

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

**TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI
PROGETTO ESECUTIVO**

**VIABILITA' DI ACCESSO AL CANTIERE COP2 CASTAGNOLA
Geologia
Relazione geologico-geomorfologica ed idrogeologica**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. G. Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	R B	N V 2 2 0 0	0 0 1	A

Progettazione :								IL PROGETTISTA
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A00	Prima emissione	ROCKSOIL <i>Tomam</i>	23/05/2012	Ing. F. Colla <i>[Signature]</i>	29/05/2012	E. Pagani <i>[Signature]</i>	31/05/2012	Dott. Geol. E. De Mattei

n. Elab.:	File: IG51 01 E CV RB NV2200 001 A00
-----------	--------------------------------------



INDICE

INDICE.....	3
1. PREMESSA	5
2. NORMATIVA E STRUMENTI TERRITORIALI DI RIFERIMENTO.....	6
3. SISMICITA'	7
4. FASI DELLO STUDIO ED INDAGINI ESEGUITE	8
5. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	9
6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	10
7. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	12
8. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	13

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



IG51 01 E CV RB NV2200 001 A00

Foglio
4 di 14

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG51 01 E CV RB NV2200 001 A00</p> <p>Foglio 5 di 14</p>

1. PREMESSA

E' importante precisare che, la presente nota revisiona, ove ritenuto necessario, quanto descritto in Progetto Definitivo; rispetto alla fase di PD, alla data odierna, non sono disponibili nuove indagini per un affinamento della caratterizzazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica dell'area.

In particolare per le caratteristiche e/o problematiche idrogeologiche, occorre fare riferimento ai documenti generali di PD.

E' stato effettuato uno studio geologico finalizzato alla raccolta delle conoscenze ritenute necessarie per impostare correttamente la progettazione definitiva dell'adeguamento delle viabilità connesse alla cantierizzazione dei lavori per la realizzazione della tratta AV/AC Milano-Genova-III° Valico dei Giovi e più in particolare della viabilità "Viabilità d'accesso al cantiere COP2 Castagnola" oggetto della presente relazione.

L'intervento ricade nel comune di Fraconalto (AI) e consiste nella realizzazione della viabilità d'accesso al cantiere Castagnola. L'intervento inizia presso l'intersezione con la S.P. 163 "della Castagnola", termina con il cantiere all'ingresso della galleria di servizio (finestra Castagnola) e si sviluppa per circa 600 m. Per la realizzazione della viabilità di accesso al cantiere Castagnola, è previsto l'allargamento a 6.50 m della sede stradale esistente e la realizzazione di tratto di nuova viabilità.

Le opere d'arte presenti consistono principalmente i muri di sostegno e in un piccolo attraversamento del rio Traversa.

Nella presente relazione viene illustrata la geologia della zona con particolare riferimento alla storia evolutiva delle rocce, le quali, causa una intensa tettonogenesi, presentano condizioni di metamorfismo, con forti fessurazioni e fratturazioni.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG51 01 E CV RB NV2200 001 A00	Foglio 6 di 14

2. NORMATIVA E STRUMENTI TERRITORIALI DI RIFERIMENTO

Per il presente lavoro sono state prese a riferimento le seguenti normative di Legge:

- D.M. 11.03.1988 e s.m.i. "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e le scarpate, i criteri generali, e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- Circ. LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483 "Norme tecniche per terreni e fondazioni – istruzioni applicative".

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG51 01 E CV RB NV2200 001 A00	Foglio 7 di 14

3. SISMICITA'

La sismicità della zona in studio risulta essere di particolare interesse ai fini della realizzazione dell'opera e delle relazioni tra attività sismica e strutture tettoniche. A tal fine, nella tabella seguente è riportato il rischio sismico attribuito ai territori comunali lungo il tracciato in progetto, come indicato dalla classificazione proposta dal D.M. 14 luglio 1984 e s.m.i (vecchia classificazione sismica) e dalla successiva Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003 (nuova classificazione sismica).

Regione	Comune	Vecchia classificazione sismica	Nuova classificazione sismica
Piemonte	Fraconalto	4	3

Tabella: Elenco dei comuni interessati dal tracciato con indicazione del loro rischio sismico secondo la classificazione sismica della normativa nazionale.

Dalla Tabella si può osservare come il comune lungo il tracciato sia interessato da un rischio sismico tendenzialmente medio-basso. Questo risultato trova conferma nei terremoti registrati nel basso Piemonte dal gennaio 1982 fino al novembre 2000 (dati del "Catalogo sismico 1982-2000" edito dalla Regione Piemonte in collaborazione con l'Università di Genova), che indicano come l'area oggetto di studio sia interessata in maniera limitata da eventi sismici e come questi siano caratterizzati perlopiù da profondità e magnitudo medio-bassa.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51 01 E CV RB NV2200 001 A00</p> <p>Foglio 8 di 14</p>

4. FASI DELLO STUDIO ED INDAGINI ESEGUITE

Per la definizione del quadro geologico-geotecnico della zona del progetto è stato eseguito uno studio articolato nelle seguenti fasi:

- Ricerca e raccolta del materiale bibliografico, cartografico e tecnico già esistente circa le caratteristiche geologiche e geotecniche della zona in esame; più in dettaglio questa fase ha compreso le seguenti sottofasi:
 - o ricerca presso gli uffici tecnici degli Enti locali competenti sul territorio di studi geologico-tecnici di pianificazione; tra questi è stato preso a riferimento il Piano di Bacino Stralcio del Torrente Polcevera
 - o ricerca del materiale geologico-geotecnico allegato alla linea A.V./A.C. Milano Genova
- Rilevamento di superficie di tipo geologico – geostrutturale mirato ad acquisire informazioni sullo stato deformativo della roccia e sulla sua storia tensionale, in quanto, causa una intensa tettonogenesi, presenta condizioni di metamorfismo, con forti fessurazioni e fratturazioni
- Elaborazione dell'insieme dei dati raccolti e conseguente redazione della presente relazione e degli elaborati grafici di supporto.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51 01 E CV RB NV2200 001 A00 Foglio 9 di 14

5. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto d'intervento ricade in parte nel bacino idrografico del Torrente Scrivia ed in parte nel bacino idrografico del Torrente Orba.

Il Torrente Scrivia è un corso d'acqua che nasce dalle pendici del Monte Antola, nei pressi di Montoggio, dalla confluenza dei due torrenti Laccio e Pentemina e sfocia nel Fiume Po, per una lunghezza totale di circa 88 Km. Dal Monte Antola stesso nasce il crinale che, con il Monte Buio (m. 1401), il Monte Sopracosta (m. 1278) e la dorsale fino al Monte Crovo (m. 775), definisce il confine regionale e separa il bacino dello Scrivia dalla valle del Borbera, sub - affluente padano. Si diparte inoltre, dal Monte Antola, verso sud, il crinale che ha nel Monte Cremado (m. 1512), nel monte Prelà (m. 1406) e nel Monte Lavagnola (m. 1112), le cime più rappresentative e che lo divide dalla Val Trebbia. Lo spartiacque meridionale, caratterizzato da quote meno elevate, si interpone tra il bacino stesso e le valli del versante ligure (Lavagna, Bisagno e Polcevera). Lungo questa dorsale si incontrano gli importanti passi della Scoffera (m. 800) e dei Giovi (m. 472); a partire da quest'ultimo passo, il crinale segna il confine regionale nord - occidentale, separando il bacino ligure da quello piemontese del Lemme, tributario dell'Orba. Tale particolare orografia individua nel territorio due settori: quello orientale, in cui i principali affluenti e l'alto corso del torrente sono orientati secondo un asse est/ovest, e quello occidentale, proprio dello Scrivia, caratterizzato da un asse nord/sud. Data la vicinanza del fondovalle allo spartiacque meridionale, la destra orografica offre gli affluenti di maggiore importanza: il Brevenna, il Seminella ed il Vobbia.

Il Torrente Orba, invece, nasce dalle pendici settentrionali del Monte Reixa (m. 1183) che fa parte dello spartiacque ligure - padano del gruppo del Beigua. La sua asta fluviale si estende per circa 22 Km prima di andare a confluire nel Fiume Bormida e successivamente nel Po. Dalle sorgenti, il torrente scorre in provincia di Savona con un percorso tortuoso attraverso pascoli e faggete; il percorso del torrente da S. Pietro d'Orba è disseminato di gole, anche profonde, e di rapide, fino a Martina (m. 450). Qui entra in provincia di Genova, dove sviluppa un percorso di circa Km. 8. In comune di Tiglieto, nei pressi di Acquabianca, raccoglie in destra orografica il Carpescio : questo si origina dalla confluenza del Rio Rosto - che nasce e scorre in provincia di Savona - con il Rio Baracca, il cui percorso fa da confine tra le due Province. In seguito, l'Orba raccoglie da destra gli apporti di modesti affluenti: il Gerta ed il Masino. Quindi, le acque dell'Orba precipitano in una specie di "canyon", scavato tra ripide pareti di serpentino, per poi allargarsi nella piana di Badia, dove si originano numerosi laghetti. Oltre Tiglieto, l'Orba raccoglie in sponda sinistra i rii Castelletto e Romito e poi origina un vasto meandro che prosegue per un tratto in territorio piemontese (provincia di Alessandria). Poco prima dell'ingresso nel bacino artificiale di Ortiglieto (confine interregionale), il torrente riceve il Rio dei Pastori e, all'uscita del bacino, il Ritano delle Brigne. Quindi, il fondovalle costituisce, con un percorso meandriforme di circa Km. 4, il confine tra Liguria e Piemonte. Ricevuto da destra il Rio Vara, dopo un percorso di Km. 12 totalmente o parzialmente in provincia di Genova, l'Orba passa definitivamente in territorio piemontese (quota m. 250) per proseguire il suo cammino verso la confluenza con il Fiume Bormida.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV RB NV2200 001 A00 Foglio 10 di 14

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'intervento previsto si sviluppa lungo un percorso che vede attraversare ben due unità tettoniche con processi evolutivi ben distinti fra loro:

- Unità della Val Polcevera: rappresentata da torbiditi siltoso-marnoso-arenacee riferibili al Cretaceo superiore e da argilliti intervallate ad arenarie quarzose;
- Unità di Monte Figogna (o di Timone-Bric Tejolo): costituita da una successione ofiolitica e meta-vulcanica con associate facies di sedimentazione oceanica di età giurassica e dalle relative coperture stratigraficamente continue fino ai depositi di flysch del Cretaceo medio.

L'Unità della Val Polcevera è l'equivalente occidentale dell'Unità del Monte Gottero, ovvero costituita da un flysch di scarpata, quindi di origine continentale, con livelli siltoso-arenacei.

L'Unità di Monte Figogna fa parte della zona "Sestri-Voltaggio".

La zona Sestri-Voltaggio è sempre stata oggetto di studi da parte di numerosi geologi, in quanto ad essa veniva assegnato un ruolo molto importante nell'interpretazione dell'evoluzione delle Alpi. Per Marini la zona S.V. è un'architettura a falde sovrapposte, con le tre unità che si sovrappongono al Gruppo di Voltri. Secondo Cortesogno L. e Haccard D., invece, la linea S.V. viene definita come un contatto tettonico tra il Gruppo di Voltri e la zona S.V. successivamente verticalizzato da una megapiegia ad asse N-S e vergenza Est. Sempre secondo le loro teorie, la complessa strutturazione tettonica interna alla "Zona Sestri-Voltaggio" è dovuta alla sovrapposizione di tre fasi plicative composite, sviluppatasi fra il Cretaceo medio-superiore (epoca in cui iniziarono i moti convergenti che determinarono la chiusura dell'oceano ligure-piemontese) e l'Oligocene medio.

Secondo Cortesogno L. e Haccard D., la complessa strutturazione tettonica interna alla "Zona Sestri-Voltaggio" è dovuta alla sovrapposizione di tre fasi plicative composite, sviluppatasi fra il Cretaceo medio-superiore (epoca in cui iniziarono i moti convergenti che determinarono la chiusura dell'oceano ligure-piemontese) e l'Oligocene medio.

- Fase 1: sprofondamento per meccanismi di tipo Benhioff (subduzione), delle varie unità;
- Fase 2: risalita delle unità, con ripiegamenti Est-vergenti e conseguente clivaggio e scistosità;
- Fase 3: ultima fase importante, conclusasi con la risalita del complesso strutturale, portandolo all'erosione a partire dal tardo Eocene.

Inoltre le deformazioni avvenute nell'Eocene, non hanno sostanzialmente modificato l'edificio strutturale già definitosi nella precedente fase 3; in tal modo la zona non ha risentito delle deformazioni mioceniche, che hanno invece interessato l'Appennino, rimanendo così solidale con le coperture oligoceniche, qui poco deformate. Esse fanno parte del Dominio delle Liguridi Interne, la cui tettonica si differenzia da quella delle Liguridi Esterne in quanto si riscontra una maggiore deformazione delle strutture, associata ad una leggera impronta metamorfica (anchimetamorfismo).

L'evoluzione tettonica si può suddividere in 3 fasi:

- la prima è caratterizzata da pieghe isoclinali e da una vergenza Europea;
- la seconda da un raccorciamento che ha ripiegato i contatti tettonici formati in precedenza;
- la terza dalla presenza di superfici di taglio lungo le quali si sono verificati dei sovrascorrimenti (retrocarreggiamenti) che hanno portato la geometria ad una situazione sostanzialmente simile a quella attuale.

Il sigillo alla messa in posto della catena appenninica, lo mette, a partire dall'Eocene Superiore, il Bacino Terziario Piemontese. Esso è definito come un bacino molassico-episturale di copertura tardo-post orogenetica interessato da un'ingressione marina proveniente dai settori Nord-orientali.

Le Formazioni litologiche riscontrabili lungo il percorso in esame, sono così suddivise:

Unità della Val Polcevera

Formazione di Mignanego (Cretaceo superiore)

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV RB NV2200 001 A00
	Foglio 11 di 14

La formazione di Mignanego comprende due litozone (Marini, 1998): la prima (litozona siltosoarenacea) costituita da torbiditi siltoso arenacee medio-fini di tipo prevalentemente subarcosico in strati da sottili a medio-spessi; talora si osservano abbondanti intercalazioni di pelitoscisti neri. La seconda litozona (litozona marnosa) è caratterizzata da torbiditi marnose a base calcareo-arenacea sottile in strati medio-spessi. L'insieme delle due litozone è noto anche come Argilliti di Mignanego (Allasinaz et al., 1971). L'unità è compresa fra il presunto limite tettonico con l'unità Timone-Teiolo ad Ovest ed il limite stratigrafico con le Argille di Montànesi ad Est.

Unità M. Figogna (o di Timone-Bric Teiolo)

Metargilliti (Cretaceo inferiore)

Secondo Cortesogno & Haccard (1984) quest'unità è inglobata nelle Meta-Argilliti a Palombini del Passo della Bocchetta, delle quali costituisce il tetto stratigrafico, ed è in continuità stratigrafica con le soprastanti Argilliti di Mignanego. Marini, (1998) ipotizza invece che il limite superiore con le Argilliti di Mignanego abbia un'origine tettonica in quanto le argilliti si presentano prevalentemente in assetto rovesciato e con caratteri metamorfici di più basso grado.

Questa formazione è costituita, analogamente alle Meta-Argilliti a Palombini, da scisti grigio - neri o verdastrati per la presenza di veli sericitici sulle superfici di discontinuità, fortemente arricciati e solo raramente lastroidi, ricchi di essudati di quarzo ed albite in lenti e noduli; molto spesso assumono un aspetto filladico. Ad essi si intercalano però anche banchi medio - sottili di arenarie quarzose da fini a finissime a cemento carbonatico. Le litologie primarie ricordano quelle delle unità emipelagatiche diffuse in tutti i flysch liguridi. Lo spessore non è definibile.

Metabasiti (Giurassico superiore-medio)

Con il termine di "Basalti" è stato individuato un insieme eterogeneo di rocce ad affinità basaltica. Si tratta infatti di basalti a cuscini, basalti massicci, brecce basaltiche, e metabasalti, talora scistosi, con metamorfismo in facies "scisti blu". L'affioramento più cospicuo di basalti massicci (noti in letteratura anche come diabasi o spiliti) si trova in corrispondenza del rilievo montuoso del M. Figogna-B.c Teiolo. Il limite primario inferiore è rappresentato presumibilmente dalle serpentiniti, mentre quello superiore è rappresentato dai Diaspri o, in assenza di questi, dai Calcari di Erselli o dalle metargilliti con calcari; l'unità è costituita in prevalenza da basalti spilitici (Marini, 1998). I termini predominanti sono basalti con strutture a cuscini, i cui interstizi sono spesso colmati da vetro vulcanico cloritizzato oppure, come accade nella zona di Erselli, da depositi ematitizzati. Questi basalti preservano molto frequentemente un'accentuata bollosità e, nei settori di più intensa deformazione (N di Passo della Bocchetta), i cuscini risultano schiacciati in varia misura. Locali accumuli ialoclastici, indicativi di fasi esplosive, sono segnalati soprattutto nelle porzioni stratigraficamente più elevate (Cortesogno & Haccard, 1984). Filoni basaltici e subordinatamente dioritici, sono diffusi sia all'interno dei basalti che delle serpentiniti. Le colate basaltiche potrebbero essersi ammassate in condizioni batimetriche non molto spinte, come dimostrerebbero la frequente bollosità delle lave e l'attività esplosiva a tratti molto intensa (Marini, 1977). Lo spessore massimo dei basalti supera sicuramente i 600 metri in corrispondenza del rilievo del M. Figogna.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG51 01 E CV RB NV2200 001 A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 12 di 14</p>

7. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Gli aspetti morfologici del territorio sono essenzialmente in accordo con le condizioni climatiche attuali; non sono riconoscibili morfologie relitte riferibili ad andamenti climatici fortemente differenti, con particolare riferimento ai periodi glaciali.

Per quanto riguarda le frane, i collassi di versante, le esondazioni ed i processi erosivi lungo i corsi d'acqua, si può affermare che questi fenomeni prendano solitamente l'avvio dal convergere di più fattori. Molti sono determinati da cause naturali, altri vedono il contributo dell'azione dell'uomo: i fattori scatenanti possono essere infatti legati a particolari aspetti geologici della zona e ad eventi idrometeorologici di eccezionale intensità; mentre in altri casi si osserva la marcata impronta dell'attività umana, con l'alterazione di equilibri a volte precari, l'eliminazione della vegetazione e di drenaggi naturali, l'edificazione in aree morfologicamente non idonee o la non corretta gestione del patrimonio forestale. Le zone caratterizzate da roccia affiorante e subaffiorante, ovvero interessate da una copertura detritica eluvio-colluviale sottile con spessori fino a 0.5-1 metro, sono generalmente localizzabili sui versanti; mentre invece lungo la piana fluviale, gli spessori della coltre aumentano sensibilmente facendo registrare potenze >3 metri (coltri potenti).

Una sensibile variazione di morfologia la si può apprezzare in prossimità del contatto tettonico, mediante sovrascorrimento della Formazione di Mignanego sulle metargilliti dell'Unità di Monte Figogna. Si passa infatti da una morfologia pseudo-pianeggiante, ad una più accidentata dovuta al deposito di grossi accumuli detritici (nell'ordine di 15-20 metri) che generano degli alti morfologici con importanti problemi di stabilità dovuti alla saturazione delle coltri stesse ad opera delle acque meteoriche e di falda. Si riscontrano, a tal proposito, diversi problemi legati alla stabilità della rete viaria, la quale presenta, in svariati punti, dei cedimenti più o meno accentuati del manto stradale.

Per quel che riguarda l'erosione ed il dilavamento dei versanti, si può ricordare che sono dovuti a molteplici cause, quali la natura del materiale, i fattori morfologici, i fattori climatici, il tipo di copertura vegetale ed i fattori antropici. Nel territorio studiato sono intensi i processi erosivi dovuti alle acque dilavanti.

L'omogeneità litologica che caratterizza queste zone, non crea contrasti morfologici significativi, fatta eccezione per quelli dovuti ai depositi alluvionali che riempiono i maggiori fondovalle e per quello già menzionato in precedenza, al contatto tettonico fra la Formazione di Mignanego e le metargilliti dell'Unità di Monte Figogna. Sovente si riscontrano alternanze di valli e creste, quest'ultime con acclività molto disomogenee.

Il reticolato idrografico è poco sviluppato, a carattere torrentizio, con fossi di ruscellamento che incidono i versanti sui quali si impostano. Oltre a ciò, l'area in oggetto mostra anche accenni di attività deposizionale, come testimoniato dalla presenza di rari conoidi di deiezione.

Dal punto di vista della stabilità, il settore offre delle problematiche, in quanto le litologie flyschoidi, a forte componente argillitica, danno luogo frequentemente a imbibizioni che evolvono in una successione di fenomeni, che vanno dal soliflusso alla frana vera e propria.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51 01 E CV RB NV2200 001 A00 Foglio 13 di 14

8. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La circolazione dell'acqua nel sottosuolo esercita grande influenza sul regime idrologico di un bacino, diventando spesso determinante per una corretta interpretazione dei fenomeni in atto e per la loro previsione. È importante quindi individuare la capacità di immagazzinamento idrico dei litotipi affioranti nel bacino, evidenziandone, attraverso il tipo di permeabilità, la modalità di circolazione dell'acqua nel sottosuolo e quindi individuando, ove possibile, l'incidenza che tale presenza o circolazione ha sulla stabilità dei versanti e sulla circolazione superficiale delle acque.

In rapporto al tipo di circolazione, è importante segnalare che il meccanismo e la dinamica di infiltrazione influenzano la genesi di movimenti franosi. In particolare, mentre in condizioni di precipitazioni di normale entità si determina un'elevata infiltrazione d'acqua, in condizioni di piogge intense e concentrate la capacità di infiltrazione si riduce notevolmente e, lungo le discontinuità, si generano incrementi di pressione interstiziale che possono essere causa scatenante di movimenti franosi.

Le litologie caratterizzate da elevata permeabilità per fratturazione sono sede di circuiti idrici fortemente condizionati dall'andamento (orientazione e densità) e dalla persistenza delle discontinuità presenti. Nei litotipi semipermeabili ed impermeabili, la circolazione idrica lungo le discontinuità è fortemente influenzata da fenomeni d'alterazione che interessano i materiali argillosi: i prodotti d'alterazione, infatti, tendono ad intasare le discontinuità presenti, rallentando e limitando i processi di circolazione idrica. Nell'ambito del bacino, quindi, l'infiltrazione in tali litologie va ad alimentare una circolazione idrica prevalentemente superficiale, caratterizzata da una rete di flusso discontinua. In particolare nelle argilliti e nell'ambito delle coperture detritiche eluvio-colluviali a prevalente matrice fine argillosa sono possibili circolazioni idriche di ridotta entità, riconducibili ad uno schema di flusso limitato che si realizza lungo orizzonti ben determinati, discontinui e spesso isolati. In prossimità del substrato roccioso fenomeni di impregnazione idrica del terreno di copertura possono essere connessi con sorgenti poste nel substrato stesso, mentre, in corrispondenza del piano campagna, la circolazione idrica è in stretta connessione con gli apporti meteorici. Al verificarsi di eventi intensi e concentrati gli strati più superficiali dei terreni di copertura vengono, generalmente, a trovarsi in condizioni di elevata saturazione: tale condizione, oltre a ridurre l'infiltrazione verso orizzonti più profondi, è la principale causa innescante di fenomeni franosi superficiali.

Numerose sono le zone di ristagno ed imbibizione dei terreni, soprattutto in corrispondenza del limite fra accumuli detritici (coltri di alterazione, detriti di falda, coni di deiezione) e rocce a comportamento prevalentemente impermeabile.

Da ultimo, è da tenere presente che le zone intensamente urbanizzate costituiscono un "fronte" praticamente impermeabile, che non favorisce lo smaltimento degli afflussi in caso di precipitazioni a carattere forte e concentrato. Ecco come si comportano le coltri e le litologie presenti nella zona oggetto d'intervento, da un punto di vista idrogeologico.

Depositi alluvionali:

Le alluvioni di fondovalle sono caratterizzate da condizioni di permeabilità primaria per porosità. Tali alluvioni costituiscono il principale serbatoio idrico sotterraneo, e sono intensamente sfruttate in prevalenza per uso industriale.

Coperture detritiche:

In tutta l'area del bacino sono assai frequenti accumuli detritici di varia natura, che presentano condizioni di infiltrabilità e conducibilità idraulica molto variabili. Si trovano sotto forma di detrito di falda o come coltri di alterazione superficiale derivate dall'alterazione e dal dilavamento delle diffusissime formazioni a prevalente composizione argillitica. La permeabilità per porosità è legata principalmente alla presenza della frazione argillosa: la permeabilità risulta scarsissima per il detrito derivante dalle formazioni prevalentemente argillose, mentre permeabili risultano le falde e coltri derivanti dalle formazioni calcaree. In ogni caso si è rilevato che, qualora il substrato risulti sufficientemente sano, tali coltri possono divenire sede di una intensa circolazione idrica, soprattutto nel caso di precipitazioni prolungate. Tale fenomeno è spesso la causa scatenante dell'innescarsi di movimenti lenti ma diffusi che vanno ad interessare gran parte delle coltri detritiche.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	Foglio 14 di 14
IG51 01 E CV RB NV2200 001 A00		

Si riporta in tabella i valori di permeabilità ottenuti dalle prove Lefranc eseguite nei fori di sondaggio della campagna geognostica della strada della Castagnola, nel tratto più vicino alla cantierizzazione.

Sondaggio	Profondità prova Lefranc	Permeabilità K (m/sec)	Descrizione copertura
SP12	3.00-4.60 m	$2.67 \cdot 10^{-6}$	Limo argilloso con ghiaia
SP12	10.40-11.60 m	$1.84 \cdot 10^{-5}$	Scaglie di argilliti e limo sabbioso
SP13	4.50-6.00 m	$1.38 \cdot 10^{-5}$	Argillite in scaglie in matrice limo-argillosa
SP14	5.40-6.00 m	$9.48 \cdot 10^{-5}$	Argillite scagliettata
SP21	4.00-5.50 m	$4.09 \cdot 10^{-7}$	Ghiaia con limo e argilla limosa
SP21	11.50-13.00 m	$1.55 \cdot 10^{-7}$	Argillite foliata con riempimenti argillosi

Per quanto riguarda i grandi accumuli di frana, il materiale detritico presenta in genere buone caratteristiche di permeabilità soprattutto per porosità, grazie all'elevata eterogeneità dei clasti (spesso queste sono zone di serbatoi idrici). Le sorgenti generalmente si manifestano, in questo caso, in superficie al contatto tra materiale franato e roccia in posto, seguendo l'andamento del piano di scivolamento. In taluni casi si ha invece una circolazione idrica abbastanza superficiale, con la falda che interseca il piano topografico nella parte alta del corpo di frana.

Argilliti ed Argilloscisti:

Argilliti ed argilloscisti e tutte le formazioni di natura scistosa a composizione decisamente argillitica, ma con frequenti intercalazioni calcaree o arenaceo-quarzitiche, che caratterizzano gran parte del bacino, sono da ritenersi praticamente impermeabili in condizioni di assenza di alterazione. Normalmente sono però costituite da uno strato superficiale di natura eluvio-colluviale sovrastante una zona ad intensa fratturazione ed alterazione (cappellaccio), sede di intensa circolazione idrica. Solo ad alcuni metri dal piano di campagna è possibile incontrare la roccia in buone condizioni di conservazione. Sul terreno, dai logs stratigrafici, si evince come in molti casi le argilliti siano spesso fittamente foliate e cataclastiche. Pertanto la permeabilità varia da punto a punto. Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate delle prove Lugeon i cui valori sono riportati nella tabella seguente.

Sondaggio	Profondità prova Lugeon	Permeabilità K (m/sec)	Descrizione copertura
SP12	16.00-19.40 m	$5.55 \cdot 10^{-7}$	Argilliti fittamente foliate
SP13	15.00-20.00 m	$5.96 \cdot 10^{-7}$	Argillite grigia in matrice limo-argillosa
SP21	20.50-25.00 m	$2.49 \cdot 10^{-7}$	Argillite grigia-nera con noduli di quarzo

Flysch siltoso-arenacei:

Si presentano generalmente impermeabili, risultando però presenti settori fratturati (generalmente in corrispondenza di livelli stratigrafici a più scarsa frazione terrigena) sede di una limitata circolazione idrica sotterranea. Tale circolazione risulta in ogni caso limitata alla fascia corticale epidermica, dando origine a circuiti idrogeologici brevi, con sorgenti di scarsissima portata spesso non permanenti o con forte variabilità stagionale.