

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

RIQUALIFICA DI VIA DEL VAPORE E DELLA EX S.S.35 IN ARQUATA SCRIVIA

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 G	N V 1 9 0 0	0 0 2	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>E. Pagani</i>	21/09/2012	Dott. Geol. E. De Mattei

n. Elab.:

File: IG5101ECVRGNV1900002A00

CUP: F81H92000000008

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	IG5101ECVRGNV1900002A00	Foglio 3 di 33

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	9
4.2. La successione sedimentaria autoctona e neoautoctona 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
4.3.1. Fluviale Antico (fl1)	14
4.3.1. Fluviale Medio (fl2)	15
4.3.2. Fluviale Recente (fl3).....	15
5. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO LOCALE.....	16
5.1. Geomorfologia	16
5.2. Geologia.....	17
6. ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA.....	20
6.1. Circolazione idrica superficiale	20
6.2. Circolazione idrica sotterranea	20
7. STABILITA' DEI VERSANTI E RISCHIO IDROGEOLOGICO	22
8. SISMICITA'	23
8.1. Dati disponibili	23
8.2. Caratteri generali della sismicità regionale	23
8.3. Classificazione sismica dell'area di progetto	24
8.4. Stima delle proprietà sismiche dei terreni interessati dal progetto	28
8.4.1. Caratteri litostratigrafici.....	28
8.4.1. Classificazione topografica secondo NTC 2008.....	28
8.4.2. Classificazione topografica secondo le NTC 2008	29
9. CONCLUSIONI	31
10. BIBLIOGRAFIA.....	33

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV1900002A00
	Foglio 4 di 33

1. PREMESSA

Il presente rapporto riguarda la realizzazione di interventi di riqualificazione e completamento di Via del Vapore, nel tratto esistente alla periferia NW di Arquata Scrivia (AL), tra l'innesto con la S.P. 140 della Val Borbera e la ex S.S. 35 dei Giovi in località Picareto. Il tratto stradale si localizza tra la rotonda OV22 (raccordo con la nuova viabilità in progetto), e la rotonda OV23 (incrocio tra Via Roma e la S.P. 140), nel Comune di Arquata Scrivia (AL).

L'intervento, identificato dal codice WBS NV19-1 si inserisce, insieme alle WBS OV22 e OV23 sopra citate, nel quadro delle opere complementari previste dal Progetto Esecutivo del nuovo collegamento AC/AV Milano-Genova "Terzo Valico dei Giovi".

L'intervento, identificato dal codice WBS NV19-3 si inserisce, insieme alle WBS OV20 e OV21 sopra citate, nel quadro delle opere complementari previste dal Progetto Esecutivo del nuovo collegamento AC/AV Milano-Genova "Terzo Valico dei Giovi" e prevede l'adeguamento della viabilità esistente al traffico dei mezzi pesanti, il rifacimento dei marciapiedi, del sistema di raccolta delle acque meteoriche, della segnaletica stradale e dell'impianto di illuminazione.

La riconfigurazione della via consiste nell'allargamento e nella pavimentazione della sede stradale esistente, attualmente solo in parte pavimentata, nonché nella posa in opera di uno scatolare di attraversamento del Rio Campora, in sostituzione di quello attuale, che è caratterizzato da un elevato stato di degrado e dotato di sezione idraulica insufficiente.

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.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5101ECVRGNV1900002A00</p> <p>Foglio 5 di 33</p>

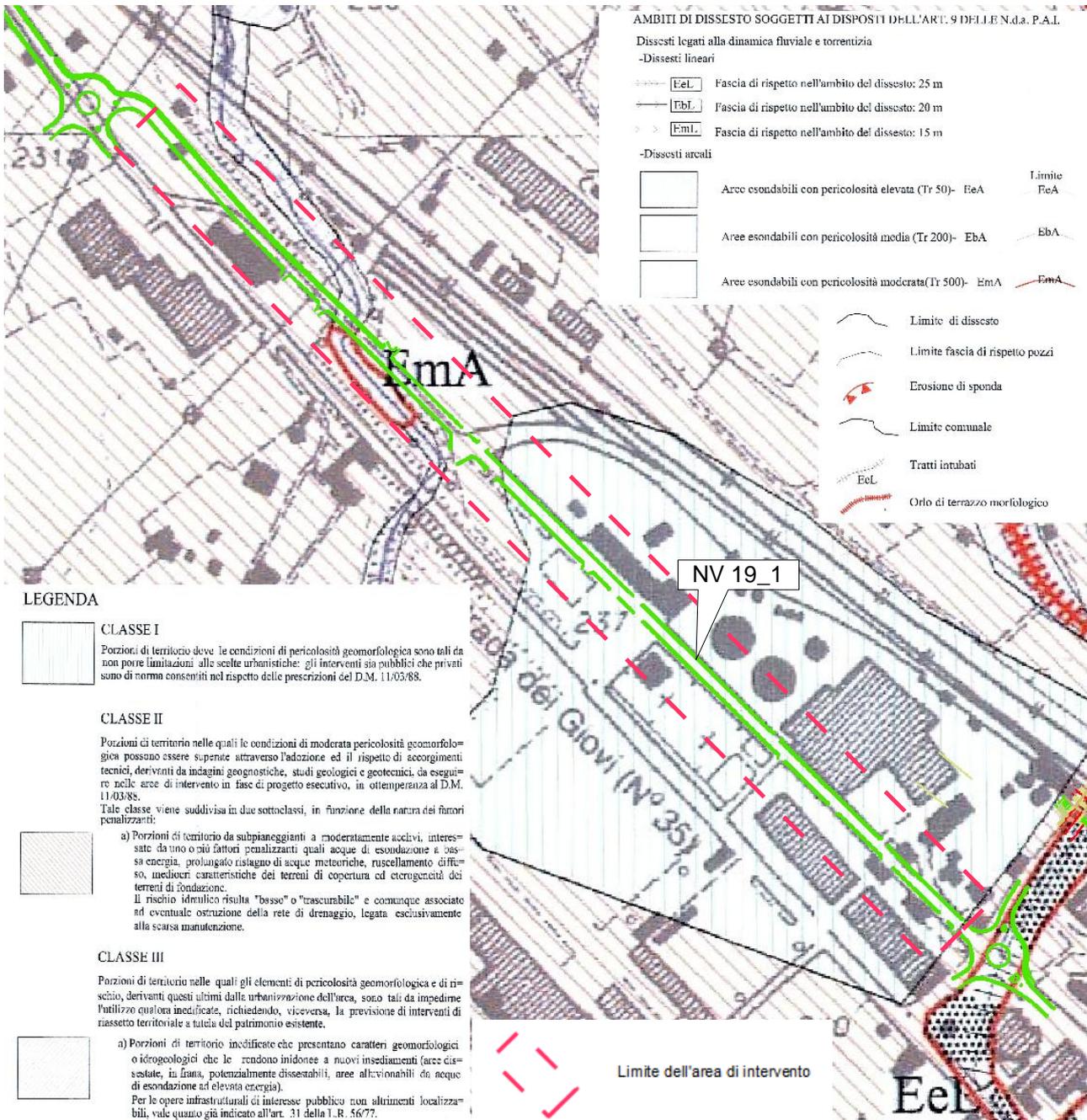
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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.G.R. Piemonte n° 11-13058 del 19/01/2010 “Aggiornamento e adeguamento dell’elenco delle zone sismiche” e D.G.R. Piemonte n° 4-3084 del 12/12/2011 “Approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese”.
- 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.

L’analisi della documentazione sopra citata ha evidenziato quanto segue:

- dal punto di vista della sismicità il territorio del Comune di Arquata Scrivia rientra, 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” allegata al vigente PRG del Comune di Arquata Scrivia (Elab. B6, Figura 1), il settore ricade prevalentemente nelle classi di rischio 1 e 2, a bassa pericolosità geomorfologica; soltanto un breve tratto, in corrispondenza dell’attraversamento sul Rio Campora, che presenta una sezione idraulica critica in corrispondenza della strada in progetto, ricade in classe 3, in quanto “area sondabile da acque ad elevata energia”;
- l’area non è sottoposta a vincolo idrogeologico di cui alla L.R. 9.8.1989 n° 45;
- l’area non rientra nelle fasce fluviali del P.A.I.



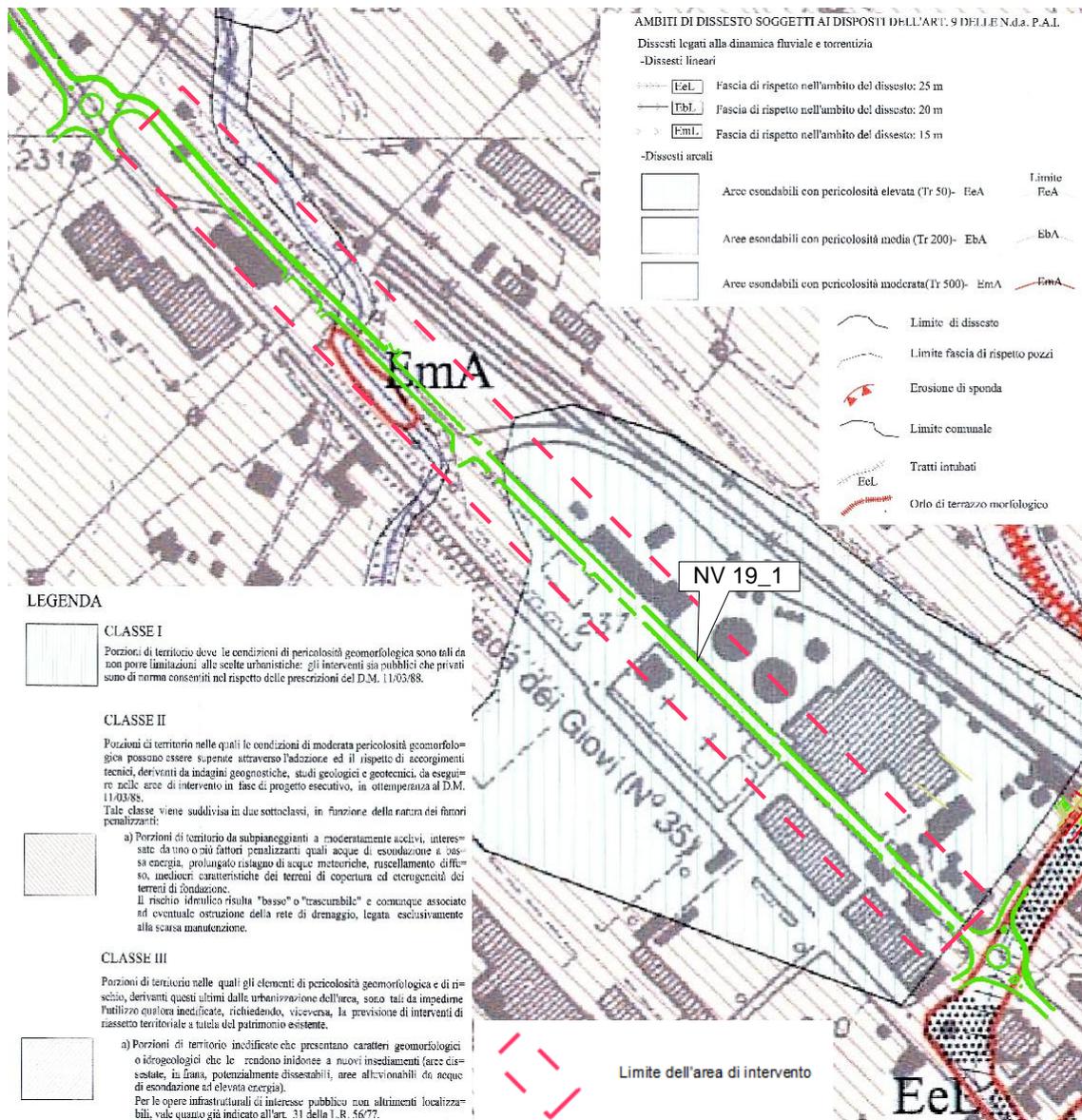


Figura 1 – Estratto dalla “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica (Elab. B6)” allegata al vigente PRG del comune di Arquata Scrivia, con ubicazione dell’intervento in progetto (non in scala).

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	
	<p>IG5101ECVRGNV1900002A00</p>	<p>Foglio 8 di 33</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.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV1900002A00 Foglio 9 di 33

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

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

4.1. Il Bacino Terziario Piemontese

Il Bacino Terziario Piemontese si sviluppa a cavallo del limite tra le due catene alpina e appenninica e consiste di formazioni clastiche, risultato dello smantellamento parziale del rilievo, per effetto del suo sollevamento da tardo- a post-orogenico; si tratta quindi di un bacino in cui la sedimentazione è fortemente influenzata dalla tettonica recente (terziaria) (Capponi et al., 2009).

La successione del BTP, essenzialmente terrigena, si sviluppa dall’Eocene superiore al Miocene superiore (Messiniano), raggiungendo spessori che superano talora i 4000 m e corrisponde a grandi linee a un ciclo sedimentario trasgressivo, 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).

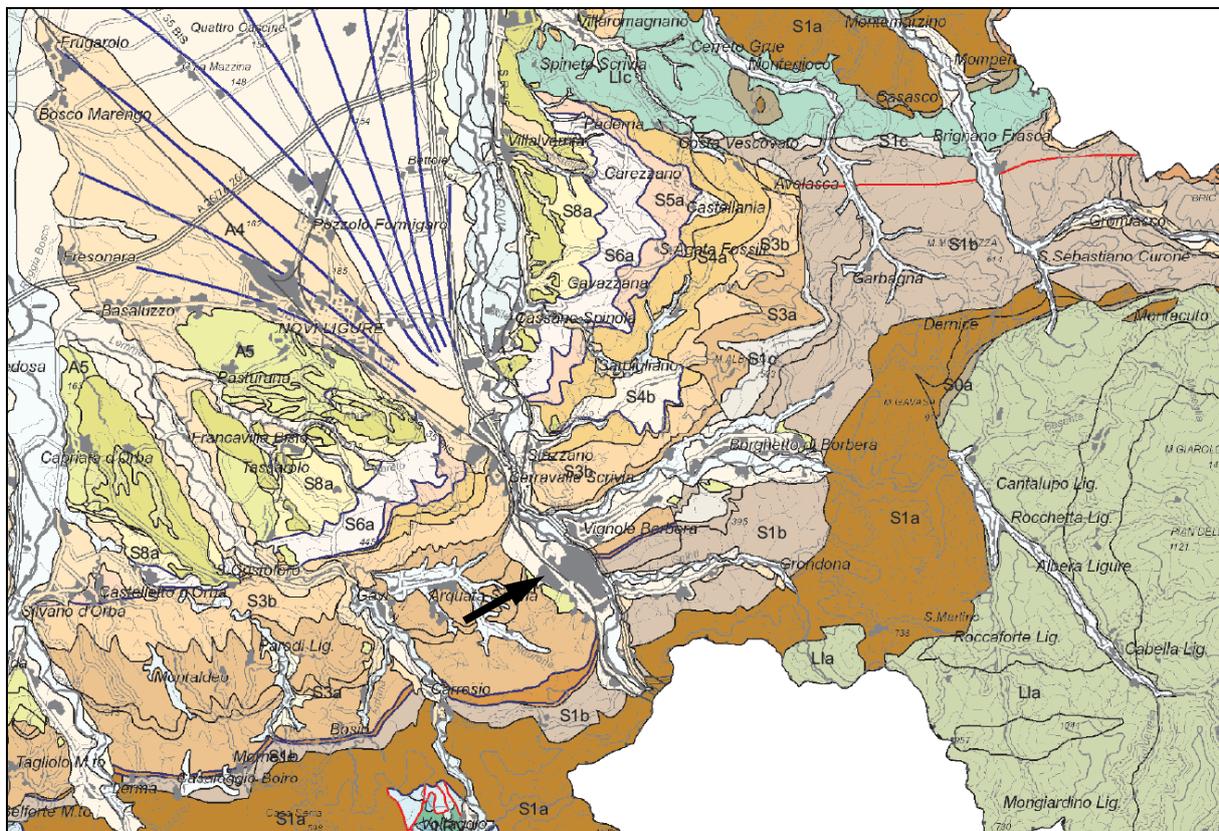


Figura 2 – Estratto della nuova Carta Geologica del Piemonte in scala 1:250.000 e relativa legenda (Piana et al., in prep.) con l'ubicazione dell'area di studio (freccia). La parte in bianco corrisponde al territorio della Regione Liguria.

LEGENDA

Depositi alluvionali

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

Bacino Terziario Piemontese

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

Seguono in successione stratigrafica dei conglomerati, deposti attraverso il riempimento di depressioni preesistenti su un substrato dalla morfologia irregolare, a formare apparati di delta conoide contigui e coalescenti (Formazione di Molare e Conglomerati di Savignone). La superficie di appoggio geometricamente irregolare spesso non è congruente con le giaciture della stratificazione.

Le due formazioni di Molare e Savignone presentano molte analogie, compresa l'età presumibilmente oligocenica; esse si distinguono unicamente per la diversa alimentazione: nei clasti

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV1900002A00 Foglio 11 di 33

dei conglomerati di Savignone sono rappresentati per lo più i calcari della formazione del Monte Antola e subordinatamente i metabasalti dell'unità Figogna, mentre non sono rappresentate le metaofioliti delle unità di crosta oceanica affioranti a N e a W di Genova, che caratterizzano invece la formazione di Molare. Non sono noti corpi conglomeratici con caratteristiche di alimentazione mista.

I conglomerati di Savignone affiorano a E del T. Scrivia, i conglomerati di Molare a W; un corpo conglomeratico presente presso Fraconalto, in posizione relativamente isolata, ha le caratteristiche dei conglomerati della formazione di Molare (Capponi et al. 2009).

Secondo Di Biase & Pandolfi (1999a, 1999b, citati in Capponi et al. 2009) tale differenza di alimentazione riflette non solo una differenza nella natura del substrato oggetto di smantellamento, ma anche un controllo strutturale sull'erosione dell'edificio orogenico. I conglomerati di Savignone sono il prodotto dell'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 alla deposizione dei corpi conglomeratici di fan delta, a partire dall'Oligocene sup., si verifica la deposizione di sedimenti marnosi, arenacei e arenaceo-marnosi francamente marini, che testimoniano l'esistenza di condizioni di mare aperto fino al Burdigagliano (Formazioni di Rigoroso, Costa Montada e Costa Areaa), con una successiva tendenza alla diminuzione di profondità tra Langhiano e Serravalliano (Formazioni di Cessole e di Serravalle).

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

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

4.2. La successione sedimentaria autoctona e neoautoctona padano-adriatica

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

Tale successione è rappresentata da una formazione conglomeratica (Conglomerati di Cassano Spinola, Messiniano sup.) e da una formazione argilloso-marnosa (Argille di Lugagnano, Pliocene) immergenti regolarmente verso NW, con inclinazione progressivamente decrescente verso l'alto stratigrafico.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV1900002A00 Foglio 12 di 33

La facies conglomeratica (Conglomerati di Cassano Spinola) affiora lungo una fascia con orientazione media E-W che si estende tra Serravalle Scrivia e Zerbe.

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.

All'interno del conglomerato si intuisce una stratificazione molto grossolana, rappresentata da transizioni tra orizzonti decimetrici con ciottoli di dimensioni più grossolane e orizzonti a granulometria più fine.

La composizione che caratterizza questa litofacies è variabile, con conformazioni tipiche sia di un ortoconglomerato (<15% di matrice), come lungo il corso del T. Scrivia, sia di un paraconglomerato paraconglomerati (>15% di matrice), come in alcuni affioramenti a N della località "La Luminosa", nei pressi della sede autostradale A7 Milano-Genova.

All'interno dei conglomerati è in generale possibile osservare delle superfici erosionali in corrispondenza del contatto tra le intercalazioni arenaceo-limose e gli 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.

In base ai dati bibliografici, la formazione, che non affiora direttamente lungo il tracciato, potrebbe assumere uno spessore di circa 200 m.

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 con un'inclinazione generalmente di pochi gradi.

Lo spessore della formazione oscilla fra i 150 m (nella zona occidentale del foglio Asti) e i 250 m circa (nella zona orientale del foglio Alessandria); in profondità, in corrispondenza alla zona 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 (§ 4.3).

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, flicschoidi e marnosi sono piuttosto sensibili alla pedogenesi e all'alterazione superficiale, il che si traduce nella formazione, al di sopra del basamento litoide indisturbato,

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p style="text-align: center;">IG5101ECVRGNV1900002A00</p> <p style="text-align: right;">Foglio 13 di 33</p>

di una prima fascia di alterazione (ossidazione, decarbonatazione) la cui estensione in profondità è funzione della permeabilità e dello stato di fratturazione del litotipo, e quindi di un'estesa coltre superficiale, di tipo detritico-colluviale, caratterizzata generalmemnte da granulometria fine di tipo da limoso a limoso-sabbioso. Litotipi e/o orizzonti più competenti possono dare luogo a una frazione più grossolana, con frammenti litoidi sempre immersi in matrice fine.

Lo spessore 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 favile erodibilità delle rocce.

I materiali di questo tipo sono caratterizzati da una permeabilità relativamente bassa, a causa della loro granulometria fine prevalente, di conseguenza presentano una certa 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 grossolani e matrice arenacea) che formano il litotipo di origine. Le porzioni litoidi più compatte possono essere soggette a fratturazione che induce fenomeni di crollo localizzati, oppure il distacco di porzioni discrete di ammasso roccioso, che danno origine ad accumuli più grossolani, 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.

4.3.2. *Accumuli di frana*

Nell'area di studio non sono presenti corpi e/o accumuli di frana.

4.3.3. *Depositi alluvionali*

I depositi alluvionali del settore di pianura adiacente ai rilievi appenninici sono costituiti da potenti successioni che, nell'area compresa tra Novi Ligure e Tortona, presentano una granulometria scarsamente differenziata con netta prevalenza di elementi clastici grossolani.

I depositi alluvionali presenti nell'area di progetto sono correlati all'azione di erosione, trasporto e sedimentazione del T. Scrivia, che ne ha condizionato la deposizione su diversi ordini di terrazzi, nonché dei suoi tributari laterali, in particolare di sinistra idrografica; nel settore a ridosso dei rilievi, sul versante sinistro della Valle Scrivia (settore a N di Arquata Scrivia) i depositi alluvionali

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV1900002A00 Foglio 14 di 33

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 Scrivia e occupano con continuità il fondovalle 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. Lungo le aste minori, si depositano in genere materassi alluvionali di spessore ridotto, direttamente poggianti sul substrato prequaternario.

I terrazzi più antichi, indicati nella cartografia geologica con fl1, sono localizzati a sud di Novi, a quote intorno ai 250 m. Essi sono solcati da un reticolo idrografico a pattern sub-parallelo, orientato a NW secondo la linea di massima pendenza della superficie topografica. L'elevata densità del drenaggio e le forme particolarmente incise sono in accordo con la presenza in superficie di terreni impermeabili dovuti a una pedogenesi diffusa.

La serie di terrazzi di quota 210 m sui quali sorge l'abitato di Novi Ligure è attribuita ad un "fluviale medio" (fl2). Anche questi terrazzi sono caratterizzati da una superficie topografica che digrada verso NW fino ad arrivare intorno ai 180 m di quota a W di Novi. Questa superficie è attraversata da un esiguo numero di impluvi, a testimonianza di una maggiore permeabilità verosimilmente correlabile a una pedogenesi meno sviluppata 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 rinvencono rare intercalazioni lenticolari e di modesto spessore, costituite da sabbie limose e limoso-argillose.

La stratigrafia dei sedimenti alluvionali ascrivibili al fluviale medio fl2 e al fluviale fl3 recente è nota sulla base dei 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%.

4.3.1. *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.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV1900002A00
	Foglio 15 di 33

In affioramento si rinvengono localmente coltri limoso-argillose a tessitura massiva, di colore giallo ocreo, che sembrano interessare i sedimenti alluvionali antichi per tutto il loro spessore. Alcuni affioramenti di questo tipo si rinvengono 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.

4.3.2. *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 18-20 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  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV1900002A00
	Foglio 16 di 33

5. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO LOCALE

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 sulla piana alluvionale terrazzata, in sponda sinistra del Torrente Scriva, su cui si sviluppa l'abitato di Arquata Scrivia.

Questa piana alluvionale terrazzata ha, in pianta, 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. La morfologia locale è controllata i) dalla presenza di numerosi piccoli conoidi alluvionali di pertinenza del reticolato idrografico secondario, che sfociano sul terrazzo alluvionale al raccordo tra il versante posto a W e la piana stessa e ii) dai vistosi interventi di riassetto territoriale connessi con gli interventi di urbanizzazione. In particolare, si evidenzia la presenza, al margine orientale della piana, del rilevato ferroviario dell'esistente linea MI-GE e del rilevato stradale della S.S. 35 "dei Giovi".

Verso W la pianura è delimitata dai rilievi collinari modellati nel substrato marnoso mentre verso E essa si raccorda con l'alveo attuale del T. Scrivia mediante una ripida scarpata di incisione torrentizia lungo la quale il substrato prequaternario affiora in modo pressoché continuo al di sotto dei depositi alluvionali terrazzati.

La scarpata presenta in pianta geometria irregolare, con andamento anastomosato che riflette l'andamento sinuoso del T. Scriva in questo tratto. In sezione, la scarpata è caratterizzata da tratti subverticali, in prossimità delle aree in erosione torrentizia attiva e da tratti ad acclività inferiore in corrispondenza dello sbocco nel fondovalle dei conoidi torrentizi del reticolato idrografico minore. Tali corsi d'acqua si impostano lungo direttrici ad andamento medio NNE-SSW, con drenaggio verso NE, determinando profonde incisioni che interrompono la continuità laterale del terrazzo di Arquata Scrivia.

Questo assetto morfologico, in accordo con le misurazioni strutturali eseguite in sito suggerisce, la presenza di discontinuità con direzione media NNE-SSE, che interesserebbero il substrato dell'area in esame favorendo, con l'intensa fratturazione, l'erosione torrentizia.

In dettaglio, l'intervento di riqualificazione di Via del Vapore, identificato dal codice WBS NV19-1 interesserà la porzione centrale della piana di Arquata Scrivia, compresa tra il confine del territorio comunale e la stazione ferroviaria. In questo settore, il tracciato della strada esistente, che corrisponde con l'ex tracciato della linea ferroviaria, si sviluppa con andamento rettilineo sul terrazzo alluvionale; la pendenza della livelletta stradale è mediamente inferiore allo 0,01% circa.

Dall'incrocio tra Via Roma e la S.P. della Val Borbera, fino all'attraversamento ferroviario esistente con il binario morto a servizio dell'area industriale, il tracciato della viabilità oggetto di sistemazione

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV1900002A00
	Foglio 17 di 33

si imposta su un settore della pianura a morfologia regolare, con debole pendenza verso E; nella restante porzione, fino alla nuova rotonda OV22, il tracciato interessa dapprima la sponda destra del Rio Campora e, dopo l'attraversamento stradale che avviene all'interno di uno scatolare in cls disposto perpendicolarmente all'asse stradale, la sponda sinistra.

In questo tratto il rio scorre ribassato di circa 5-10 metri rispetto alla piana alluvionale, definendo un'incisione torrentizia ad andamento medio NNW-SSE con sponde scoscese, che lambisce il tracciato della strada esistente. Il ciglio superiore della scarpata è modellato in depositi alluvionali, mentre l'alveo si imposta nel substrato marnoso prequaternario, mascherato però, sia lungo la scarpata sia sul fondovalle, dalla coltre detritico-colluviale e da un terreno vegetale piuttosto sviluppato.

L'allargamento della carreggiata stradale in progetto interesserà in molti tratti la scarpata sul Rio Campora lungo la quale dovranno essere riportati terreni e realizzate opere di contenimento dei terreni di riporto.

In dettaglio, l'intervento di riqualificazione della Ex S.S. 35 "dei Giovi", identificato dal codice WBS NV19-3 verrà realizzato al margine settentrionale della piana alluvionale, in un'area già urbanizzata compresa tra lo svincolo con la S.P. 161 "della Crenna" e l'incrocio situato in prossimità del Rio Pradella.

In questo settore la strada esistente corre a raso, con andamento rettilineo e con pendenza non superiore allo 0,005%, sulla superficie del terrazzo alluvionale; soltanto nei pressi dell'intersezione stradale su cui sorgerà la nuova rotonda OV21 (area industriale sul Rio Pradella) si osservano modesti dislivelli, per lo più inferiori a 1 m, tra il piano stradale che risulta sopraelevato e la superficie del terrazzo a valle della strada. In questo tratto il rilevato è sostenuto da un muretto di in cls.

Nell'area di indagine i terreni naturali sono individuabili soltanto nei prati presso la cabina ENEL presente sul lato a monte della strada, mentre la restante porzione di territorio interessata dal progetto risulta urbanizzata e prevalentemente asfaltata.

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) passanti verso il basso ad alternanze regolari di strati pelitico-arenacei e di marne calcaree in strati di spessore centimetrico decimetrico, riferibili, sulla base dei caratteri litologici, alla Formazione di Costa Areaa (depositi di piana sottomarina età burdigaliana-langhiana). Il limite transizionale tra le due formazioni non è osservabile in sito nei dintorni dell'area perché il contatto è mascherato dai depositi quaternari e dall'urbanizzazione. Tuttavia, sulla base delle evidenze morfologiche e cartografiche è ipotizzabile che tale contatto, immergente verso NNW con un'inclinazione media compresa tra 25 e 45° attraversi la piana di Arquata e intersechi la viabilità in progetto

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV1900002A00 Foglio 18 di 33

in corrispondenza del Rio Campora. È inoltre ipotizzabile, in accordo con le evidenze morfologiche, un controllo strutturale dell'andamento di tale limite, che potrebbe essere condizionato da dislocazioni secondo direttrici NNE-SSW connesse con la zona di deformazione della cosiddetta "faglia della Valle Scrivia". La presenza di abbondanti coperture quaternarie e i riporti antropici in sito non permettono tuttavia di verificare tale ipotesi.

- da sedimenti compatti, costituiti prevalentemente da marne, marne argillose e marne sabbiose di colore grigio-cenere in strati da centimetrici a decimetrici e banchi metrici, con locali intercalazioni di arenarie giallastre in banchi di spessore metrico. Tali sedimenti, affioranti con continuità lungo le scarpate di erosione torrentizia che bordano in sponda sinistra l'alveo attuale del T. Scrivia (vedi carta geologica allegata) sono riferibili, sulla base dei caratteri litologici, alla Formazione delle Marne di Cessole (depositi di piattaforma esterna di età langhiana; S3a in Figura 2) precedentemente attribuita alla successione sedimentaria autoctona e neoautoctona padano-adriatica, ma riferibile secondo le interpretazioni più recenti alla successione del BTP (Piana et al., in prep.; cfr. § **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Nell'era rilevata le Marne di Cessole costituiscono una monoclinale mediamente immergente verso NNW con inclinazioni variabili da 30 a 45°. Localmente la continuità della struttura monoclinale è interrotta da sistemi di discontinuità subverticali con direzione media compresa tra N-S e NE-SW, connesse con la zona di deformazione della cosiddetta "faglia della Valle Scrivia". In prossimità di tali lineamenti tettonici si riscontra una rapida verticalizzazione e parallelizzazione degli strati alle strutture tettoniche; la rotazione degli strati si associa, in particolare negli orizzonti a composizione marnoso-argillosa, alla formazione di un clivaggio subverticale a spaziatura centimetrica, lungo il quale si imposta localmente una debole circolazione idrica sotterranea.

Sul basamento prequaternario appoggiano i depositi alluvionali antichi del T. Scrivia (fluviale antico fl1; § **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**); si tratta di depositi ghiaiosi in abbondante matrice limosa giallo-ocra, che costituiscono il primo sottosuolo della piana alluvionale terrazzata di Arquata Scrivia; essi presentano una potenza variabile da pochi decimetri ad alcuni metri, in funzione dell'andamento della superficie erosionale che li delimita alla base; nell'area interessata dagli interventi di riqualificazione della viabilità in progetto la potenza stimata di tali depositi risulta essere compresa tra 2 e 5 m.

Al di sopra dei depositi alluvionali antichi sopra descritti si sviluppa un terreno vegetale di potenza mediamente inferiore a 0.5 m che, in corrispondenza della viabilità attuale e delle aree urbanizzate risulta sostituito/ricoperto dai depositi antropici.

Gli accumuli antropici che formano il rilevato stradale esistente sono costituiti prevalentemente da ghiaie grossolane e macerie. La potenza di tali depositi varia localmente da pochi decimetri fino a raggiungere, in corrispondenza dell'attraversamento sul Rio Campora, spessori dell'ordine di 6-7 m circa. Tali depositi poggiano direttamente sui terreni detritico-colluviali.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV1900002A00 Foglio 19 di 33

Gli accumuli antropici che formano il rilevato stradale esistente sono costituiti prevalentemente da ghiaie ghiaie grossolane frammiste a macerie a grossi blocchi; l'altezza del tratto in rilevato (nei pressi dello svincolo per l'area industriale) è dell'ordine di 1,5 m.

A ridosso del Rio Pradella il materiale artificiale appoggia direttamente su terreni detritico-colluviali prevalentemente limoso-sabbiosi, che costituiscono il primo sottosuolo lungo la scarpata di erosione, ma che non verranno interessati dalle opere in progetto.

I depositi detritico-colluviali costituiscono un corpo a geometria cuneiforme che presenta il massimo spessore alla base della scarpata, e si assottiglia progressivamente verso l'alto raccordandosi al terrazzo alluvionale principale. Si tratta di depositi prevalentemente limoso-sabbiosi e argillosi con ciottoli che derivano dalla mobilizzazione, per azione del ruscellamento diffuso, dei depositi alluvionali antichi del Terrazzo di Arquata. Lo spessore massimo stimato di tali depositi nell'area di indagine risulta inferiore a 2,5 m.

Si evidenzia inoltre come la parte superficiale dei depositi alluvionali in posto possa risultare estesamente rimaneggiata o anche sostituita da terreni di riporto, laddove siano stati eseguiti in passato scavi, ad es. per la posa di tubazioni; tali materiali sono da considerare scarsamente consolidati e con caratteristiche geotecniche potenzialmente non ottimali.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV1900002A00
	Foglio 20 di 33

6. ASSETTO IDROGEOLOGICO DELL'AREA

6.1. Circolazione idrica superficiale

L'area di intervento non è interessata dalla dinamica del T. Scrivia, che scorre a oltre 150 m di distanza, con alveo ribassato di circa 20 m rispetto alla posizione dell'area di indagine.

La circolazione idrica superficiale è pertanto legata essenzialmente alle acque meteoriche ricadenti sul versante a monte dell'area di intervento e sulla superficie impermeabile della viabilità esistente e delle aree urbanizzate adiacenti alla strada; attualmente, le acque superficiali defluiscono lungo la rete fognaria esistente senza determinare erosioni o dissesti di alcun tipo. Attualmente, le acque superficiali defluiscono in parte lungo il Rio Campora e in parte sono intercettate dai tombinamenti disposti lungo il tracciato stradale e convogliate nella rete fognaria esistente.

Dato che la strada di nuova realizzazione non comporta un sensibile aumento delle superfici impermeabili rispetto alla situazione attuale, si ritiene che un corretto deflusso idrico superficiale possa essere garantito convogliando, come da progetto (cfr. relazione descrittiva degli interventi allegata al progetto definitivo, doc. A301-00-D-CV-RG-NV19-00-001-B00), le acque meteoriche nel nuovo reticolo di tubazioni in cls, del diametro di 50 cm, che verrà realizzato sotto ai marciapiedi e alla sede stradale, con recapito finale nel condotto fognario esistente lungo la S.S. 35.

Come evidenziato nella "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" allegata al vigente PRG del Comune di Arquata Scrivia (Elab. B6), l'attraversamento del Rio Campora al di sotto di Via del Vapore presenta una sezione di deflusso insufficiente; questo determina, in occasione di precipitazioni intense, allagamenti dell'area a monte della strada e della strada stessa, in corrispondenza dell'attraversamento.

6.2. Circolazione idrica sotterranea

Le acque meteoriche intercettate dal versante a monte dell'area di indagine si infiltrano nel sottosuolo all'interno dei depositi fluviali antichi che costituiscono il primo sottosuolo della piana di Arquata Scrivia e che sono un acquifero scarsamente produttivo, data la permeabilità medio-bassa e la ridotta potenza (generalmente inferiore a 10 m) delle ghiaie limose che li compongono; in questa formazione alluvionale sono stati realizzati alcuni pozzi ad uso domestico.

La soggiacenza della falda libera ospitata in questo acquifero è generalmente inferiore a 5 m dal p.c.; la direzione del deflusso idrico sotterraneo è mediamente diretta verso NNE e il reticolato idrografico superficiale funge da asse di drenaggio della falda (dati derivati dalla Relazione geologica allegata al PRGC vigente del Comune di Arquata Scrivia a firma del Dott. Geol. E Guerra, 2006).

La base dell'acquifero è costituita dal substrato marnoso, caratterizzato da permeabilità molto minore, per lo più legata alla fratturazione dell'ammasso roccioso. Il substrato costituisce una barriera per l'infiltrazione verticale delle acque di falda, le quali migrano lungo l'interfaccia

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV1900002A00 Foglio 21 di 33

stratigrafica substrato/depositi, fino a riaffiorare in superficie lungo i fianchi delle incisioni torrentizie, dove il contatto tra i depositi alluvionali ed il substrato è portato in affioramento dall'erosione.

Il flusso idrico sotterraneo confinato all'interfaccia quaternario/substrato (o al limite nei primi 1-2 m di substrato alterato) contribuisce a saturare i terreni limoso-argillosi della copertura colluviale, determinandone il decremento delle proprietà geotecniche e aumentandone la propensione all'instabilità, soprattutto in corrispondenza delle scarpate impostate nei depositi colluviali e alluvionali.

Gli scavi superficiali previsti per la realizzazione della rotonda in progetto non interferiranno con la falda idrica sotterranea; solo eventuali scavi di profondità superiore a 2 m ca. potrebbero intercettare il tetto della zona satura.

In tal caso, in fase di realizzazione degli scavi sarà opportuno proteggere le pareti di scavo contro il franamento e prevedere la possibilità realizzare sul fondo scavo un materasso drenante in ghiaione.

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG5101ECVRGNV1900002A00
	Foglio 22 di 33

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. e carte geologiche allegate al Progetto Definitivo della nuova tratta ferroviaria e delle opere accessorie) e sulla base dei rilievi di dettaglio in sito sono emerse problematiche di criticità idraulica connesse con l'insufficiente sezione idraulica dell'esistente scatolare di attraversamento del Rio Campora al di sotto di Via del Vapore.

Dato che tra gli interventi in progetto è prevista la posa in opera di uno scatolare di attraversamento dimensionato in modo da garantire un'adeguata sezione di deflusso, la criticità idraulica verrà risolta; le opere risulteranno pertanto migliorative rispetto alla situazione di pericolosità evidenziata.

I rilievi di dettaglio effettuati in sito hanno inoltre evidenziato la presenza, in adiacenza a Via del Vapore, di ripide scarpate in precarie condizioni di stabilità, la cui destabilizzazione causata da un eventuale eccessivo riporto di terreni finalizzato all'allargamento della strada, potrebbe determinare cedimenti del manto stradale e localizzati franamenti in direzione dell'alveo, con conseguenti problemi sia per la viabilità sia per il deflusso idrico superficiale, soprattutto nel caso di eventi di piena.

In fase di realizzazione delle opere si dovranno pertanto adottare tutti gli accorgimenti tecnici atti a minimizzare eventuali problemi di questo tipo correlati con l'allargamento della sezione stradale (occlusione dei fossi di scolo esistenti e destabilizzazione delle scarpate lungo il Rio Campora).

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. e carte geologiche allegate al Progetto Definitivo della nuova tratta ferroviaria e delle opere accessorie) non sono emerse problematiche di instabilità che possano interessare l'area su cui sorgerà la nuova rotonda. I rilievi di dettaglio effettuati in sito non hanno evidenziato la presenza di particolari problematiche locali.

Se correttamente realizzato, l'intervento in progetto non determinerà in alcun modo variazioni dell'assetto geo-morfologico ed idrogeologico dell'area e pertanto non varieranno le condizioni di assenza di rischio riscontrate.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV1900002A00 Foglio 23 di 33

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 generalmente modesta come intensità e 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 penniniche e la pianura padana) e all'allineamento dei massicci cristallini esterni (fronte penninico).

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 traduce in una corrispondente fascia a più bassa pericolosità sismica, di direzione

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV1900002A00 Foglio 24 di 33

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).

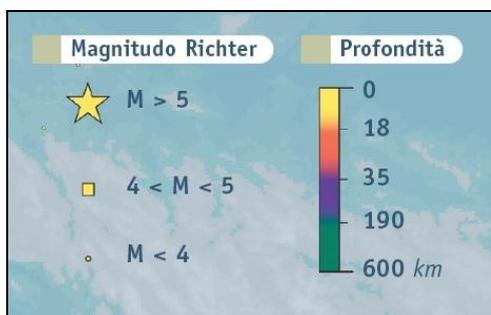
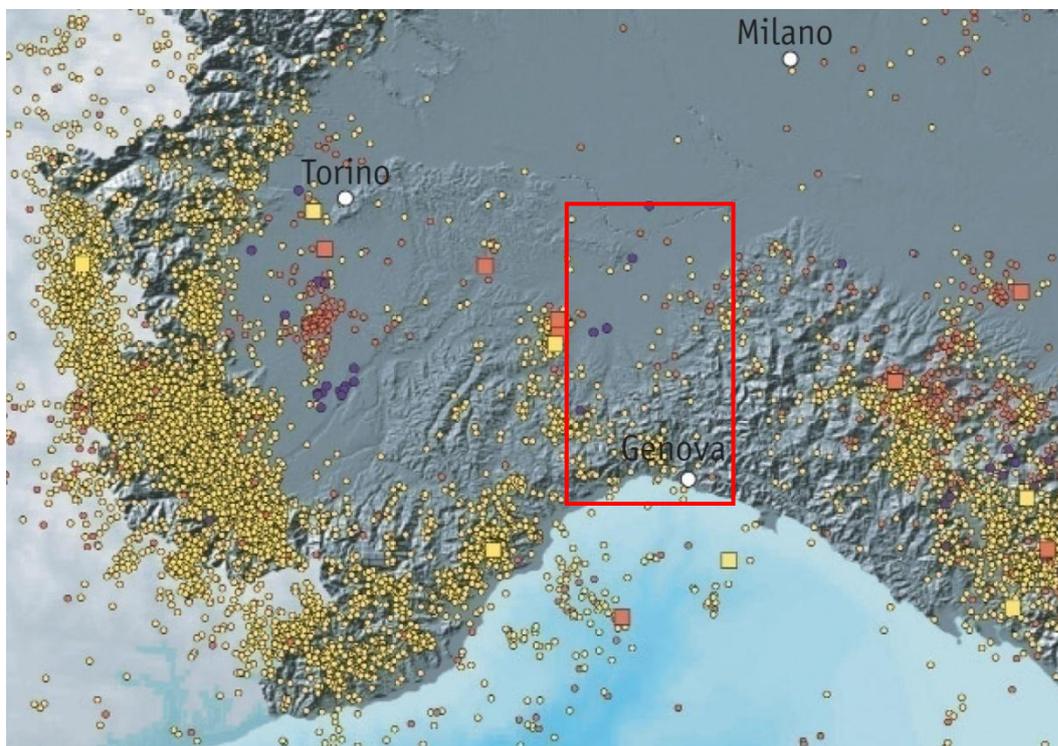


Figura 3 – Stralcio della Carta della sismicità in Italia tratta dal sito dell'INGV:
<http://csi.rm.ingv.it/>
 Il rettangolo rosso individua l'area di progetto.

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: $a(g) \leq 0.05 g$

Dalla Tabella 1 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 il Comune di Serravalle Scrivia è stata istituita la classe 3, corrispondente a valori $0.05 g < a(g) \leq 0.15 g$.

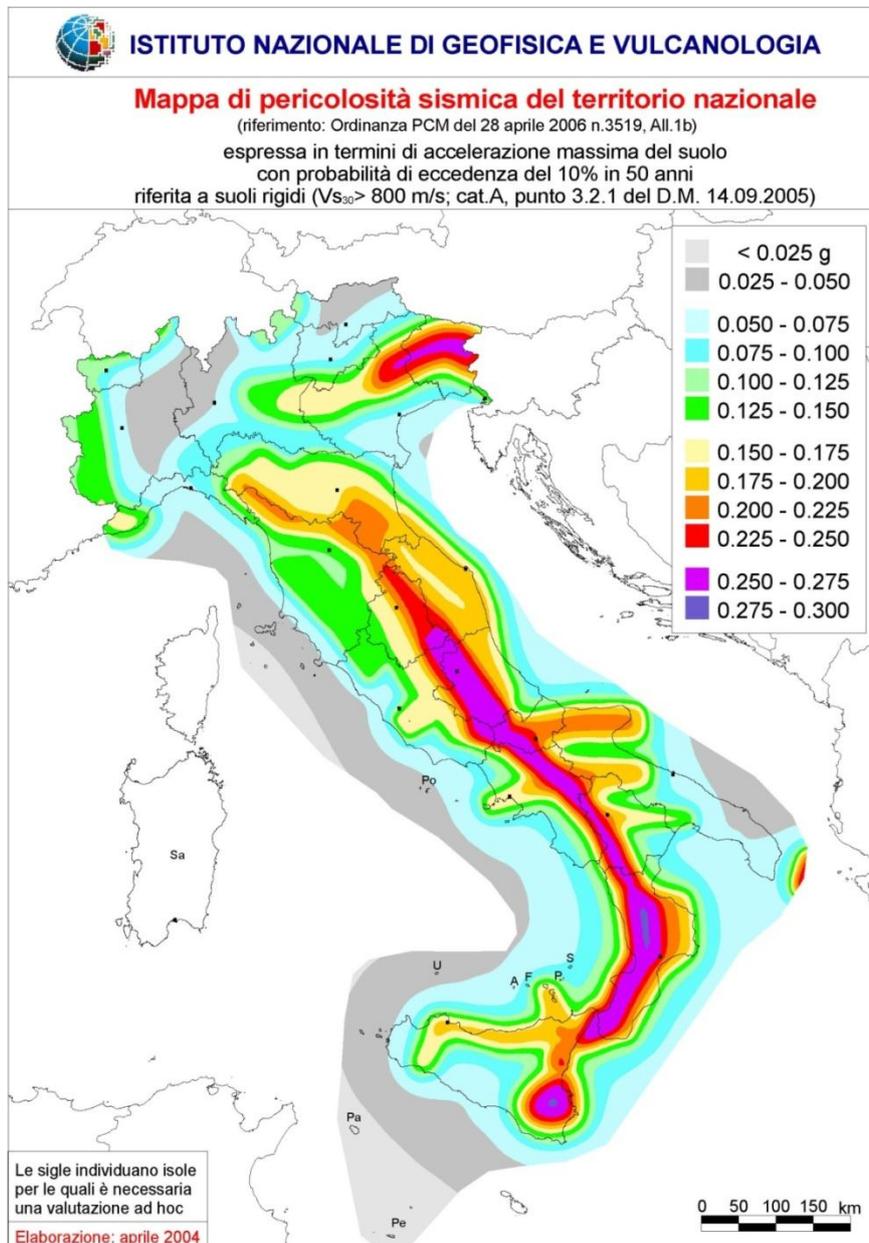
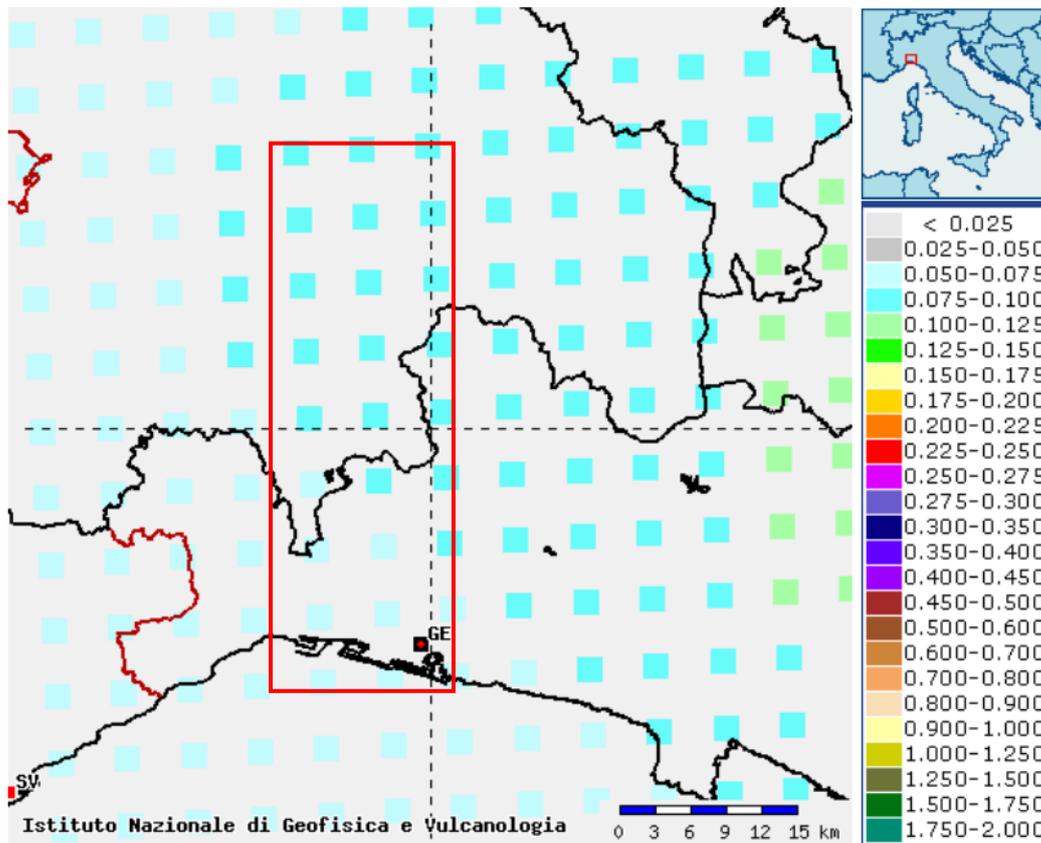


Figura 4 – Mapa di pericolosità sismica dell'intero territorio nazionale redatta dall'INGV. La figura è stata tratta dal sito dell'INGV: <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>



Selezione mappa

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

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);
- depositi quaternari: depositi alluvionali antichi del T. Scrivia (fluviale antico, fl1): depositi ghiaiosi in matrice limoso-sabbiosa giallo-ocra, di potenza stimata < 4 m;
- terreni di riporto: ghiaie grossolane frammiste a macerie, di spessore < 1,5 m.

8.4.1. Classificazione topografica secondo NTC 2008

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

- la potenza dei depositi alluvionali non supera in generale i 4 m;
- 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 profondità¹, 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.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ 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 $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositati 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 $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositati 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 $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ 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 $V_s > 800$ m/s).</i>

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

8.4.2. Classificazione topografica secondo le 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 (Tabella 2). Sulla base di tali correlazioni le condizioni topografiche corrispondono rispettivamente alla categoria T1 (zone subpianeggianti).

¹ 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).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV1900002A00 Foglio 30 di 33

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 2 - Condizioni topografiche ai fini della classificazione sismica di sito.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 	
	IG5101ECVRGNV1900002A00	Foglio 31 di 33

9. CONCLUSIONI

NV19-1

L'indagine geologica e idrogeologica ha evidenziato un punto di criticità idraulica e problematiche connesse alla stabilità delle scarpate esistenti, lungo il tracciato dell'opera in progetto.

La criticità idraulica verrà risolta mediante allargamento della sezione di deflusso del Rio Campora, secondo le modalità illustrate nella documentazione progettuale; gli interventi in progetto saranno migliorativi rispetto alla situazione di rischio idrogeologico attualmente evidenziata.

Gli interventi a ridosso delle ripide scarpate di erosione che costituiscono le sponde dell'incisione torrentizia del Rio Campora rendono invece necessaria l'adozione di opportune cautele, di seguito elencate, da attuare in fase di realizzazione delle opere:

- i tratti di scarpata oggetto di rimodellamento dovranno avere inclinazione inferiore a 30° ed essere rapidamente inerbiti; in caso si opti per angoli di scarpata maggiori, dovranno essere previste opere di ingegneria naturalistica (es. terre armate o muri cellulari) realizzate a regola d'arte, atte ad evitare il franamento del terreno nell'alveo del Rio Campora con conseguente destabilizzazione della sede stradale e occlusione parziale dell'alveo, L'inerbimento dovrà essere favorito con la posa di rivestimenti antierosivi (biostuoie).
- Al fine di evitare cedimenti differenziali al di sotto del nuovo rilevato stradale si consiglia la regolarizzazione del piano di posa del rilevato con l'asportazione del terreno vegetale presente in posto per circa 0.5 m dal p.c. attuale, e l'a stesura di uno strato basale drenante; per il rilevato si suggerisce l'utilizzo di materiale ghiaioso-sabbioso opportunamente costipato mediante rullo vibro-compressore; è da evitare per quanto possibile il ricorso a terreni di risulta da scavi in rocce marnose.
- Dovranno essere adottate misure volte a limitare i fenomeni di erosione spondale in corrispondenza delle sponde del Rio Campora interessate dall'intervento (rivestimenti spondali in massi o altre opere di ingegneria naturalistica), in particolare nei tratti in cui il corso d'acqua è più vicino alla viabilità in progetto.
- Le acque meteoriche ricadenti sulle superfici stradali urbane impermeabili dovranno essere correttamente regimate e convogliate, come da progetto, nella fognatura esistente sulla S.S. 35; a tale proposito sarà necessario verificare che le tubazioni esistenti siano in perfetto esercizio e sufficienti a smaltire i picchi di portata durante gli eventi meteorici di maggiore entità.
- Dovrà essere evitata la possibile formazione di ristagni idrici sulle aree a monte della viabilità oggetto di sistemazione, favorendo il deflusso delle acque di ruscellamento e ripristinando dove necessario i canali di scolo attualmente esistenti.

Se realizzato secondo le indicazioni sopra riportate, l'intervento in progetto determinerà un miglioramento delle condizioni di rischio idrogeologico riscontrate in sito; si afferma pertanto la

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>IG5101ECVRGNV1900002A00</p> <p>Foglio 32 di 33</p>

compatibilità dell'intervento in progetto con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area in cui è inserito.

NV19-2

L'indagine geologica e idrogeologica ha evidenziato l'assenza di fenomeni di dissesto che possano in qualche modo interessare l'area di indagine.

Se correttamente realizzato, l'intervento in progetto non determinerà in alcun modo variazioni dell'assetto geo-morfologico ed idrogeologico dell'area e pertanto non varieranno le condizioni di assenza di rischio riscontrate.

Si afferma pertanto la compatibilità dell'intervento in progetto con le caratteristiche geologiche, e geomorfologiche dell'area in è inserito.

Quali prescrizioni di carattere applicativo si evidenziano i seguenti punti:

- al fine di evitare cedimenti differenziali al di sotto del nuovo rilevato stradale si consiglia la regolarizzazione del piano di posa del rilevato con l'asportazione del terreno vegetale presente in posto per circa 0.5 m dal p.c. attuale, e la stesura di uno strato basale drenante; per il rilevato si suggerisce l'utilizzo di materiale ghiaioso-sabbioso opportunamente costipato mediante rullo vibro-compressore; è da evitare per quanto possibile il ricorso a terreni di risulta da scavi in rocce marnose.
- Le acque meteoriche ricadenti sulle superfici stradali e urbane impermeabili dovranno essere correttamente regimate e convogliate, come da progetto, nella fognatura esistente sulla S.S. 35; a tale proposito sarà necessario verificare che le tubazioni esistenti siano in perfetta efficienza, ripristinando dove necessario le sezioni eventualmente danneggiate.
- Dovrà essere evitata la possibile formazione di ristagni idrici sulle aree a monte della viabilità oggetto di sistemazione, favorendo il deflusso delle acque di ruscellamento.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG5101ECVRGNV1900002A00 Foglio 33 di 33

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.