COMUNE di TRIORA – COMUNE di MOLINI DI TRIORA

Provincia di Imperia

INDAGINE GEOLOGICA-GEOTECNICA RELATIVA ALLA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO IDROELETTRICO



Dott. Geol. Gian Stefano ODDERA
Via Roma, 41
18039 VENTIMIGLIA (IM)
Tel./Fax 0184231713 - Cell. 3355292338
E-mail: GIANSTEFANO.ODDERA@poste.it



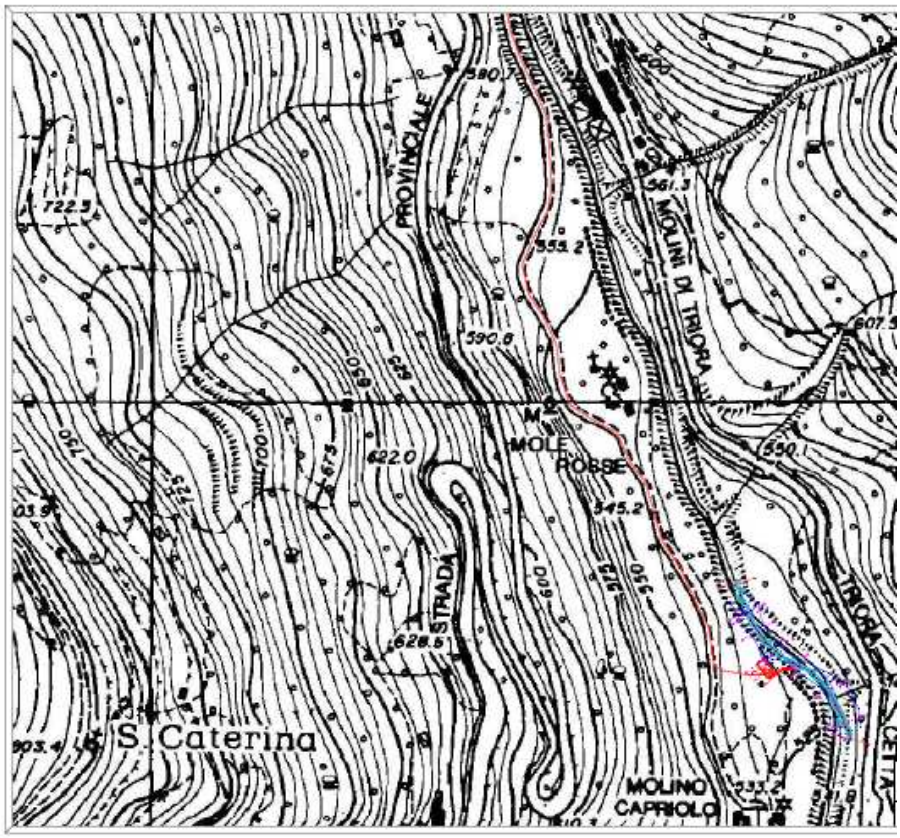
PREMESSA

Sono stato incaricato di eseguire una indagine geologica a corredo del progetto di derivazione d'acqua a scopo idroelettrico dal Torrente Capriolo. In particolare lo studio riguarda un congruo contorno delle aree interessate dalle opere relative al nuovo impianto idroelettrico:

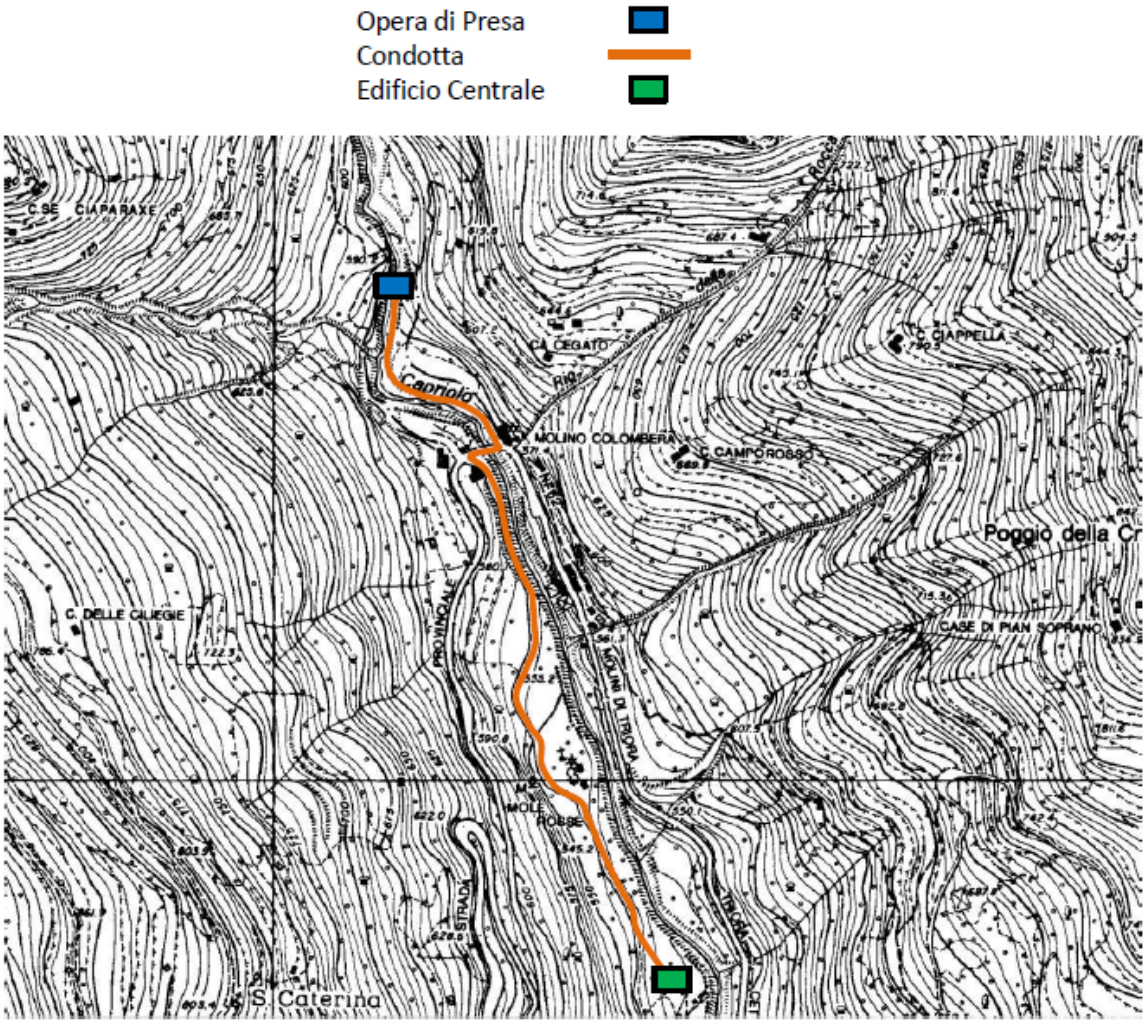
- Presa di subalveo sul Torrente Capriolo e vasca sghiaiatrice
- Condotta forzata interrata
- Centrale idroelettrica

Nella presente relazione vengono esaminati i seguenti aspetti geologico-tecnici:
- eventuali interferenze tra fenomeni dissestivi in atto o potenziali, con particolare riferimento alla dinamica di versante e le opere in progetto;
- eventuali problematiche realizzative dipendenti dalle caratteristiche geologiche locali;
- entità degli scavi in roccia ed in terreni sciolti.

La caratterizzazione geologica si è basata sugli elementi desumibili da sopralluoghi lungo il tracciato, preceduti dall'esame dei dati di letteratura relativi all'area oggetto di studio.



Area di intervento su CTR



Ubicazione opere da realizzare su CTR

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

La coltre, generalmente di ridotto spessore e spesso assente, è di natura essenzialmente eluviale e di tessitura equilibrata con dominanza delle frazioni fini (sabbia fine, limo e , subordinatamente argilla); lo scheletro solido è abbondante ed è costituito da frammenti del substrato generalmente di forma appiattita ma anche concoide di dimensioni da medio-minute a grossolane.
Le Formazioni affioranti nei versanti oggetto di indagine sono attribuibili alle Unità della Zona Delfinese con il Flysch di Ventimiglia (Eocene superiore – Oligocene ?) ed a quelle appartenenti alla falda dei Flysch ad Helmintoidi della Liguria Occidentale del Dominio Oceanico Piemontese-Ligure (Cretaceo superiore).

- La Formazione del Flysch di Ventimiglia (Eocene superiore – Oligocene ?) è costituita da un'alternanza ritmica di arenarie e torbiditi arenaceo-marnose-argillose che presentano variazioni litostratigrafiche dello

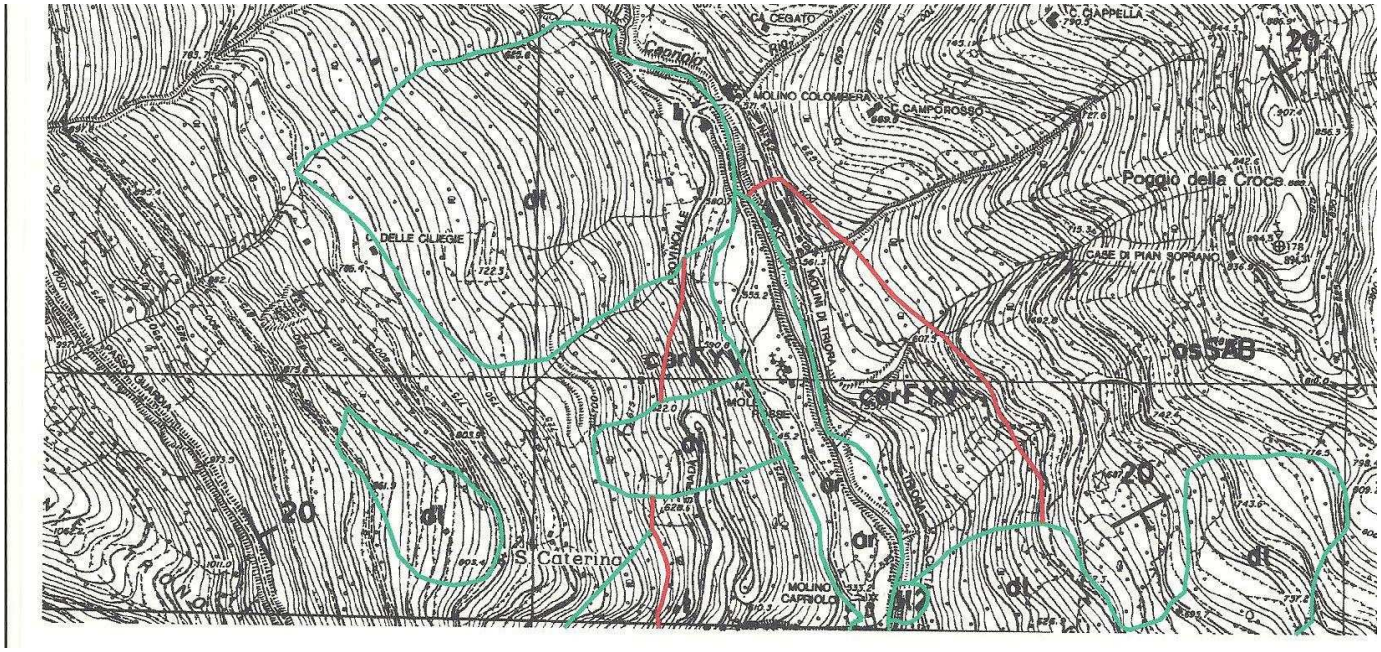
spessore dei litotipi. Questa Formazione appartiene all'Unità Argentera-Mercantour del dominio paleogeografico Delfinese-Elvetico, che costituisce il settore esterno verso il quale sono avvenuti movimenti di traslazione dell'orogenesi alpina.
Localmente la roccia affiora estesamente lungo i tagli stradali, negli alvei dei corsi d'acqua e alla base dei muretti a secco. Ivi si osservano intercalazioni di strati marnosi e marno-argillosi, potenti fino a 40 cm e strati arenacei dello spessore di qualche decimetro, più competenti, intercalati a marne e argilliti fortemente alterate e scistose.

- la "Formazione di San Bartolomeo", rappresenta un "*complesso di base"* la cui litozona più antica (Cretaceo inf.) corrisponde per caratteri litologici e per età alle "Argille a palombini", ben note nelle successioni oceaniche liguridi dell'Appennino settentrionale. Segue al di sopra una litozona caratterizzata da peliti non calcaree, di colore grigio scuro, variamente pigmentate e rese lucenti da laminazioni di ossidi di Fe e Mn (Cenomaniano-Turoniano e Senoniano Inf.). Queste costituiscono per lo più l'intervallo sommitale di torbiditi sottili aventi alla base, per spessori centimetrici, siltiti o areniti fini laminate. Verso il tetto la formazione può presentare vivaci colorazioni rosso-vinose e verdine, con intercalazioni di quarzareniti; termina con un livello, solo localmente presente, di emipelagiti e sottili strati torbiditici, sovente di natura calcarea, con Helmintoidi.

Per quanto riguarda la verifica della stratigrafia si è provveduto ad eseguire un accurato rilevamento geologico-tecnico di superficie dell'area in esame, il quale ha permesso di evidenziare le caratteristiche geolitologiche, geomorfologiche, ed idrogeologiche della zona.

La stratigrafia tipo nell'area di intervento, dedotta dalle osservazioni di superficie e da precedenti studi interessanti gli stessi litotipi eseguiti dallo scrivente nell'areale, si può così schematizzare dall'alto verso il basso:

A) Il suolo di natura eluviale strutturato ed il terreno di coltivo humifero di ridotto spessore (max 0,5m), a tratti assente;
B) Coltre di natura essenzialmente eluviale, di tessitura fine sabbioso-limosa, subordinatamente argillosa con abbondante scheletro solido di dimensioni da medio minute a grossolane; presenta un elevato contenuto di carbonato di calcio che aumenta la coesione allo stato asciutto. Lo spessore è variabile localmente; è il prodotto pedologico dell'alterazione della sequenza flyschoide;
C) Substrato flyschoide alterato e fratturato di spessore generalmente ridotto, spesso affiorante, con alterazione di tipo selettivo più marcata sui litotipi marnosi e argilloso-scistosi; dove l'alterazione è più spinta si ha un passaggio sfumato, che rende la sequenza a volte indistinguibile dalla coltre eluviale;
C') Substrato flyschoide sano o solo lievemente alterato, si ipotizza posto a ridotta profondità.



CARTA LITOLOGICA da Piano di Bacino

LEGENDA

a	alluvioni
am	alluvioni mobili
ar	alluvioni recenti
aa	aluvioni antiche
dt	Coltre con spesore medio > 3m
dt1	a granulometria fine
dt2	a granulometria grossolana e media
ds	depositi di spiaggia

PLIOCENE

arCMV	Sabbie di terre bianche ex STB
bcTAG	Breccia di Taggia
cgCMV	Conglomerato di M.te Villa

ZONA DELFINESE

carFYV	flysch di ventimiglia
maPRB	marne priaboniane
cNUD	calcari nummulitici
cCRD	calcari e calcari marnosi cretacei

ZONA DEI LEMBI INTERPOSTI

asSAB	scisti a blocchi
olSAB	olistostromi

ZONA DEL FLYSCH AD ELMINTOIDI

maELM	flysch di Sanremo in facies marnoso arenacea
cmELM	flysch di Sanremo in facies calcareo marnosa
arBOR	arenarie di Bordighera
sccBOR	calcari straterellati di Badalucco
asSBA	argilloscisti di S.Bartolomeo

	limite formazionale certo
	limite formazionale presunto
	strato inclinato
	strato orizzontale 0 gradi
	strato rovesciato
	strato verticale > 80 gradi
	faglia presunta
	sovrascorrimento
	limite dell'ambito di bacino

IDROGEOLOGIA

Nell'indagine di superficie non si sono rilevate zone di emergenza o di particolare impregnazione idrica ed inoltre non è ipotizzabile la presenza di acque di falda a livello del piano di fondazione.
I deflussi ipodermico-superficiali, interessanti l'area di costruzione, sono di limitata entità ed inoltre la coltre presenta una permeabilità medio-bassa (10^{-3}-10^{-4} cm/sec); la sistemazione a terrazzamenti del versante rallenta, inoltre, la velocità di deflusso, impedendo l'innescarsi di marcati fenomeni erosivi.
I deflussi profondi essendo il Flysch semipermeabile per fratturazione, sono limitati e localizzati (vie preferenziali di drenaggio sono verso l'immersione della stratificazione) nelle stratificazioni arenacee e calcareo-marnose, che presentano una fratturazione persistente compartimentati dai livelli marnosi e argilloso-scistosi impermeabili.

GEOTECNICA

Le indagini svolte e la conoscenza geologica dell'areale hanno permesso di definire la situazione idrogeologica del versante e di identificare strati di materiale con differenti caratteristiche geomeccaniche. Al fine di valutare le condizioni di stabilità del versante ed i carichi ammissibili a livello fondazionale si sono individuati i parametri geotecnici da attribuire ai differenti terreni.
La determinazione dei parametri geotecnici è stata ottenuta attraverso la comparazione dei dati ottenuti dall'esecuzione dell'indagine penetrometrica eseguita e di quelli derivati da indagini geognostiche condotte in aree similari.
Si possono, quindi, attribuire i seguenti valori in termini di pressioni efficaci:

-B) densità γ = 1,6-1,8 t/mc, coesione c' = 0,0 Kg/cmq, angolo di attrito Φ' = 29°-32° (coltre eluviale);

-C) γ = 2,3-2,4 t/mc, c' = 1-2 Kg/cmq, Φ' = 35°-40°;

-C') γ = 2,5-2,7 t/mc, c' > 2 Kg/cmq, Φ' > 45° (a profondità generalmente superiori a 3 m dall'attuale piano campagna).

INQUADRAMENTO SISMICO

Classificazione del suolo di fondazione

Tramite l'analisi delle caratteristiche sismiche attribuibili ai terreni oggetto di studio é possibile, con buona approssimazione, calcolare la classe di sito dell'area in esame e quindi verificare la stabilità del versante, considerando quanto previsto dalla normativa in materia sismica (L. 64/1974 e successivi D.M. di attuazione: 03.03.1975; 19.06.1984; 24.01.1986; 16.01.1996; L.R. 29/83) in materia di indagini sui terreni (D.M. 11.03.1988 e circolari esplicative), oltre che quanto previsto dal D. M. 14.01.2008.

Alla luce di quanto previsto dalla nuova Normativa in materia di rischio sismico (O.P.C.M. 3274/2003 e s.m.i., D.M. del 14.01.2008 che ha condotto ad una riclassificazione del territorio nazionale e Sulla base di un'ancor più recente classificazione a livello regionale D.G.R. n° 1362 del 19.11.2010), i Comuni di Triora e Molini di Triora ricadono in zona 3S, zona caratterizzata da valori di accelerazione orizzontale di picco (pga) pari a 0,180g.

Di seguito verranno utilizzati dei parametri delle onde superficiali Vs, note da altri interventi in siti similari

Categoria	**Vs_{30} m/sec**	**$Nspt_{30}$**	**Indice di plasticità**	**Coesione non drenata (kPa)**	**Descrizione**
A	>800				Formazioni litoide/molto rigide (con max 3.0 m cappellaccio
B	360-800	>50		>250	Sabbie,ghiaie addensate, argille consistenti
C	180-360	15-50		70-250	Sabbie e ghiaie mediamente addensate e argille media consistenza
D	<180	<15		<70	Terreni granulari sciolti o poco addensati o coesivi poco consistenti
E	<180 ; 180-360				Spessore 5-20 m, alluvioni, Vs bed-rock >800
S1	<100		>40	10-20	Spessore > 10 m argille/limi
S2					Argille sensitive e/o terreni liquefacibili

Le velocità delle coltri sono stimabili pari a circa 120-130 m/sec, mentre quelle del substrato roccioso flyschoide sono valutabili pari a circa 800-1000 m/sec.

Si ottengono quindi indicativamente i seguenti valori delle velocità delle onde sismiche di superficie normalizzati a 30m

Livello litologico	Profondità (m)	Vs (m/sec)
Strato 1	2,5	130
Substrato	>30.0	900
	Vs_{30}	602

Il suolo corrispondente a questa velocità ricade quindi nel tipo "B".

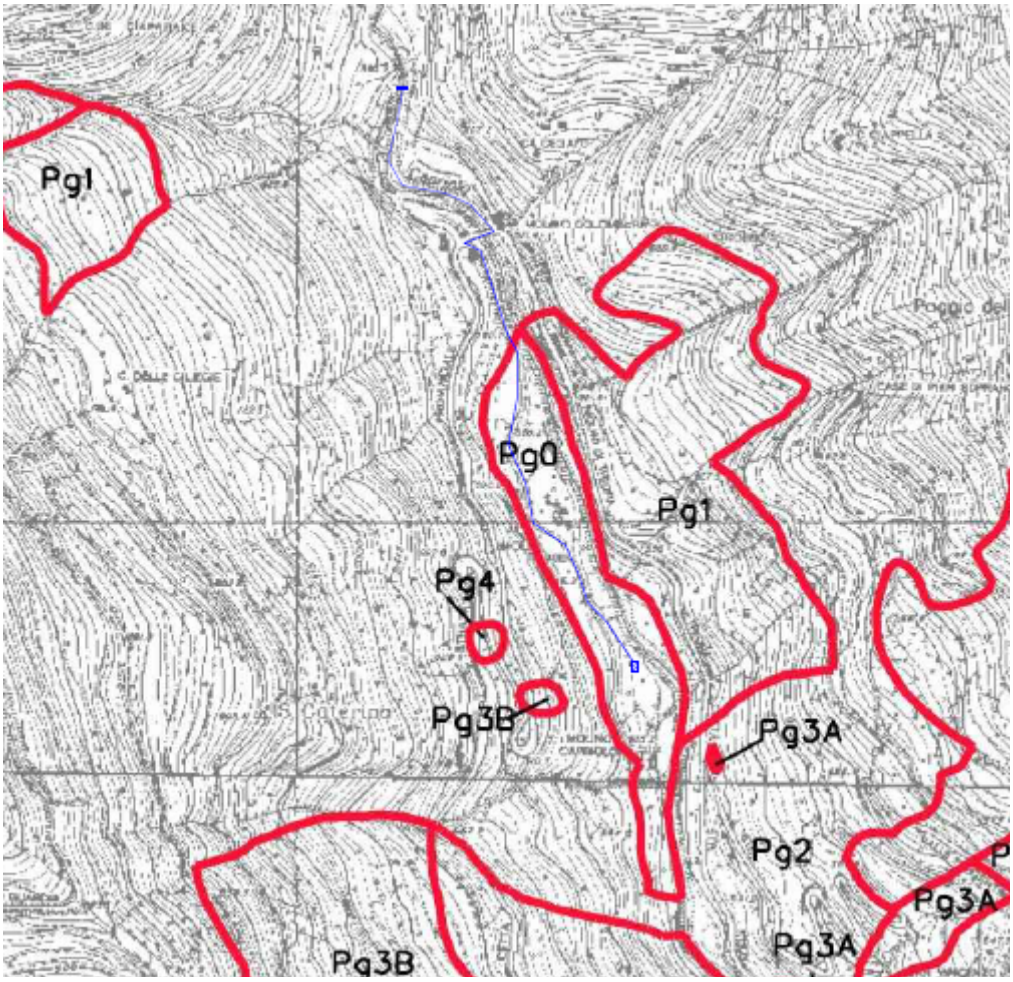
L'azione sismica può essere quantificata attraverso la seguente equazione:

$$\text{accelerazione } (Sa_g) = \text{accelerazione di picco } (a_g)$$

lo spettro di risposta elastico ha i seguenti periodi di riferimento:

$$T_b=0,15$$
$$T_c=0,4$$
$$T_d=2$$

STATO DI DISSESTO IN ATTO E POTENZIALE NEL SETTORE INTERESSATO DALLE OPERE IN PROGETTO



Carta della Pericolosità e Suscettività al Dissesto da Piano di Bacino

Come evidenziato dalla cartografia di Figura 3, che rappresenta uno stralcio della Carta della Pericolosità e Suscettività al Dissesto tratto dal vigente Piano di Bacino del Torrente Argentina-Ambito di Bacino n°4, i lavori per la realizzazione delle opere in progetto non interferiscono con aree caratterizzate da movimenti gravitativi quiescenti e/o attivi, interessando per la quasi totalità zone classificate Pg0 (Aree a pericolosità molto bassa) e, per una porzione minore, la zona classificata Pg2 (Aree a pericolosità media).

DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI GEOLOGICHE LUNGO IL TRACCIATO

Con riferimento alle planimetrie sopra illustrate, il tracciato della tubazione è previsto interrato lungo il tracciato dell'attuale strada vicinale che è realizzata sia direttamente entro il substrato affiorante sia entro le coltri detritiche.
Le condizioni geologiche lungo il tracciato sono pressoché le medesime, omogenee, per tutto il tratto in progetto.
Lo scavo avverrà essenzialmente entro la coltre ed i primi livelli del substrato alterato che risulta costituito da elementi litoidi di varia pezzatura in matrice più fine sabbiosa o anche sabbioso-limosa, da rimobilizzazione delle coltri detritiche superficiali.
Lungo tutto il tracciato in progetto non si identificano settori di ristagno, risorgive o emergenze diffuse.

FOTOMONTAGGIO 1



CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI PROGETTUALI

L'intervento in progetto comporta limitati movimenti di terreno, per la costituzione di una trincea temporanea di profondità non superiore a 1,20 m e larghezza intorno a 0,4 m, e non ha pertanto un' interferenza significativa con lo stato dei luoghi e la stabilità dei versanti.
Tuttavia, insistendo l'opera su un settore montano variabilmente acclive, si possono definire alcuni accorgimenti tecnici da adottare nelle fasi di progettazione ed esecutiva, riferiti a tratti con caratteristiche e problematiche geologiche omogenee lungo il tracciato.
In sintesi, limitatamente ai settori di versante maggiormente acclive, con scavo in terreni sciolti delle coltri detritico-colluviali, dovranno essere seguite le seguenti indicazioni e prescrizioni:
- al fine di evitare l'innesco di dissesti superficiali, occorrerà procedere con gli scavi per brevi lotti, anche dell'ordine di 5-8 m di lunghezza, in cui l'interro della tubazione è seguito dall'immediato rapido ripristino del piano di campagna originale, e idonea ricompattazione dei terreni movimentati;
- i cicli di lavorazione (scavo, posa tubazione - reinterro e compattazione) dovranno essere brevi, ove necessario anche non superiori alle 12 ore ovvero ad una giornata lavorativa di cantiere;
- si dovrà in ogni caso evitare, almeno nei tratti più acclivi, la realizzazione di lunghe trincee lineari aperte;
si dovrà inoltre evitare l'inizio di nuovi lotti di scavo, in particolare nei tratti più acclivi, in concomitanza con previsioni meteo indicanti periodi di precipitazione intensa e prolungata.
In ogni caso, in relazione alla possibile evoluzione naturale delle falde detritiche superficiali, risulta indicato l'utilizzo di tubazioni in polietilene ad alta densità, caratterizzate da elevata elasticità e deformabilità.
A seguito dell'adozione di tali accorgimenti non si prevede alcun impatto dell'opera sulla stabilità del territorio, e verrà viceversa fortemente limitato il rischio di locali danneggiamenti dell'opera stessa connessi alla possibile evoluzione naturale di fenomeni di creep superficiali.

Gli accertamenti condotti hanno portato ad appurare come l'area in esame sia sostanzialmente idonea ad ospitare le strutture che si prevedono di realizzare per la realizzazione dell'impianto idroelettrico (presa, condotta forzata, edificio centrale).
Gli scavi necessari alla posa della condotta forzata avverranno prevalentemente lungo la strada vicinale esistente, saranno realizzati con mezzi meccanici di ridotte dimensioni e la profondità dello scavo non supererà la profondità di 1,5 m dal piano campagna. Si sottolinea infine che questo intervento avrà un carattere provvisorio, in quanto gli scavi verranno chiusi dopo la posa di tratti di lunghezza di 50-60 m.
La maggior parte dei materiali movimentati saranno riutilizzati in loco per i rinterri; i materiali di risulta rimanenti verranno invece smaltiti nella discarica autorizzata più vicina.

Si attesta, inoltre, che il sito non è inserito in area contaminata o che gli scavi necessitino di tecnologie tali da impiegare prodotti contaminanti, non vi sono aree contaminate nel raggio di 50 m dal limite più esterno dell'area di scavo e/o scarichi di acque reflue, non ricade in zone interessate da fenomeni di inquinamento diffuso e limitrofe a grandi vie di comunicazioni. Detto ciò i materiali da portare a smaltimento, in base alle conoscenze storiche e ai rilievi svolti dallo scrivente, non risultano essere inquinati e pertanto utilizzabili come inerti per eventuali opere di ripristino ambientale.
Si consiglia, alla fine dei lavori, di provvedere alla raccolta e regimazione delle acque sulla strada, siano esse di infiltrazione o di ruscellamento superficiale, in modo da evitare ogni dilavamento della sede stradale.

Si rileva pertanto che, considerata la tipologia degli interventi da realizzare e il carattere degli accorgimenti che verranno impiegati a salvaguardia dei manufatti, l'equilibrio geostatico dei luoghi non solo non verrà alterato ma potrà vedere un suo miglioramento.

In particolare per quanto riguarda le operazioni di posa in prossimità dei manufatti emergenti si consiglia di adottare idonei accorgimenti atti a ridurre al minimo il movimento terra; a tal fine si ritengono adeguate le tecniche esecutive previste in progetto in modo peculiare nella porzione di strada che costeggia il Mulino Colombara.

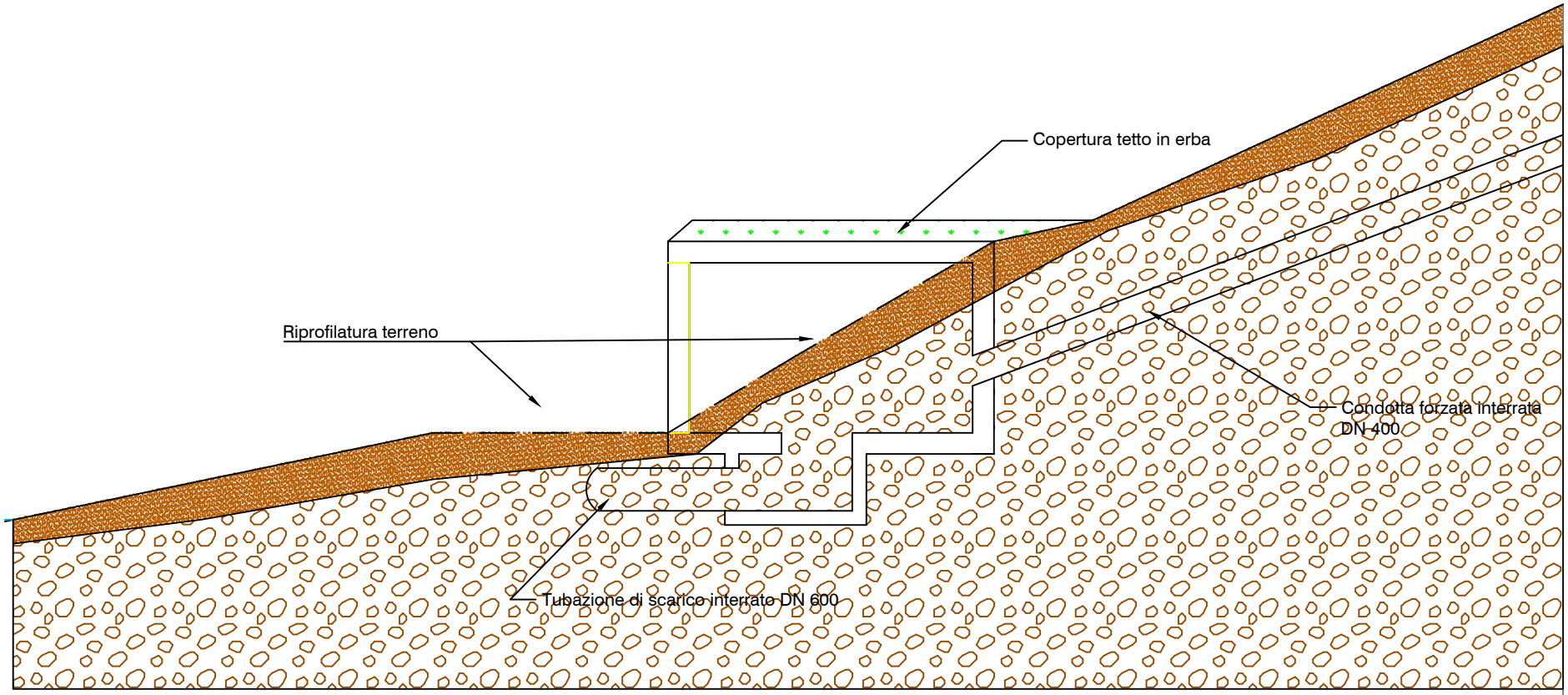
Dall'analisi degli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici descritti nei paragrafi precedenti, non sono emersi elementi che impediscano la realizzazione dell'impianto idroelettrico in progetto.

Ventimiglia, 16 gennaio 2012

Dott. Geol. Gian Stefano ODDERA



SEZIONE GEOLOGICA



SUOLO E COLTRE ELUVIALE

DEPOSITI ALLUVIONALI
RECENTI, TERRAZZATI