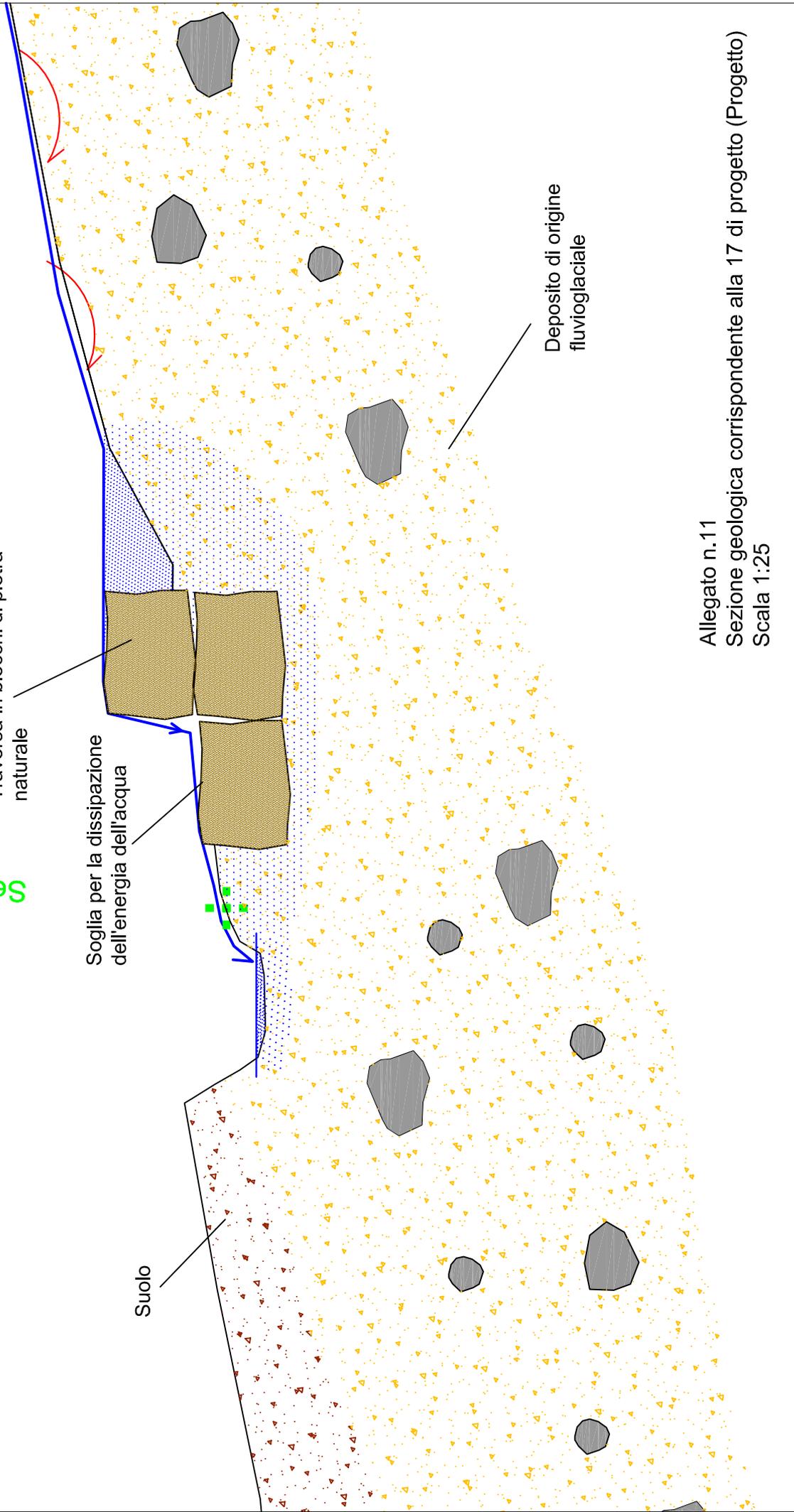
Suolo

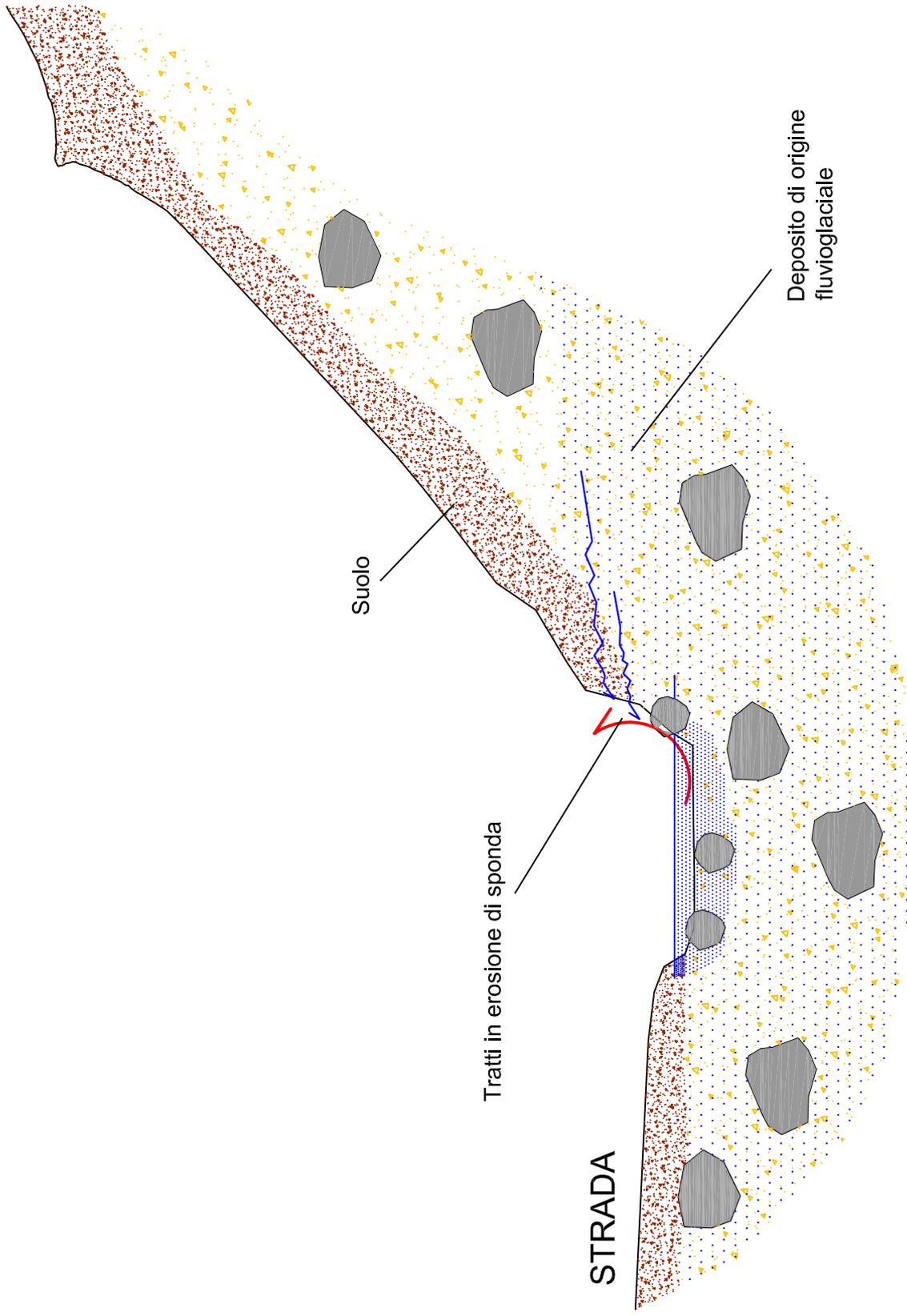
Deposito di origine fluvio-glaciale

Allegato n.11

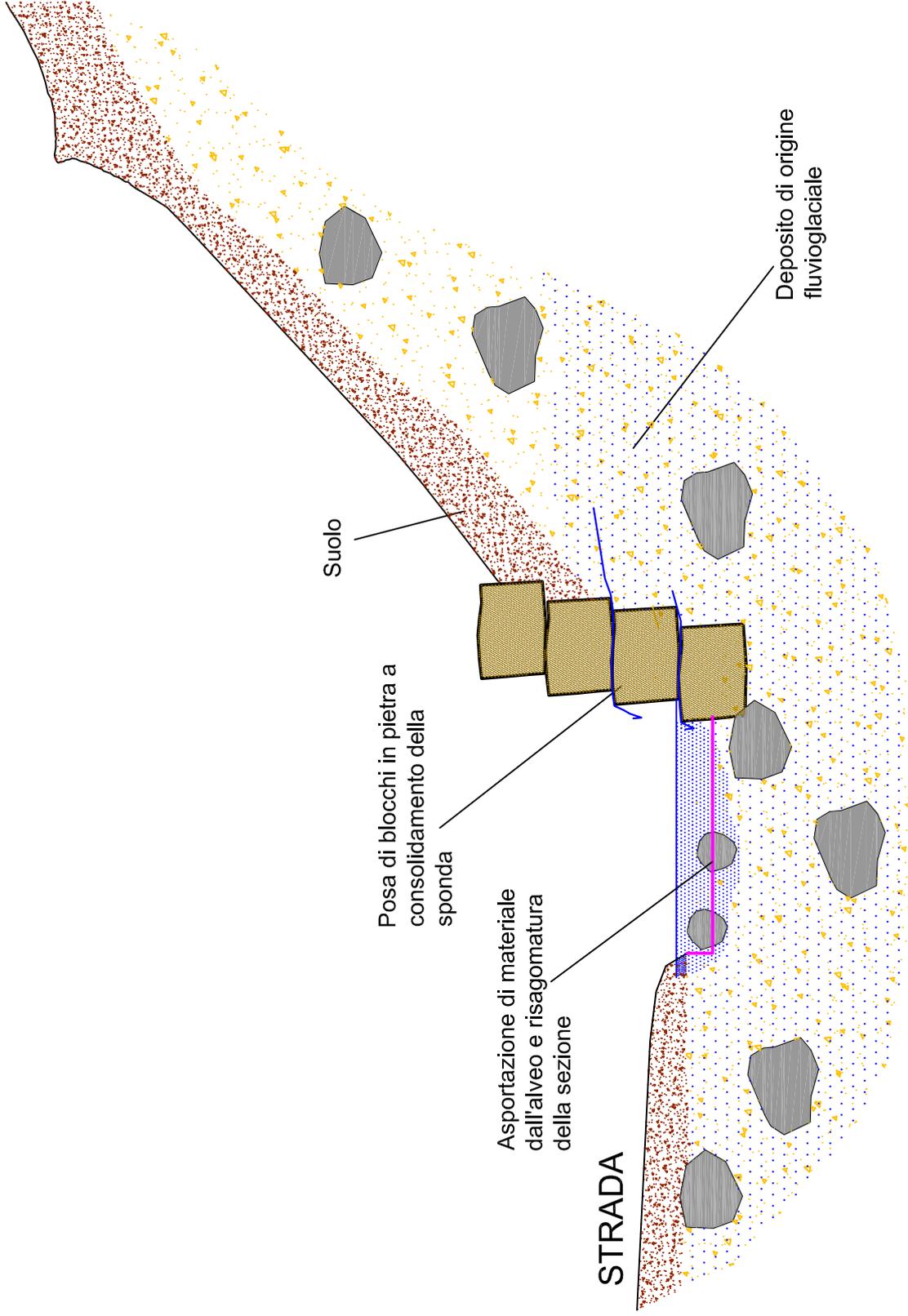
Sezione geologica corrispondente alla 17 di progetto (Progetto)

Scala 1:25

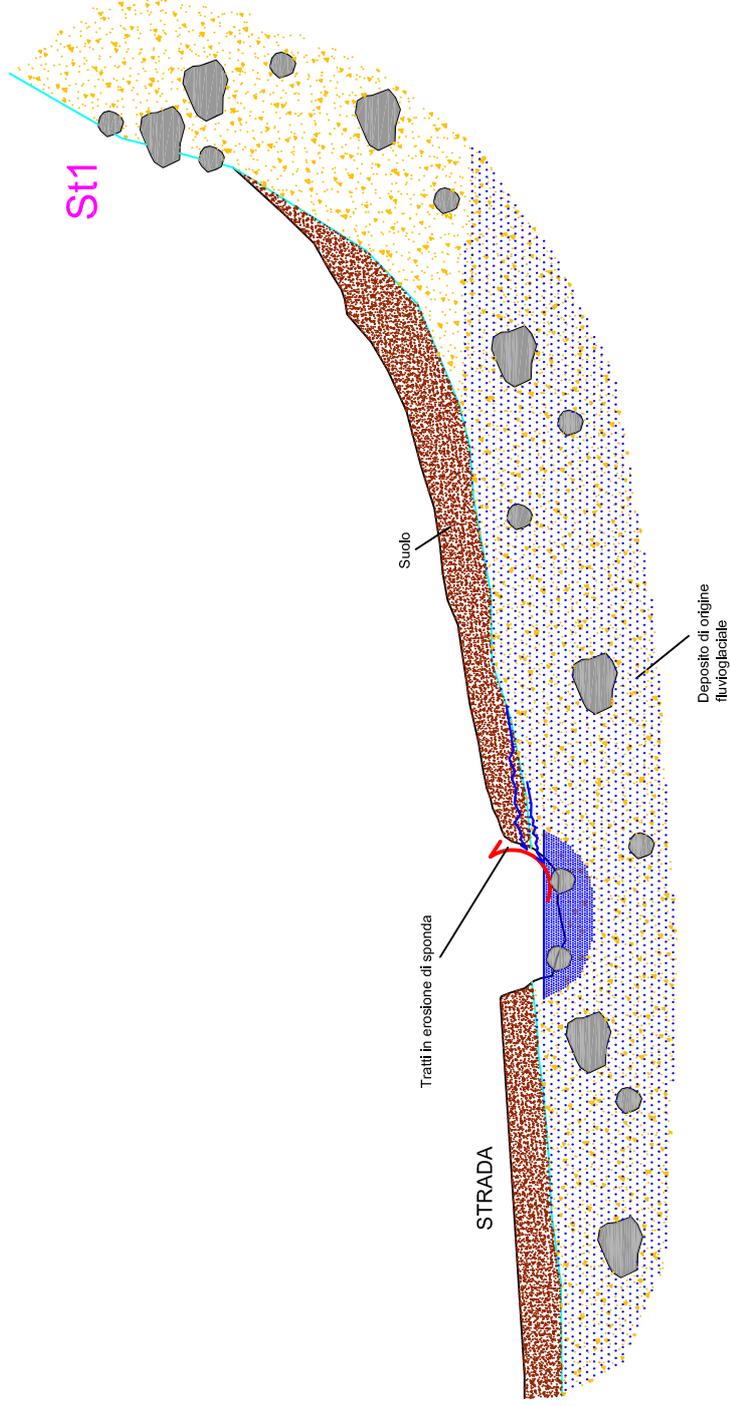




Allegato n.12
Sezione geologica corrispondente alla 7 di progetto (Esistente)
Scala 1:25



Allegato n.13
Sezione geologica corrispondente alla 7 di progetto (Progetto)
Scala 1:25



Allegato n. 14
Sezione geologica corrispondente alla 8 di progetto (Esistente)
Scala 1:50

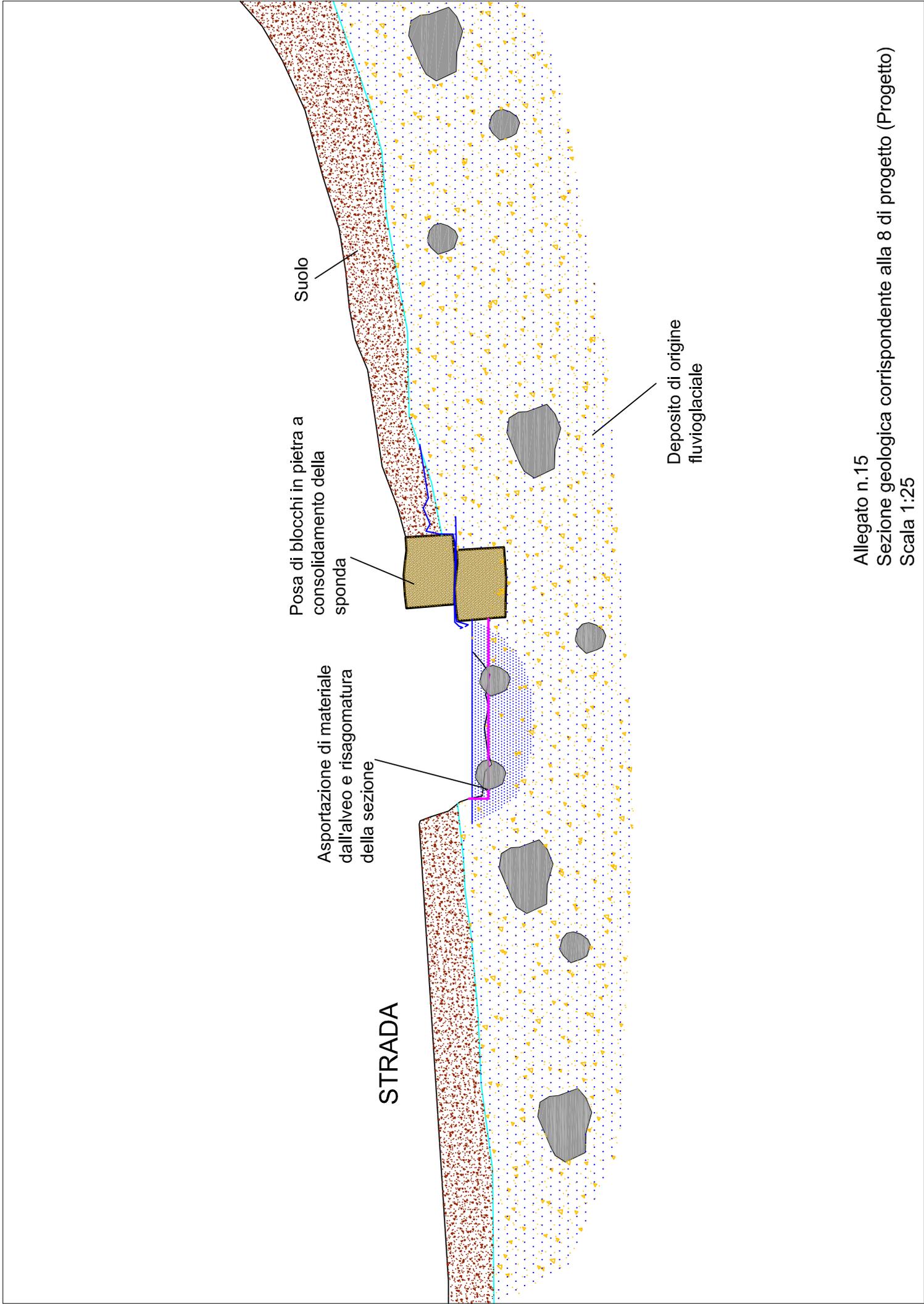
STRADA

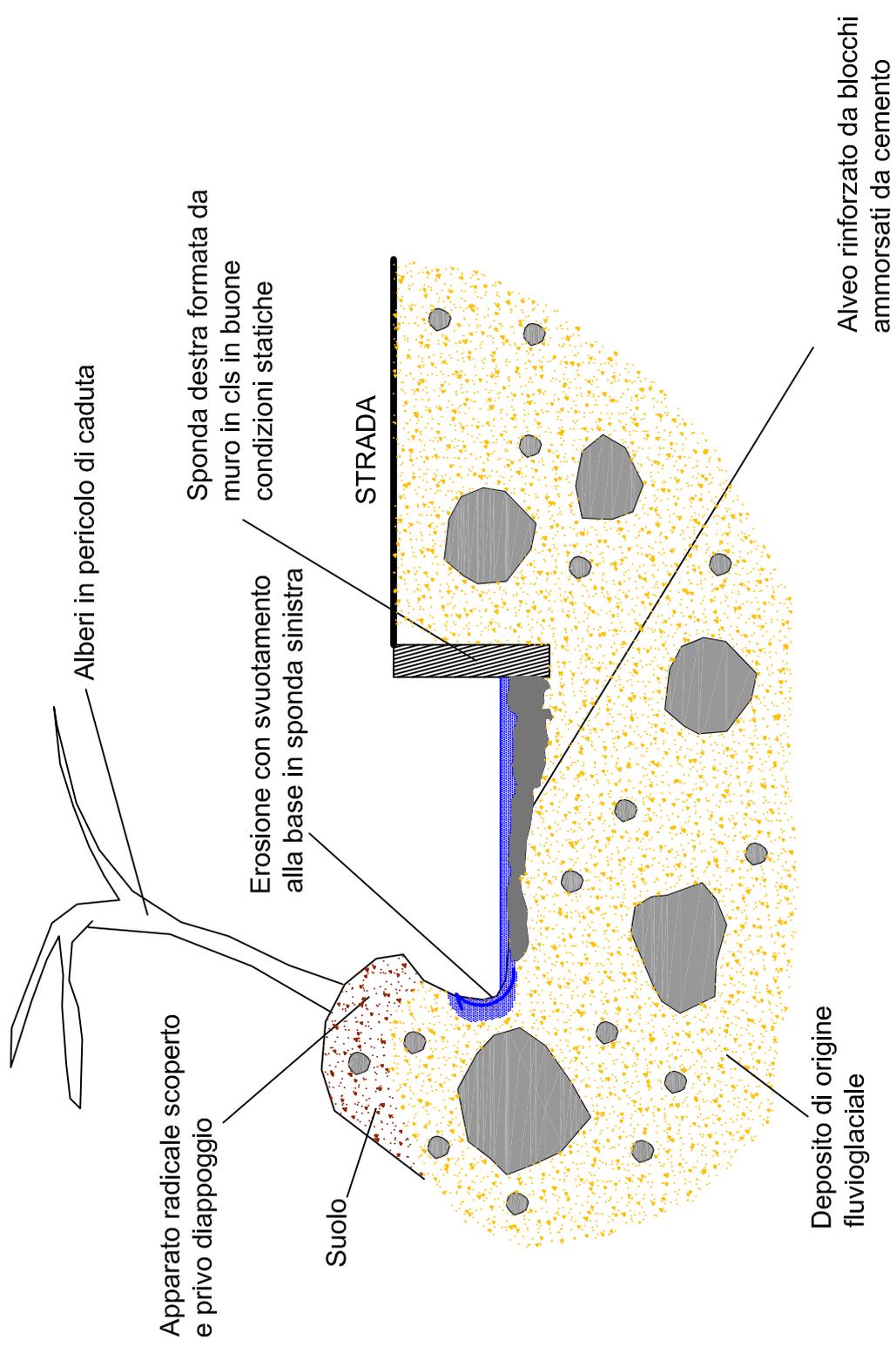
Asportazione di materiale
dall'alveo e risagomatura
della sezione

Posa di blocchi in pietra a
consolidamento della
sponda

Suolo

Deposito di origine
fluvioglaciale





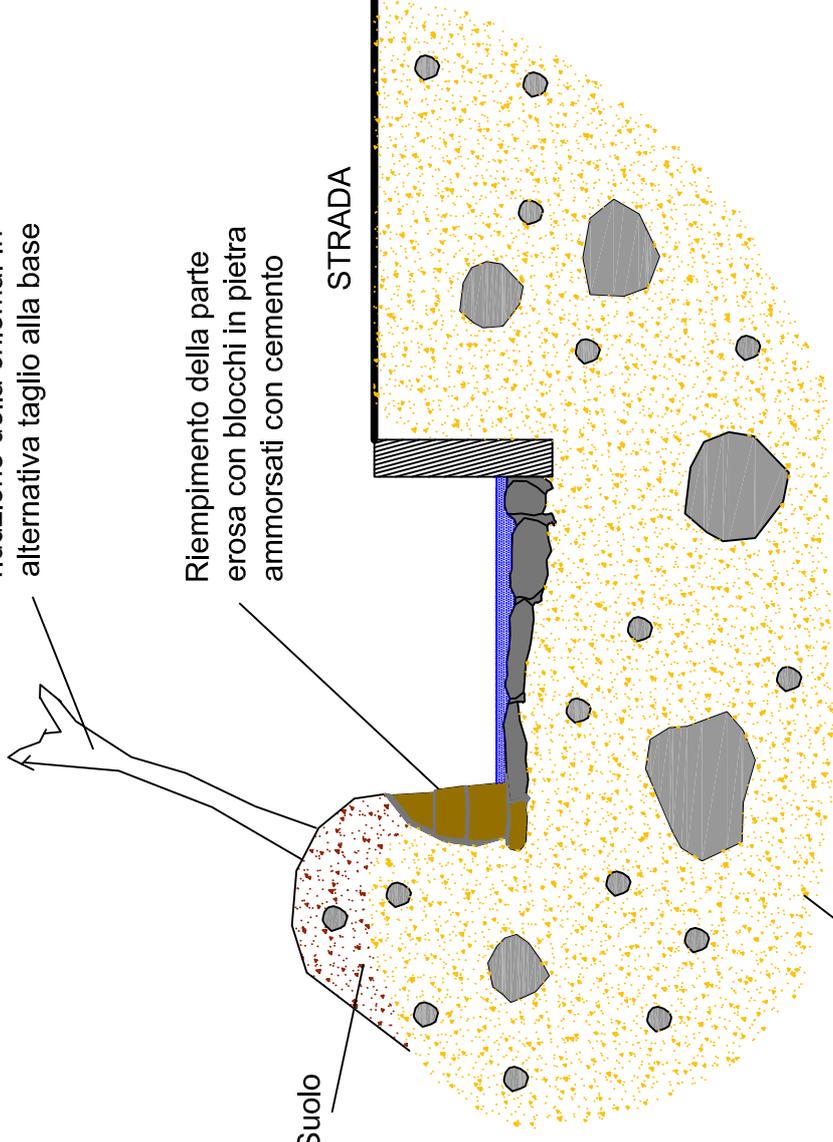
Alleggerimento mediante
riduzione della chioma. In
alternativa taglio alla base

Riempimento della parte
erosa con blocchi in pietra
ammorsati con cemento

Suolo

STRADA

Deposito di origine
fluvioglaciale



11 - BIBLIOGRAFIA

- BORIANI A., BIGIOGGERO B., GIOBBI E. (1997): Metamorphism, tectonic evolution and tentative stratigraphy of the "SERIE DEI LAGHI". Geological map of the Verbania area (Northern Italy). Mem. Soc. geol. Ital., 32; 26 pp.
- PRGC del Comune di Arizzano