



S.P. N. 15 "VARIANTE DI CARCARE LOTTO 3B2"

LAVORI:

S.P. N. 15 "Carcare-Pallare-Bormida-Melogno" – Lavori di sistemazione generale e ammodernamento della sede stradale dal km 0+000-14+300 – Lotto 3B2

NATURA PRESTAZIONE:

Studio di inquadramento geologico e geotecnico comprensivo di indagini e direzione lavori geologica per il progetto definitivo-esecutivo

COMMITTENTE:

Provincia di Savona

DATA:

2009

Premessa

La Provincia di Savona ha incaricato la scrivente società di professionisti, S.G.G. S.n.c. di eseguire uno studio geologico finalizzato alla redazione del progetto definitivo per la realizzazione del Lotto 3B2 dei "Lavori di sistemazione e ammodernamento della sede stradale dal km 0+000-14+300" lungo la S.P. N. 15 "Carcare-Pallare-Bormida-Melogno".

A seguito della consultazione degli elaborati geologici relativi al P.R.G. del Comune di Carcare, relativi alla "Verifica di compatibilità nel territorio del Comune di Carcare", è stato effettuato un rilevamento geologico che ha consentito la progettazione di una campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche.

In particolare, l'ubicazione dei sondaggi geognostici è risultata, giocoforza, funzionale alla disponibilità delle aree d'indagine, tenendo comunque conto che tre dei sondaggi eseguiti dal Geologo Francesco Amandola nell'agosto 2006 si trovavano ai margini della parte alta del tracciato.

Tali sondaggi furono allora realizzati quando si pensava ancora di realizzare in sotterraneo parte del 3 Lotto, ipotesi poi superata dal nuovo progetto preliminare che prevede un lungo tratto in trincea in luogo della galleria inizialmente prevista.

A tale scopo, sono stati effettuati:

- n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti a profondità variabili fra 20-25 m, nel corso dei quali sono state effettuate n. 5 prove penetrometriche dinamiche S.P.T. e prelevati n. 5 campioni indisturbati e n. 7 rimaneggiati sottoposti a prove geotecniche di laboratorio;
- n. 3 prospezioni sismiche a rifrazione a 12 canali con lunghezza variabile fra 42-82 m. Inoltre, in corrispondenza delle stese SS1 e SS2 è stata effettuata l'acquisizione del rumore di fondo mediante il codice RE.MI. per il calcolo della velocità delle onde di taglio Vs30.

L'area in esame costituisce il lotto mediano del tracciato della "Variante di Carcare", nonché la prosecuzione del tratto esistente che si sviluppa a sud-ovest del centro abitato.

Dopo una prima rotonda di connessione con l'esistente, il tracciato, procedendo da ovest verso est, si sviluppa pressoché a raso in sponda destra del Torrente Bormida di Pallare, in una zona pseudopianeggiante che rappresenta una porzione marginale del terrazzo alluvionale recente.

Successivamente, dopo un tratto in rilevato, il progetto prevede l'attraversamento, mediante scavo in trincea, delle propaggini terminali della dorsale rocciosa che degrada da località San Giovanni del Monte. Il versante presenta un'acclività media, parzialmente condizionata da un locale rimodellamento mediante terrazzamenti utilizzati per attività zootecniche.



Scavi trincea e raccordo con lotto esistente lato Pallare

In questo tratto, il tracciato corre, a quota inferiore, quasi parallelamente alla corsia sud dell'Autostrada Torino-Savona.



Scavi trincea lato Savona e interferenza con Autostrada A6 TO-SV

La porzione terminale si sviluppa nuovamente in una zona pseudopianeggiante e in rilevato rispetto all'attuale piano campagna, attraversando il Rio Coppino, tributario destro del corso d'acqua principale, in due punti.

La variante in oggetto termina con una rotonda di svincolo da cui si diparte il successivo lotto 3B1, in direzione Vispa.

Inquadramento geologico

Dal punto di vista litologico, il comparto è interessato dalla presenza dei terreni terziari ascrivibili al *Bacino Terziario*.

La base del *B.T.P.* è rappresentata dalla *Formazione di Molare*, che risulta sormontata dalla *Formazione di Rocchetta* in direzione nord-ovest.

L'assetto dei terreni è caratterizzato da un'ampia piega monoclinale immergente a NNW di circa 5-15°.

La *Formazione di Molare* è costituita in generale da un conglomerato poligenico ad elementi arrotondati di rocce verdi, micascisti e gneiss, di diametro variabile, con cemento calcareo, associato ad arenarie grigiastre passanti a marne più o meno siltose nella sua porzione più elevata.

Dal rilevamento effettuato si è verificata la presenza solo di locali affioramenti del basamento.

In particolare, si evidenziano affioramenti rocciosi sul versante immediatamente a monte del tracciato autostradale, dove compaiono arenarie medio fini stratificate, con giacitura immergente intorno a 260°N/5°-10°.

Affioramenti si registrano, inoltre, nell'alveo del Rio Coppino, subito dopo la confluenza del Rio Chiuso e in corrispondenza dell'attraversamento di Via Albarolo e ancora lungo il Rio Coppino presso un'ansa fluviale e lungo la parte bassa del versante, quasi in corrispondenza del settore mediano del tracciato.

In quest'ultimo affioramento, la facies si presenta arenacea medio grossolana, talora microconglomeratica, con locali passate conglomeratiche. Nel complesso, l'ammasso risulta tenero, localmente sfaldabile con le mani a causa di un'alterazione superficiale talora spinta.

Le indagini geognostiche

Come accennato, a integrazione di una campagna di sondaggi effettuata dalla Provincia di Savona nel 2006 (n. 3 sondaggi a carotaggio continuo lungo un tracciato in galleria con asse parzialmente difforme dall'attuale), è stata realizzata una campagna di indagini geognostiche e geofisiche comprendente n. 5 sondaggi a carotaggio continuo, tutti attrezzati con tubo piezometrico e all'interno dei quali sono state eseguite prove penetrometriche dinamiche S.P.T. e prelevati campioni indisturbati sottoposti a prove geotecniche di laboratorio.

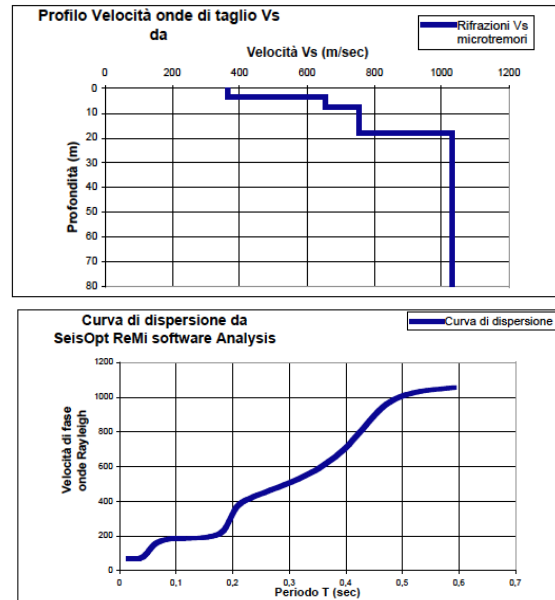
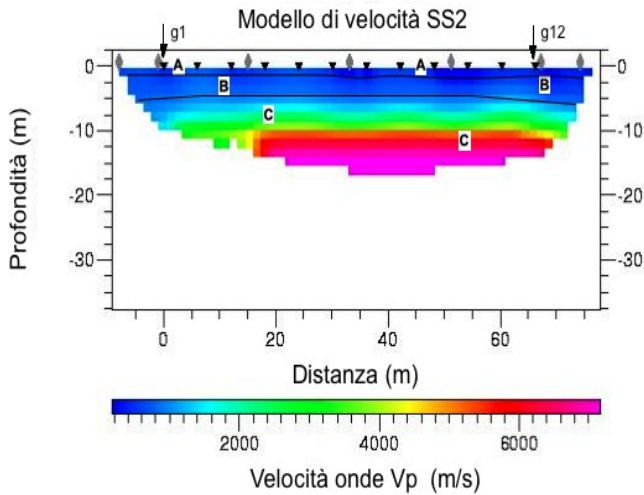
All'interno dei tubi piezometrici l'escursione di falda è stata verificata per circa un mese e mezzo.

Sondaggi	Periodo						
	19.10.09	20.10.09	21.10.09	22.10.09	28.10.09	04.11.09	30.11.09
S1	-	-	-	3,55	3,82	3,73	2,10
S2	-	-	-	3,40	3,44	3,40	0,46
S3	>0,00*	>0,00*	>0,00*	>0,00*	>0,00*	>0,00*	>0,00*
S4	0,78	0,50	0,24	0,10	0,61	0,45	0,00
S5	-	-	4,07	4,26	4,78	4,36	3,09

Soggiacenza della falda

Il modello geologico è stato integrato mediante l'esecuzione di prospezioni geofisiche realizzate lungo il versante (stesa SS1), circa in corrispondenza alla zona in trincea, e sulle due aree pianeggianti, collegando i sondaggi S1 e S2 (stesa SS2) e S4 e S5 (stesa SS3).

In particolare, sono stati eseguiti n. 3 stendimenti sismici, SS1, SS2 e SS3, di lunghezza rispettivamente pari a circa 42 m, 82 m e 50 m, con spaziatura intergeofonica differenti.



Tomografia sismica e elaborazione sismica con codice RE.MI. con calcolo Vs

Tutte le stese sono state acquisite su 12 canali con 7 stazioni di energizzazione di cui 4 esterne e tre interne. Inoltre, in corrispondenza delle stese SS1 e SS2, è stata effettuata l'acquisizione del rumore di fondo mediante il codice RE.MI. per il calcolo della velocità delle onde di taglio Vs30.

Orizzonte stratigrafico	Intervallo di profondità (m)	Velocità Vs da microtremori (m/s)
Alluvioni medio-fini-frammiste al terreno rimaneggiato	0-2,6	332
Alluvioni passanti in profondità al cappellaccio di alterazione del substrato roccioso	2,6-12	632
Alterazione del substrato roccioso fino a substrato roccioso sano	12-28	1287
-----	28-indefinito	1625

Modello stratigrafico e velocità onde di taglio

Sulla base delle elaborazioni sismiche è stato elaborato un modello stratigrafico dove, per ciascun orizzonte individuato, sono indicate le velocità sismiche delle onde di taglio, ricavate dall'analisi dei microtremori. I valori ottenuti sono stati utilizzati per la definizione delle categorie di suolo riportate nel profilo del modello geologico.

Caratterizzazione geotecnica

Sulla base delle indagini eseguite, con particolare riferimento, ai sondaggi, alle prove in sito e geotecniche di laboratorio, alle prospezioni sismiche e ai rilievi geomeccanici sull'ammasso roccioso, è stata elaborata una parametrizzazione geotecnica dei terreni in gioco, come riassunto dalle tabelle seguenti

Sondaggio	Profondità	Facies litologica	BRMR	Classe	Qualità
S1	4,10-6,00 7,00-8,00	conglomerato	48-58	III	discreta
S1	6,00-7,00	conglomerato	37-41	III-IV	discreta- scadente
S2	4,70-10,00	conglomerato	59-73	II-III	buona- discreta
S3	3,30-5,00	conglomerato	42-46	III	discreta
S3	5,00-10,20	conglomerato-e arenaria grossolana	52-61	II-III	buona- discreta
S4	1,70-3,60	conglomerato	50-57	III	discreta
S4	3,60-8,20	arenaria-grossolana	61-71	II	buona
S5	5,00-12,00	conglomerato	61-72	II	buona

Valori BRMR e qualità dell'ammasso roccioso

Campione	Profondità (m)	Descrizione	Classificazione USCS	I.P.	W	γ (t/m ³)	φ (°)	c' (kPa)	M _{ed} (MPa)
S2C1	2,50-3,00	Alluvione	SM	N.P.	20,65	20,70	32,2	7,4	3,84
S3C1	1,50-2,00	Alluvione	ML-CL	4,1	28,38	19,30	34,0	3,9	2,46
S5CA	2,00-2,40	Riporto	SM	5,4	-	-	-	-	-
S5CB	3,40-3,70	Coltre-eluviale	CL	9,5	-	21,02	-	-	-
S2CA/06	2,30-2,50	Coltre-cappellaccio	SM	N.P.	-	-	-	-	-

Sintesi risultati prove geotecniche di laboratorio eseguite sulle terre

Modello geologico

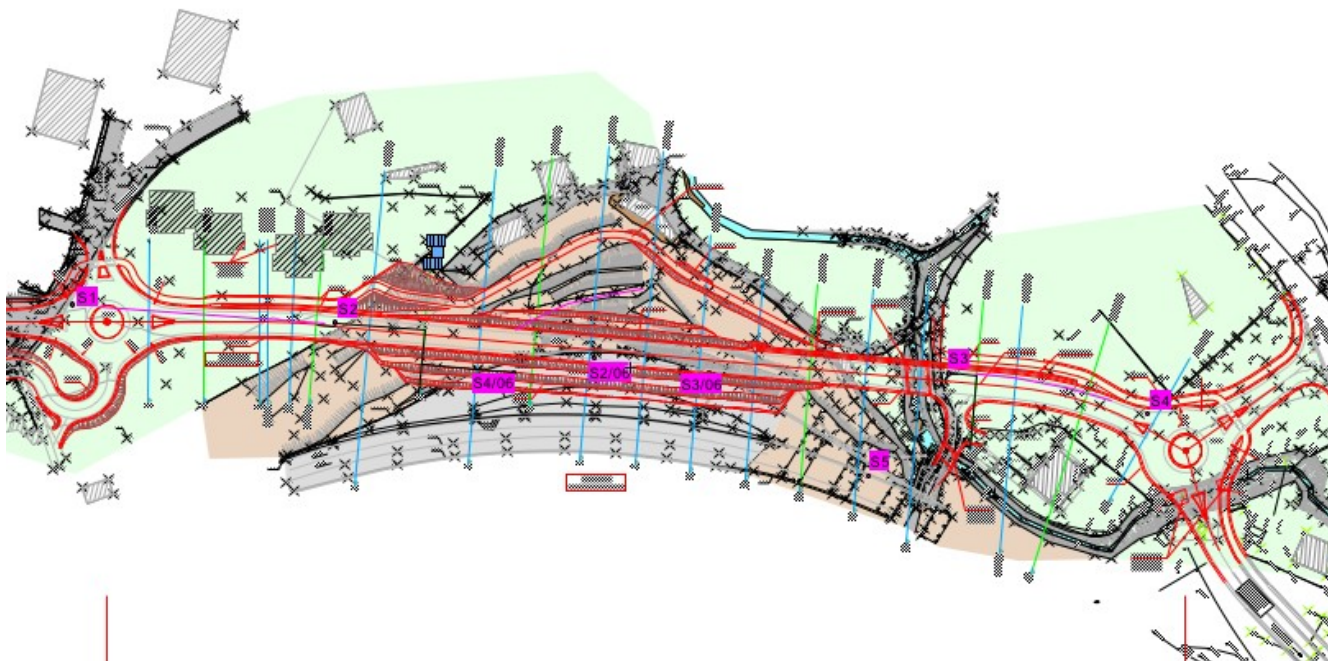
Riferendosi a quanto contenuto nel P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico), l'area non è interessata da fenomeni di dissesto e non incide su aree soggette a fenomeni di esondabilità.

Relativamente alla Carta di sintesi e suscettibilità d'uso del territorio, redatta dal Geol. Alessandro Tiranti, nella sua revisione del 2007, l'area ricade nella quasi totalità nelle classi 1 e 2, non emergendo quindi problematiche particolari.

Solo in prossimità della rotonda più occidentale (lato Pallare) l'area ricade in classe 3, caratterizzata da un'esondabilità cinquecentennale che non pregiudica in nessun modo la fattibilità dell'intervento.

Sulla base di un criterio osservazionale e in relazione ai risultati delle indagini disponibili è stato possibile ipotizzare una prima suddivisione dei terreni che interessati dalle opere in progetto.

In corrispondenza aree pianeggianti di terrazzo, relative al tratto iniziale e terminale della Variante, i terreni sciolti sono risultati essere costituiti da un primo sottile livello di terreno di riporto o rimaneggiato e da un'alluvione medio-fine superficiale sovrastante uno strato inferiore grossolano.



Carta geologica di dettaglio e ubicazione indagini

Sulle aree pianeggianti di terrazzo, relative al tratto iniziale e terminale della *Variante*, i terreni sciolti sono risultati essere costituiti da un primo sottile livello di terreno di riporto o rimaneggiato e da un'alluvione medio-fine superficiale sovrastante uno strato inferiore grossolano.

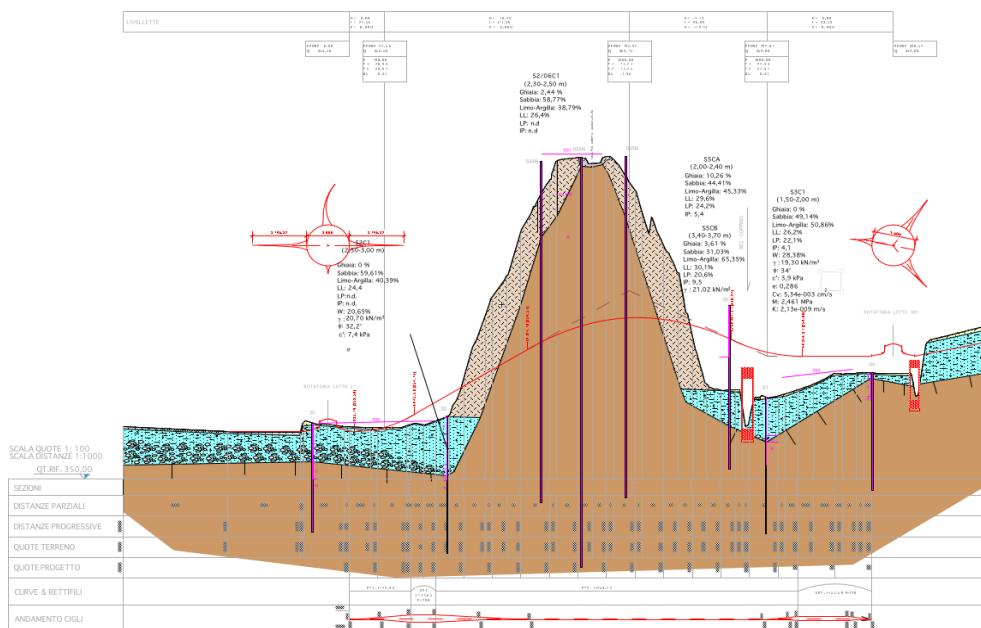
Una sostanziale differenza è stata rilevata, tuttavia, fra lo spessore del terreno di copertura del terrazzo del Torrente Bormida di Pallare e quello del Rio Coppino, dove lo spessore del materasso alluvionale si riduce sensibilmente.

Nel settore opposto, in sponda destra del Torrente Bormida di Pallare, gli spessori del terreno alluvionale si mantengono maggiori e più costanti, variando da 2,80 a 4,30 m. Al di sotto delle coperture alluvionali, il substrato è risultato caratterizzato da un conglomerato poligenico, talora alternato da strati metrici di arenaria o microconglomerato.

Nei settori di versante, si è osservata la presenza di uno strato di terreno di riporto, presumibilmente derivante dai movimenti terra avvenuti durante i lavori di costruzione dell'autostrada, sovrapposto a una coltre eluviale, derivante dal disfacimento del sottostante substrato roccioso.

Il passaggio fra il substrato roccioso sano e i terreni copertura, di qualunque natura essi siano, è segnato dalla presenza di una fascia di transizione ("cappellaccio di alterazione"). Lo spessore medio individuato lungo il versante, in relazione ai sondaggi a disposizione e alla stesa sismica SS1, è stato considerato variabile fra 1,00-2,50 m. Il substrato roccioso, come già indicato, è risultato costituito dai litotipi caratteristici della Formazione di Molare che presentano facies fra loro differenti, da arenaria fine a microconglomerato.

Nel tratto a raso dalla rotonda lato Pallare, il tracciato si sviluppa sul terrazzo alluvionale, non interessato da problematiche di versante. Dal punto di vista geotecnico, è stato consigliato uno scotico con l'asportazione degli strati superficiali, per una profondità condizionata dai carichi di progetto.



Profilo geologico in asse al tracciato

Anche il tratto in rilevato fino alla dorsale di San Giovanni del Monte non sono state rilevate particolari problematiche a meno di quelle relative alle modalità di posa, per cui è stata segnalata la necessità dell'esecuzione di prove di laboratorio (Proctor) e in situ (carico su piastra e densità). In considerazione dei fronti di scavo in progetto e della vicinanza della corsia autostradale, è stata consigliata la realizzazione di opere di sostegno per il contenimento delle pareti di scavo nonché opportuni monitoraggi inclinometrici durante le fasi di scavo. Sono state, infine, fornite indicazioni sulla rippabilità del substrato roccioso in relazione alla velocità delle onde sismiche longitudinali.



Condizioni di escavabilità in funzione del litotipo e della velocità di propagazione delle onde longitudinali