COMMITTENTE

STE (Soluzioni Tecniche Energetiche) S.p.A.
Sede Legale: Via Piffetti 15 – 10143 Torino – tel +39 011 4737401 – fax +39 011 480476
Codice fiscale e Partita IVA 01694160027

PROGETTISTI

STE (Soluzioni Tecniche Energetiche) S.p.A.
Sede Legale
Via Piffetti, 15 – 10143 TO
Tel +39 011 4737401
Fax +39 011 480476
Cap Soc E 800.000,00 i.v.
Codice fiscale e Partita IVA 01694160027

STUDIO DI INGEGNERIA FERRARI E GIRAUDO
Corso Nizza 67/A CUNEO
Tel. 0171 698783 Fax 0171 697676
e-mail: ufficio@ferrariegiraudo.it

Dott. Ing. Franco Giraudo

Dott. Ing. Stefano Ferrari

IMPIANTO IDROELETTRICO ALIMENTATO CON LE ACQUE DEL TORRENTE NEGRONE IN LOCALITA' PORNASSINO NEI COMUNI DI ORMEA (CN) E COSIO D'ARROSCIA (IM)

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

	0011_Orm_ID_D_27_RG_5_Rev0			Maggio 2012	
2					
1					
0	05/2012	Emissione			BLA
REV	DATA	DESCRIZIONE	RED.	VER.	APP.

CONSULENZE

ITTIOFAUNA:
Dott. Massimo Pascale
FAUNA:
Dott. ssa Mara Calvini
FLORA ECOSISTEMI:
Dott. For. Paolo Correndo
GEOLOGIA:
Dott. Geol. Aldo Acquarone
MACROINVERTEBRATI BENTONICI
Dott. Stefano Fenoglio
IMPATTO ACUSTICO
Dott.ssa Sara Viglietti

Il Progettista delle opere specialistiche
STE S.p.A
arch. Laura Burzio

CONSULENZA SPECIALISTICA

Il Responsabile del progetto
STE S.p.A
ing. Michele Blandino

N° ELABORATO

5

Questo elaborato è di proprietà riservata della STE S.p.A.; ne è vietata la riproduzione anche parziale, nonchè la presentazione a terzi senza esplicita autorizzazione. L'inosservanza è perseguibile ai termini di legge.

PROVINCIA DI IMPERIA
PROVINCIA DI CUNEO
COMUNI DI ORMEA E COSIO D'ARROSCIA

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Impianto idroelettrico alimentato con le acque del Torrente Negrone in loc. Pornassino nel Comune di Ormea (CN)

RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA

Allegato

TAVOLA

COMMITTENTE: CIE S.p.a.
Via Piffetti n. 15 10143 TORINO
C.F. - P.IVA 06976910015

Geologo:
Geol. Aldo ACQUARONE
Via Aleramo, 129 – 12075 GARESSIO (CN)
Tel. 0174/81910 – 335/6214395
E-mail: aldoacquarone@gmail.com – acqua.geo@libero.it

ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE
ALDO ACQUARONE
GEOLOGO
A.P. SEZ. A
N. 214
ALBO PROFESSIONALE

Consulenze:
GEOLOGIA - Dott. Geol. Aldo Acquarone
ITTIOFAUNA - Dott. Massimo Pascale
FAUNA - Dott. ssa Mara Calvini
FLORA ECOSISTEMI - Dott. For. Paolo Correndo
MACROINVERTEBRATI BENTONICI - Dott. Stefano Fenoglio
ANALISI CHIMICHE - GEM CHIMICA

DATA:

Sommario

1.- PREMESSA 1
2.- INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO E DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE IN PROGETTO 3
3.- VINCOLI A FINI IDROGEOLOGICI OD AMBIENTALI 5
4.- LINEAMENTI GEOLOGICI 12
4.1. – Aspetti generali 12
4.2. – Litotipi affioranti 15
4.3. – Aspetti geologico - strutturali 18
4.4. – La carta geologica 22
5.- OSSERVAZIONI GEOMORFOLOGICHE 24
5.1. – Inquadramento generale 24
5.2. – dinamica fluviale e dei versanti 28
6.- – CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE 34
7.- ANALISI GEOLOGICO-TECNICA E GEOMORFOLOGICA DELLE OPERE IN PROGETTO 36
7.1. - Opera di presa 36
7.2. - Condotta forzata 40
7.3. - Centrale idroelettrica e scarico 45
8.- – INDICAZIONI GEOTECNICHE 48
9.- – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 50
10.- Allegato fuori testo: carta geologica schematica 53
11.- Allegato fuori testo: INDAGINE GEOGNOSTICA Note tecnico – esecutive 53
12.- Allegato fuori testo: Prove geotecniche di laboratorio 53

1.- PREMESSA

A seguito dell'incarico assunto dallo Studio di Ingegneria Ferrari e Giraudo, con sede a Cuneo in Corso Nizza n° 67/A, in nome e per conto della società richiedente, CIE S.p.a. con sede in Via Piffetti n° 15 – 10143 – TORINO, lo scrivente si è occupato dell'espletamento di un'indagine a carattere geologico - tecnico e geomorfologico del settore dell'Alta Val Tanaro, in cui è in progetto la

realizzazione di un impianto idroelettrico tra le località Viozene – Passo Laiardo con derivazione dal T. Negrone.

La presente indagine è finalizzata ad un'analisi delle tematiche di carattere geologico generale, geomorfologico idrogeologico e geologico - tecnico che interessano i versanti ed il fondovalle al fine di definire la stabilità dell'area e gli accorgimenti tecnici adeguati al corretto inserimento della struttura in progetto nel contesto locale.

Le indicazioni emerse nel corso dell'indagine hanno consentito di fornire un quadro completo sulle caratteristiche geomorfologiche del settore considerato con particolare riferimento ai processi legati alla dinamica dei versanti (frane e valanghe) ed ai processi legati alla rete idrografica (interferenza con gli alvei di piena e/o con la dinamica fluvio torrentizia). È stata attentamente valutata la situazione idrogeologica locale per verificare le eventuali interferenze delle opere in progetto con i circuiti carsici dell'alta val Tanaro.

L'indagine è stata condotta sulla scorta dei dati generali disponibili sull'area indagata (elaborati geologici allegati al P.R.G.I.; Carte del CSI - Banca Dati Geologica della Regione Piemonte; Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – Delimitazione delle aree in dissesto del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico "PAI", Progetto IFFI "Inventario dei Fenomeni Franosi d'Italia, ecc.), sull'analisi fotointerpretativa e sui dati rilevati direttamente sul terreno nel corso dei vari sopralluoghi effettuati.

La presente indagine ha quindi come scopo di documentare la fattibilità geologica l.s. delle opere in progetto in ottemperanza alle norme legislative e disposizioni vigenti in materia e in particolare:

- *delle D.M. 14 gennaio 2008: "Nuove Norme Tecniche per le costruzioni" (G.U. n. 29 del 4/02/2008);*
- *della Legge della Regione Piemonte n°45/89 "Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici,....".*

- *della Legge della Regione Piemonte N° 40/98 e s.m.i. "Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione".*
- *del P.A.I. (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Po);*
- *ed inoltre in base alle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Regolatore del Comune di Ormea.*

Quanto contenuto nei successivi capitoli fa diretto riferimento agli elaborati progettuali redatti dallo Studio di Ingegneria Ferrari e Giraudo di Cuneo.

2.- INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO E DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE IN PROGETTO

L'impianto in progetto è posto sul Torrente Negrone, corso d'acqua tributario del Fiume Tanaro che delimita il confine tra Piemonte e Liguria.

L'opera è posta interamente in sponda destra, ossia nel Comune di Ormea (CN), dove saranno poste l'opera di presa, il tracciato della condotta e la centrale di produzione.

Esclusivamente una porzione della traversa di presa sarà realizzata in territorio ligure, in Comune di Cosio d'Arroscia (IM). L'opera si configura come un mini impianto idroelettrico ad acqua fluente in quanto la potenza media installata risulta essere di 815 KW.

In estrema sintesi, l'opera prevede la captazione di una portata media annua di 1462 l/s presso quota (coronamento della traversa) 1041,10 m s.l.m. e la derivazione mediante condotta forzata di diametro 1300 mm lungo la pista forestale esistente per giungere presso la centralina idroelettrica nel fondovalle a quota 950 m s.l.m. Il dislivello geodetico è di 90,0 m, la produzione attesa è di circa 6.800.000 di Kwh. La percentuale media del prelievo è del 57% del deflusso medio. La centrale idroelettrica è composta da due turbine Kaplan.

Le informazioni di carattere topografico inerenti alla zona indagata si trovano compendiate nella tavoletta "Viozene" (Foglio n° 91 - II N.O.) della cartografia

IGM alla scala 1:25.00 e nella C.T.R. della Regione Piemonte, sezione n°244060 alla scala 1:10.000 (figure seguenti).

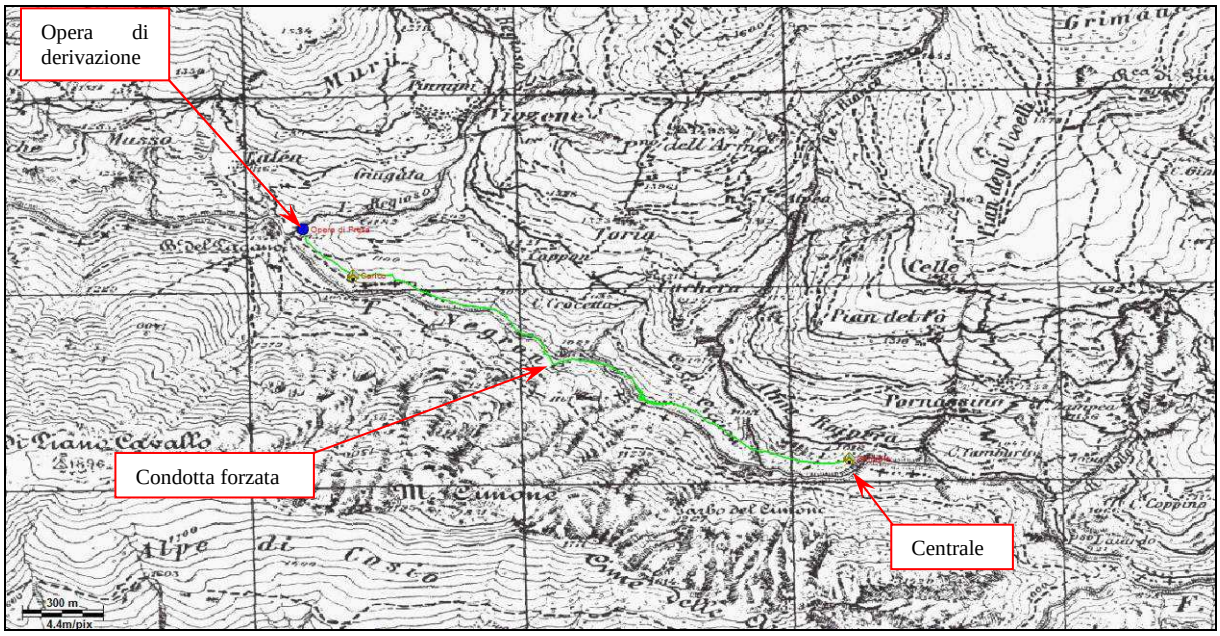


Figura n° 1: Stralcio della cartografia IGM; sono indicate le opere in progetto.

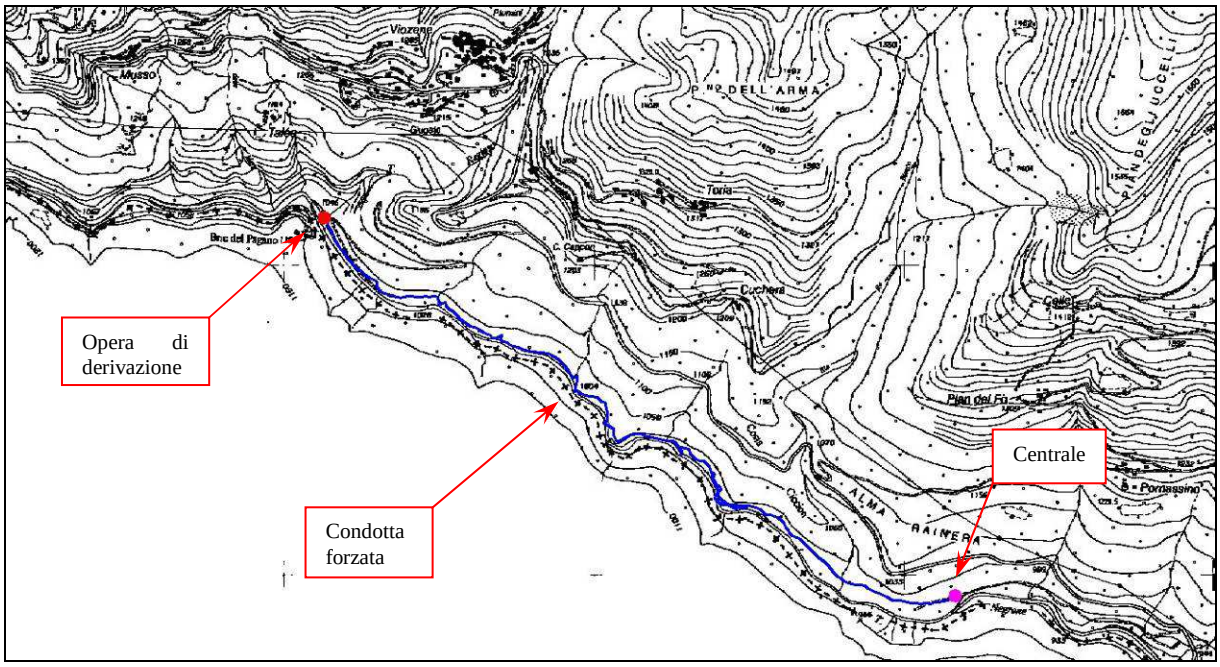


Figura n° 2: Stralcio della Carta Tecnica Regionale del Piemonte, sezione n° 244060 con le opere in progetto.

Per un ulteriore inquadramento si riportano anche l'ortofotocarta relativa al 2006, disponibile sul sito Internet Portale Cartografico Nazionale – Ministero dell'Ambiente (foto seguente).

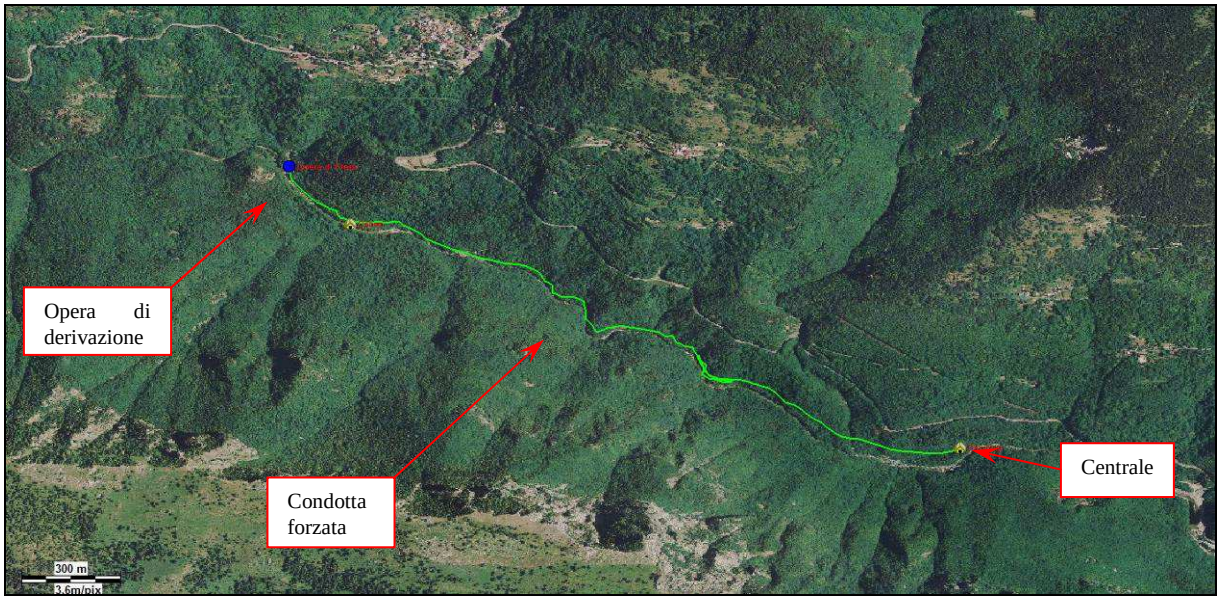


Foto n° 1: Ortofotocarta relativa al 2006; è evidenziata la posizione delle opere in progetto.

La tabella di sintesi che segue, mette in evidenza i dati caratterizzanti l'impianto per la produzione di energia idroelettrica in progetto.

Salto	91,06 m
Portata media	1462 l/s
Portata massima	3500 l/s
Lunghezza condotta	2550 m
Diametro condotta	1300 mm
Potenza media	826 kw
Potenza massima	2300 kw
Produzione attesa	6.700.000 kwh

Tabella 1: **CARATTERISTICHE DELLA DERIVAZIONE**

Per le caratteristiche tecniche e dimensionali dei vari manufatti e per maggiori dettagli si rimanda elaborati di progetto.

3.- VINCOLI A FINI IDROGEOLOGICI OD AMBIENTALI

L'area è soggetta a vincolo idrogeologico (ai sensi del R.D.L. 30/12/1923); risulta inoltre compresa nei casi previsti dal D. Lgs. 42/2004 (in sostituzione della

legge 8/8/85 n°431) per quanto concerne la tutela delle zone di particolare interesse ambientale essendo situata lungo la rete idrografica principale (T. Negrone). L'area d'intervento risulta quindi sottoposta ai seguenti vincoli:

- Vincolo idrogeologico ai sensi della L.R. 45/89 della Regione Piemonte (figura seguente);

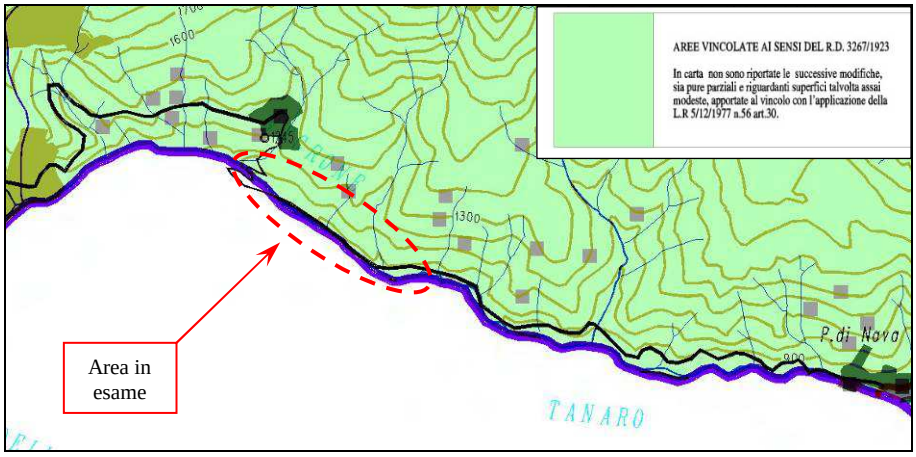


Figura n° 3: Estratto dalla Carta delle Aree sottoposte a vincolo idrogeologico della Regione Piemonte – provincia di Cuneo; è indicata l'area in esame.

- D.Lgs. 42/04 (ex Galasso) "Codice dei beni naturali e del paesaggio" e R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775 che definiscono le "norme in materia di tutela di beni culturali, ambientali e paesistici". Sul territorio in esame grava tale vincolo nelle aree boscate e nella fascia di 150.00 m.l. dall'alveo del T. Negrone;

- D.M. 1/8/85, che provvede a delimitare le aree comunemente denominate "Galassini" che rappresentano le "dichiarazioni di notevole interesse pubblico riguardanti comuni della Regione Piemonte" (figura seguente).

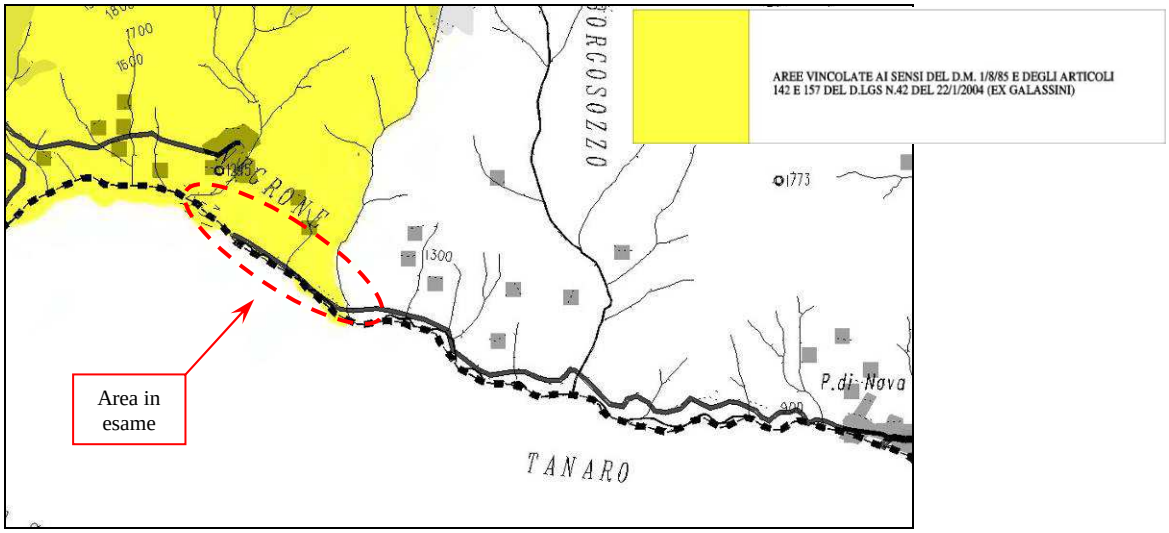


Figura n° 4:Estratto dalla Carta delle aree vincolate ai sensi del D.M. 1/8/85 e degli articoli 142 ve 157 del D.Lgs n. 42 del 22/1/2004 (ex-Galassini) della Regione Piemonte – Provincia di Cuneo; è indicata l'area in esame.

- L'area in esame confina con l'area carsica IM-10 di Pian Cavallo – Armasse, come emerge dall'estratto seguente (cartografia Regione Liguria). Il tracciato in progetto rimane tuttavia al di fuori della suddetta area carsica, posta a Sud del T. Negrone.

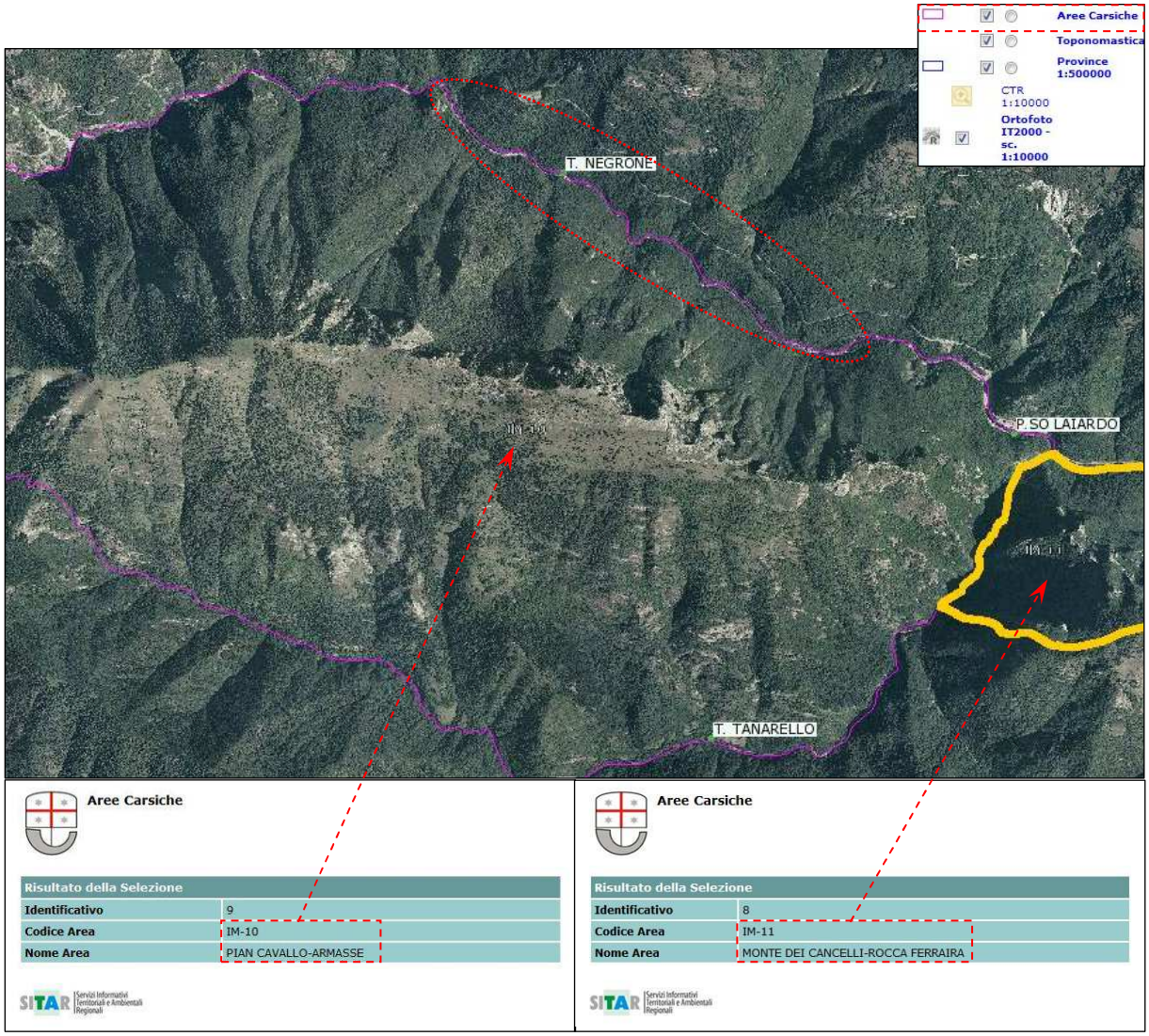


Figura n° 5: portale cartografico della Regione Liguria – Aree carsiche.

- Nell'ambito della cartografia del PAI viene data indicazione della pericolosità molto elevata della rete idrografica principale (Ee) e della presenza di frane attive (Fa) e quiescenti (Fq). Di seguito si riporta lo stralcio della cartografia e della relativa legenda (figura seguente).

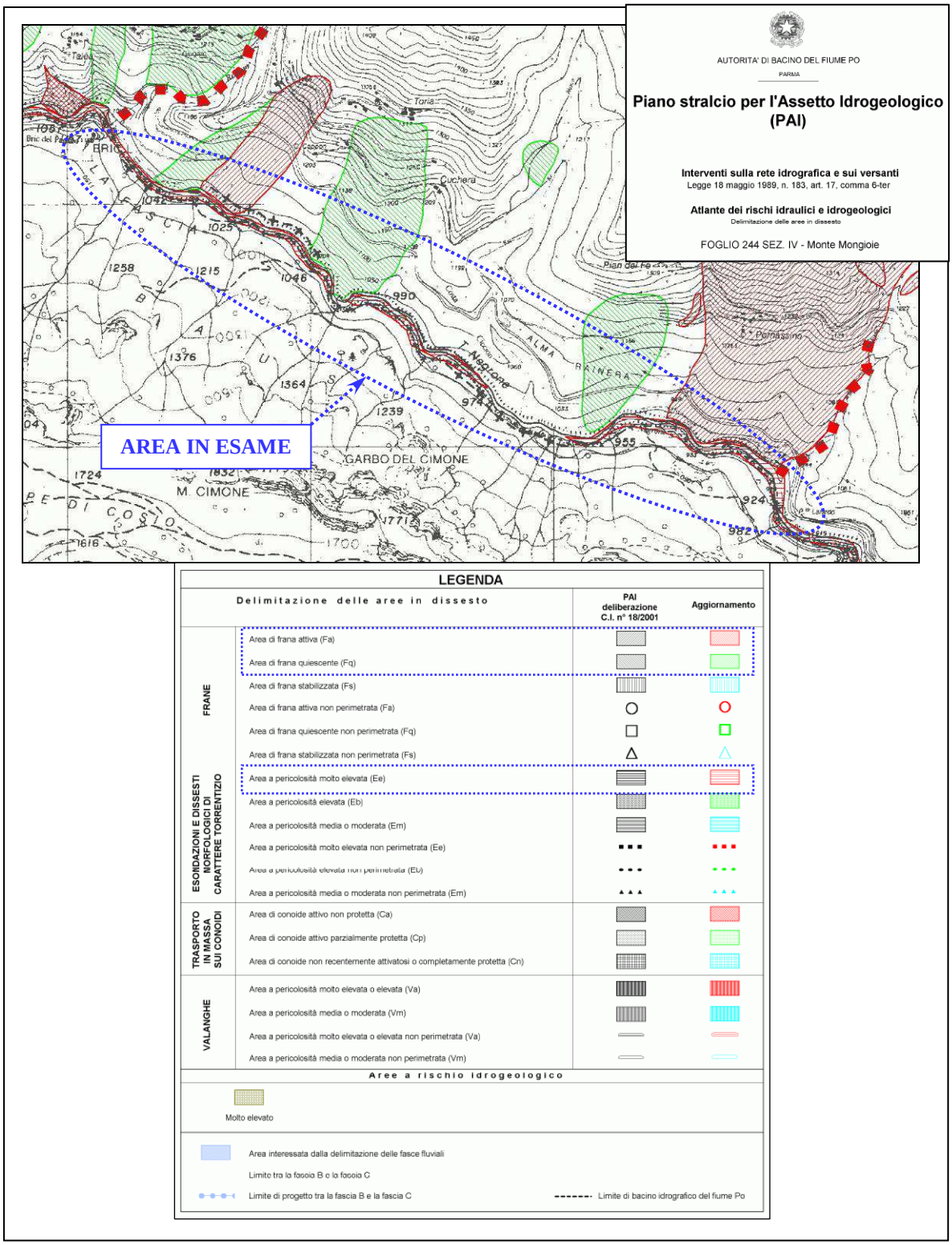


Figura n° 6: Stralcio cartografia del PAI, con indicate le opere in progetto.

Per quanto riguarda le Norme di Attuazione del PAI si riporta lo stralcio dell'Art. 9 da cui risultano consentiti gli interventi in progetto previo studio di compatibilità.

Art. 9. Limitazioni alle attività di trasformazione e d'uso del suolo derivanti dalle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico

…….

2. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree **Fa** sono esclusivamente consentiti:
…..
– la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.
…..

5. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle aree **Ee** sono esclusivamente consentiti:
….
– la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;

Nella Carta di Sintesi del P.R.G.I. del Comune di Ormea il settore interessato dalle opere in progetto ricade in classe IIIa, come emerge dalla figura seguente.

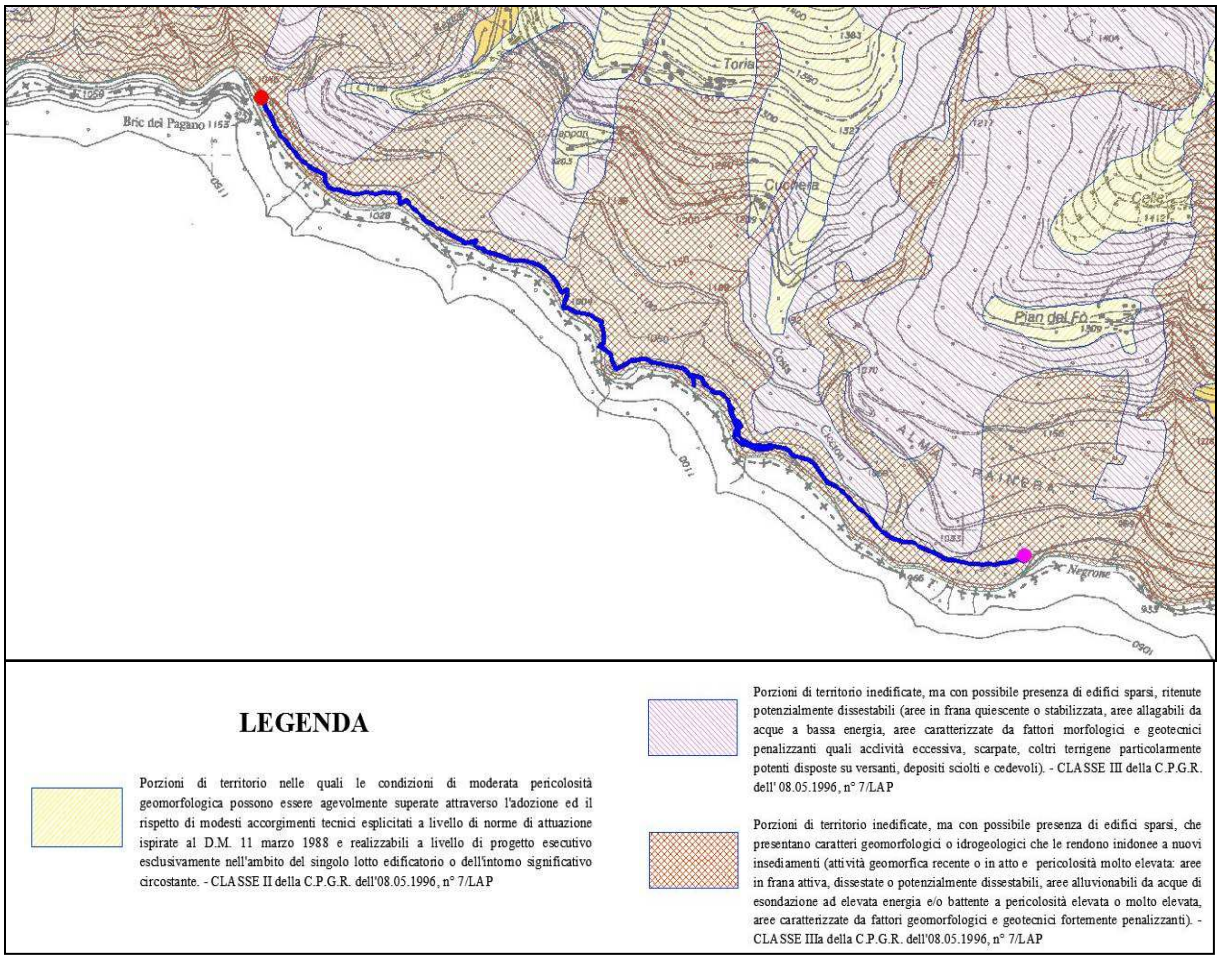


Figura n° 7: Estratto dalla Carta di Sintesi del P.R.G.I. del Comune di Ormea; sono evidenziate le opere in progetto.

Nelle Norme di Attuazione del PRG del comune di Ormea è specificato per la Classe IIIa:

a) Infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico

Sono consentiti interventi per la realizzazione di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, secondo quanto previsto all'art. 31 della L.R. 56/77. La realizzazione di nuove opere pubbliche di competenza degli organi statali, regionali o di altri enti territoriali e quelle di interesse pubblico nelle aree soggette a rischio per fenomeni di dissesto idraulico e geomorfologico è consentita solo se i progetti dimostrano, attraverso opportuna documentazione tecnica, la compatibilità dell'opera con le condizioni di dissesto e di instabilità presenti e l'assenza di effetti negativi indotti dall'opera stessa. Gli interventi di carattere pubblico e le infrastrutture interessanti la rete idrografica potranno essere realizzate a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo in alveo, costituendo significativo ostacolo al deflusso liquido e

solido, che non limitino in modo sostanziale la capacità d'invaso. A tal fine i progetti dovranno essere corredati da uno studio di compatibilità idraulica.

4.- LINEAMENTI GEOLOGICI

4.1. – Aspetti generali

Per un inquadramento geologico generale del settore d'indagine è stata consultata la documentazione reperita in bibliografia, ed in particolare:

- Carta Geologica d'Italia (Foglio n°91 – BOVES);
- Carta geologica delle dorsali del M. Mongioie e del M. Cimone (VANOSSI, 1973)
- Carta Geologico-strutturale del P.R.G.I. del Comune di Ormea;
- Guide Geologiche Regionali – Alpi Liguri a cura della Società Geologica Italiana;
- Cartografia ed articoli specialistici vari relativi alla geologia del bacino;
- Fotografie aeree ed ortofotocarte.

Le notizie geologiche generali relative al territorio indagato sono riportate sul Foglio n°91 (Boves) della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (cfr figura n°8) e nelle relative note illustrative.

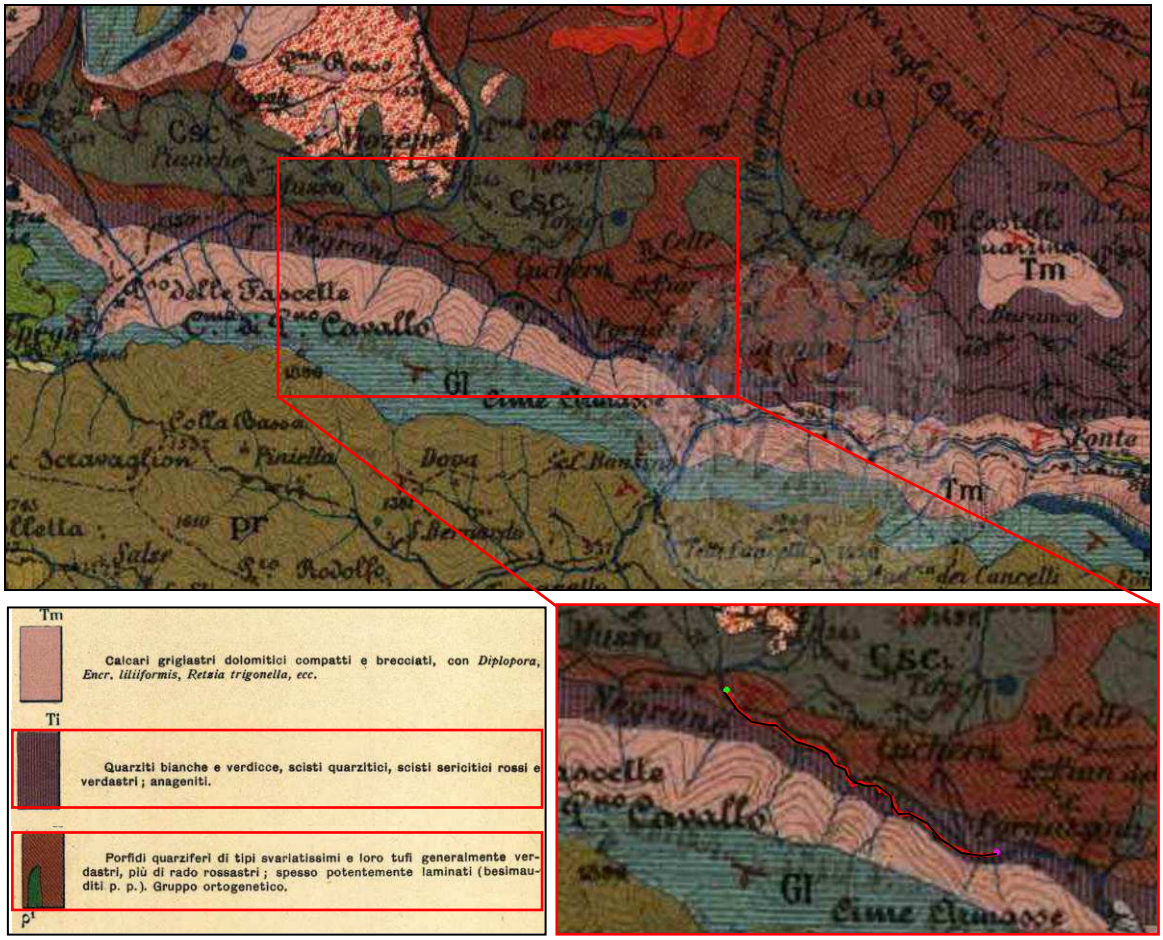


Figura n° 8: Estratto dalla Carta geologica d'Italia, Foglio n° 91 – BOVES con legenda; nel riquadro in basso è visualizzata l'area in esame con le opere in progetto.

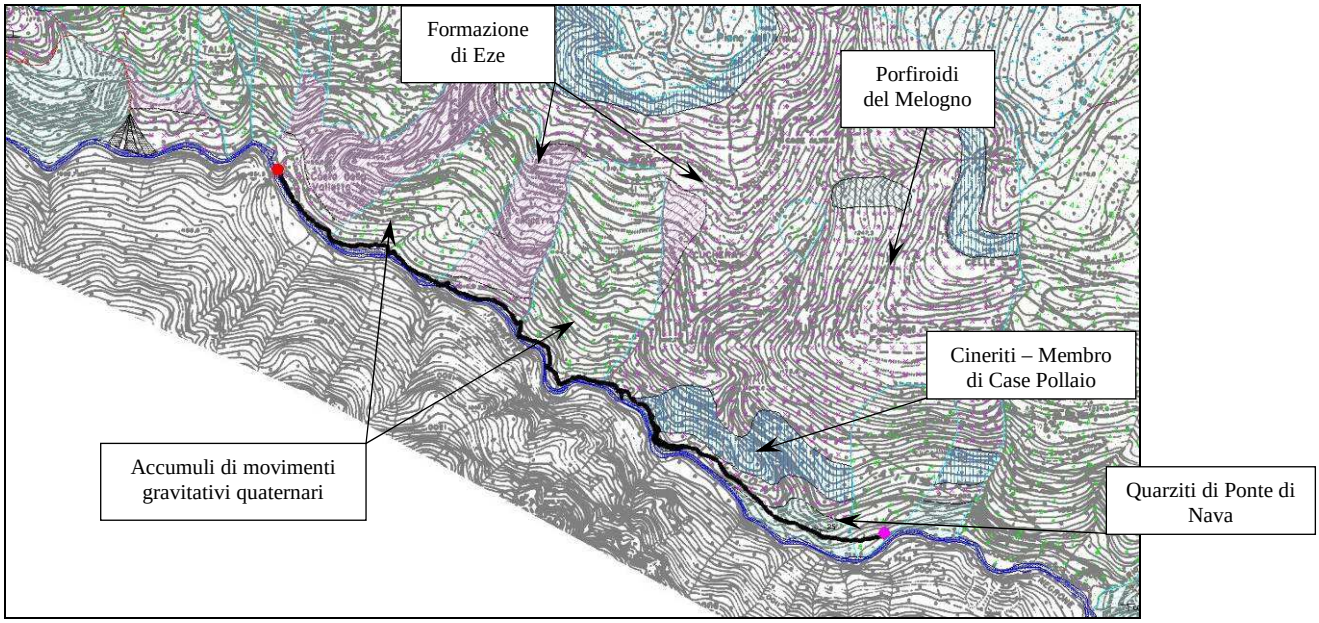


Figura n° 9: Estratto dalla Carta Geologico-strutturale del P.R.G.I. di Ormea; sono indicate le opere in progetto.

Oltre al PRG del comune di Ormea, per l'area in esame sono stati reperiti alcuni lavori specifici completi di cartografie geologiche risalenti in generale al periodo 1960 – 1980. La sintesi più completa dei dati geologici esistenti è comunque rappresentata da quanto pubblicato nelle Guide Geologiche Regionali: Alpi Liguri, Soc. Geol. Ital. a cura di VANOSSI M. (1994); essenzialmente su quanto pubblicato nella guida sopraccitata si basa l'inquadramento geologico generale riportato nel seguito.

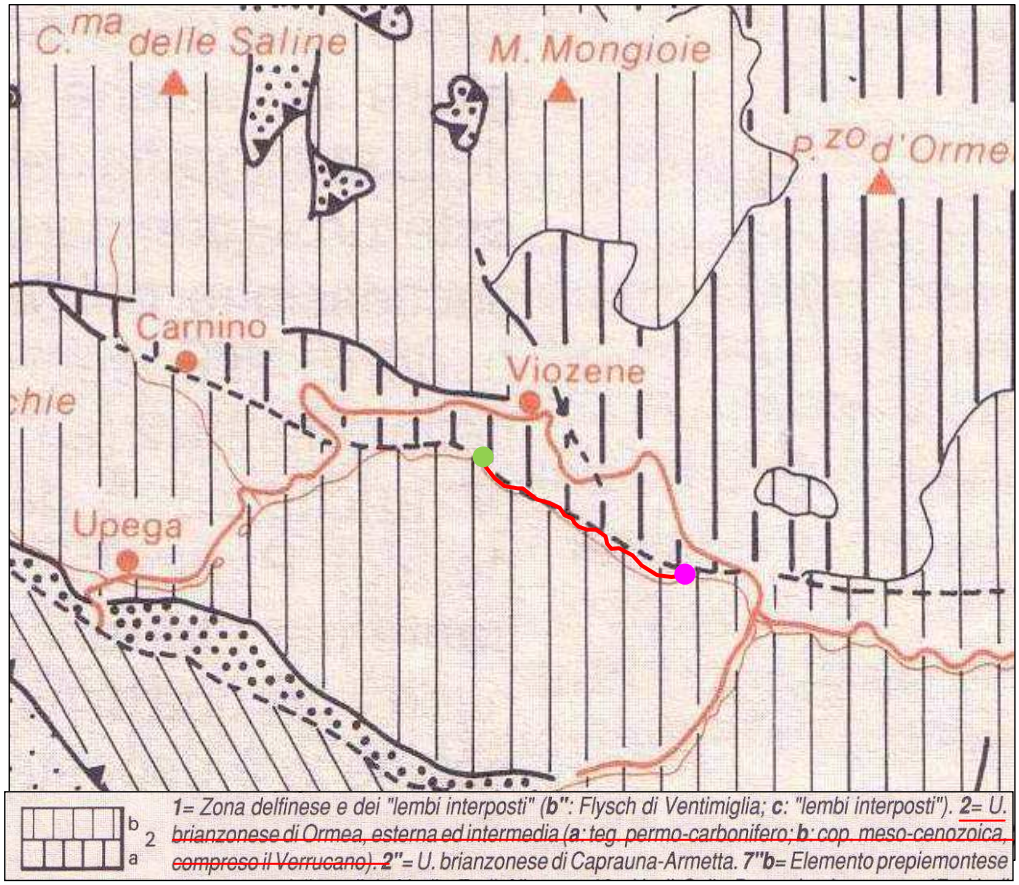


Figura n° 10: Estratto dall'Itinerario n° 5 dalla guida geologica regionale "Alpi Liguri" edita a cura della Società Geologica Italiana, con indicata l'area in esame.

Nella cartografia geologica seguente, tratta dal Rilevamento geologico ed analisi strutturale delle dorsali del M. Mongioie e del M. Cimone (Vanossi, 1972) sono individuate le principali formazioni rocciose affioranti in corrispondenza delle opere in progetto.

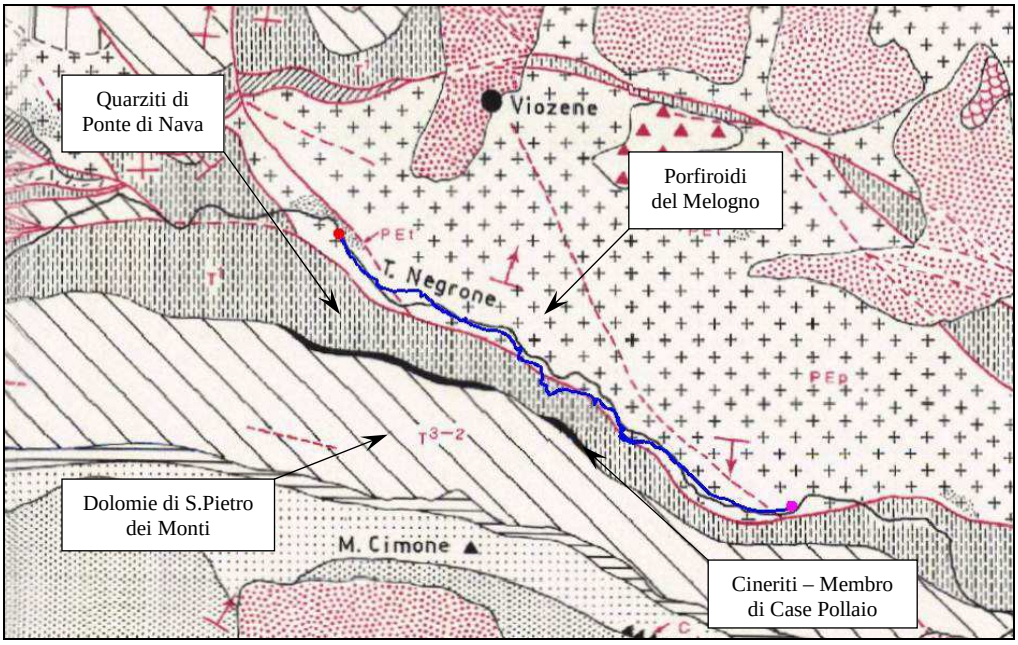


Figura n° 11: Estratto dalla Carta Geologica delle dorsali del M. Mongioie e del M. Cimone; sono riportate le opere in progetto.

Le Alpi Liguri comprendono il settore di catena alpina più occidentale; in questa zona esistono unità tettoniche sovrapposte come nel resto delle Alpi, ma non sono note falde attribuibili con certezza al dominio africano.

In particolare questo tratto del T. Negrone si sviluppa in corrispondenza della "Unità brianzonese di Ormea" e le opere previste in progetto si collocano al contatto tra i terreni attribuibili al tegumento permo - carbonifero (2a nello schema tettonico di fig. 10) e quelli attribuibili alla copertura meso – cenozoica (2b in fig. 10).

4.2. – Litotipi affioranti

Nella zona interessata dalle opere i litotipi in affioramento sono attribuibili essenzialmente al tegumento permo - carbonifero ed alla parte più antica delle coperture mesozoiche non carbonatiche.

Nel tratto vallivo interessato dalle opere in particolare sono stati individuati:

- Formazione di Eze (Carb. sup.): andesiti, sia in facies effusiva che ipoabissale, più o meno metamorfosate in prasiniti, scisti prasinitici cloritico – epidotici, a letti epidositici.
- Porfiroidi del Melogno (Permiano med. -Carbonifero sup.): metavulcaniti a grana minuta o a grossi fenocristalli di feldspato potassico, localmente molto laminati, scisti sericitico cloritici e micascisti. Sono presenti subordinate intercalazioni di Scisti di Gorra.
- Membro di Case Pollaio (nei Porfiroidi del Melogno): cineriti fini nerastre con noduli e livelli carbonatici, con intercalazioni di peliti e/o tufiti talora grafitiche; sono presenti mineralizzazioni a danburite e realgar.

Il basamento pretriassico é sovrastato dalle **coperture mesozoiche**, comprendenti sul fondovalle le seguenti formazioni:

- *Verrucano brianzonese e Quarziti di Ponte di Nava:* si tratta di quarziti e conglomerati quarzosi che costituiscono due formazioni qui non cartografabili separatamente (Vanossi, 1974c); le facies conglomeratiche sono meno diffuse rispetto alla zona prossima a Ponte di Nava (località tipo della formazione); le facies arenacee sono generalmente prevalenti; la minor potenza della formazione rispetto alla zona più ad est è attribuibile a cause tettoniche; il contatto con i sottostanti porfiroidi è di natura tettonica. La roccia si presenta generalmente molto fratturata ed in corrispondenza od in prossimità dei contatti tettonici principali le quarziti sono sempre minutamente cataclasate e ridotte a sabbia quarzosa. Gli affioramenti rilevati sono soprattutto in destra idrografica sul versante ligure ma interessano anche il fondovalle nel settore dalla confluenza del Rio Re Bianco alla centralina in progetto.



Foto n° 2: Affioramento di quarziti in loc. Arma Rainera.

- *Peliti di Case Valmarenca:* si tratta di peliti varicolori (Vanossi, 1974c); sono considerate un membro delle Quarziti di Ponte di Nava e sono collocabili al passaggio con le sovrastanti (in senso stratigrafico) Dolomie di San Pietro dei Monti. Nella zona indagata affiorano sempre in destra idrografica ad almeno 100 m di dislivello rispetto al fondovalle. In tale zona gli affioramenti sono discontinui per la presenza di terreni detritici di alterazione localmente potenti anche alcuni metri; la potenza complessiva è dell'ordine della decina di metri; si tratta di alternanze di strati decimetrici di quarziti biancastre e di peliti verdine o violacee finemente laminate.

I litotipi carbonatici della copertura meso – cenozoica non affiorano nel tratto di fondovalle indagato; risultano in affioramento sul versante orografico destro ad oltre 100 m di dislivello rispetto al fondovalle e costituiscono le pareti da fortemente acclivi a sub verticali che si estendono fino al crinale spartiacque.

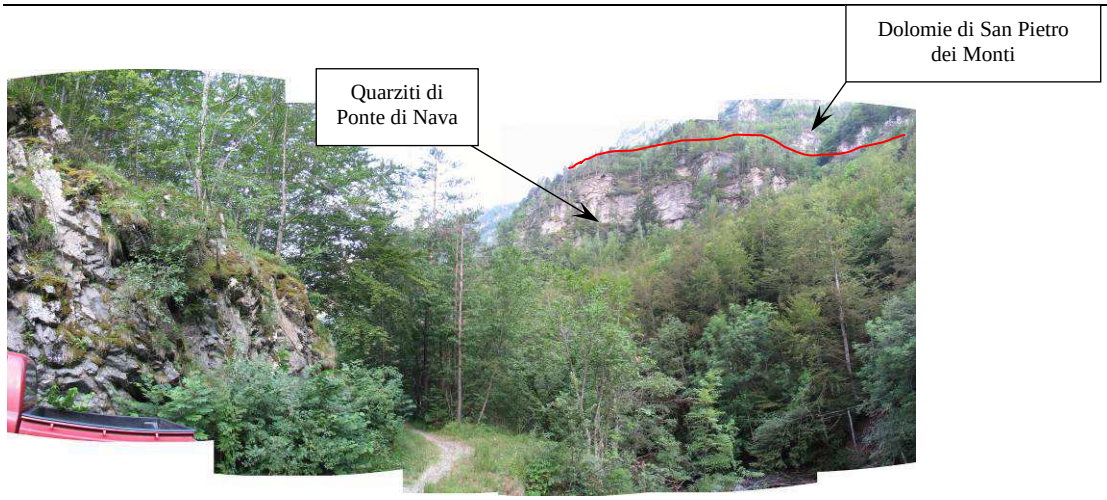


Foto n° 3: posizione indicativa del contatto tra quarziti e copertura carbonatica rispetto al fondovalle.

I litotipi carbonatici affiorano inoltre lungo il fondovalle solamente nella zona di confluenza Tanarello – Negrone oltre 500 m a valle dell'edificio centrale in progetto.

4.3. – Aspetti geologico - strutturali

Gran parte delle unità del Brianzonese esterno dell'alta Val Tanaro sono state interessate da un'intensa attività di tettonica duttile; in sintesi i terreni formano il fianco superiore e la cerniera di una piega plurichilometrica coricata verso nord, accompagnata da pieghe minori a diverse scale.

I contatti tra le unità sono sovente di tipo tettonico, sottolineati dalla presenza di fasce di cataclasiti di vari potenza e spesso sono mascherati dalla copertura detritica.

Alle fasi duttili è seguita una tettonica fragile responsabile di sistemi di faglie e fratture lungo le quali si è impostata, almeno in parte, la rete idrografica principale.

Nella figura 12 è riportata una sezione schematica tratta dal *"Rilevamento geologico ed analisi strutturale delle dorsali del M. Mongioie e del M. Cimone (Vanossi, 1972)* che ben inquadra la situazione geologico strutturale in

corrispondenza del tratto del T Negrone tra la confluenza del Rio Regioso a monte ed il Rio della Madonna a valle.

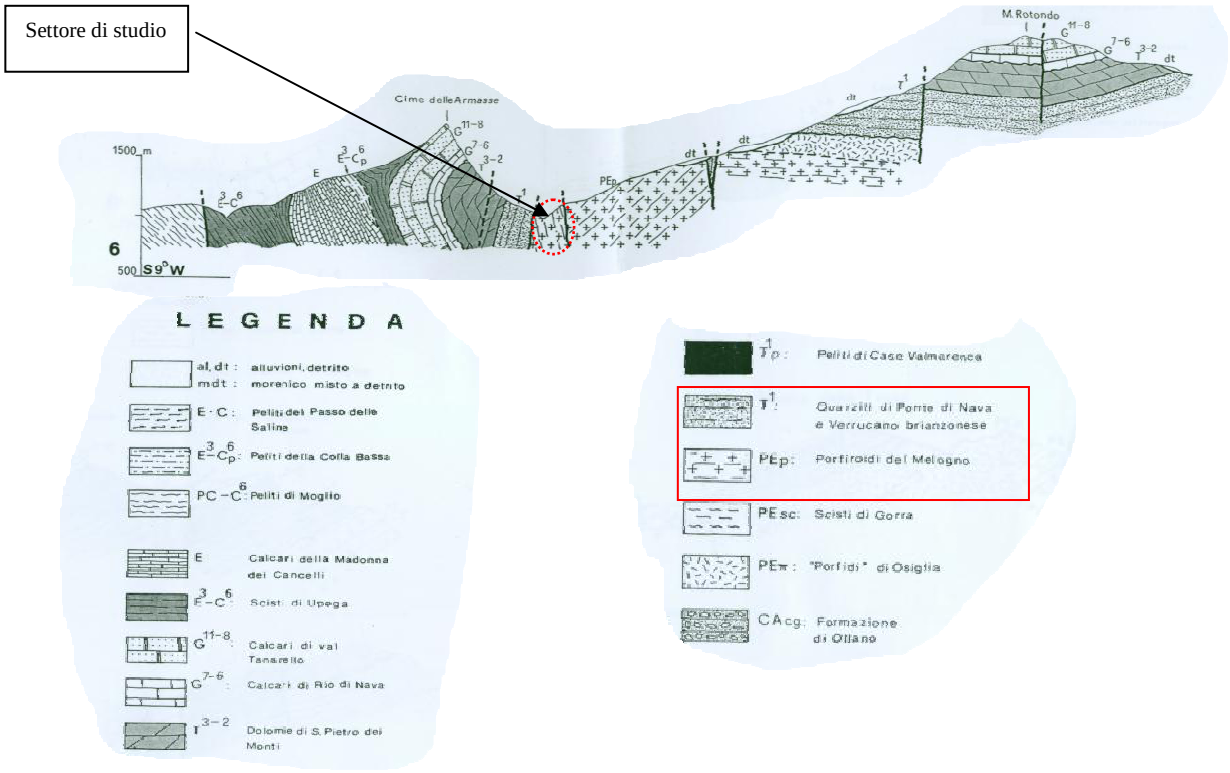


Figura n° 12: Estratto dal Rilevamento geologico ed analisi strutturale delle dorsali del M. Mongioie e del M. Cimone (Vanossi, 1972) è riportata la posizione "geologica" delle opere in progetto.

La situazione è ben riscontrabile lungo le ripide scarpate che caratterizzano il raccordo tra il versante ed il fondovalle e lungo le scarpate della pista forestale. Per lunghi tratti anche l'alveo è direttamente impostato in roccia.



Foto n°4: affioramento del substrato roccioso su e ntrambe le sponde ed in alveo





Foto n°5 e Foto n°6: affioramento del substrato r occioso lungo la scarpata della strada e in alveo

In corrispondenza dell'opera di presa il substrato risulta occultato in alveo da depositi alluvionali di potenza plurimetrica caratterizzati da ciottoli e blocchi arrotondati in matrice da limo-sabbiosa a ghiaiosa; in sponda destra affiora appena a monte e quindi l'opera si potrà immorsare sulla roccia in posto.

Lungo la strada su cui è impostata la condotta sono prevalenti i depositi detritici quaternari (copertura eluvio – colluviale o depositi alluvionali) ma localmente, soprattutto in corrispondenza delle dorsali affiora il substrato che comporterà di conseguenza uno scavo in roccia (generalmente scistosa o comunque con più piani di discontinuità).



Foto n°7 affioramento del substrato lungo la strad a con conseguente scavo in roccia

In corrispondenza dell'edificio centrale (cfr foto seguente) la zona di raccordo tra il versante ed il fondovalle è caratterizzata dalla presenza di accumuli di origine gravitativa con grossi blocchi in abbondante matrice da limoso sabbiosa a ghiaiosa.



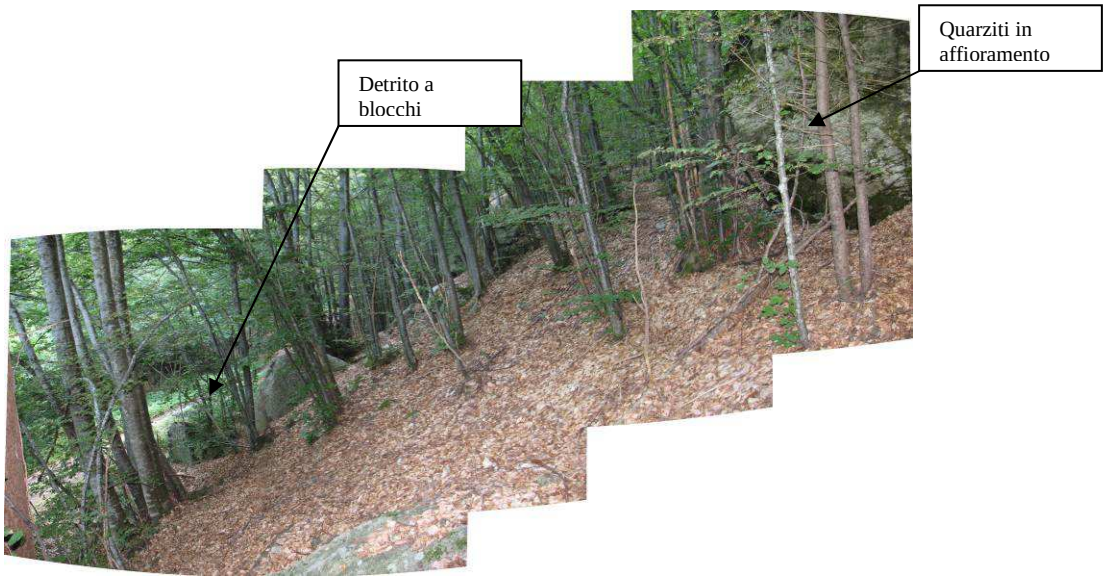


Foto n°8, 9 e 10: aspetto della zona della centra le

Lo scavo per la predisposizione dell'edificio raggiungerà tuttavia il substrato presente in affioramento appena a monte (paretina rocciosa).

L'affioramento di quarziti mostra la presenza di più sistemi di discontinuità ed in particolare un piano subverticale parallelo al fronte che denota la possibilità di innesco di crolli / ribaltamenti. L'esecuzione dei lavori di scavo e costruzione dei manufatti dovrà essere preceduta da interventi di disgaggio delle masse

potenzialmente instabili e consolidamento della scarpata (posa di reti con chiodature e/o spritz beton).

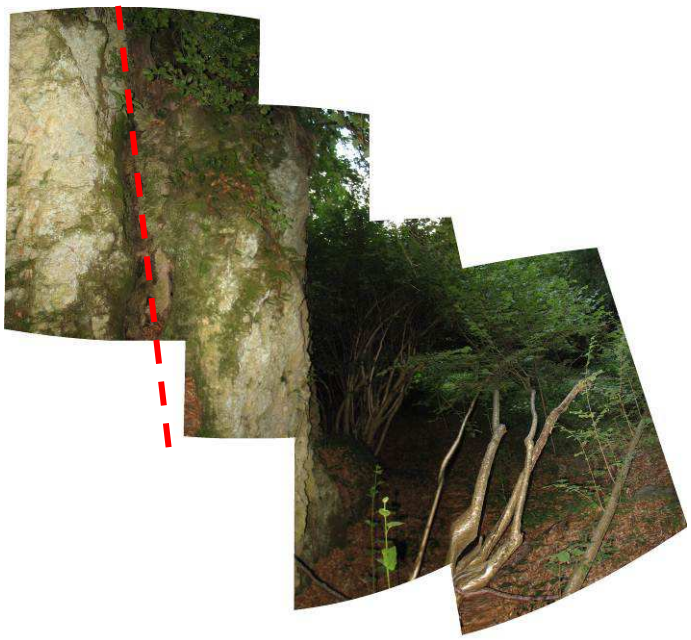


Foto n° 11: aspetto della parete a monte della cent rale interessata da più sistemi di discontinuità

Dalla osservazione di tutte le carte geologiche sopra riportate e dai sopralluoghi e rilevi effettuati si evince che il tratto interessato dalle opere in progetto è esterno all'areale di affioramento dei litotipi carbonatici e quindi le opere ipotizzate non potranno in alcun modo interferire con i sistemi carsici presenti nelle zone circostanti.

4.4. – La carta geologica

I sopralluoghi e rilevamenti effettuati hanno permesso di verificare in generale l'attendibilità dei lavori utilizzati per l'inquadramento di geologico generale della zona di indagine; il rilevamento realizzato ha permesso di redigere la Carta geologica alla scala 1:5.000 riportata in allegato; nell'elaborato sono stati evidenziati gli areali di affioramento del substrato roccioso, differenziato secondo

le formazioni sopra descritte ed i settori in cui le coperture quaternarie sono più sviluppate.

Lungo l'intero tratto interessato dalle opere (opera di presa, condotte di derivazione, edificio centrale ed opere accessorie) al di sopra del substrato roccioso sono presenti, coperture detritiche quaternarie localmente di potenza rilevante (generalmente maggiore della profondità di scavo).

Tali depositi sono costituiti da ciottoli e blocchi immersi in matrice da sabbiosa a ghiaiosa, con potenza compresa tra pochi decimetri ed alcuni metri.

Pur avendo caratteristiche granulometriche simili le coperture sono state ulteriormente differenziate tra:

- depositi alluvionali s.l. presenti in alveo, lungo il fondovalle del Tanaro e depositi di conoide; si tratta di materiali detritici a pezzatura grossolana prevalente caratterizzati da forte variabilità granulometrica ed elevato grado di arrotondamento a sottolineare il notevole trasporto subito (cfr foto seguente);



Foto n° 12 aspetto del deposito alluvionale present e in alveo in corrispondenza della traversa di derivazione

- Detrito s.l. di pertinenza essenzialmente del versante, legato all'alterazione della roccia del substrato ma anche alla dinamica del versante stesso; è costituito da pezzature di dimensione variabile prevalentemente a spigoli vivi con presenza di matrice ghiaioso –

sabbiosa a tratti prevalente; il terreno agrario è relativamente più potente raggiungendo occasionalmente alcuni decimetri;



Foto n°13 aspetto del deposito detritico di versan te

5.- OSSERVAZIONI GEOMORFOLOGICHE

5.1. – Inquadramento generale

La morfologia essenziale del territorio in oggetto è strettamente legata alle condizioni litologiche, stratigrafiche e tettoniche del bacino del F. Tanaro ed al susseguirsi, dal Quaternario inferiore ad oggi, di situazioni climatiche estremamente variabili. Il risultato che ne deriva è determinato da forme di rilievo piuttosto complesse legate alla sovrapposizione di quelle attuali di erosione (incisioni fluviali e torrentizie), sulle forme preesistenti determinate, almeno per la parte alta del bacino, dal modellamento dei ghiacciai pleistocenici.

Le valli con sezione ad “U”, i circhi glaciali, i depositi morenici, le forme dolci, le rocce montonate, sono tutti elementi che testimoniano un'attività glaciale che ha marginalmente interessato l'area in esame, essendosi sviluppata soprattutto lungo i versanti settentrionali dei massicci del M. Marguareis, M. Mongioie e del Pizzo d'Ormea.

La diversificata natura litologica dei rilievi ha favorito una spiccata selettività da parte degli agenti morfogenetici, con effetti notevoli sulla forma delle vette e sulla pendenza dei versanti.

Tenendo conto di quanto detto si possono effettuare alcune considerazioni:

- i versanti più acclivi e localmente le pareti subverticali che caratterizzano il versante destro orografico sono legati alla presenza di rocce lapidee a struttura massiccia con giaciture a reggipoggio degli strati (ad esempio sul versante settentrionale della dorsale Cima dell'Armasse, M. Cimone, Cima di Pian Cavallo che costituisce la dorsale spartiacque tra la valle del T. Negrone e quella del Tanarello e tra il Bric Cornia, la Madonna dei Cancelli e la Rocca Pizzo o Pennina che costituisce il limite tra il bacino padano e quello di pertinenza tirrenica);
- i pendii meno acclivi e le forme relativamente più dolci sono generalmente impostate su un substrato costituito da litotipi più scistosi con giacitura a franapoggio o da terreni detritici di copertura con spessori elevati (versante sinistro idrografico).

La locale giacitura degli strati ha causato una netta asimmetria tra i versanti della vallata principale (Tanaro): tale situazione è ben evidenziabile confrontando rispettivamente il versante orografico destro con quello sinistro, lungo buona parte del bacino dell'alto Tanaro a monte di Ponte di Nava (cfr anche la sezione geologica riportata in precedenza – fig. 12).

A tale situazione è legata anche la differente ampiezza del bacino che si rispecchia in una asimmetria anche del reticolo drenante (gli affluenti principali del Tanaro sono tutti in sinistra idrografica).

Sempre alla situazione geologica ed alla tettonica recente è inoltre imputabile la sostanziale differenza di quota tra i due spartiacque principali del F. Tanaro: lo spartiacque settentrionale (sinistro idrografico) ha quota generalmente maggiore (oltre i 2300 m) mentre lo spartiacque meridionale, destro idrografico oltrepassa raramente i 1400 m di quota.

Il T. Negrone è di tipo unicursale, stabile nel proprio alveo, privo di barre e di isole vegetate.

La sua tendenza evolutiva è di tipo erosionale, sottolineata dalla attività di reincisione dei rari depositi alluvionali, sino ad scavare estesamente, il substrato roccioso.

Il notevole sviluppo dei litotipi carbonatici ha favorito in altre parti della valle Tanaro la diffusione delle morfologie carsiche sia superficiali, quali doline, campi solcati e inghiottitoi, sia ipogee, con la formazione di cavità, pozzi, gallerie e torrenti sotterranei, che danno origine a grandiosi sistemi idrici i quali alimentano ingenti apparati sorgentizi (area del M. Marguareis - M. Mongioie, M. Antorotto). Il tratto del Torrente Negrone sotteso dall'impianto in progetto essendo impostato esclusivamente in rocce non carsificabili di natura cristallina non presenta morfologie carsiche e circuiti idrici ipogei correlabili al fenomeno carsico; la realizzazione dell'impianto non altera quindi in nessun modo la circolazione idrica superficiale o sotterranea nell'ambito dei circuiti carsici.

Nell'area in esame affiorano rocce spesso interessate da una deformazione di tipo fragile. La profonda incisione in cui è impostato a tratti corso d'acqua, è imputabile anche alla scarsa resistenza all'erosione fluviale che ha offerto il litotipo localmente intensamente cataclasato.

Nel torrente Negrone confluisce appena a monte della traversa di derivazione il T. Regioso e circa 300 m a monte della centralina il T. Re Bianco.

I due tributari sono caratterizzati da bacini abbastanza ampi che si sviluppano sul versante meridionale della dorsale Pizzo di Conoia – Monte Mongioie caratterizzati da elevata acclività. Si tratta di linee drenanti tipiche di ambiente montano, con alveo a tratti inciso nel substrato roccioso, localmente colmato da detriti a grossa pezzatura, e con profilo di fondo notevolmente acclive.

Per quanto riguarda il settore interessato dagli interventi in oggetto si precisa che l'alveo del Negrone presenta un andamento di tipo unicursale sub rettilineo con pochi tratti sinuosi.

Il letto inciso è in grado di smaltire sia le portate di piena ordinaria che straordinaria: soltanto nel caso di piene a carattere eccezionale si potrebbero verificare allagamenti ed esondazioni dei limitati settori di pianura di fondovalle e, soprattutto, a causa della velocità molto elevata delle acque accentuati fenomeni erosivi sul fondo e lungo le sponde.

Il regime dei deflussi è di tipo pluvio – nivale e denota un carattere spiccatamente torrentizio, con due massimi e due minimi diseguali tra loro. Le portate vanno progressivamente diminuendo nei mesi invernali, per crescere rapidamente nella primavera avanzata, quando alle abbondanti piogge stagionali si sommano le acque di fusione delle nevi (massimo primario), dopo il minimo estivo si risale verso il massimo secondario autunnale.

Il versante destro è privo di un reticolo idrografico evoluto e le linee di ruscellamento seguono ripide incisioni, legate più alla dinamica dei versanti (canali di valanga – alvei di frana per colata) che non a veri e propri corsi d'acqua.

In sintesi gli elementi morfologici di rilievo della zona relativa all'impianto sono i seguenti:

- i versanti caratterizzati da una acclività generalmente elevata, quasi interamente boscati (boschi misti di latifoglie a faggio prevalente) con affioramenti rocciosi anche estesi ed a tratti vere e proprie pareti di roccia;
- il fondovalle del Negrone, stretto ed inciso, con sponde e fianchi vallivi spesso in roccia affiorante;
- l'asta fluviale del T. Negrone delimitata spesso da scarpate d'erosione ai danni del deposito alluvionale o direttamente dal substrato roccioso e talweg spesso in roccia;
- l'alveo nel tratto in oggetto che presenta un profilo longitudinale pressoché costante con pendenza media dell'ordine del 3 – 4 %;

5.2. – dinamica fluviale e dei versanti

Nel corso della presente indagine in relazione alla tipologia delle opere in progetto l'area è stata inquadrata in merito sia ai processi legati alla dinamica dei versanti (frane e valanghe), sia in base ai processi legati alla rete idrografica.

Lo studio fotointerpretativo è stato svolto sia sulle foto aeree relative al volo BN dell'autunno 1994 sia su quelle a colori dell'alluvione 2000 (volo anno 2001) che coprono l'intero settore con strisciate adatte alla visione stereoscopica. Sono state inoltre esaminate le altre foto aeree disponibili sul Portale Cartografico Nazionale (PCN) ed in particolare le foto relative all'anno 2006, disponibili con buona risoluzione.

L'esame delle foto aeree, di tutta la documentazione consultata e dei sopralluoghi effettuati in sito non ha permesso di individuare situazioni di dissesto che precludano la possibilità di realizzare l'impianto in progetto.

L'evento alluvionale recente più importante a scala regionale è stato quello del novembre 1994 che secondo le analisi idrologiche ed idrauliche effettuate dalla Regione Piemonte avrebbe un tempo di ritorno dell'ordine dei 200 anni.

In riferimento a questo evento alluvionale si sono verificati alcuni dissesti essenzialmente per erosione spondale che hanno interessato direttamente la sede stradale su cui saranno impostate le condotte. In corrispondenza di ciascuna situazione rilevata si sono proposti, in accordo con i progettisti, interventi si sistemazione e consolidamento che consentono la realizzazione dell'impianto e nel contempo comportano il ripristino con maggiore sicurezza della viabilità esistente.

Per l'inquadramento geomorfologico del settore d'indagine con particolare riferimento alla dinamica fluvio – torrentizia e dei versanti è stata consultata la documentazione esistente in bibliografia ed in particolare:

- GEOS - Banca Dati Geologica a cura del Settore geologico della Regione Piemonte;
- SIFRAP – Sistema Informativo dei Fenomeni Franosi in Piemonte.
- IFFI – Inventario dei fenomeni franosi in Italia (Regione Piemonte e Regione Liguria);

- Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (Fiume Po) con particolare riferimento all'Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – Delimitazione delle aree in dissesto;
- Sistema Informativo Territoriale sulle Valanghe della Provincia di Cuneo
- Carta geomorfologica, dei dissesti e della dinamica fluviale facente parte del P.R.G.I del Comune di Ormea.

Nel seguito sono riportati gli stralci delle cartografie sopra citate.

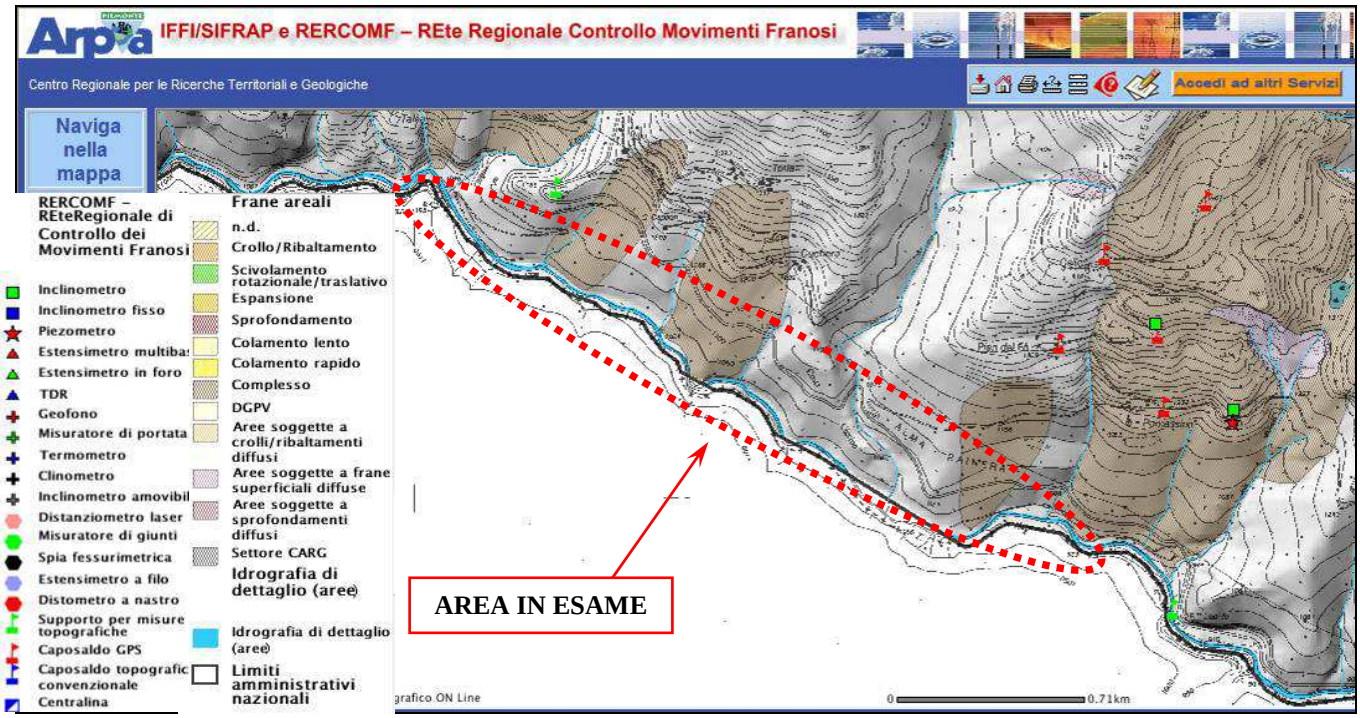


Figura n° 13: Estratto dal Sistema Informativo dei fenomeni franosi in Piemonte con legenda.

Come emerge dalla cartografia del Progetto SIFRAP, in corrispondenza al tratto vallivo indagato si registra in sinistra idrografica la presenza di una serie di dissesti di tipo complesso, segnalati anche dall'IFFI e dal PAI, che li indica in parte come attivi ed in parte come quiescenti (figura seguente).

Inoltre, a danno delle coperture, i fenomeni più diffusi a seguito dell'alluvione del 1994 sono stati le colate di terra e gli scivolamenti rotazionali con evoluzione a colata, soprattutto in situazioni di maggiore potenza della copertura ed acclività elevata del versante, come emerge anche dalle figure seguenti.

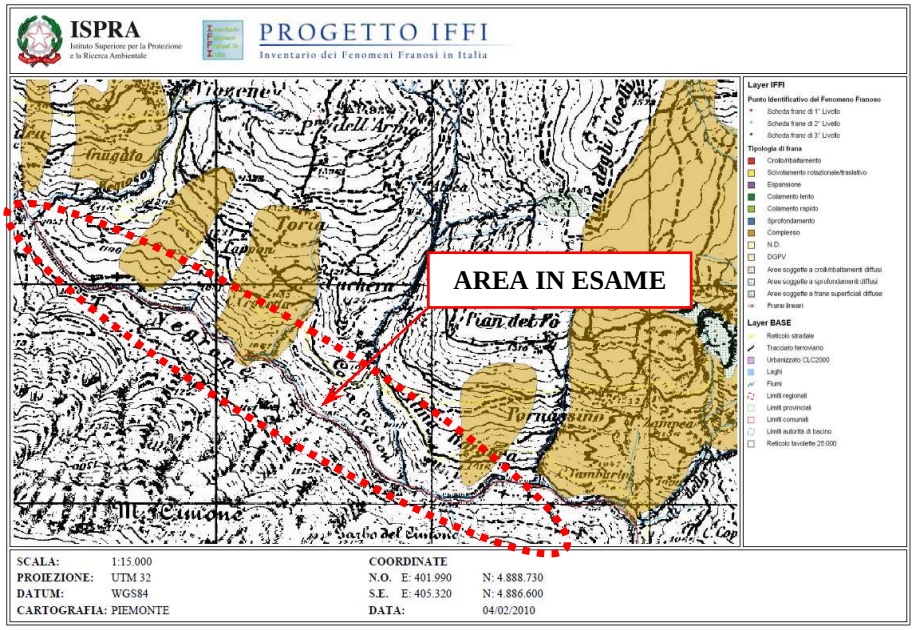


Figura n° 14: Estratto dalla cartografia del Progetto IFFI per la Regione Piemonte.

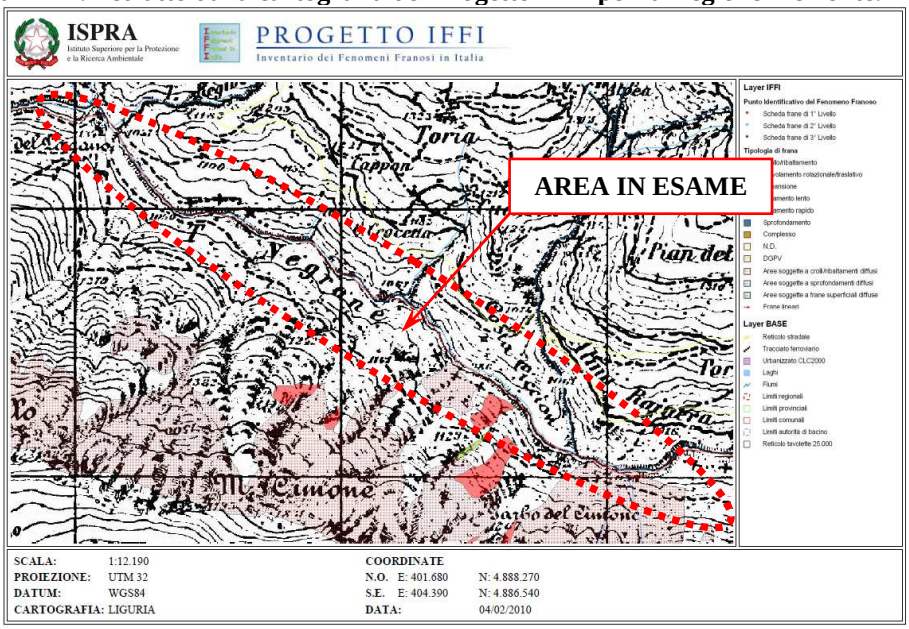


Figura n° 15: Estratto dalla cartografia del Progetto IFFI per la Regione Liguria.

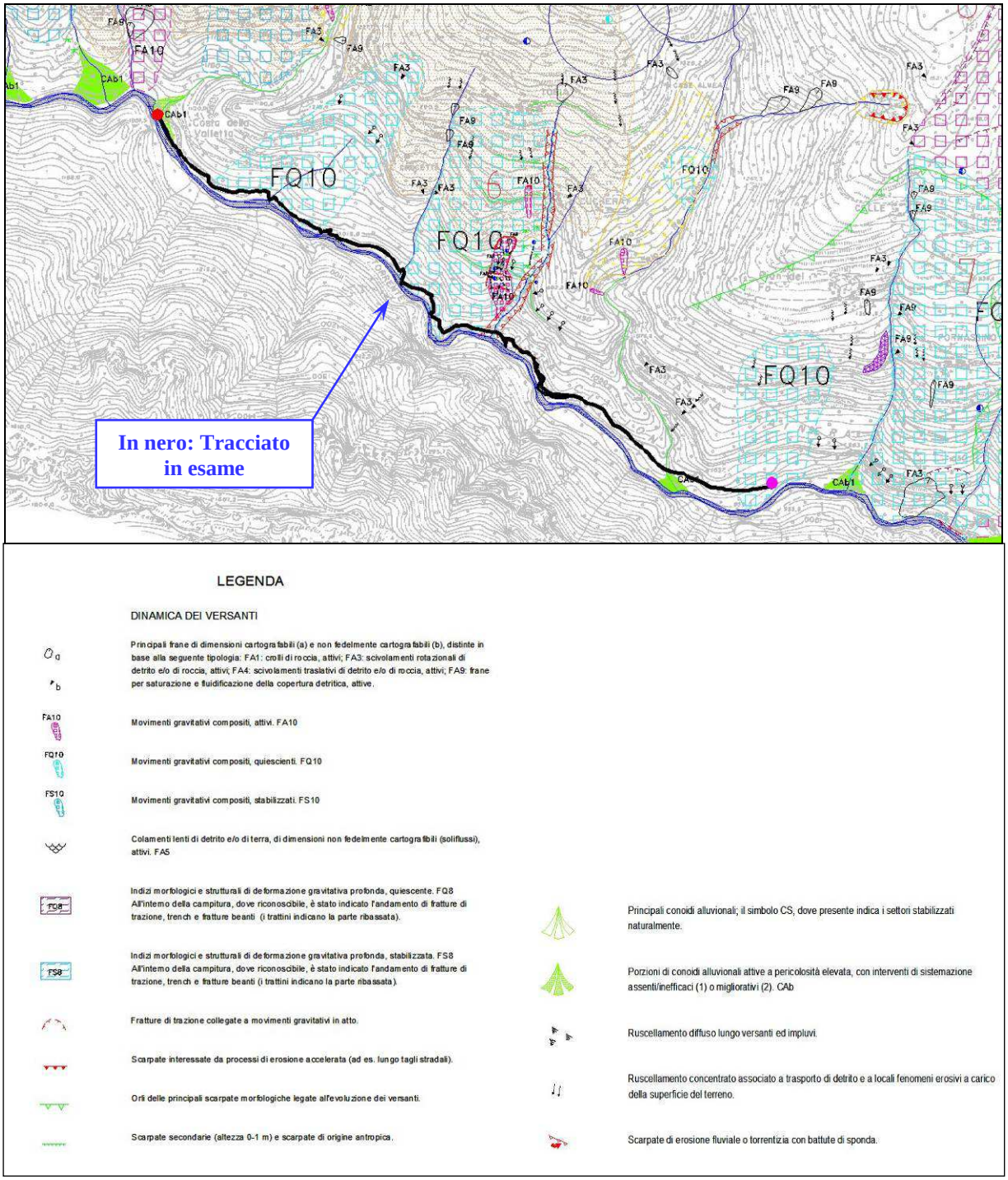


Figura n° 16: Estratto dalla carta geomorfologica del P.R.G.I. del Comune di Ormea con indicate le opere in progetto.

Durante i sopralluoghi effettuati si sono evidenziate alcune situazioni di dissesto che potrebbero potenzialmente interferire con le opere in progetto: di conseguenza sono state effettuate scelte progettuali oculate, dimensionate anche a seguito di indagini geognostiche approfondite, per permettere la

realizzazione dell'impianto e nel contempo garantire un sensibile miglioramento delle condizioni di stabilità dei versanti.

In generale la maggior parte delle situazioni sono riconducibili ad erosioni spondali che hanno creato instabilità alla sede stradale su cui verranno impostate le condotte in progetto. In linea generale la realizzazione di difese spondali in massi da scogliera può risolvere le problematiche evidenziate e consentire la realizzazione dell'impianto idroelettrico.

La situazione più complessa è in corrispondenza del dissesto evidenziato tra le sezioni 290 e 310 dove l'evidente erosione spondale è causa di instabilità generale del versante per scalzamento al piede.

Il ripristino della strada e la realizzazione delle condotte non può avvenire se non con un intervento di sistemazione della frana, oggi allo stato incipiente: oltre alla realizzazione di una difesa spondale in massi vincolati direttamente al substrato affiorante in alveo l'intervento comporta la realizzazione di un piano di appoggio delle condotte consolidato da micropali e tiranti con l'obiettivo di raggiungere gli orizzonti geologicamente più stabili. I tratti interessati dal consolidamento con micropali e tiranti sono tre e misurano complessivamente 100 m circa. Gli interventi si completano con la regimazione delle acque superficiali realizzando delle canalette collegate a drenaggi sub orizzontali che allontanano le acque ipogee nei tratti in dissesto.

Non sono state rilevate situazioni di dissesto o problematiche geologico – tecniche in corrispondenza della traversa di derivazione prevista comunque a valle della conoide del T. Regioso.

Anche l'edificio centrale e le opere di restituzione, in base alle osservazioni effettuate, non interferiscono con situazioni di dissesto imputabili alla dinamica fluviale o alla dinamica dei versanti; in corrispondenza della centrale sono evidenti, nell'ambito del piccolo settore di pianura, antichi solchi attribuibili a paleo alvei non recentemente riattivati: la realizzazione delle opere avverrà a ridosso del versante, con opere di sostegno contro terra e accorgimenti tecnici

che proteggono l'edificio centrale anche in occasione di piene eccezionali che comportino la riattivazione delle forme fluviali relitte.

L'esame della documentazione disponibile, con particolare riferimento al portale cartografico della Provincia di Cuneo - Sistema Informativo sulle Valanghe - Cartografia On Line non ha evidenziato problematiche connesse alla dinamica delle masse nevose.

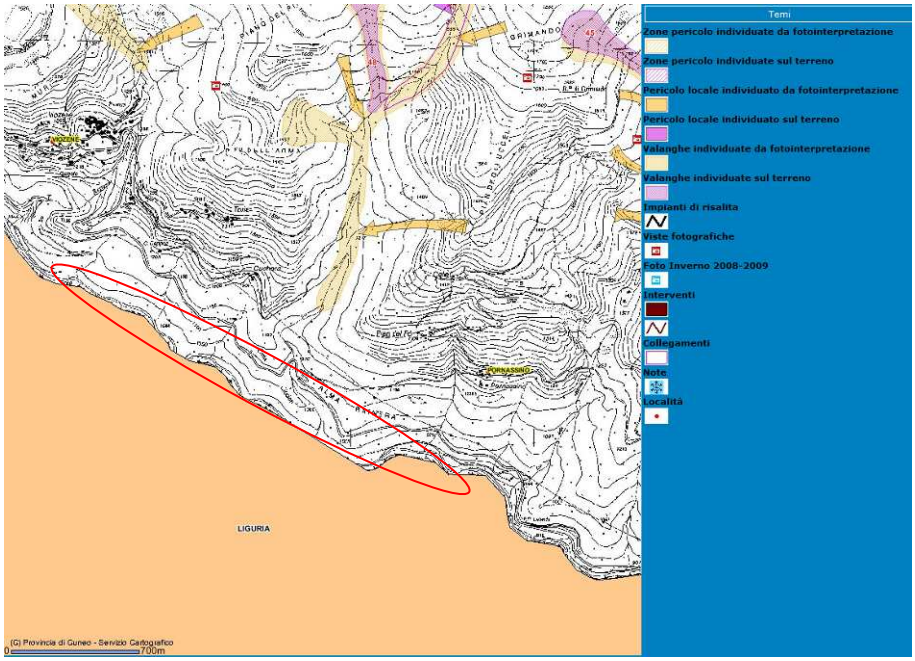


Figura n° 17: Estratto dalla cartografia disponibile nel Sistema Cartografico On-line della Provincia di Cuneo – Geologia e Valanghe con indicata la posizione delle opere in progetto.

È tuttavia da segnalare che il tracciato delle condotte potrebbe essere localmente compreso nella zona di accumulo di valanghe provenienti dal versante ligure fortemente acclive.

I fenomeni valanghivi sono generalmente di dimensioni contenute anche se di frequenza stagionale; inoltre, raramente raggiungono il fondovalle e quindi solo eccezionalmente potrebbero oltrepassarlo fino a raggiungere il tracciato in progetto.

In base alle conoscenze attualmente disponibili ed in base alla tipologia dell'impianto in progetto si può asserire che la dinamica valanghiva, pur

interessando localmente ed in condizioni di innevamento eccezionale il tracciato in progetto, non preclude la fattibilità dell'impianto.

L'accesso all'intero impianto di derivazione non sarà necessario nel periodo invernale, soprattutto se caratterizzato da forte innevamento; il personale addetto alla centralina dovrà comunque essere adeguatamente istruito.

6.- – CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE

In generale la circolazione idrica sotterranea nell'ambito del bacino idrografico del F. Tanaro a monte dio Ponte di Nava e del suo affluente principale il T. Negrone è molto complessa, con situazioni in cui il fenomeno carsico influisce fortemente sui deflussi superficiali soprattutto dei periodi di magra.

Nel T. Negrone in particolare nel tratto conosciuto come "Gola delle Fascette" tra Upega e la confluenza del Rio di Carnino ed nel tratto del F. Tanaro a valle della confluenza tra Negrone e Tanarello sono frequenti le perdite di portata con conseguenti infiltrazioni verso circuiti carsici ipogei.

La zona delle Fascette è caratterizzata da azzeramenti delle portate superficiali che comportano la presenza di deflusso superficiale solo in particolari periodi di forte piovosità o durante lo scioglimento nivale.

Per il F. Tanaro, soprattutto a valle della confluenza del Rio Borgosozzo, sono state riscontrate riduzioni evidenti delle portate che in condizioni di magra hanno anche comportato il prosciugamento dell'alveo per alcuni limitati periodi (tra l'abitato di Figalli ed il complesso turistico – ricreativo del San Carlo (Ormea).

La situazione geologica ed idrogeologica del tratto d'alveo sotteso dall'impianto in progetto è tuttavia molto differente: l'alveo, le sponde ed i fianchi vallivi fino ad oltre 100 m di dislivello rispetto al fondovalle sono completamente impostati in rocce cristalline non carsificabili e sostanzialmente impermeabili.

Il tratto sotteso dall'impianto in progetto non presenta morfologie carsiche e circuiti idrici ipogei correlabili al fenomeno carsico; la realizzazione dell'impianto non altera quindi in nessun modo la circolazione idrica superficiale o sotterranea nell'ambito dei circuiti carsici presenti nelle zone circostanti. Tale considerazione

è supportata da tutti i sopralluoghi e rilievi effettuati e da tutta la documentazione tecnica disponibile (carte geologiche, pubblicazioni, studi specialistici, ecc.).

La circolazione idrica sotterranea nel tratto vallivo considerato avviene essenzialmente attraverso circuiti per fratturazione impostati nell'ambito del substrato roccioso di natura cristallina. I depositi detritici di copertura presentano in genere un buon grado di permeabilità, tuttavia costituiscono acquiferi mediocri in quanto sono caratterizzati da uno spessore generalmente limitato e da una scarsa continuità laterale.

I circuiti impostati nella copertura detritica e/o nel substrato fratturato hanno come recettore finale il corso d'acqua in quanto l'alveo è per buona parte impostato in roccia impermeabile (assenza di depositi alluvionali significativi): lungo il tratto d'alveo, alla base del versante, sono presenti frequenti zone umide e piccole sorgenti.

Anche gli sporadici depositi alluvionali di fondovalle e depositi di conoide del Rio Regioso e Rio Re Bianco i quali hanno una permeabilità primaria generalmente elevata, possono essere sede di falda freatica intercomunicante col corso: l'acquifero rappresentato dai depositi detritici di natura alluvionale ha continuità laterale modesta ed in particolare è interrotto verso valle dove localmente il torrente scorre fortemente inciso completamente impostato sulla roccia affiorante.

Nell'ambito del tratto vallivo interessato dalle opere non sono state rilevate sorgenti significative e non sono presenti pozzi od altre opere di sfruttamento delle falde.

7.- ANALISI GEOLOGICO-TECNICA E GEOMORFOLOGICA DELLE OPERE IN PROGETTO

Al fine di caratterizzare dal punto di vista geologico e geomorfologico l'area di intervento, sono stati effettuati sopralluoghi e rilevamenti in sito, nel corso del quali è stato possibile definire le caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio ed analizzare le problematiche inerenti la realizzazione dell'impianto.

Vengono di seguito riportate le principali osservazioni effettuate sul terreno, secondo un percorso diretto da monte verso valle, durante il quale sono stati esaminati gli aspetti geologici e geomorfologici connessi alla realizzazione delle varie parti dell'impianto.

Il nuovo impianto idroelettrico in progetto prevede la captazione a quota 1040 m s.l.m. sul Torrente Negrone e la restituzione a quota 950 m s.l.m. con tracciato della condotta in territorio piemontese in sponda sinistra.

Le opere possono essere sinteticamente divise in:

- *Opera di presa*
- *Condotta forzata ed opere di consolidamento*
- *Centrale idroelettrica e scarico*

7.1. - Opera di presa

L'opera di presa è posta circa 80 m a valle della confluenza del Rio Regioso nel T. Negrone, nella zona di raccordo tra la conide del tributario ed il fondovalle principale.

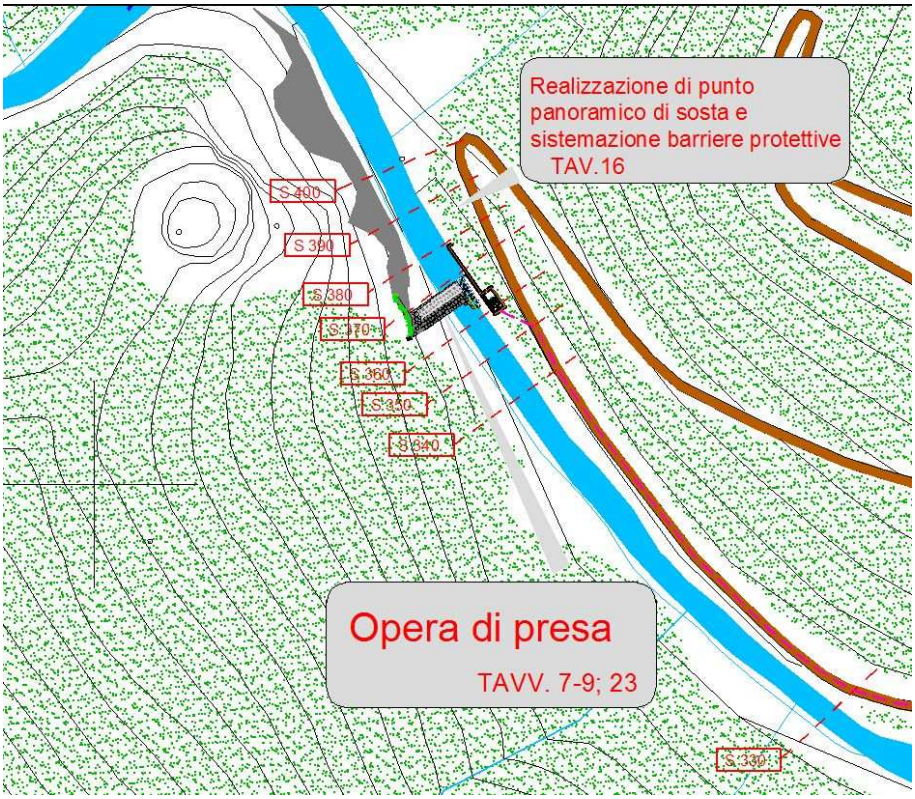


Figura n° 18: posizione dell'opera di presa.

Lungo il tratto terminale del rio laterale sono stati eseguiti interventi di sistemazione idrogeologica a seguito dell'evento alluvionale dell'autunno 1994 consistenti essenzialmente nella realizzazione di opere di difesa spondale sulla sponda sinistra soggetta ad erosione.

L'opera in progetto presenta una traversa di presa in massi cementati con quota del coronamento di 1041,10 m s.l.m. ad un'altezza di circa 1,28 m rispetto al fondo alveo.

La fondazione sul fronte della traversa dovrà essere approfondita e dotata di setto antiscalzamento.

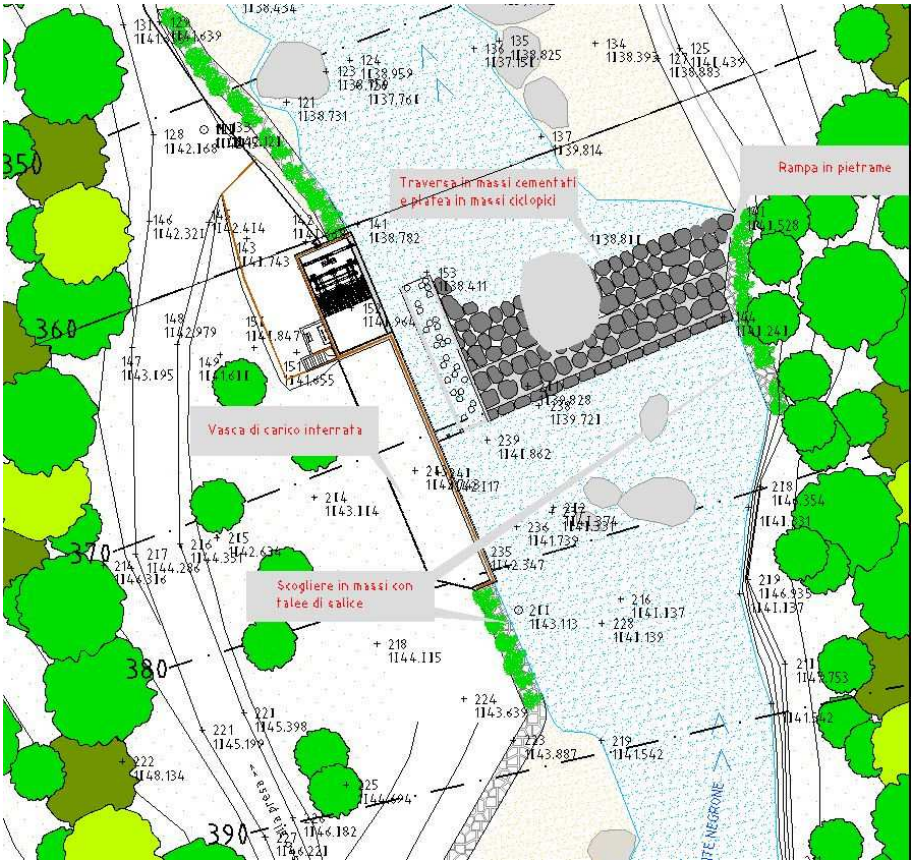


Figura n° 19: planimetria schematica dell'opera di presa.

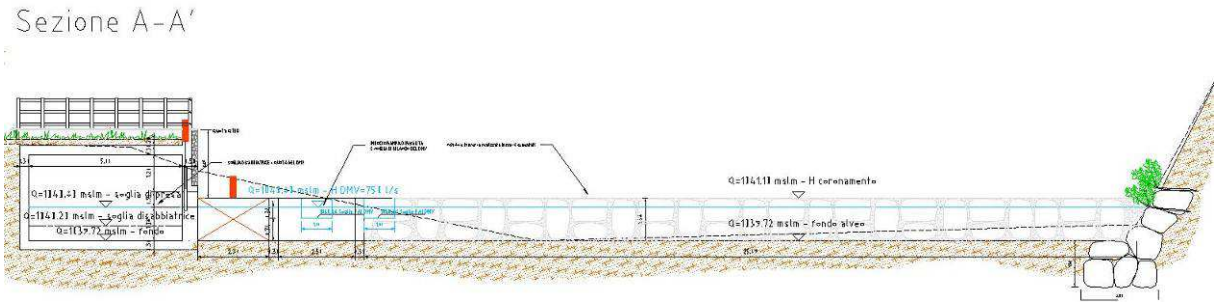


Figura n° 20: sezione schematica dell'opera di presa.

La traversa presenta una scala di rimonta dell'ittiofauna realizzata secondo lo schema tipologico di una rampa in massi, con pendenze e caratteristiche costruttive idonee all'ittiofauna locale.

L'ammorsamento della traversa nelle sponde fluviali verrà consolidato dalla sistemazione di due brevi scogliere laterali. La lunghezza complessiva

della traversa è di 30,50 m. Le scogliere laterali dovranno avere fondazioni adeguate a contrastare lo scalzamento per erosione ed in destra idrografica la traversa andrà ammorsata fino a raggiungere il versante in roccia (cfr foto seguente).



Foto n°14: la traversa in destra idrografica andrà immorsata fino a raggiungere il versante in roccia; la freccia indica la posizione dell'affioramento

In sinistra la scogliera sarà raccordata all'opera di difesa esistente allo sbocco del T. Regioso.

Il rilascio del DMV viene assicurato da due finestre poste sulla traversa che ripartiscono il rilascio minimo di 800 l/s in due parti uguali, di cui una alimenta la rampa di risalita dell'ittiofauna ed una rilascia le portate direttamente in alveo.

In sinistra rispetto alla rampa di risalita dell'ittiofauna è posta una paratoia sghiaiatrice di larghezza 2,50 m.

La vasca di carico è realizzata completamente interrata ed avrà un ricoprimento minimo di 0,40 m di terreno vegetale.

Il lato torrente della vasca presenta degli sfioratori laterali di sicurezza ed una paratoia disabbiatrice; tutte le superfici a vista delle opere in calcestruzzo verranno rivestite in pietra.

La vasca di carico presenta una larghezza di circa 5,00 m ed una lunghezza di 33,00 m circa, e presenta una soglia dissabbiatrice che consente il deposito del materiale in sospensione che viene restituito in alveo mediante paratoia dissabbiatrice.

La condotta presenta un diametro di 1,30 m e l'imbocco verrà realizzato con un idoneo raccordo tra la sezione circolare della tubazione e la sezione rettangolare della paratoia di chiusura della condotta forzata.

La realizzazione di tutte le opere descritte comporta scavi di sbancamento e fondazione nell'ambito dei depositi alluvionali di fondovalle con locale presenza di grossi blocchi di dimensioni plurimetriche. Non sono previste particolari difficolta operative.

7.2. - Condotta forzata

La condotta forzata presenta un diametro di 1,30 m e verrà realizzata in acciaio con uno spessore minimo definito dalle verifiche idrauliche di progetto. La lunghezza della condotta forzata sarà di complessivi 2500 m circa.

La condotta verrà interrata per 0,50 m sotto la sede della pista forestale, ed in concomitanza con la posa della condotta verrà posato un cavidotto per il controllo dalla centrale delle paratoie e degli organi mobili.

La sezione di scavo verrà ritombata con materiale fine, che, se non proveniente dagli scavi, verrà sostituito con sabbia o misto granulare.

Lo scavo per la predisposizione della condotta avverrà prevalentemente nell'ambito dei depositi detritici di origine torrentizia e/o gravitativa rimaneggiati in occasione della realizzazione della strada; si tratta perlopiù di ciottoli e massi in matrice da ghiaiosa a sabbiosa. Per conferire una pendenza regolare ed omogenea alla condotta ed in corrispondenza delle zone di affioramento del substrato localmente si presenterà la necessità di scavo nell'ambito del substrato roccioso e/o la necessità di demolizione o spostamento di alcuni blocchi rocciosi; saranno quindi necessarie tecniche di scavo adeguate alla situazione con il possibile impiego del martello demolitore o tecniche analoghe.

Lungo il tracciato della condotta si rilevano alcuni dissesti sui quali si intende intervenire per consolidare la scarpata e garantire un'adeguata stabilità alla pista forestale.

Gli interventi sono descritti nel seguito:

⟹ In corrispondenza del tratto tra le sezioni 320 e 290 si prevede di intervenire per garantire il sostegno della pista e più in generale a consolidare il versante che presenta movimenti franosi quiescenti. Gli interventi previsti consistono nella realizzazione di una scogliera in massi di cava rinverdita con talee al piede del versante, in sponda sinistra del Torrente Negrone.

La scogliera presenta un'elevazione di 4,00 m e base di 2,00 m vincolata alla roccia. In base alle indagini geognostiche (n° 2 sondaggi a carotaggio continuo) ed ai rilevamenti geologici si è infatti potuto constatare come in alveo affiori il substrato costituito da scisti prasinitici di colore da grigio a grigio verde bluastro, poco fratturati, al quale, mediante chiodature e funi in acciaio saranno vincolati i massi di cava. I disegni particolareggiati dell'ancoraggio della scogliera sono riportati in Tav. F10. In particolare tale soluzione consente di evitare l'impiego di calcestruzzo in prossimità dell'alveo, senza potenziali rischi di sversamento e contaminazioni dell'acqua. I sondaggi

Il consolidamento della pista forestale avviene mediante interventi di ingegneria naturalistica (sezione 320) nei tratti in cui sono presenti dissesti localizzati, mentre per i tratti maggiormente critici è prevista la realizzazione di micropali e tiranti con una lunghezza di circa 10 m con l'obiettivo di raggiungere gli orizzonti geologicamente più stabili. I tratti interessati dal consolidamento con micropali e tiranti sono tre e misurano complessivamente 100 m circa.

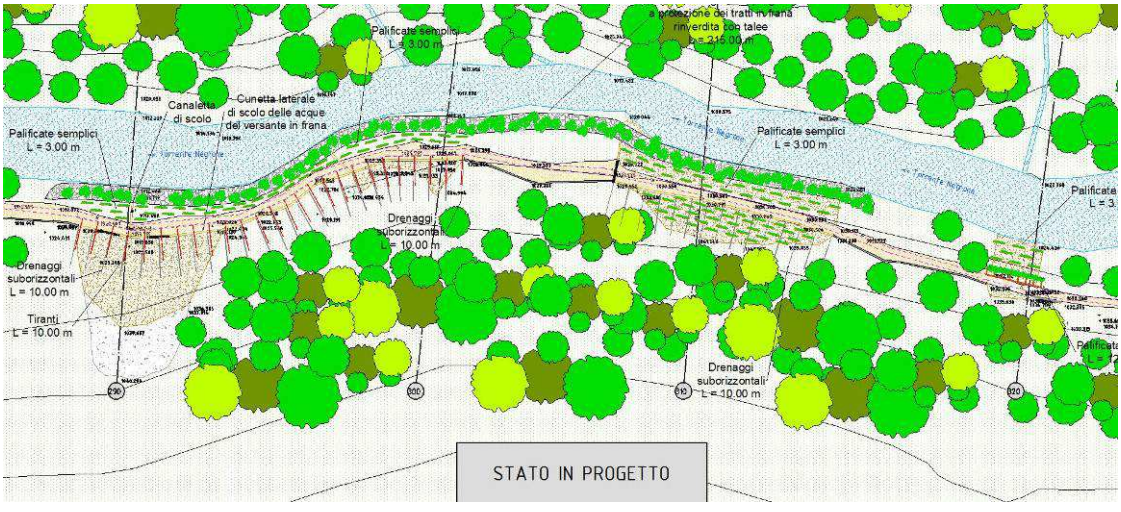


Figura n° 21: planimetria schematica dell'intervento di consolidamento – sez. 320 - 290

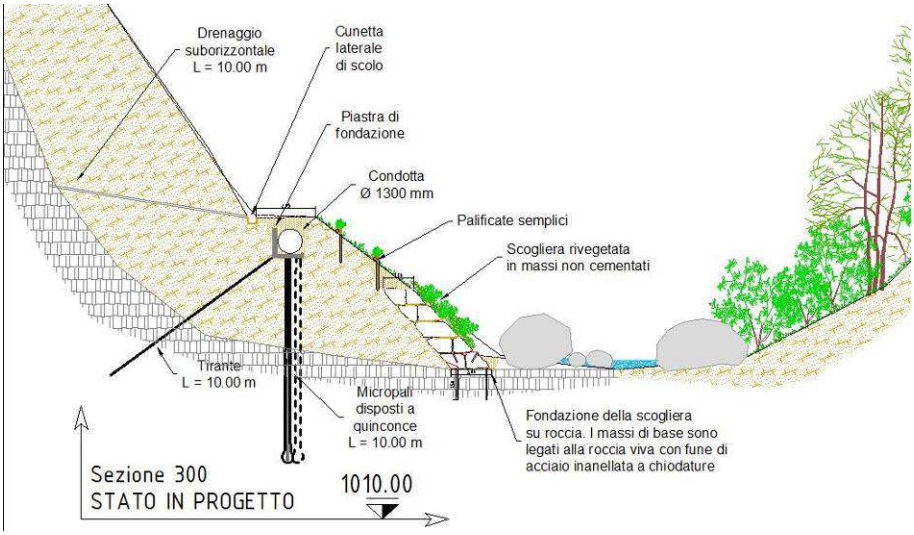


Figura n° 22: sezione schematica dell'intervento di consolidamento – sez. 300

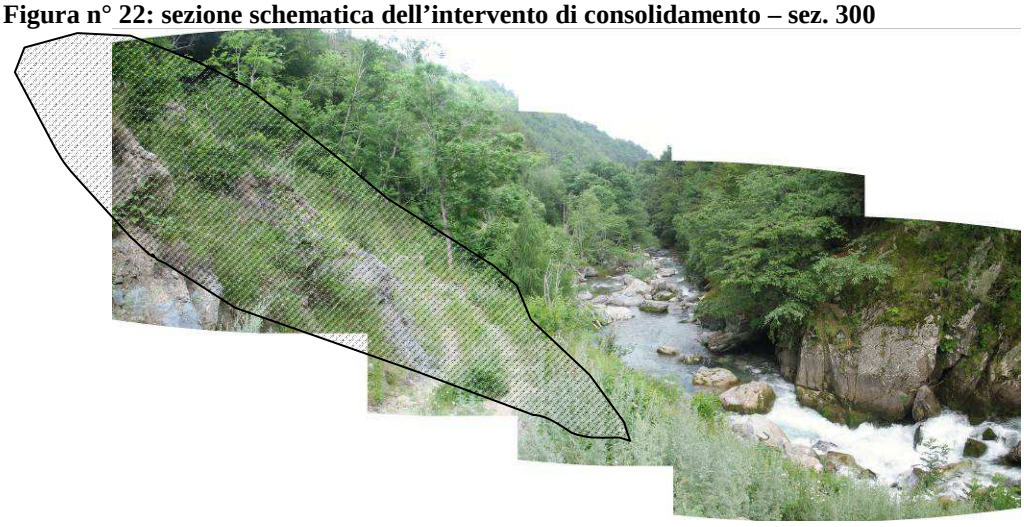


Foto n° 15: posizione indicativa del principale set tore in dissesto tra le sezioni 300 e 290

Gli interventi si completano con la regimazione delle acque superficiali realizzando delle canalette collegate a drenaggi sub orizzontali che allontanano le acque ipogee nei tratti in dissesto.

Le opere di sistemazione sono sempre completate da rinverdimenti con palificate semplici ed inerbimenti come illustrato negli elaborati grafici.

⟹In corrispondenza del tratto tra le sezioni 260 - 240 la scarpata a monte della strada forestale è stata interessata da una frana di crollo e la scarpata a valle presenta evidenti erosioni al piede.

La presenza di porzioni rocciose potenzialmente mobilizzabili (cfr foto seguente) imporrà il disgaggio delle porzioni più instabili della parete e nel contempo verrà realizzata una difesa spondale con massi della sponda sinistra per una lunghezza di 82 m. I massi per la realizzazione della scogliera saranno reperiti in alveo (accumulo di frana) o dal disgaggio della parete rocciosa.



Foto n°16 porzione di roccia potenzialmente instabile da disgaggiare prima dello scavo di posizionamento delle condotte ed accumulo di frana in alveo (freccia).

⟹ In corrispondenza della sezione 220 è presente un dissesto a cinematica rotazionale con evoluzione a colata al cui piede verrà realizzata una scogliera in massi di cava dalla lunghezza di 30,0 m. La scogliera sarà rinverdita con talee di salice.



Foto n°17: accumulo di frana rimaneggiato dalla re cente riapertura della pista

⟹ In corrispondenza della sezione 210 la pista forestale presenta un restringimento e pertanto in occasione del cantiere di posa della condotta sarà leggermente ampliata realizzando a valle una protezione in massi di cava che verrà rinverdita.



Foto n°18: situazione in prossimità della sezione 210

⟹ In corrispondenza della sezione 190 la parete rocciosa sovrastante la pista impedisce di realizzare lo scavo verso monte, pertanto occorrerà posare una difesa in massi nel breve tratto di 20 – 25 m in cui lo scavo di posa della condotta interesserà la sponda esistente. In ogni caso la difesa prevista, che potrà realizzarsi anche con massi provenienti dallo stesso cantiere, sarà collocata lungo la scarpata fluviale esistente, senza restringere la sezione d'alveo.



Foto n°19: situazione in prossimità della sezione 190

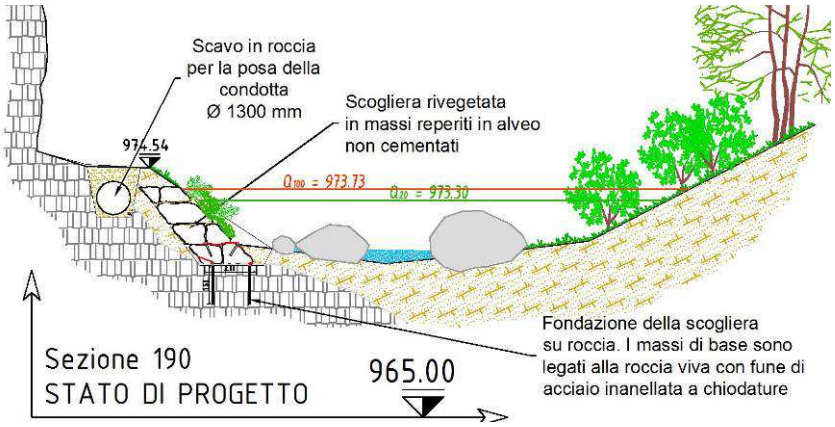


Figura n° 23: sezione schematica dell'intervento di difesa spondale – sez. 190

⟹ E previsto l'attraversamento in sub alveo del Rio Re Bianco a poche decine di metri dalla sua confluenza nel T. Negrone. L'attraversamento della condotta sarà in corrispondenza del guado a corda molle della strada forestale che sarà sistemato con blocchi sistemati a sorta di soglia di fondo a mascherare completamente la condotta.

7.3. - Centrale idroelettrica e scarico

La centrale idroelettrica verrà realizzata a quota 950 m circa in sponda sinistra del Torrente Negrone ed in sinistra rispetto alla pista forestale esistente.

L'area è posta al piede del versante boscato e presenta una vegetazione rada. L'edificio presenta dimensioni in pianta di 19,40 x 11,80 m ed al suo interno saranno poste due turbine ed i locali ENEL, contatori e quadri elettrici.

L'edificio presenta un'altezza fuori terra di circa 7,63 m e verrà rivestito in pietra.

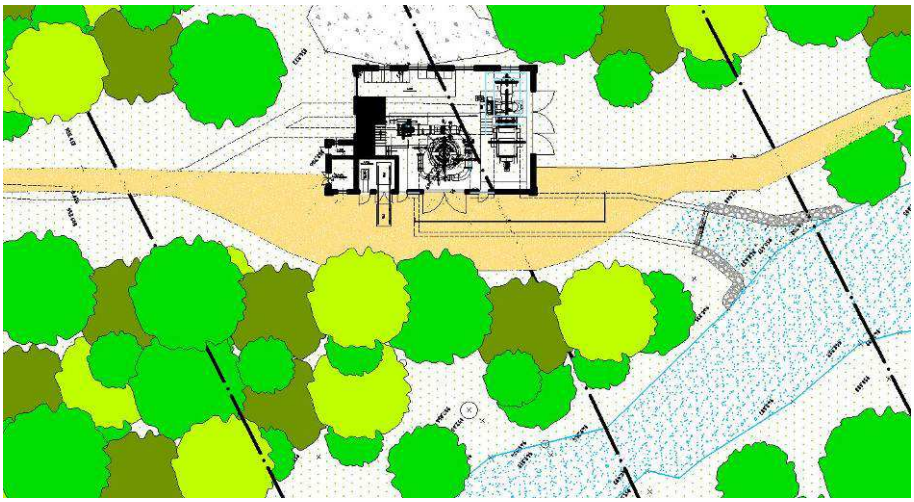


Figura n° 24: planimetria schematica dell'edificio centrale

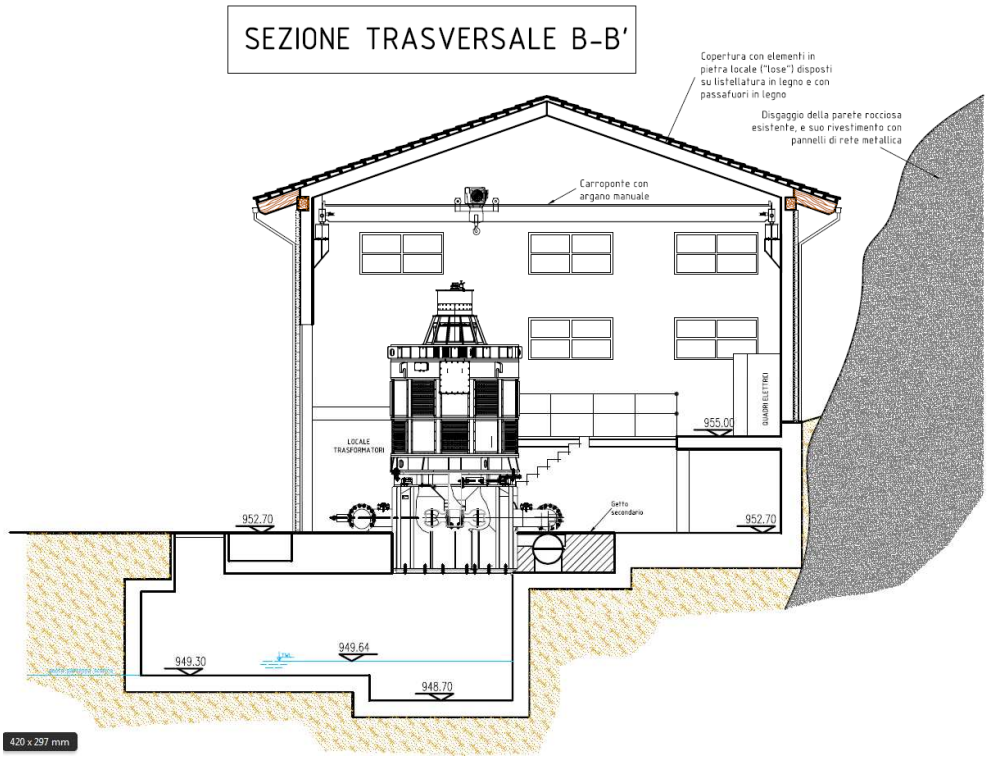


Figura n° 25: sezione schematica dell'edificio centrale

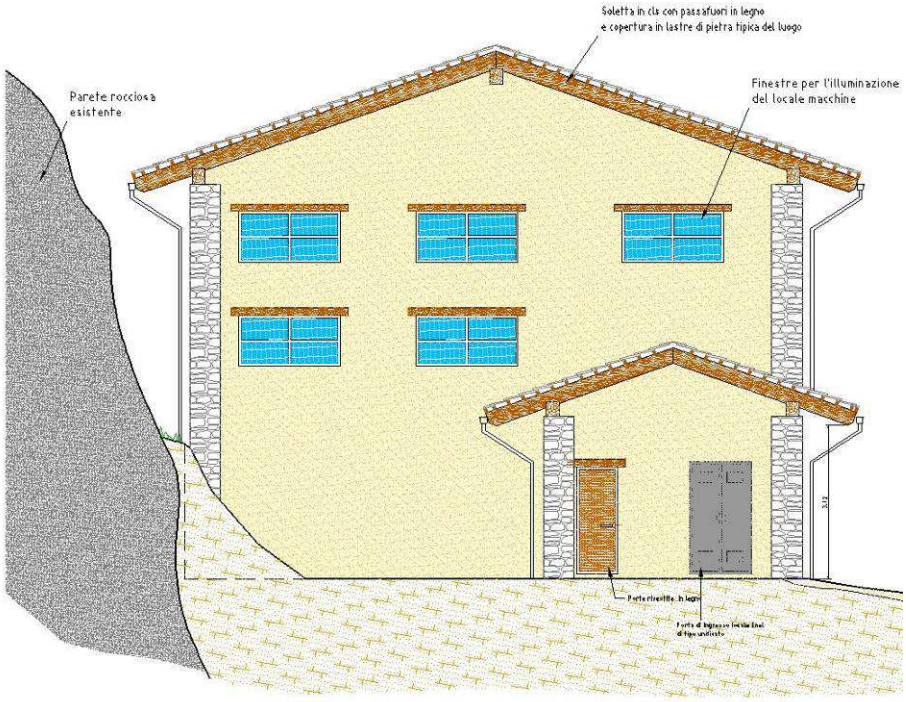


Figura n° 26: prospetto dell'edificio centrale

Lo scavo per la realizzazione dell'edifico interesserà i depositi detritici presenti in superficie (cfr foto n° 8 – 9 – 10) ma in profondità raggiungerà il substrato roccioso riscontrabile lungo la scarpata a monte (foto n° 10). Si tratta dei litotipi quarzitici più o meno fratturati attribuibili alla Formazione delle Quarziti di Ponte di Nava.

La scarpata rocciosa a tergo dell'edificio centrale andrà attentamente disgaggiata e consolidata con l'impiego di reti metalliche e chiodature.

I grossi blocchi della copertura detritica e marginalmente la presenza del substrato roccioso a struttura comunque massiccia comporterà l'impiego di mezzi e tecniche di scavo idonee (martellone demolitore ed eventuale uso di malte espandenti e/o esplosivo). La presenza del substrato roccioso, rilevabile in sito, assicura ottime condizioni di stabilità generale del versante: lo scavo di sbancamento non può in alcun modo instabilizzare il versante nel suo complesso ma comunque gli scavi saranno da realizzarsi a campioni di lunghezza adeguata e con le opportune opere di sostegno provvisionali.

Sarà comunque opportuna la pronta realizzazione delle murature perimetrali per evitare di lasciare gli scavi aperti per tempi lunghi non giustificati.

Il fabbricato risulterà posizionato ad una quota molto bassa rispetto alla S.P. e nascosto dalla vegetazione circostante (alberi ed arbusti), in modo che sia sufficientemente mimetizzato.

Non è prevedibile la presenza di falda acquifera mentre potrebbe riscontrarsi la presenza di percolazioni idriche al contatto tra i terreni di copertura permeabili per porosità ed i sottostanti litotipi del substrato tendenzialmente impermeabili. Le murature perimetrali contro terra dovranno essere dotate quindi di adeguati sistemi di drenaggio che allontanino le acque captate verso la vicina rete idrografica.

Per garantire l'accesso ai mezzi di maggiori dimensioni si prevede di ampliare per una larghezza di 5 – 6 m ed uno sviluppo di 20 m la pista forestale esistente al fine di realizzare un piccolo piazzale di manovra antistante l'edificio.

Tale lavorazione, vista la situazione morfologica locale non presenta particolari problematiche.

Lo scarico della centrale idroelettrica presenta una breve lunghezza (30 m) ed un parte sarà interrato (sotto la pista forestale) mentre per l'ultimo tratto sarà posto a cielo aperto con sponde realizzate con scogliere in massi di cava.

Per poter effettuare la manutenzione in sicurezza lo scarico sarà dotato di una paratoia di chiusura. Per la misurazione delle portate derivate si prevede di realizzare in corrispondenza della paratoia citata uno stramazzo rettangolare presso il quale sarà installato un sensore di livello

8.- – INDICAZIONI GEOTECNICHE

Per quanto riguarda la caratterizzazione del substrato roccioso (quarziti, porfiroidi e litotipi associati) affiorante in corrispondenza della traversa di derivazione e soprattutto in corrispondenza dell'edificio adibito a centrale poichè lo scavo di sbancamento previsto rispetto al piano di campagna comporta sicuramente il raggiungimento del substrato, si può affermare che, anche nel

caso più prudenziale, le caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso consentono una capacità portante di gran lunga superiore al valore dei carichi trasmessi dalle strutture previste.

Dove le opere saranno impostate sul substrato affiorante o subaffiorante (quarziti, porfiroidi, ecc), si può ragionevolmente affermare che non esistono problemi di carattere geotecnico (capacità portante e cedimenti) e la realizzazione degli scavi per il posizionamento della centralina, della traversa e delle opere accessorie, seppur comporti maggiori difficoltà realizzative (scavo in roccia per lo più massiccia), assicura una completa e duratura stabilità delle opere.

Il tracciato delle condotte ricade invece per la maggior parte in settori caratterizzati da una coltre di copertura detritica più potente rispetto alla profondità di scavo prevista in progetto: lo scavo generalmente sarà più agevole ma localmente sarà tuttavia complicato dalla presenza di blocchi di dimensioni considerevoli (anche di alcuni metri cubi).

Per l'eventuale definizione di dettaglio della caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso, in fase di progettazione esecutiva, potrà essere effettuato un rilievo secondo le usuali procedure della meccanica delle rocce, sugli affioramenti esistenti lungo le scarpate naturali o della strada di fondovalle.

Per la definizione dei parametri geotecnici fondamentali dei terreni detritici di copertura in questa fase ci si è basati sull'esperienza maturata in contesti analoghi e sui dati reperibili in letteratura (LAMBE & WHITMAN, 1969; NAVFAC, 1971; LANCELLOTTA, 1987).

Il materiale costituente la coltre superficiale in corrispondenza del sito è caratterizzato da un fuso granulometrico ampio e, a prescindere dalla frazione clastica più grossolana, può essere assimilato ad una ghiaia ciottolosa con subordinata frazione fine sabbioso-limosa, mediamente addensata, con valore di densità relativa Dr compreso tra 60 e 80.

Trattandosi di materiali incoerenti con buona permeabilità, le analisi dovranno essere svolte in termini di tensioni efficaci, con coesione nulla (c'= 0).

In sintesi, si ritiene che i valori sotto riportati siano rappresentativi per i materiali in questione:

Parametri geotecnici	GHIAIE CIOTTOLOSE con sabbie e limi
γ [kN m^{-3}]	18 - 20
ø' [°]	33 - 35
c [MPa]	0

9.- – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In base a quanto emerso nel corso dei sopralluoghi in situ e tenendo conto di quanto sopra esposto si è giunti alle seguenti considerazioni conclusive:

Come descritto nei capitoli precedenti, la zona esaminata non presenta fattori o condizioni di rischio particolari per quanto riguarda la stabilità dei versanti e l'assetto della rete idrografica che possano precludere la fattibilità degli interventi in progetto; inoltre dal punto di vista geologico tecnico le condizioni delle rocce e dei depositi superficiali si presentano favorevoli e non comportano controindicazioni in relazione alla realizzazione dell'impianto. L'opera nel suo complesso determinerà un impatto visivo accettabile sia per gli accorgimenti tecnici costruttivi sia per la particolare collocazione delle opere.

Di seguito vengono sinteticamente riportate alcune considerazioni conclusive ed alcune ulteriori prescrizioni a cui attenersi nella progettazione esecutiva e nella realizzazione delle opere:

- Le opere in progetto (opera di derivazione, condotte e centralina idroelettrica), se realizzate in modo adeguato, non risultano penalizzanti per la situazione di stabilità locale;
- Laddove il tracciato in progetto percorre settori caratterizzati da dissesti recenti o in atto sono stati previsti interventi di consolidamento e sistemazione;
- Le opere di consolidamento previste lungo il tracciato della condotta permetteranno da un lato la realizzazione in sicurezza dell'impianto e nel

contempo permetteranno il ripristino della viabilità di fondovalle ed il consolidamento del piede del versante a monte del quale è situata la viabilità provinciale;

- il tracciato delle condotte non presenta generalmente difficoltà operative particolari e potrà essere eseguito con tecniche di scavo normali. Per alcuni tratti si presenteranno locali difficoltà operative legate alla presenza di trovanti di dimensioni plurimetriche e/o del substrato roccioso in affioramento; sarà quindi necessario ricorrere a tecniche di scavo adeguate con l'impiego di martelli demolitori;
- laddove sono previsti tratti a mezzacosta e scavi di sbancamento che possano destabilizzare i versanti sono previste opere sistemazione e sostegno delle scarpate; in generale le opere di difesa spondale e sostegno delle scarpate andranno realizzate prima o contestualmente alla posa delle condotte;
- l'edificio adibito a centralina idroelettrica dovrà essere adeguatamente isolato rispetto alle infiltrazioni d'acqua e quindi dovranno essere adottati drenaggi areati a tergo delle opere di sostegno laterali ed un sottofondo in materiale a pezzatura idonea;
- la scarpata rocciosa a tergo dell'edificio centrale andrà attentamente disgaggiata e consolidata con l'impiego di reti e chiodature;
- al fine di garantire sufficienti condizioni di stabilità in corso d'opera, tutti gli scavi impostati nell'ambito dei materiali detritici sciolti più superficiali dovranno essere realizzati avendo cura di profilare le scarpate con pendenza adeguata;
- i lavori di scavo per la posa delle condotte e per la realizzazione delle varie opere (in modo particolare l'edificio adibito a centralina) dovranno essere realizzati a campioni e nel più breve tempo possibile contenendo al minimo il tempo di apertura degli scavi per minimizzare il rischio di infiltrazioni, dilavamenti o franamenti da parte delle acque meteoriche in occasione di

piogge intense, soprattutto in considerazione della presenza a monte di un versante generalmente fortemente acclive;

- tutte le superfici interessate dagli scavi dovranno essere rinverdite con specie adatte ai luoghi mediante semina a spaglio od idrosemina ed andranno realizzate le opere di regimazione delle acque lungo la pista di accesso alla centralina;
- per le varie opere di difesa spondale previste lungo il tracciato dal punto di vista geologico tecnico si consiglia di realizzare almeno la fondazione con massi adeguatamente legati con funi, chiodature e cls per resistere al meglio ai fenomeni erosivi (battute ed erosioni di sponda);
- qualora in fase di progettazione esecutiva vengano apportate modificazioni sostanziali ai tracciati indagati od alle opere in progetto, si renderanno necessari ulteriori approfondimenti d'indagine limitatamente ad esse;
- si ritengono necessari da parte del geologo sopralluoghi di controllo durante l'esecuzione dei lavori ed a fine lavori per certificare il corretto rispetto delle prescrizioni ed indicazioni geologico – tecniche;

Stanti le caratteristiche litologiche, morfologiche e di stabilità locali, si ritiene che non sussistano limitazioni di ordine geologico, idrogeologico, geomorfologico e geotecnico alla realizzazione di quanto in progetto;

Inoltre gli interventi previsti, se correttamente realizzati, non svolgeranno un ruolo sfavorevole nei confronti delle condizioni di stabilità locali.

In base a quanto fin qui esposto si esprime parere favorevole alla fattibilità dell'intervento previsto in progetto, ferma restando l'esigenza dell'osservanza dei contenuti della presente.

Allegati:

10.- Allegato fuori testo: carta geologica schematica

11.- Allegato fuori testo: INDAGINE GEOGNOSTICA Note tecnico – esecutive

12.- Allegato fuori testo: Prove geotecniche di laboratorio

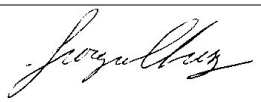
CIE S.P.A.

CANTIERE: TORRENTE NEGRONE – LOC. PORNASSINO

ORMEA (CN)

INDAGINE GEOGNOSTICA

Note tecnico – esecutive

Rev.	Data	Redazione	Verifica	Approvazione	Descrizione
∅	10/12/10	Stellato S.	Chiesa G.		Prima Emissione

CIE S.p.A.

INDAGINE GEOGNOSTICA

Torrente Negrone – Loc. Pornassino – Ormea (CN)

Su incarico dello "Studio di Ingegneria Ferrari e Giraudo", per conto della Società *"CIE S.p.A."* è stata eseguita, nelle giornate dal 20 al 27 settembre 2010, una indagine geognostica costituita da n° 2 sondaggi, ubicati lungo una carrareccia che costeggia in sinistra orografica il torrente Negrone (Fig. 1), nel territorio comunale di Ormea (CN), nell'area delle fraz. Viozene e Pornassino; tale indagine aveva lo scopo di valutare l'assetto litostratigrafico e di acquisire i parametri geotecnici necessari alla valutazione di fattibilità ed alla progettazione delle opere di stabilizzazione del tracciato di una condotta idroelettrica in un tratto di versante in dissesto.

SONDAGGI

I sondaggi sono stati eseguiti a rotazione con carotaggio continuo utilizzando una sonda idraulica tipo CMV "MK 600 D" montata su carro cingolato; per tutta la lunghezza si sono utilizzati carotieri semplici aventi ∅ 131 e 101 mm e carotieri doppi tipo T6 ∅ 101 mm muniti di corona diamantata. Per stabilizzare in corso d'opera le pareti del foro sono stati impiegati rivestimenti metallici provvisori ∅127 mm.

Il sondaggio S1 è stato spinto fino alla profondità di m 20.00 dal piano campagna ed in corso d'opera sono state eseguite n° 4 prove SPT (Standard Penetration Test) e prelevato n° 1 campione rimaneggiato; le risultanze e le quote di esecuzione sono riportate nella stratigrafia allegata.

Il sondaggio S2 è stato spinto fino alla profondità di m 10.00 dal piano campagna ed in corso d'opera sono state eseguite n° 2 prove SPT e prelevato n° 1 campione rimaneggiato; le risultanze e le quote di esecuzione sono riportate nella stratigrafia allegata.

Al termine della perforazione di S2, la verticale di indagine è stata strumentata mediante la posa in opera di un piezometro a tubo aperto (∅ 2") al fine di poter verificare nel tempo le eventuali

oscillazioni del livello di falda. Il livello statico rilevato alla fine delle operazioni di cantiere (misurato in data 29/09/10) è riportato nelle schede stratigrafiche.

I testimoni del carotaggio sono stati riposti in n° 6 cassette catalogatrici, opportunamente classificate e ricoverate in cantiere, a disposizione della Committenza.

ANALISI DI LABORATORIO

Le analisi di laboratorio sui campioni rimaneggiati prelevati durante la perforazione del sondaggi S1 ed S2 sono state affidate ad un laboratorio esterno di comprovata esperienza nel settore (GDTest S.r.l. - Torino).

I risultati delle analisi sono riportati in allegato.

Si trasmette in allegato la documentazione tecnica relativa all'indagine eseguita.

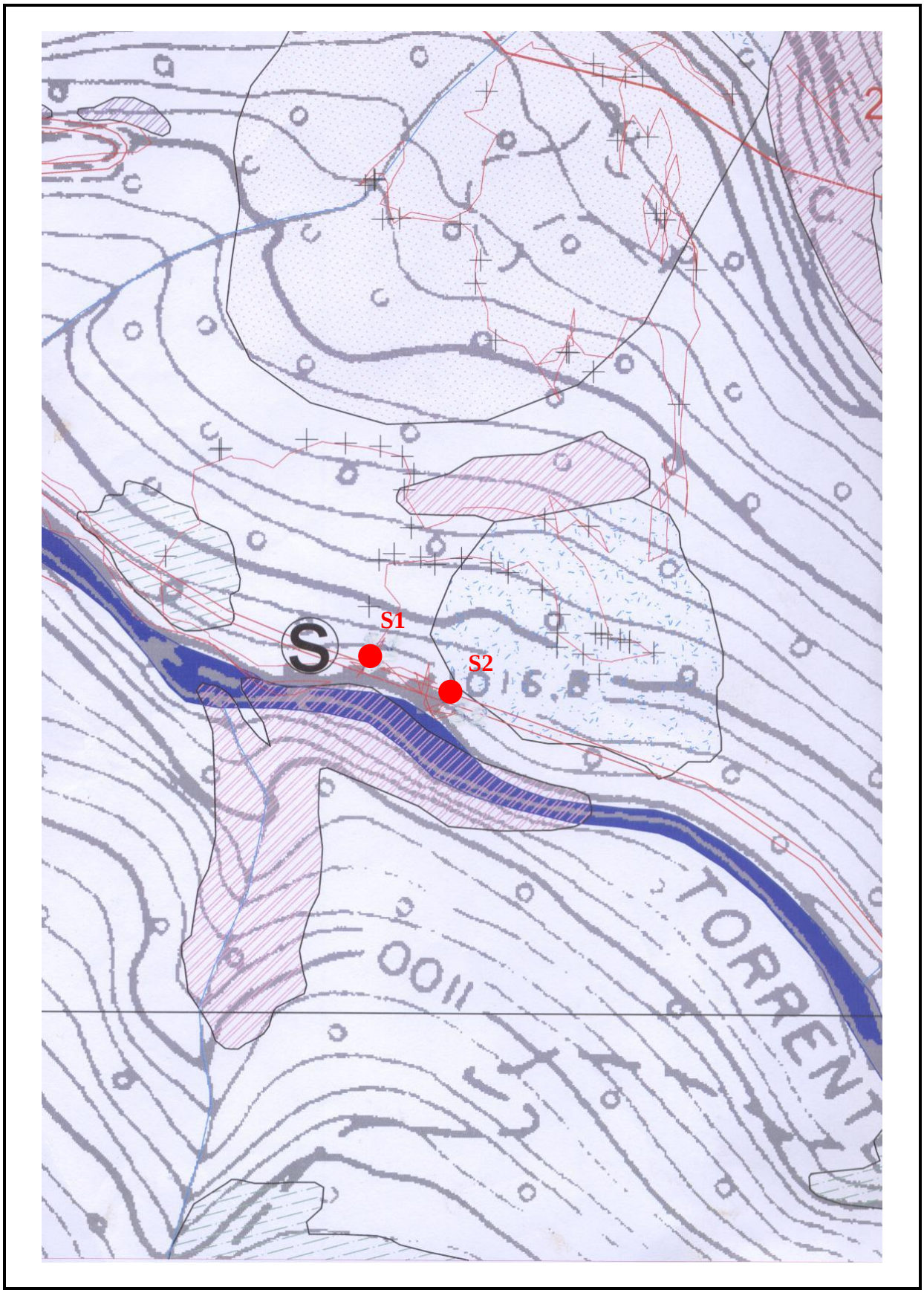


Fig. 1: Ubicazione delle indagini eseguite.

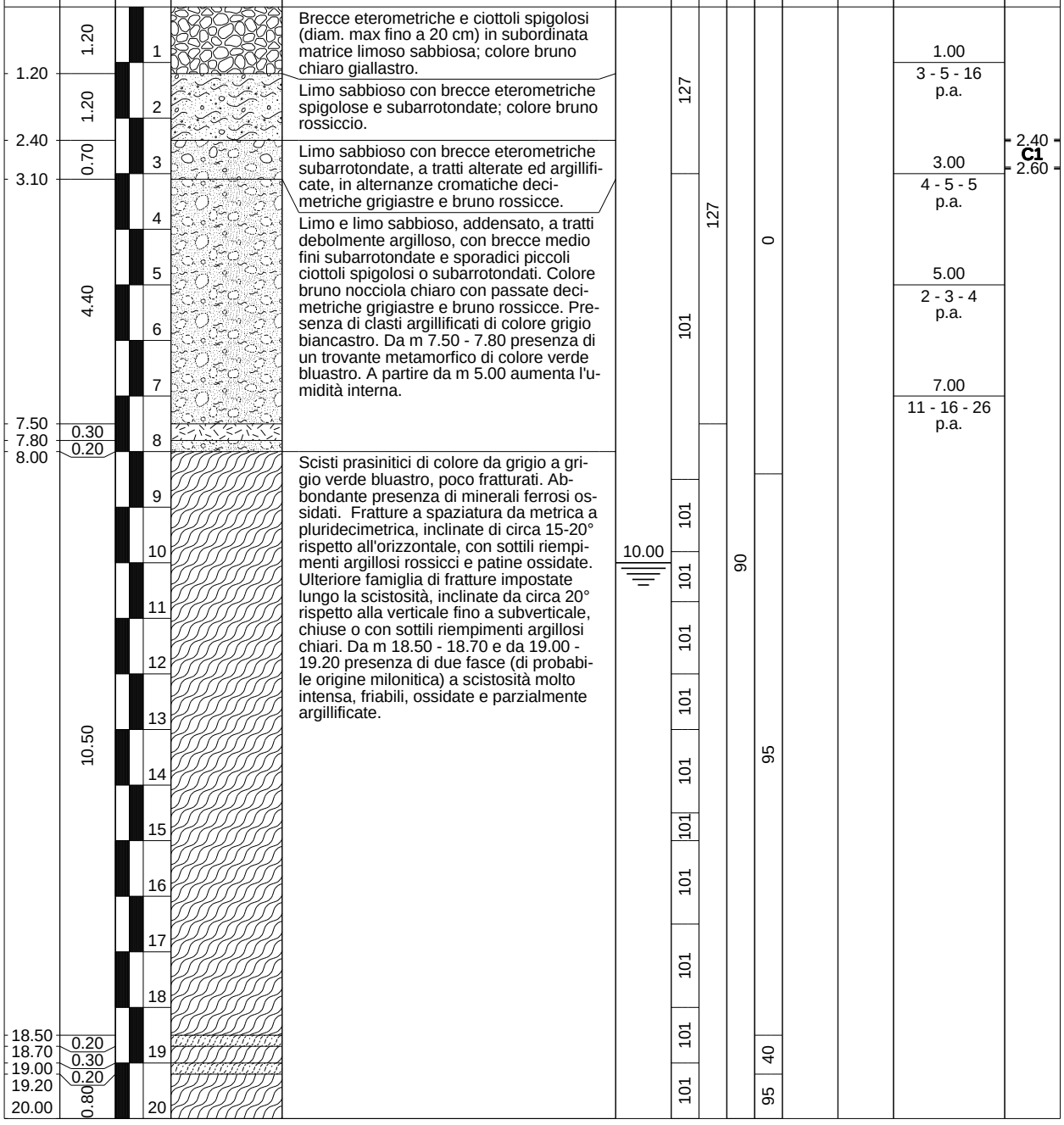
Allegato stratigrafico

Sondeco

Committente	Studio di Ingegneria Ferrari e Giraudo
Cantiere	Torrente Negrone - Frazione Viozene
Località	Ormea (CN)
Data Inizio	20-09-10
Data Fine	22-09-10

SONDAGGIO	FOGLIO
S1	1/1

Quota (p.c.)



Impiegato carotiere doppio tipo T6 diam 101 mm munito di corona diamantata da m 8.50 a m 20.0.

Sondeco

Committente	Studio di Ingegneria Ferrari e Giraudo
Cantiere	Torrente Negrone - Frazione Viozene
Località	Ormea (CN)
Data Inizio	23-09-2010
Data Fine	24-09-2010

SONDAGGIO	FOGLIO
S2	1/1

Quota (p.c.)

Profondita'	Potenza	Scala 1:50	Descrizione
0.50	0.50	1	Ciottoli e trovanti decimetrici spigolosi in scarsa matrice limoso sabbiosa; colore bruno scuro.
1.40	0.90		Sabbia e sabbia limosa con brecce eterometriche spigolose e subarrotondate e piccoli ciottoli (diam. max 8-10 cm); colore bruno chiaro giallastro.
1.60	0.20		Piccolo trovante di roccia metamorfica.
2.20	0.60	2	Brecce eterometriche subarrotondate in matrice limoso sabbiosa sciolta; colore bruno chiaro. Presenza di acqua libera.
3.90	1.70	3	Limo, limo sabbioso e limo argilloso, con elevata umidità interna, con brecce fini e clasti parzialmente alterati; colore variabile da bruno chiaro a grigio verdastro.
4.20	0.30	4	Argilla limosa con brecce fini; colore biancastro.
5.00	0.80	5	Limo e limo sabbioso, addensato, con brecce eterometriche e piccoli ciottoli; colore bruno rossiccio.
5.70	0.70	6	Trovante di roccia metamorfica; colore verde bluastro.
7.20	1.50	7	Limo sabbioso e sabbia limosa, addensata, con brecce eterometriche subarrotondate e parzialmente alterate ed argillificate; colore bruno chiaro.
8.00	0.80	8	Scisto prasinitico alterato e friabile, con fasce argillificate.
10.00	2.00	9 10	Scisto prasinitico mediamente fratturato, con fratture inclinate di circa 70° rispetto all'orizzontale, aperte e con riempimenti argillosi rossicci.

Falda: 2.90

Perforazione	Rivestimento	% Carotaggio	RQD
127	127	90	0
101			80
101			50
101			

Piezometro: 10.00

Prove S.P.T.: 1.70 — 2 - 3 - 8 p.a.; 6.20 — 17 - 12 - 3 p.a.

Campioni: 3.70 C1 3.90

Impiegato carotiere doppio tipo T6 munito di corona diamantata dam 8.0 a m 10.0.

Allegato fotografico



Foto 1: Sondaggio S1 - cassa 1 - da 0.00 m a 5.00 m.



Foto 2: Sondaggio S1 - cassa 2 - da 5.00 m a 10.00 m.



Foto 3: Sondaggio S1 - cassa 3 - da 10.00 m a 15.00 m.



Foto 4: Sondaggio S1 - cassa 4 - da 15.00 m a 20.00 m.



Foto 5: Ubicazione sondaggio S1.



Foto 6: Sondaggio S2 - cassa 1 - da 0.00 m a 5.00 m.



Foto 7: Sondaggio S2 - cassa 2 - da 5.00 m a 10.00 m.



Foto 8: Posizionamento sondaggio S2.

Sondeco S.r.l.

Torrente Negrone – Frazione Viozene, Ormea (CN)

Prove geotecniche di laboratorio

1650_r01

REV	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE	DESCRIZIONE
B					
A					
Ø	13/10/10	Dott. G. Zanotto	Dott. R. Tomai	Ing. A.Morino	Emissione

gd test Srl
Via Pigafetta 17 – 10129 TORINO - Italia
Tel. +39.011.58.08.406 – Fax +39.011.58.08.319
E-mail: gdtest@gdtest.it www.gdtest.it
Capitale sociale: 100.000 euro
P.IVA e C. F: 08207640015

ANALISI GRANULOMETRICA

Rapporto N° **30/10** Rif: **1650** Data : **ott-10**

Committente: **-**

Cliente : **Sondeco S.r.l.**

Cantiere : **Torrente Negrone - Frazione Viozene, Ormea (CN)**

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: **S1**

Campione : **C1 R**

Provino : **izi1**

Profondità (m) : **2,40 - 2,60**

Litotipo: **-**

Norme di riferimento: **ASTM D 422-63**

(A.G.I.): **GHIAIA CON SABBIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA** *(USCS):* *(CNR/UNI10006):* Indice Gruppo

ANALISI CON SETACCI *terreno analizzato (g):* 404

Setaccio nr.	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
3 1/2"	90,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	43,84	10,85	10,85	89,15
1/2 "	12,500	26,55	6,57	17,42	82,58
3/8"	9,500	27,76	6,87	24,29	75,71
4	4,750	20,12	4,98	29,27	70,73
10	2,000	48,28	11,95	41,23	58,77
40	0,425	79,60	19,70	60,93	39,07
80	0,180	37,12	9,19	70,12	29,88
200	0,074	31,44	7,78	77,90	22,10
fondo	-	89,29	22,10	100,00	-

Frazioni:

(A.G.I.): Ciottoli (%) = 0,0; Ghiaia (%) = 41,2; Sabbia (%) = 36,7; Limo (%) = 15,6; Argilla (%) = 6,5

Note:

ANALISI CON AEROMETRO

Peso campione secco (g) = P_{sp} 50,00

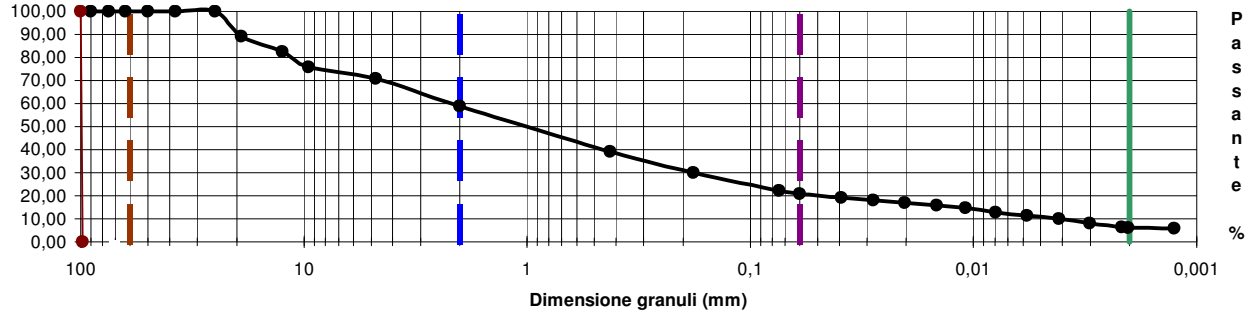
Dispersivo: 125 cc soluzione al 4% di sodio esametafosfato e carbonato di sodio

Peso specifico della parte < 0,074 mm = g_s 2,70

Peso specifico del liquido = g_l 1,00

costante K = $\frac{100_{sk}}{P_{sp}} \frac{\gamma_S}{\gamma_S - \gamma_l}$ = 3,18

tempo (min)	temp. °C	R	R+Cm	R'=R+Ct	Hr (mm)	diam (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	20,00	1,0300	30,500	28,000	82,670	0,0545	88,94	19,66
1	20,00	1,0292	29,700	27,200	84,510	0,0390	86,40	19,10
2	20,00	1,0278	28,300	25,800	87,730	0,0281	81,95	18,11
4	20,00	1,0261	26,600	24,100	91,640	0,0203	76,55	16,92
8	20,00	1,0245	25,000	22,500	95,320	0,0146	71,47	15,80
15	20,10	1,0230	23,500	21,025	98,770	0,0109	66,79	14,76
30	20,10	1,0202	20,700	18,225	105,210	0,0079	57,89	12,79
60	20,10	1,0181	18,600	16,125	110,040	0,0057	51,22	11,32
120	20,10	1,0162	16,700	14,225	114,410	0,0041	45,19	9,99
240	20,20	1,0133	13,800	11,350	121,080	0,0030	36,05	7,97
480	20,20	1,0112	11,700	9,250	125,910	0,0022	29,38	6,49
1440	20,00	1,0104	10,900	8,400	127,750	0,0013	26,68	5,90



Esecuzione (dr. G. Zanotto)

Verifica (dr. R. Tomai)

gd test Srl - Via Pigafetta 17 - 10129 Torino Tel.011/5808406 Fax 011/5808319

ANALISI GRANULOMETRICA

Rapporto N° **30/10** Rif: **1650** Data : **ott-10**

Committente: **-**

Cliente : **Sondeco S.r.l.**

Cantiere : **Torrente Negrone - Frazione Viozene, Ormea (CN)**

DESIGNAZIONE DEL CAMPIONE

Sondaggio: **S2**

Campione : **C1 R**

Provino : **izi2**

Profondità (m) : **3,70 - 3,90**

Litotipo: **-**

Norme di riferimento: **ASTM D 422-63**

(A.G.I.): **SABBIA CON GHIAIA LIMOSA DEBOLMENTE ARGILLOSA** *(USCS):* *(CNR/UNI10006):* Indice Gruppo

ANALISI CON SETACCI *terreno analizzato (g):* 504

Setaccio nr.	Apertura maglie (mm)	Peso inerte trattenuto (g)	Parziali Trattenuti (%)	Totale Trattenuti (%)	Totale Passante (%)
3 1/2"	90,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3"	75,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	19,00	3,77	3,77	96,23
1/2 "	12,500	18,40	3,65	7,42	92,58
3/8"	9,500	17,12	3,40	10,82	89,18
4	4,750	26,28	5,21	16,03	83,97
10	2,000	66,80	13,25	29,29	70,71
40	0,425	108,48	21,52	50,81	49,19
80	0,180	45,40	9,01	59,82	40,18
200	0,074	33,40	6,63	66,44	33,56
fondo	-	169,12	33,56	100,00	-

Frazioni:

(A.G.I.): Ciottoli (%) = 0,0; Ghiaia (%) = 29,3; Sabbia (%) = 37,2; Limo (%) = 24,4; Argilla (%) = 9,1

Note:

ANALISI CON AEROMETRO

Peso campione secco (g) = P_{sp} 50,00

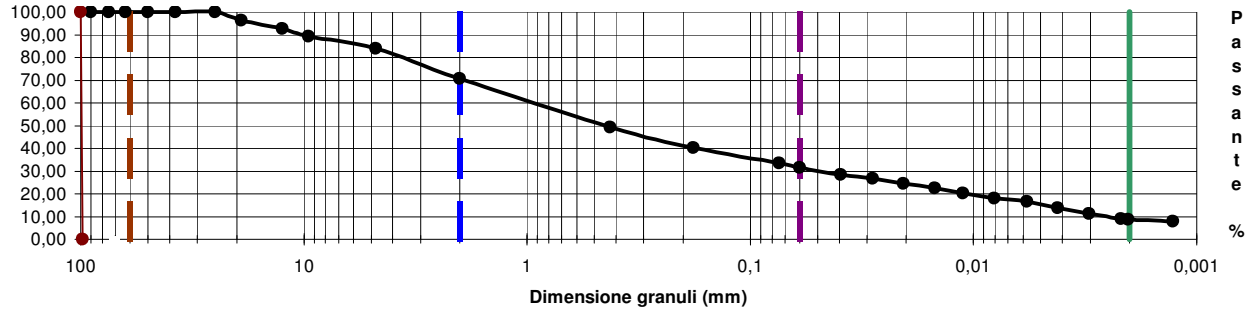
Dispersivo: 125 cc soluzione al 4% di sodio esametafosfato e carbonato di sodio

Peso specifico della parte < 0,074 mm = g_s 2,70

Peso specifico del liquido = g_l 1,00

costante K = $\frac{100_{sk}}{P_{sp}} \frac{\gamma s}{\gamma s - \gamma l}$ = 3,18

tempo (min)	temp. °C	R	R+Cm	R'=R+Ct	Hr (mm)	diam (mm)	%pass. parz.	%pass.totale
0,5	20,00	1,0300	30,500	28,000	82,670	0,0545	88,94	29,84
1	20,00	1,0287	29,200	26,700	85,660	0,0393	84,81	28,46
2	20,00	1,0272	27,700	25,200	89,110	0,0283	80,05	26,86
4	20,00	1,0250	25,500	23,000	94,170	0,0206	73,06	24,52
8	20,10	1,0232	23,700	21,225	98,310	0,0149	67,42	22,62
15	20,10	1,0211	21,600	19,125	103,140	0,0111	60,75	20,38
30	20,10	1,0190	19,500	17,025	107,970	0,0080	54,08	18,15
60	20,20	1,0176	18,100	15,650	111,190	0,0058	49,71	16,68
120	20,20	1,0150	15,500	13,050	117,170	0,0042	41,45	13,91
240	20,20	1,0125	13,000	10,550	122,920	0,0030	33,51	11,25
480	20,20	1,0105	11,000	8,550	127,520	0,0022	27,16	9,11
1440	20,20	1,0093	9,800	7,350	130,280	0,0013	23,35	7,83



Esecuzione (dr. G. Zanotto)

Verifica (dr. R. Tomai)

gd test Srl - Via Pigafetta 17 - 10129 Torino Tel.011/5808406 Fax 011/5808319