

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  
STRADA DI COLLEGAMENTO CANTIERE LIBARNA COP5 E CANTIERE MORIASSI COP4  
Geologia  
Relazione geologico-geomorfologica ed idrogeologica**

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio <b>Cociv</b> Ing. G. Guagnozzi	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 1	E	C V	R G	N V 2 9 0 0	0 0 3	A

Progettazione :								
Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
	Emissione	Rocksoil <i>Emilio Maria</i>	17/09/2012	Ing. F. Colla <i>F. Colla</i>	19/09/2012	E. Pagani <i>Ep</i>	21/09/2012	Dott. Geol. E. De Mattei 

n. Elab.:

File: IG5101ECVRGNV2900003A00

CUP: F81H92000000008



<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5101ECVRGNV2900003A00</p> <p>Foglio 3 di 31</p>

## INDICE

INDICE.....	3
1.   PREMESSA.....	4
2.   NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
3.   ORGANIZZAZIONE DELLO STUDIO.....	8
4.   INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	9
4.1.   Il Bacino Terziario Piemontese .....	10
4.2.   La successione autoctona e neo-autoctona padano-adriatica .....	11
4.3.   Depositi quaternari.....	12
4.3.1.   Coltri superficiali di versante.....	12
4.3.2.   Accumuli di frana .....	13
4.3.3.   Depositi alluvionali .....	13
4.3.4.   Fluviale Antico (fl1) .....	14
4.3.1.   Fluviale medio (fl2) .....	14
4.3.1.   Fluviale recente (fl3) .....	14
5.   ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA .....	16
5.1   Geomorfologia .....	16
5.2   Geologia.....	16
6.   ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO .....	18
6.1.   Circolazione idrica superficiale .....	18
6.2.   Circolazione idrica sotterranea .....	18
7.   STABILITA' DEI VERSANTI E RISCHIO IDROGEOLOGICO .....	20
8.   SISMICITA' .....	21
8.1.   Dati disponibili .....	21
8.2.   Caratteri generali della sismicità regionale .....	21
8.3.   Classificazione sismica dell'area di progetto .....	22
8.4.   Stima delle proprietà sismiche dei terreni interessati dal progetto .....	26
8.4.1.   Caratteri litostratigrafici.....	26
8.4.2.   Classificazione sismica secondo NTC 2008.....	26
8.4.1.   Classificazione topografica secondo NTC 2008.....	27
9.   CONCLUSIONI .....	29
10.  BIBLIOGRAFIA.....	31

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5101ECVRGNV2900003A00</p> <p>Foglio 4 di 31</p>

## 1. PREMESSA

Il presente rapporto riguarda la realizzazione della strada di collegamento tra il cantiere COP5 "Libarna" e il cantiere COP4 "Moriassi", previsti dal Progetto Esecutivo del nuovo collegamento AC/AV Milano-Genova "Terzo Valico dei Giovi". L'intervento si sviluppa in parte sul territorio comunale di Serravalle Scrivia e in parte su quello di Arquata Scrivia (AL) e prevede l'allargamento della strada podereale che corre parallela al futuro tracciato ferroviario, più un tratto di nuova viabilità che va ad innestarsi su via Moriassi.

Lo sviluppo del tracciato in studio è pari a circa 952 m, di cui 550 su sede stradale esistente e 402 m di nuova realizzazione, a cui vanno aggiunte le tratte di adeguamento degli innesti alla viabilità esistente.

Questo rapporto descrive la situazione geologica, geomorfologica e idrogeologica locale, accertando la compatibilità dell'opera in progetto nei confronti delle condizioni di pericolosità geologica e geomorfologica del sito, fornendo inoltre indicazioni tecniche per un corretto inserimento dell'opera stessa nel contesto esaminato.

E' importante precisare che, la presente nota revisiona ed integra, ove ritenuto necessario, gli aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici eseguiti in precedenza e descritti in Progetto Definitivo.

Rispetto alla fase di PD, alla data odierna, non sono disponibili nuove indagini per un affinamento della caratterizzazione geologica e geomorfologica dell'area.

Gli approfondimenti stratigrafici sono stati quindi basati solo sui dati del rilevamento geologico-geomorfologico di dettaglio; questo comporta che i contatti stratigrafici riportati nelle sezioni geologico-geotecniche mantengano un certo grado di incertezza sul loro andamento nel sottosuolo e sulla profondità a cui sono stati ipotizzati.

La presente relazione descrive quanto rappresentato negli elaborati grafici allegati:

- Carta geologico – geomorfologica con ubicazione indagini geognostiche in scala 1:1000 (elaborato IG51-01-E-CV G7 NV 29 0 0 001 A00),
- Carta idrogeologica con ubicazione indagini geognostiche e dei punti d'acqua in scala 1:1000 (elaborato IG51-01-E-CV G7 NV 29 0 0 002 A00),
- Profilo e sezioni geologico – geotecniche (elaborato IG51-01-E-CV AZ NV 29 0 0 001 A00).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5101ECVRGNV2900003A00</p> <p>Foglio 5 di 31</p>

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente rapporto fa riferimento alla seguente documentazione:

- R.D. 3267/1923 “Boschi e foreste” (vincolo idrogeologico).
- 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. 24/09/1988 n. 30483 “Norme tecniche per terreni e fondazioni - Istruzioni applicative”.
- OPCM 3274 del 20/03/2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Variante Generale di P.R.G.C. del Comune di Serravalle Scrivia (AL), approvata con D.G.R. n° 16-30017 del 13 luglio 2000.
- Variante Generale di P.R.G.C. del Comune di Arquata Scrivia (AL), approvata con D.G.R. n°18-1639 del 11 dicembre 2000.

L’analisi della documentazione territoriale disponibile per il sito in esame, sopra citata, ha evidenziato quanto segue:

- dal punto di vista della sismicità i territori dei Comuni di Arquata Scrivia e di Serravalle Scrivia rientrano, secondo la classificazione adottata dalla Regione Piemonte con D.G.R. n° 11-13058 del 19/01/2010, e successiva D.G.R. n° 4-3084 del 12/12/2011, in Zona 3 ( $0.05 g < a(g) \leq 0.15 g$ );
- sulla base della zonazione del territorio comunale rispetto alla pericolosità geomorfologica, adottata nella “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica (El. B6)” allegata al vigente PRG del Comune di Arquata Scrivia (cfr. Figura 1), il settore interessato dall’intervento ricade in “classe di rischio 2”, a moderata pericolosità geomorfologica;
- sulla base della zonazione del territorio comunale rispetto alla pericolosità geomorfologica, adottata nella “Carta della fattibilità geologica” (Tav. 6) allegata al vigente PRG del Comune di Serravalle Scrivia (cfr. Figura 1), il settore ricade prevalentemente in “classe di rischio 1”, definita come “Zona dove le condizioni di pericolosità sono tali da non determinare limitazioni alle scelte urbanistiche” e solo in un piccolo tratto in classi di rischio più elevate ove sono comunque consentiti interventi quali quello in progetto;
- l’area è inoltre sottoposta a vincolo idrogeologico di cui alla L.R. 9.8.1989 n° 45, limitatamente ai settori di pendio situati a monte delle due strade poderali esistenti, quella di Cascina Muriassi e quella proveniente da C.na San Giovanni. L’avvallamento compreso tra le due strade non è vincolato.

L'area non rientra nelle fasce fluviali del P.A.I.

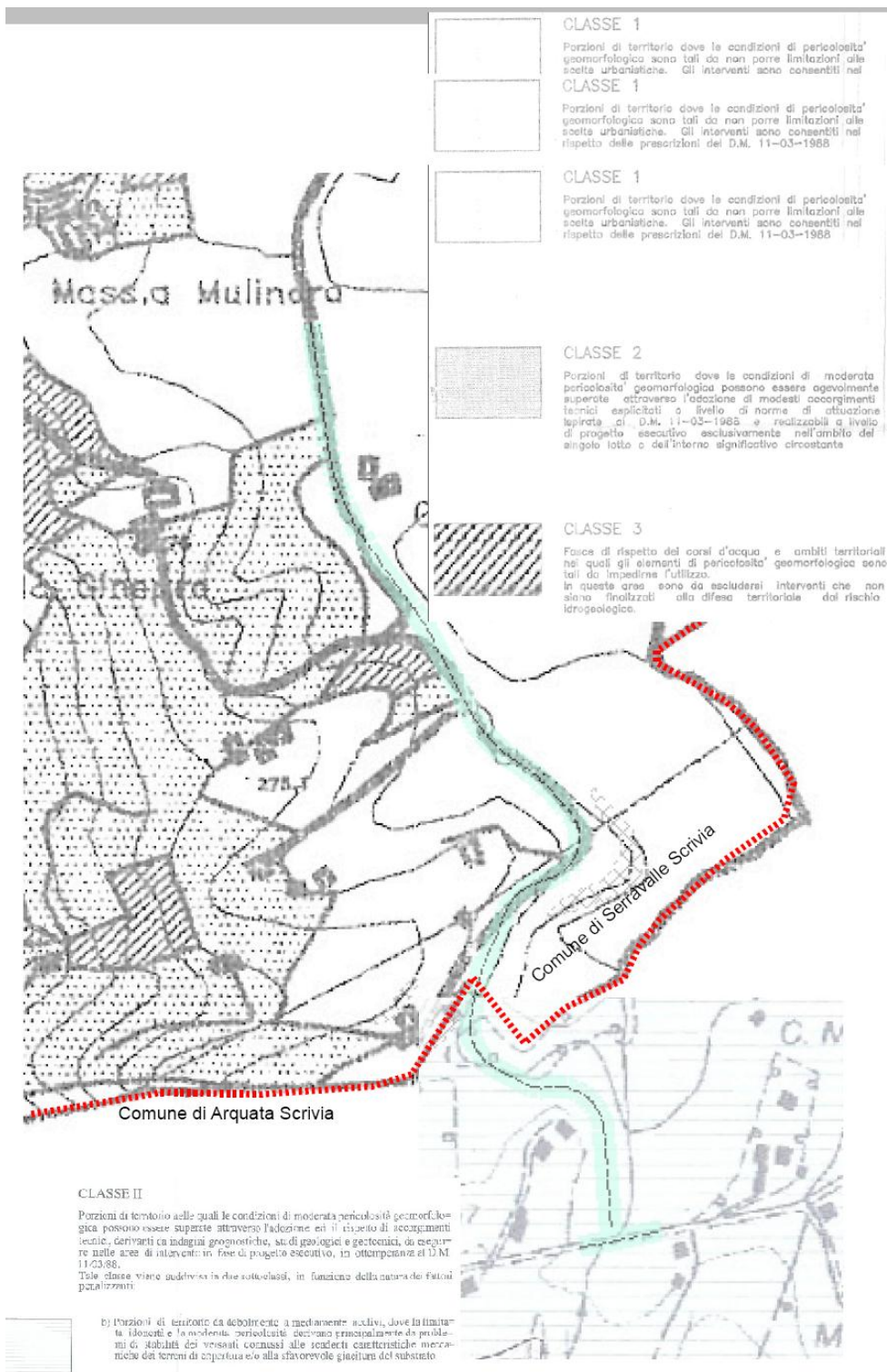


Figura 1 – Mosaicatura degli estratti dalla “Carta della fattibilità geologica (Tav. 6)” allegata al vigente PRG del comune di Serravalle Scrivia e dalla “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>IG5101ECVRGNV2900003A00</p> <p>Foglio 7 di 31</p>

**dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica (El. B6)" allegata al vigente PRG del comune di Arquata Scrivia, con ubicazione dell'intervento in progetto (non in scala).**

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5101ECVRGNV2900003A00</p> <p>Foglio 8 di 31</p>

### 3. ORGANIZZAZIONE DELLO STUDIO

Le attività inerenti lo studio geologico-geomorfologico e idrogeologico del sito di intervento hanno previsto:

- l'esecuzione di una ricerca bibliografica;
- il rilevamento di terreno e l'acquisizione dei dati geologici, geomorfologici ed idrogeologici relativi alle aree di intervento;
- l'analisi ed interpretazione delle immagini aeree disponibili;
- la revisione critica dei dati della campagna geognostica del Progetto Definitivo approvato nel 2005, nonché delle relazioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del medesimo Progetto Definitivo (PD);
- l'esame dei dati dei sondaggi e delle indagini integrative richieste in sede di Progettazione Esecutiva (ove disponibili);
- l'interpretazione dei dati raccolti sul terreno alla luce dell'insieme delle informazioni disponibili;
- la redazione degli elaborati geologici del Progetto Esecutivo (PE).

L'elaborazione dei dati è stata eseguita in ottemperanza alle specifiche tecniche di progettazione e alle richieste di approfondimento riportate nella delibera CIPE n. 80/2006, relative alle opere in oggetto.

Al momento della redazione della seguente relazione non sono disponibili dati di sondaggi.



#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il settore collinare di raccordo con la pianura è costituito da formazioni riferibili alle unità note come “Bacino Terziario Piemontese” (BTP) e “ciclo sedimentario autoctono e neoautoctono padano-adriatico” ( ).

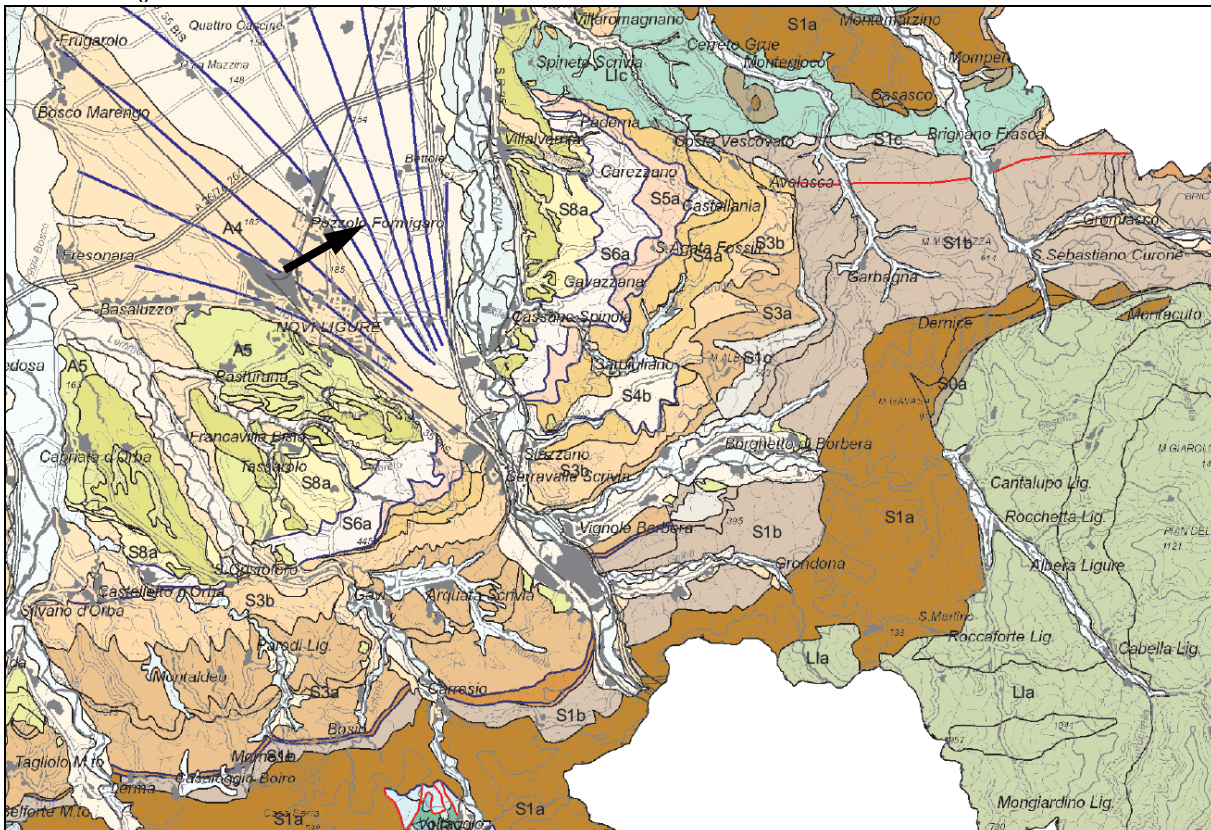


Figura 2 - Estratto della nuova Carta Geologica del Piemonte in scala 1:250.000 e relativa legenda (Piana et al., in prep.) con l'ubicazione dell'area di studio (freccia). La parte in bianco corrisponde al territorio della Regione Liguria.

#### LEGENDA

##### Depositi alluvionali

**A1/A6** depositi fluviali del bacino alessandrino n(Pleistocene medio – Attuale)

##### Bacino Terziario Piemontese

**S8a** Successioni marnoso-siltose zancleane; **S6a** Successioni terrigene messiniane; **S4c** Evaporiti e successioni euxiniche messiniane; **S4b** Corpi arenaceo-conglomeratici tortoniano-messiniani; **S4a** Successioni marnose tortoniano-messiniane; **S3b** Successioni arenaceo-pelittiche ed arenacee serravalliano-tortoniane; **S3a** Successioni arenaceo-pelittiche e marnose burdigaliano-langhiane; **S2a** Successioni prevalentemente carbonatiche burdigaliane; **S1d** Depositi silicei aquitaniano-burdigaliani; **S1b** Successioni marnose rupeliano-aquitaniense; **S1c** Corpi lenticolari arenaceo-conglomeratici rupeliano-aquitaniense; **S1a** Successioni arenacee e arenaceo-pelittiche rupeliane.

##### Dominio Ligure-Piemontese (unità non metamorfiche) - Flysch ad Helminthoides dell'Appennino

**L1a** Formazione del M. Antola, Formazione di Bruggi-Selvapiana, Argilliti di Pagliaro (Campaniano-Maastrichtiano p.p.); **L1c** Flysch di Monte Cassio (Cretacico sup.-Eocene inf.?).

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV2900003A00
	Foglio 10 di 31

#### 4.1. Il Bacino Terziario Piemontese

Il Bacino Terziario Piemontese (BTP) si sviluppa a cavallo del limite tra le due catene alpina e appenninica e consiste di formazioni clastiche deposte in un ciclo sedimentario trasgressivo, come risultato dello smantellamento parziale del rilievo alpino per effetto del suo sollevamento da tardo- a post-orogenico. Si tratta quindi di un bacino fortemente influenzato dalla tettonica recente (terziaria) (Capponi et al., 2009).

La successione del BTP, essenzialmente terrigena, si sviluppa dall'Eocene sup. al Miocene sup. (Messiniano), raggiungendo talora spessori di più di 4000 m, con variazioni stratigrafiche legate a corrispondenti variazioni del livello del mare e della posizione della linea di costa. Essa inizia con sedimenti continentali (Eocene sup.-Oligocene inf.), tra cui brecce e conglomerati di origine alluvionale, depositi in ambiente prevalentemente subaereo e caratterizzati da una superficie di appoggio basale irregolare (condizionata dalla morfologia del substrato) e da scarsa continuità laterale (Brecce di Costa Cravara).

Seguono, in successione stratigrafica, conglomerati depositi in depressioni preesistenti su un substrato dalla morfologia irregolare, a formare apparati di delta conoide contigui e coalescenti (Formazione di Molare a E del T. Scrivia, Conglomerati di Savignone a W; Oligocene?; S1a in ). La superficie di appoggio geometricamente irregolare spesso non è congruente con le giaciture della stratificazione.

Le formazioni di Molare e Savignone si distinguono unicamente per la diversa alimentazione: nei conglomerati di Savignone i clasti sono costituiti dai calcari del M. Antola (Lia) e dai metabasalti dell'unità Figogna; nella formazione di Molare sono rappresentate le metaofioliti delle unità di crosta oceanica affioranti a N e a W di Genova. Un corpo conglomeratico isolato, presente presso Fraconalto, ha le caratteristiche dei conglomerati della formazione di Molare (Capponi et al. 2009). Non sono invece noti corpi conglomeratici con caratteristiche di alimentazione mista.

Secondo Di Biase & Pandolfi (1999a, 1999b, citati in Capponi et al. 2009) tale differenza di alimentazione riflette un controllo strutturale sull'erosione dell'edificio alpino, con i conglomerati di Savignone che riflettono l'erosione di unità flyschoidi poste in posizione strutturale relativamente elevata, mentre i conglomerati di Molare derivano dall'erosione di unità metamorfiche in posizione strutturale più profonda, riflettendo una fase più matura di sollevamento della catena. I conglomerati di Savignone dovrebbero quindi essere più antichi di quelli di Molare, anche se mancano del tutto evidenze paleontologiche o di sovrapposizione stratigrafica reciproca (Capponi et al. 2009).

Successivamente, a partire dall'Oligocene sup. si depositano sedimenti marnosi, arenacei e arenaceo-marnosi francamente marini, che testimoniano l'esistenza di condizioni di mare aperto fino al Burdigaliano (Formazioni di Rigoroso, S1b; Costa Montada, S1d; Costa Areasa, S3a), con una successiva tendenza alla diminuzione di profondità tra Langhiano e Serravalliano (Formazioni di Cessole, S3a e di Serravalle, S3b).

Nel Messiniano infine, si instaurano condizioni lagunari con la deposizione della Formazione Gessoso Solifera (S4c), affiorante sui rilievi immediatamente a W di Serravalle Scrivia.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2900003A00 <span style="float: right;">Foglio 11 di 31</span>

L'intera successione del BTP si sovrappone in discordanza sulle unità del substrato pre-oligocenico, con strati che immergono a medio-basso angolo in direzione N e NW a formare una monoclinale abbastanza regolare. La regolarità della successione stratigrafica assetto è localmente interrotta da alcune faglie subverticali di rigetto anche pluridecametrico.

#### 4.2. La successione autoctona e neo-autoctona padano-adriatica

I depositi appartenenti al ciclo sedimentario autoctono e neoautoctono padano-adriatico sono sovrapposti in leggera discordanza stratigrafica sui depositi del BTP e affiorano all'estremità settentrionale della dorsale montuosa, al margine con i depositi alluvionali terrazzati del fondovalle Scrivia e del settore di Novi Ligure.

La successione è rappresentata da una formazione conglomeratica (Conglomerati di Cassano Spinola, S6a, Messiniano sup.1) e da una formazione argilloso-marnosa (Argille Azzurre o "Argille di Lugagnano" auct., S8a, Pliocene) immergenti regolarmente verso NW, con inclinazione progressivamente decrescente verso l'alto.

I Conglomerati di Cassano Spinola affiorano lungo una fascia con orientazione media E-W che si estende tra Serravalle Scrivia e Zerbe. In base ai dati bibliografici, la formazione potrebbe avere uno spessore di circa 200 m.

Si tratta di conglomerati poligenici grossolani, non sempre ben cementati, a ciottoli arrotondati e irregolari, in cui prevalgono elementi calcarei ed arenacei, immersi in matrice arenacea e con lenti e livelli costituiti da strati centimetrici marnoso-sabbiosi di colore grigio.

La litofacies ha composizione variabile, da un ortoconglomerato (< 15% di matrice), come lungo il corso del T. Scrivia, a un paraconglomerato (> 15% di matrice), come in alcuni affioramenti a N della località "La Luminosa", nei pressi della sede autostradale A7 Milano-Genova.

All'interno, la stratificazione è molto grossolana, con transizioni da orizzonti decimetrici con ciottoli di dimensioni più grossolane a orizzonti a granulometria fine. Sono presenti delle superfici erosionali in corrispondenza del contatto tra intercalazioni arenaceo-limose e orizzonti a granulometria maggiore, nei quali è di solito presente una caratteristica gradazione inversa

L'unità affiora anche a W del tracciato in località Zerbe, dove ricopre la Formazione Gessoso-Solfifera, con debole discordanza: gli affioramenti qui osservati hanno permesso di osservare unicamente alcuni orizzonti arenaceo-marnosi spesso alterati.

Le soprastanti Argille di Lugagnano (Pliocene) sono costituite essenzialmente da marne e argille limose, molto consistenti, talora sabbiose, fossilifere, di colore grigio azzurro, con intercalazioni sabbiose. La stratificazione, talora indistinta, immerge verso NNW generalmente con inclinazione di pochi gradi.

<sup>1</sup> N.B.: la nuova Carta geologica del Piemonte in scala 1:250.000 (Piana et al., in prep.) colloca la formazione dei Conglomerati di Cassano Spinola all'interno del BTP.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV2900003A00
	Foglio 12 di 31

Lo spessore della formazione oscilla tra 150 m (settore occidentale del foglio Asti) e 250 m ca. (settore orientale del foglio Alessandria); in profondità, in corrispondenza della parte centrale del bacino, gli spessori sono superiori, come evidenziato da indagini geofisiche e da sondaggi profondi.

A nord dell'allineamento Serravalle Scrivia-Zerbe e fino a Novi Ligure, le argille affiorano in maniera discontinua poiché sono estesamente ricoperte dai sedimenti alluvionali recenti (§ 4.2).

### 4.3. Depositi quaternari

#### 4.3.1. Coltri superficiali di versante

I terreni della coltre detritica superficiale hanno caratteri differenti a seconda della litologia del substrato:

- i litotipi argillitici, flyschoidi e marnosi sono piuttosto sensibili alla pedogenesi e all'alterazione superficiale, il che si traduce nella formazione, al di sopra del basamento indisturbato, di una fascia di alterazione (ossidazione, decarbonatazione) la cui estensione in profondità è funzione della permeabilità e dello stato di fratturazione del litotipo; il substrato è poi coperto da un'estesa coltre detritico-colluviale superficiale, caratterizzata generalmente da granulometria fine di tipo da limoso a limoso-sabbioso. Litotipi e/o orizzonti più competenti possono dare luogo a frammenti litoidi, generalmente di taglia sub-decimetrica.

Lo spessore della coltre è generalmente dell'ordine di 1-3 m, localmente maggiore; i terreni di questo tipo tendono a ricoprire in maniera ubiquitaria i versanti e gli affioramenti di substrato, favoriti in ciò dalla pendenza media relativamente contenuta, a sua volta correlata alla facile erodibilità delle rocce.

Tali materiali hanno una permeabilità relativamente bassa, a causa della prevalente granulometria fine, di conseguenza hanno la tendenza a trattenere più a lungo l'acqua di infiltrazione dalle precipitazioni, il che determina una maggiore propensione al dissesto superficiale.

- I litotipi conglomeratici e arenaceo-conglomeratici, generalmente più competenti, danno origine a coltri detritiche più grossolane, costituite in gran parte dagli stessi elementi (clasti e matrice arenacea cementata) che formano il litotipo di origine. Le porzioni litoidi più compatte possono essere soggette a fratturazione pervasiva, che può indurre fenomeni di crollo localizzati o il distacco di singoli blocchi e frammenti, che originano nel tempo accumuli costituiti da blocchi decimetrico-metrici in percentuali variabili di matrice scolta. Gli accumuli detritici maggiori al piede degli affioramenti di grandi dimensioni possono raggiungere diversi metri di spessore.

Dal punto di vista idrogeologico la loro permeabilità è piuttosto elevata, il che consente una rapida infiltrazione delle acque di ruscellamento e una minore generale propensione al dissesto di questi materiali.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2900003A00 <span style="float: right;">Foglio 13 di 31</span>

#### 4.3.2. *Accumuli di frana*

Nell'area di studio non sono presenti corpi e/o accumuli di frana di grandi dimensioni; sono tuttavia diffusi lungo i versanti collinari, specie quelli caratterizzati da elevata acclività e substrato immergente a franapoggio, colamenti della coltre superficiale e scivolamenti traslativi di ridotte dimensioni. Si tratta di depositi prevalentemente limoso-sabbiosi poco addensati, inglobanti localmente ciottoli e blocchi costituiti dalle porzioni più coerenti del substrato marnoso interessato dai fenomeni franosi.

#### 4.3.3. *Depositi alluvionali*

I depositi alluvionali del settore adiacente al piede dei rilievi (sigle da A1 a A6 in ) sono costituiti da potenti successioni di depositi clastici grossolani, correlati principalmente all'azione di erosione, trasporto e sedimentazione del T. Scrivia, che ne ha condizionato la deposizione su diversi ordini di terrazzi. Nel settore a ridosso dei rilievi, sul versante sinistro della Valle Scrivia, questi depositi appoggiano in discordanza sulle successioni sedimentarie del BTP e della sequenza autoctona e neoautoctona padano-adriatica.

I depositi alluvionali sono prevalentemente distribuiti in sinistra orografica dello Scrivia e occupano con continuità il fondovalle principale nel tratto compreso tra Rigoroso e Novi Ligure; a nord di Novi Ligure i depositi alluvionali formano un corpo corrispondente al conoide alluvionale più recente.

I terrazzi più antichi, riferiti nella cartografia geologica al "fluviale antico" fl1, sono localizzati a sud di Novi, a quote intorno ai 250 m. Essi sono solcati da un reticolo idrografico a pattern subparallelo, orientato a NW secondo la linea di massima pendenza della superficie topografica. L'elevata densità del drenaggio e le forme particolarmente incise denotano l'antichità dei depositi e suggeriscono la presenza, in superficie, di terreni poco permeabili dovuti a una pedogenesi diffusa.

La serie di terrazzi di quota 210 m sui quali sorge l'abitato di Novi Ligure è attribuita al "fluviale medio" (fl2). Anche questi terrazzi sono caratterizzati da una superficie topografica che digrada verso NW fino ad arrivare, a W di Novi, intorno a 180 m di quota. Questa superficie è attraversata da un esiguo numero di impluvi, a testimonianza di un'età più recente e di una maggiore permeabilità verosimilmente correlabile a processi pedogenetici meno sviluppati rispetto ai terreni fl1.

I depositi alluvionali più recenti, indicati con fl3, occupano tutta l'area posta a ridosso del T. Scrivia compresa tra l'imbocco nord della galleria di Serravalle e Tortona. Sono pressoché privi di una rete idrica superficiale in quanto la maggior parte dell'acqua di precipitazione e ruscellamento superficiale si infila immediatamente, andando ad alimentare l'acquifero.

Dal punto di vista litostratigrafico i depositi alluvionali terrazzati presentano una certa omogeneità: si tratta di depositi prevalentemente grossolani (ghiaiosi), a tessitura massiva o scarsamente stratificata, in cui si rinvengono rare intercalazioni lenticolari e di modesto spessore, costituite da sabbie limose e limoso-argillose.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV2900003A00 <span style="float: right;">Foglio 14 di 31</span>

La stratigrafia dei sedimenti alluvionali ascrivibili al fluviale medio fl2 e al fluviale recente fl3 è nota in base ai sondaggi eseguiti nell'ambito della progettazione definitiva del tracciato, che evidenziano una successione di orizzonti differenziabili in relazione al diverso rapporto percentuale tra ghiaie, sabbie, limi e argille.

Nell'ambito del fluviale medio (fl2) si evidenzia in generale una maggiore percentuale di frazione fine limosa (come matrice) rispetto ai depositi fl3, che costituiscono i terrazzi più recenti; tale percentuale può in alcuni casi superare il 30%.

#### 4.3.4. *Fluviale Antico (fl1)*

Di questi depositi non si hanno indicazioni stratigrafiche di dettaglio, poiché non essendo interessati dalle opere afferenti al progetto della linea AV/AC Milano-Genova, non sono stati sottoposti ad indagini specifiche nelle precedenti fasi progettuali.

In affioramento si rinvencono localmente coltri limoso-argillose a tessitura massiva, di colore giallo ocraceo, che sembrano interessare i sedimenti alluvionali antichi per tutto il loro spessore. Alcuni affioramenti di questo tipo si rinvencono estesamente a sud di Novi Ligure, a quote intorno a 250 m.

#### 4.3.1. *Fluviale medio (fl2)*

Il fluviale medio fl2 comprende terreni a granulometria grossolana con contenuto in ghiaia prevalente (circa il 50%, localmente un po' meno) sulle sabbie (20-30%) e sulle parti fini che assumono percentuali comunque significative (20-30%).

Questi sedimenti che si differenziano dai precedenti anche per la maggiore alterazione dei clasti, con conseguente riduzione della tessitura, affiorano estesamente in corrispondenza del terrazzo di Novi Ligure. Lo spessore della coltre di alterazione superficiale non supera in genere i 5-6 m.

#### 4.3.1. *Fluviale recente (fl3)*

Il fluviale recente comprende terreni a granulometria grossolana con ghiaie nettamente prevalenti (70-80%) sulle sabbie (10-20%) e sulle parti più fini (limo+argilla) 10-20%.

La litofacies è distribuita su gran parte dell'area di pianura interessata dal tracciato del III Valico. Nel tratto più meridionale, a ridosso dell'imbocco nord della Galleria di Serravalle, si evidenziano modesti spessori (circa 4 m) di ghiaie sabbioso-limose che ricoprono la formazione delle Argille di Lugagnano. Verso nord, in corrispondenza della progressiva 37+500 ca., si osserva un rapido incremento dello spessore dei sedimenti, che passa da 3-4 m a oltre 30 m; tale spessore aumenta ulteriormente verso nord.

I sondaggi eseguiti nelle precedenti fasi progettuali hanno permesso di individuare schematicamente due orizzonti principali all'interno del fluviale fl3: a) uno superficiale, esteso sino a 18-20 m di profondità, caratterizzato da percentuali di ghiaia nettamente superiori al 50% e percentuali di sabbia superiori al contenuto in limo+argilla e b) uno profondo (al di sotto dei 18-

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVRGNV2900003A00	Foglio 15 di 31

20 m) in cui la percentuale di ghiaia si riduce e allo stesso tempo si verifica un incremento della frazione limoso-argillosa, che arriva a superare in percentuale quella sabbiosa.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2900003A00 <span style="float: right;">Foglio 16 di 31</span>

## 5. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

L'assetto geologico dell'area di indagine è stato ricostruito sulla base dei dati relativi alla geologia del tracciato della linea AC/AV Milano-Genova contenuti nel Progetto Definitivo (2004), dall'analisi della documentazione bibliografica e normativa disponibile per quest'area e dai sopralluoghi effettuati in sito dal gruppo di lavoro.

### 5.1 Geomorfologia

L'area di indagine si colloca in sponda sinistra del Torrente Scriva sul settore di raccordo tra la piana alluvionale terrazzata e i versanti collinari impostati nel substrato marnoso del fianco sinistro della Valle Scrivia.

La piana alluvionale terrazzata su cui sorge la città di Arquata Scrivia ha una topografia sigmoidale e si sviluppa con andamento NW-SE tra 225 m e 250 m di quota; è lunga circa 5 km, larga mediamente 1 km e mostra un gradiente morfologico medio dello 0,005% con drenaggio verso NE.

I settori di raccordo tra la piana alluvionale ed il versante sono caratterizzati dalla presenza di numerosi piccoli conoidi alluvionali di pertinenza del reticolato idrografico secondario, che appoggiano sulla superficie del terrazzo principale.

La dinamica dei corsi d'acqua del reticolato secondario è attualmente inibita da interventi di regimazione e canalizzazione correlati allo sviluppo agricolo e urbano della zona; sull'area di indagine non si evidenziano processi deposizionali attivi, al contrario, le forme di accumulo sopra descritte risultano per lo più disseccate da piccoli alvei con drenaggio verso NE, approfonditi anche di alcuni metri rispetto al livello medio della superficie topografica.

La strada di collegamento fra i due cantieri COP4 e COP5 si sviluppa lungo alcuni piccoli conoidi, caratterizzati dalla presenza di diversi ordini di terrazzi, fortemente rimodellati ma ancora riconoscibili; le diverse superfici terrazzate sono tuttavia tra loro difficilmente correlabili a causa del rimodellamento subito.

La dinamica di versante è legata prevalentemente all'insacco di piccole frane per colamento dei terreni della coltre detritica superficiale, che derivando da un substrato essenzialmente marnoso è caratterizzata da granulometria fine, bassa permeabilità, limitata capacità di drenaggio delle acque di infiltrazione e suscettibilità al dissesto relativamente alta. Sui versanti possono innescarsi limitati fenomeni di soliflusso, colamento lento o, al limite, piccole frane di scivolamento a carico della coltre, innescate da precipitazioni intense e prolungate.

### 5.2 Geologia

Il substrato prequaternario del sito è rappresentato da alternanze di marne siltose omogenee biancastre e siltiti di colore grigio-cenere in strati e banchi, riferibili sulla base dei caratteri litologici alla Formazione delle Marne di Cessole (depositi di piattaforma esterna di età langhiana). La stratificazione è immergente verso NNW con inclinazione media compresa tra 25° e 45°.



GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2900003A00 <div style="float: right;">Foglio 17 di 31</div>

Al raccordo tra i versanti modellati nel substrato prequaternario subaffiorante e la piana alluvionale del T. Scrivia sono presenti di abbondanti depositi misti di conoide alluvionale e detritico-alluvionale, tra loro interdigitati e associati ad accumuli di frane per fluidificazione della coltre superficiale, in gran parte rimodellati e stabilizzati. Si tratta in entrambi i casi di terreni a granulometria prevalentemente limosa e limoso-sabbiosa. Gli accumuli hanno potenza variabile, generalmente dell'ordine di pochi metri e costituiscono dei corpi a geometria cuneiforme: la potenza massima al piede dei versanti è mediamente di circa 3-4 m e diminuisce progressivamente in direzione della Valle Scrivia, dove affiorano i sottostanti depositi alluvionali e verso monte, dove poggiano in discordanza sul substrato marnoso alterato.

La porzione superficiale del substrato è alterata e parzialmente pedogenizzata a costituire un livello di alterazione di spessore variabile da 1 a 2 m ca.

Al di sopra dei depositi alluvionali del T. Scrivia, costituiti da ghiaie sabbioso-limose e sabbie ghiaioso-limose è presente uno strato di terreno vegetale e agricolo di potenza mediamente inferiore a 0.5 m.

Le strade poderali esistenti corrono talora in rilevato; il materiale che costituisce i rilevati è rappresentato da terreni naturali rimaneggiati frammisti a macerie di pezzatura varia; l'altezza dei rilevati varia tra 0.5 e 2.5 m ca.

Dove il tracciato delle strade poderali esistenti interessa le porzioni di versante ad acclività più elevata, il lato di monte della strada è generalmente scavato nelle marne del substrato, a conferma del ridotto spessore della coltre di alterazione e detritico-colluviale che appoggia sui versanti; il lato di valle appoggia su un rilevato realizzato con i terreni derivanti dallo sbancamento del substrato.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2900003A00 <span style="float: right;">Foglio 18 di 31</span>

## 6. ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

### 6.1. Circolazione idrica superficiale

L'area di intervento non è interessata dalla dinamica del T. Scrivia, che scorre a oltre 1000 m di distanza, con alveo ribassato di circa 40 m rispetto alla posizione dei due cantieri COP4 e COP5 e della strada di collegamento prevista.

La circolazione idrica superficiale è pertanto legata essenzialmente alle acque meteoriche ricadenti sul versante a monte dell'area di intervento e al deflusso che avviene lungo il reticolato idrografico esistente.

Nel primo tratto, in comune di Serravalle Scriva, la strada corre in rilevato, rialzata di circa 1.5 m sul lato a monte e 2.5 m sul lato a valle; il rilevato impedisce di fatto il deflusso delle acque provenienti dai versanti a monte e questo determina ristagni idrici permanenti al piede del rilevato lato monte.

Nelle restanti porzioni del territorio interessato dal progetto il deflusso idrico è incanalato in alvei incisi piuttosto profondamente, con andamento perpendicolare al tracciato della strada, cioè all'incirca da SW a NE.

Gli interventi in progetto prevedono la regimazione delle acque di ruscellamento provenienti da monte e, se correttamente realizzati garantiranno un miglior deflusso delle acque.

### 6.2. Circolazione idrica sotterranea

Dal punto di vista idrogeologico si distinguono due domini differenti:

- le aree di affioramento o subaffioramento del substrato marnoso, in cui data la virtuale impermeabilità delle marne non è presente una falda idrica e dove le acque meteoriche si infiltrano soltanto nella porzione superficiale alterata del substrato, generando flussi stagionali ed effimeri localizzati all'interfaccia substrato/coltre o substrato alterato/inalterato; nei periodi di maggiore piovosità si possono originare falde discontinue che alimentano piccole emergenze o zone di ristagno lungo i versanti, dove possono innescarsi frane per fluidificazione della coltre superficiale;
- I settori di conoide e le aree di pianura, in cui le acque meteoriche provenienti dal versante a monte si infiltrano nel sottosuolo, sia all'interno dei depositi misti di conoide sia nei depositi alluvionali del terrazzo di Arquata Scrivia, in cui è presente un acquifero scarsamente produttivo, sfruttato soltanto da alcuni pozzi domestici. La base dell'acquifero è costituita dal substrato marnoso a bassa permeabilità, per lo più legata alla scarsa fratturazione dell'ammasso. La soggiacenza della falda libera ospitata in questo acquifero è generalmente inferiore a 5 m dal p.c.; il deflusso idrico sotterraneo è mediamente diretto verso NNE, mentre il reticolato idrografico superficiale costituisce in genere un limite alimentante.

Gli scavi superficiali previsti per la realizzazione della strada in progetto non interferiranno con la falda idrica sotterranea; tuttavia le acque di infiltrazione provenienti dal versante a monte generano, in occasione di forti piogge, flussi temporanei all'interfaccia substrato/copertura, che tendono a

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2900003A00 <div style="float: right;">Foglio 19 di 31</div>

concentrarsi in corrispondenza degli impluvi che solcano i versanti, contribuendo all'innescio di fenomeni di instabilità superficiale nei depositi detritico-colluviali saturi.

In fase di realizzazione degli sbancamenti per l'allargamento delle strade esistenti, sarà opportuno proteggere la sede stradale contro il franamento di materiale sciolto, principalmente attraverso la regimazione delle acque a monte e la realizzazione di opere di protezione e sostegno delle pareti di scavo, soprattutto se in terreni detritici sciolti.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2900003A00 <span style="float: right;">Foglio 20 di 31</span>

## 7. STABILITA' DEI VERSANTI E RISCHIO IDROGEOLOGICO

Sulla base della documentazione geologica esaminata (cartografia on-line dei dissesti PAI, archivio IFFI, Analisi dei dati PSInSAR/"Aree Anomale Piemonte", "Carta geomorfologica e dei dissesti" allegata al vigente P.R.G.C. dei comuni di Serravalle Scrivia e di Arquata Scrivia (AL), e delle carte geologiche allegata al Progetto Definitivo della nuova tratta ferroviaria e delle opere accessorie) non sono emerse problematiche correlate a instabilità significative a carico dei versanti interessati dalla viabilità in progetto.

I rilievi di dettaglio in sito hanno permesso di evidenziare alcune problematiche, connesse essenzialmente a:

- difficoltà di deflusso idrico e ristagni a monte del rilevato stradale esistente (strada poderale);
- fenomeni di instabilità della coltre superficiale nei settori a maggiore pendenza e dei depositi misti di conoide in prossimità del ciglio dei terrazzi dovuti alle scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni che costituiscono il primo sottosuolo, in particolare se saturati dalle precipitazioni;
- potenziale instabilità delle scarpate dei rilevati esistenti, anche in questo caso legata a cattivo drenaggio e saturazione dei materiali;
- erosioni lineari connesse al deflusso delle acque lungo il reticolato idrografico esistente;
- fenomeni di esondazione del reticolato idrografico secondario, correlati a eventi meteorici eccezionali, che possono interessare la viabilità in progetto a causa delle insufficienti sezioni di deflusso in corrispondenza dei sottoattraversamenti esistenti e/o a intasamento delle tubazioni causato dal trasporto solido (detrito e vegetazione divelta);
- piccole frane per fluidificazione e scivolamento dei terreni sciolti della coltre superficiale, che possono interessare i versanti a monte della strada.

Sulla base delle condizioni di rischio idrogeologico evidenziate in sito sarà pertanto necessario adottare alcune cautele, elencate nel capitolo conclusivo, per evitare l'aggravio delle condizioni di dissesto evidenziate.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2900003A00 <span style="float: right;">Foglio 21 di 31</span>

## 8. SISMICITA'

### 8.1. Dati disponibili

L'area studiata si inserisce nel quadro del progetto della nuova linea AV/AC Milano-Genova "III Valico dei Giovi", il cui tracciato per la parte di valico si sviluppa attraverso il territorio delle regioni Piemonte e Liguria e comprende, da sud a nord, i comuni di Genova, Ceranesi, Campomorone (provincia di GE), Voltaggio, Fraconalto, Gavi, Arquata Scrivia, Serravalle Scrivia, Novi Ligure e Pozzolo Formigaro (provincia di AL).

A livello bibliografico, per caratterizzare dal punto di vista generale la sismicità regionale, sono facilmente reperibili online le seguenti informazioni di base:

- carta della sismicità in Italia, prodotta dal Centro Nazionale Terremoti dell'INGV;
- mappa della pericolosità sismica di riferimento, prodotta dall'INGV per l'intero territorio nazionale e relativa alla nuova classificazione sismica dei comuni italiani;
- nuova mappa della classificazione sismica dei comuni italiani aggiornata al 2010.

A livello normativo, l'OPCM n° 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" ("nuova classificazione sismica" in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) ha ridefinito la classificazione sismica del territorio italiano proposta dal D.M. 14 luglio 1984 e s.m.i ("vecchia classificazione sismica" in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

La Regione Liguria ha fatto propria la classificazione di cui all'OPCM 3274, con alcune modifiche, attraverso l'adozione del D.G.R. 24/10/2008 n°1308 "Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria".

La Regione Piemonte ha a sua volta adeguato la classificazione sismica del proprio territorio con l'adozione della D.G.R. n° 11-13058 del 19/01/2010, entrata in vigore con la D.G.R. n° 4-3084 del 12/12/2011.

### 8.2. Caratteri generali della sismicità regionale

Il regime geodinamico attuale della catena alpina occidentale determina un'attività sismica di intensità generalmente modesta, rilevabile in gran parte solo a livello strumentale, ma legata a eventi ricorrenti con una frequenza piuttosto significativa.

Gli epicentri si concentrano lungo l'arco alpino seguendo due direttrici principali, corrispondenti rispettivamente al margine interno della catena (limite fra le unità pennidiche e la pianura padana) e all'allineamento dei massicci cristallini esterni (fronte pennidico).

Fra queste due zone e, in particolare, nel settore compreso tra Savona e La Spezia, è presente una fascia a frequenza sismica molto bassa, in cui ricade il settore interessato dal progetto della galleria di valico della linea AV/AC Milano-Genova (Figura 3). Questo canale a bassa frequenza dei sismi si

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2900003A00 <span style="float: right;">Foglio 22 di 31</span>

traduce in una corrispondente fascia a più bassa pericolosità sismica, di direzione approssimativamente N-S, delineata nella mappa del territorio nazionale (Figura 4).

La mappa stima l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante  $a(g)$ ; tale parametro rappresenta l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante che, in un intervallo di tempo di 50 anni, ha una probabilità del 10% di superare il valore indicato (cfr. scala colore), per effetto di sismi di intensità maggiore rispetto a quelli considerati per la classificazione del territorio.

A livello locale, una mappa più dettagliata di  $a(g)$  è consultabile sul sito dell'istituto all'indirizzo "<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>" (Figura 5). Dall'analisi delle mappe si può in definitiva osservare che l'area interessata dal tracciato della tratta di valico della Linea AC/AV Milano-Genova presenta valori di  $a(g)$  compresi tra 0,050 nel settore genovese e 0,100 g nel settore di spartiacque e piemontese.

### 8.3. Classificazione sismica dell'area di progetto

Sulla base della classificazione sismica dei comuni italiani contenuta entro l'Allegato 1 dell'OPCM n°3274 del 20/3/2003, con le rispettive delibere n°13058-790 del 19/1/2010 e n°1308 del 24/10/2008, le regioni Piemonte e Liguria hanno recepito le indicazioni contenute entro l'ordinanza ministeriale mediante le già citate D.G.R. 24/10/2008 n° 1308 (Regione Liguria) e 19/01/2010 n° 11-13058 (Regione Piemonte).

La seguente TABELLA 1 riporta la classificazione sismica dei diversi comuni interessati dal progetto AC/AV Milano-Genova, in base alle normative sopra citate; tale classificazione fa riferimento ai valori di accelerazione sismica  $a(g)$  con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, visualizzati cartograficamente in Figura 4 e Figura 5 così definiti:

- Zona 1:  $a(g) > 0.25 g$
- Zona 2:  $0.15 g < a(g) \leq 0.25 g$
- Zona 3:  $0.05 g < a(g) \leq 0.15 g$
- Zona 4:  $a(g) \leq 0.05 g$

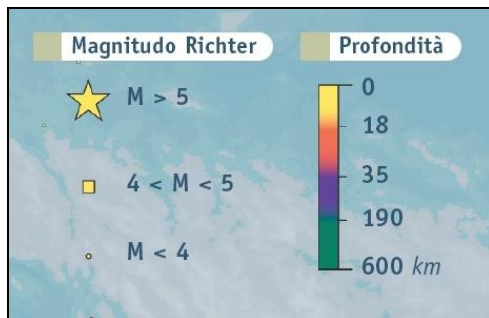
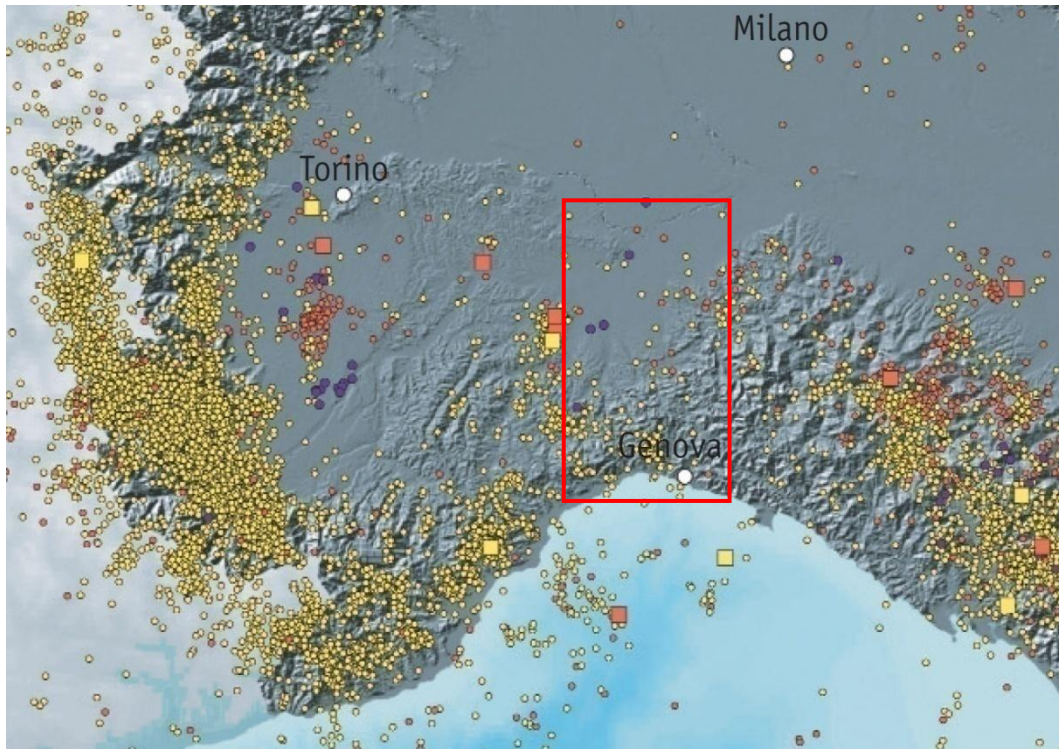


Figura 3 – Stralcio della Carta della sismicità in Italia tratta dal sito dell'INGV: <http://csi.rm.ingv.it/>

Il rettangolo rosso individua l'area di progetto.

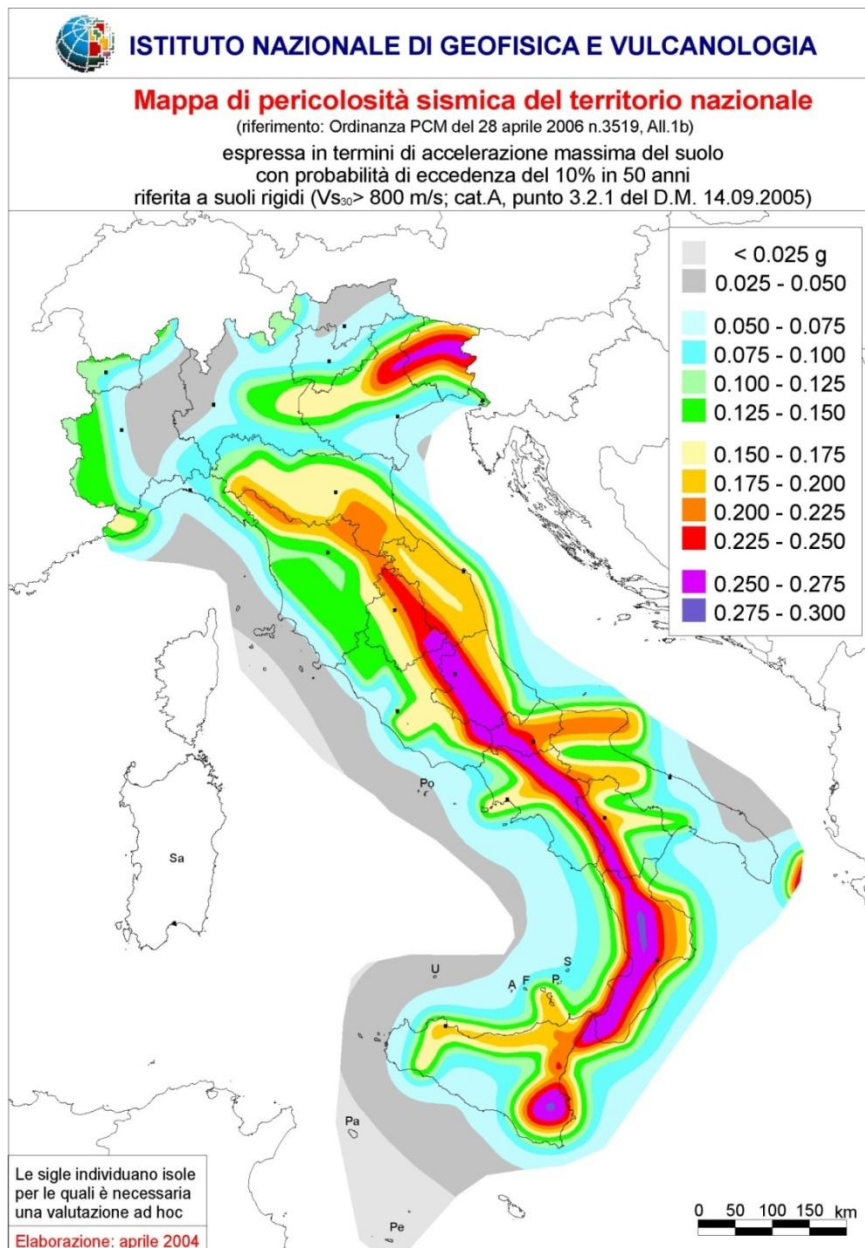
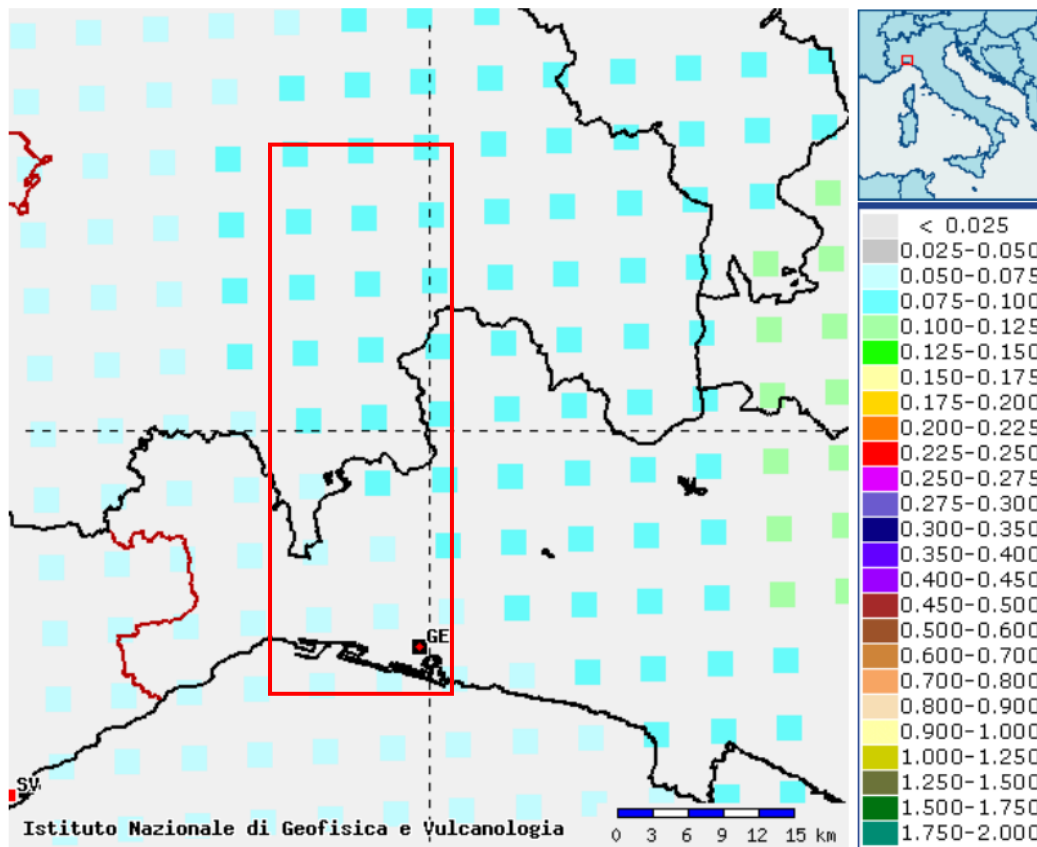


Figura 4 – Mapa di pericolosità sismica dell'intero territorio nazionale redatta dall'INGV. La figura è stata tratta dal sito dell'INGV: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>





### Selezione mappa

<input checked="" type="checkbox"/>	Visualizza punti della griglia riferiti a:	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input type="checkbox"/>	Ridisegna mappa	a(g) ▾	10% ▾	50 ▾	0.50 ▾

Figura 5 – Mappa di pericolosità sismica dell'area studiata redatta dall'INGV. La figura è stata tratta dal sito dell'INGV: <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

Dalla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si osserva in generale un approccio più cautelativo nelle normative regionali rispetto alla classificazione nazionale, con il passaggio di alcuni comuni dalla zona 4 alla zona 3. Per i Comuni di Serravalle Scrivia e di Arquata Scrivia è stata istituita la classe 3, corrispondente a valori  $0.05 g < a(g) \leq 0.15 g$ .

Regione	Comune	vecchia classificazione sismica	nuova classificazione sismica	D.G.R. Liguria 24/10/2008	D.G.R. Piemonte 19/01/2010
Piemonte	Arquata Scrivia	4	3		3
	Fraconalto	4	3		3
	Gavi	4	3		3
	Novi Ligure	4	4		3
	Pozzolo Formigaro	4	3		3
	Serravalle Scrivia	4	3		3
	Votaggio	4	3		3
Liguria	Campomorone	4	4	3b	
	Ceranesi	4	4	3b	
	Genova	4	4	3b	
	Mignanego	4	4	3b	
	Ronco Scrivia	4	3	3b	

**Tabella 1 - Elenco dei comuni interessati dal tracciato con indicazione del rischio sismico secondo la normativa nazionale e regionale.**

## 8.4. Stima delle proprietà sismiche dei terreni interessati dal progetto

### 8.4.1. Caratteri litostratigrafici

In base ai contenuti della relazione geologica, l'assetto geologico dell'area studiata è caratterizzato dalla presenza dei seguenti elementi:

- basamento prequaternario: marne, e siltiti compatte, di colore grigio-cenere, in strati da centimetrici a decimetrici e banchi metrici, (Marne di Cessole e Formazione di Costa Area);
- depositi quaternari: depositi alluvionali antichi del T. Scrivia (fluviale antico, fl1) a composizione ghiaiosa in matrice limoso-sabbiosa giallo-ocra, di potenza stimata < 10 m; coltre detritica, depositi di conoide misto e depositi di frana, ap granulometria prevalentemente fine (limoso sabbiosa con clasti litoidi), potenza stimata < 5 m;
- terreni di riporto: ghiaie grossolane frammiste a macerie, di spessore < 2,5 m.

### 8.4.2. Classificazione sismica secondo NTC 2008

I rilievi di terreno eseguiti hanno permesso di delineare il seguente quadro generale:

- la potenza dei depositi quaternari non supera in generale i 10 m in corrispondenza del fondovalle;
- lungo i versanti a monte del tracciato in progetto, il substrato prequaternario è sovente subaffiorante;

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2900003A00 <span style="float: right;">Foglio 27 di 31</span>

- nella sequenza litostratigrafica studiata sono assenti livelli altamente compressibili e/o potenzialmente soggetti a liquefazione;
- dato il quadro litostratigrafico generale, non è ipotizzabile la presenza di orizzonti di inversione della velocità sismica.
- non si ipotizzano particolari interazioni tra opere di fondazione e specifici livelli stratigrafici.

In base alle categorie di suolo di fondazione individuate dal D.M. 14.01.2008, in relazione alla prevedibile azione sismica di progetto stimata sulla base del parametro "Vs30", ossia della velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità<sup>2</sup>, riportate nella successiva **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, è possibile valutare che, dato l'esiguo spessore (< 10 m) della coltre detritica, dei depositi alluvionali e della coltre di alterazione del substrato, che caratterizzano il primo sottosuolo dell'area in esame e in considerazione delle velocità Vs (> 800 m/s) che caratterizzano il substrato prequaternario, si attribuisce cautelativamente all'area di intervento la categoria sismica E; i versanti a monte del tracciato stradale possono in parte ricadere sotto la categoria A (substrato subaffiorante).

#### 8.4.1. *Classificazione topografica secondo NTC 2008*

Per quanto riguarda la determinazione della categoria topografica del sito di intervento, le valutazioni sono state basate sulla correlazione dei dati geomorfologici a disposizione per con i dati riportati nel paragrafo 3.2.2 delle NTC 2008 (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Sulla base di tali correlazioni le condizioni topografiche corrispondono rispettivamente alla categoria T1 (superficie pianeggiante).

---

<sup>2</sup> Sebbene la normativa sismica si affidi in molti paesi al parametro Vs30, sono recentemente stati sollevati molti dubbi sulla sua capacità di prevedere l'amplificazione del suolo; esso non risulterebbe uno strumento affidabile del fattore di amplificazione in caso di terremoto. L'errore sulla stima di Vs30 è dell'ordine del 20-30% e le abituali modalità di rappresentazione del Vs30 secondo una regressione lineare standard che correla il parametro velocità al fattore di amplificazione portano a mettere in evidenza una correlazione inesistente (Castellaro & Mulargia, 2007).

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800</math> m/s).</i>

**Tabella 2 - Categorie di sottosuolo definite dal D.M. 14.01.2008, Norme tecniche per le costruzioni.**

**Condizioni topografiche** (§ 3.2.2 NTC-08)

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV delle NTC-08):

**Tabella 3.2.IV** – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

**Tabella 3 - Condizioni topografiche ai fini della classificazione sismica di sito.**

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV2900003A00 <span style="float: right;">Foglio 29 di 31</span>

## 9. CONCLUSIONI

L'indagine geologica e idrogeologica ha evidenziato la presenza di alcune problematiche legate al deflusso delle acque superficiali e alla stabilità dei versanti e delle scarpate esistenti in adiacenza e lungo il tracciato dell'opera in progetto.

I problemi di deflusso dovranno essere risolti mediante l'adeguamento delle sezioni dei sottoattraversamenti stradali del reticolato idrografico secondario e dei fossi esistenti. Il calcolo delle portate di progetto dovrà tener conto della portata solida che caratterizza questi corsi d'acqua impostati in terreni a granulometria fine.

Dovranno essere eliminati i ristagni di acqua di ruscellamento che attualmente si verificano sul lato di monte del rilevato esistente, in occasione di forti piogge, attraverso la realizzazione di un sistema di fossi drenanti che convogliano le acque verso il reticolato idrografico naturale e/o attraverso la realizzazione di sottoattraversamenti aggiuntivi.

Per quanto riguarda i settori di versante interessati dalla viabilità in progetto, si suggerisce l'adozione degli accorgimenti seguenti:

- realizzazione di scarpate di scavo in terreni detritici con angolo inferiore a 28° e loro protezione superficiale mediante biostuoie anti-erosione e idrosemina;
- sostegno delle scarpate in detrito con angoli superiori a 28°, mediante georeti e idrosemina o, al limite; eventuali scarpate subverticali dovranno essere sostenute da muri di contenimento opportunamente drenati sul lato a monte;
- sostegno delle scarpate scavate nel substrato marnoso e di altezza superiore a 2 m, mediante reti aderenti opportunamente ancorate;
- verifica, in fase di realizzazione degli sbancamenti, dell'assetto strutturale del substrato, finalizzata ad evidenziare settori con giacitura della stratificazione a franapoggio rispetto alla superficie di sbancamento e a prevenire potenziali problemi legati allo scivolamento di porzioni di ammasso, attraverso misure puntuali specifiche (reti, ancoraggi, ecc.);
- realizzazione di canalette drenanti a monte dello sbancamento e al piede, lungo tutto lo sviluppo della strada;
- impermeabilizzazione delle canalette drenanti, per evitare infiltrazioni nei terreni detritici sciolti e/o nei rilevati; conferimento delle acque di scolo nel reticolato idrografico esistente, evitando dispersioni sui versanti o sul fondovalle che, data la scarsa permeabilità dei terreni, potrebbero determinare ristagni e allagamenti.
- al fine di evitare cedimenti differenziali al di sotto del nuovo rilevato si consiglia l'asportazione del presente in posto per almeno 0.5 m e la posa di uno strato drenante alla base dei rilevati stradali in progetto;
- stoccaggio e riutilizzo del terreno vegetale e agricolo preventivamente asportato, per la risistemazione finale dei luoghi.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>IG5101ECVRGNV2900003A00</p>	<p>Foglio 30 di 31</p>

Se realizzato seguendo le indicazioni sopra riportate, l'intervento in progetto non determinerà un peggioramento delle condizioni di rischio idrogeologico esistenti; si afferma pertanto la compatibilità dell'intervento in progetto con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area in cui è inserito.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5101ECVRGNV2900003A00</p> <p>Foglio 31 di 31</p>

## 10. BIBLIOGRAFIA

- Capponi, G. & Crispini, L. (1997) - *Progressive shear deformation in the metasediments of the Voltri Group (Ligurian Alps, Italy): occurrence of structures recording extension parallel to the regional foliation*. Boll. Soc. Geol. It., 116, 267 - 277.
- Capponi, G. & Crispini, L. (2002) - *Structural and metamorphic signature of alpine tectonics in the Voltri Massif (Ligurian Alps, northwestern Italy)*. Eclogae geol. Helv., 95, 31-42.
- Capponi, G., Crispini, L., Piazza, M. & Amandola, L. (2001) - *Field constraints to the Mid-Tertiary kinematics of the Ligurian Alps*. Ofioliti, 26(2b), 409-416.
- Capponi, G., Crispini, L., Cortesogno, L., Gaggero, L., Firpo, M., Piccazzo, M., Cabella, R., Nosengo, S., Bonci, M.C., Vannucci, G., Piazza, M., Ramella, A., Perilli, N., et alii (2009) - *Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 213-230 - Genova*.
- Castellaro, S, Mulargia, F. (2007) - *Vs30, stimatore obbligatorio ma inefficace dell'amplificazione sismica*. GNGTS. Roma, 15 Novembre 2007
- Castello, B., Moro, M, Chiarabba, C, Di Bona M., Doumaz F., Selvaggi G., Amato A. (2004) - *Carta della sismicità in Italia*. Centro Nazionale Terremoti - INGV.
- Chiarabba, C., Jovane, L. & Di Stefano, R. (2005) - *A new view of Italian seismicity using 20 years of instrumental recordings*. Tectonophysics, 395, 251-268.
- Cortesogno, L. & Haccard, D. (1984) - *Note illustrative alla carta geologica della zona Sestri-Voltaggio*. Mem. Soc. Geol. It., 28, 115 - 150.
- Crispini, L. & Capponi, G. (2001) - *Tectonic evolution of the Voltri Group and Sestri Voltaggio Zone (southern limit of the NW Alps): a review*. Ofioliti, 26(2a), 161-164.
- Di Biase, D. & Pandolfi, L. (1999a) - *I conglomerati della Val Borbera (Bacino Terziario Piemontese) e relative implicazioni per l'esumazione di unità alpine di alta pressione/bassa temperatura*. Proceedings of annual meeting Italian Sedimentology Group, CNR, Rimini, 3-6/10/99. Giornale di Geologia, 3a, 16-19.
- Di Biase, D. & Pandolfi, L. (1999b) - *L'evoluzione composizionale dei conglomerati della Val Borbera (Bacino Terziario Piemontese). Evidenze e vincoli per l'esumazione di unità a metamorfismo HP/LT nelle Alpi Occidentali*. Congresso FIST, 20-23/9/1999, Abstract Volume, 286-288.
- Elter, P. & Pertusati, P. (1973) - *Considerazioni sul limite Alpi-Appennino e sulle sue relazioni con l'arco delle Alpi occidentali*. Mem. Soc. Geol. It., 12, 359-375.
- Federico, L., Capponi, G., Crispini, L., & Scambelluri, M. (2004) - *Exhumation of alpine high-pressure rocks: insights from petrology of eclogite clasts in the Tertiary Piedmontese basin (Ligurian Alps, Italy)*. Lithos, 74 , 21-40.
- Haccard, D. (1976) - *Carte géologique au 1:50000 de Sestri-Voltaggio*. Pubblicazione CNR, Pisa.
- Marini, M. (1998) - *Carta geologica della Val Polcevera e zone limitrofe (Appennino Settentrionale) alla scala 1:25.000. Note illustrative*. Atti Ticinensi di Scienze della Terra, 40, 33-64.
- Piana, F., Falletti, P., Fioraso, G., Irace, A., Mosca, P., et alii (in prep.) - *Carta geologica del Piemonte in scala 1:250.000*. Consiglio Nazionale delle Ricerche, IGG Torino; Università degli Studi di Torino, DST; Politecnico di Torino, DIATI.
- Protezione Civile (2004) - *Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003*. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.