



PROVINCIA DI PISTOIA

Dipartimento Infrastrutture di comunicazione e trasporti
Servizio Viabilità

VARIANTE ALLA S.R. 66 PISTOIESE IN LOCALITA' LIMESTRE

COMUNE DI SAN MARCELLO PISTOIESE

PROGETTO ESECUTIVO

**Relazione geologica e
geotecnica di dettaglio**

02RE

Data:
MAGGIO 2006

Revisione:
0

Scala:

Progettisti:

ing. Paolo Bellezza

arch. Michela Mochi

Redazione:

geol. Andrea Bartolini

Responsabile del procedimento:

ing. Paolo Mazzoni

Staff progettazione:

geol. Andrea Bartolini

dis. David Barbieri

geom. Federico Anzuini

dis. Ligia Del Pilar Montalvo

1 PREMESSA

Il progetto esecutivo di Variante all'attuale tracciato della S.R. 66 in loc. Limestone, si è sviluppato facendo riferimento alle analisi, studi e risultati delle verifiche svolte in sede di progettazione definitiva dell'intervento che, sottoposta a Conferenza dei Servizi nel settembre 2004, ha ottenuto parere favorevole dagli Enti interessati, in alcuni casi con prescrizioni e richieste di approfondimenti conoscitivi su specifiche tematiche.

Il rapporto tra quanto in progetto e le zonazioni di indirizzo del Piano di Bacino del F. Serchio sono rappresentate nella figura e negli stralci del testo di pagina seguente, da cui si evince conferma della fattibilità dell'intervento anche in rapporto a tale strumento di attenzione del rapporto tra opere e terreno.

Nello specifico delle valutazioni sulle condizioni di stabilità del rilevato da realizzare, sono stati eseguiti saggi con escavatore per la individuazione del dettaglio stratigrafico dei primi 3 – 4 metri di sottosuolo lungo l'asse di intervento (n. 7 punti di indagine) e della esistenza ed entità di circolazione idrica ipogea nella parte di terreno più direttamente interessato dalla realizzazione della sede viaria.

Tale integrazione di indagine ha sviluppato la campagna geognostica originaria costituita da n. 6 sondaggi a carotaggio continuo, 60 prove S.P.T., 6 prelievi di campioni e conseguenti analisi geotecniche di laboratorio, 17 prove penetrometriche C.P.T., n. 5 stendimenti sismici a rifrazione.

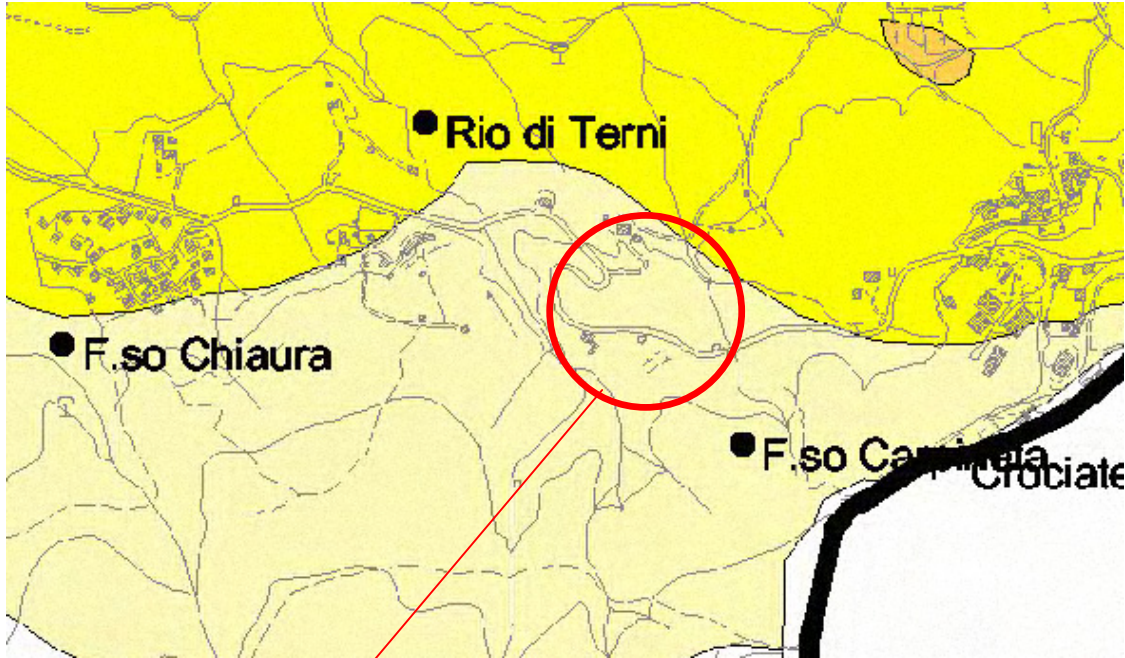
I risultati conseguiti a seguito delle indagini integrative svolte, hanno consentito la elaborazione, da parte della Soc. Dream incaricata dello studio geologico – geotecnico a supporto del progetto definitivo, di una "Relazione Geologica integrativa a seguito delle richieste ed osservazioni formulate nella Conferenza dei servizi del 13.09.2004" allegata in calce alla presente relazione Geologica.

Da quanto si evince da tale documento, ne consegue una positiva verifica di quanto richiesto in ordine al coefficiente di sicurezza per le verifiche di stabilità in condizioni sismiche ($F_s > 1,30$), alla esistenza di una falda freatica localizzata e discontinua intercettabile con le trincee drenanti ed alle condizioni di stabilità delle pareti di scavo di tali trincee e conseguente possibilità realizzativa del sistema di regimazione idrogeologica per l'area di intervento.

Autorità di Bacino Pilota del Fiume Serchio
Piano di Bacino Stralcio “Assetto Idrogeologico”

Leggi: 18 maggio 1989, n° 183 - 4 dicembre 1993, n° 493 – 3 agosto 1998, n° 267
 13 luglio 1999, n° 226 – 11 dicembre 2000 n° 365
 (Adottato dal Comitato Istituzionale nella Seduta del 5 ottobre 2004)

CARTA DEI FENOMENI FRANOSI
 Scala 1:25.000



Articolo 12 – Aree a pericolosità di frana molto elevata (P 4)

1.
2.

3. Negli ambiti di cui ai commi 1 e 2 sono consentiti, previa indagine geologica, geotecnica e/o idraulica atta a dimostrare che non vengono aggravate le condizioni di instabilità e che non sia compromessa la possibilità di realizzare la bonifica del movimento franoso:

- a.;

- b.;
- c. *gli interventi di adeguamento o restauro delle infrastrutture pubbliche, o di interesse pubblico, a sviluppo lineare, nonché della viabilità e della rete dei servizi privati esistenti non delocalizzabili, purché siano realizzati senza aggravare le condizioni di instabilità e non compromettano la possibilità di realizzare la bonifica del movimento franoso, previo parere vincolante dell’Autorità di Bacino;*
- d. *realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche, o di interesse pubblico, a sviluppo lineare non diversamente localizzabili previa realizzazione di interventi di bonifica del movimento franoso e previo parere vincolante dell’Autorità di Bacino;*
- e. *sul patrimonio edilizio esistente, per fabbricati non allo stato di rudere, sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.*

4.....

Articolo 13 – Aree a pericolosità di frana elevata (P3)

1.

2.

3. *Negli ambiti di cui al precedente comma 1, previa indagine geologica e geotecnica e/o idraulica, atta a dimostrare che non vengano aggravate le condizioni di instabilità e che non sia compromessa la possibilità di realizzare la bonifica del movimento franoso, sono altresì consentiti:*

- a. *gli interventi su opere e infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, comprese la viabilità e la rete dei servizi privati esistenti non diversamente localizzabili, che non comportino incrementi di superficie coperta né di volume;*
- b. *i nuovi interventi relativi a infrastrutture pubbliche, o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali, purché siano realizzati gli interventi necessari per la bonifica e la sistemazione del movimento franoso, previo parere favorevole dell’Autorità di Bacino;*
- c.
- d.;
- e.;
- f.

4.....

Articolo 14 – Aree a pericolosità di frana media (P2)

1. *Le aree del Piano di Bacino, stralcio Assetto Idrogeologico, rappresentate nella “Carta della franosità del Bacino del Fiume Serchio” in scala 1:10.000 come: E2 – “Aree potenzialmente franose per caratteristiche litologiche”; e rappresentate nella “Carta dei fenomeni franosi e della pericolosità geomorfologia” in scala 1:25.000 come: E2 – “Aree potenzialmente franose per caratteristiche litologiche”; sono soggette a vincolo di edificabilità condizionata alla esecuzione di indagini geologiche e geotecniche atte ad escludere situazioni di rischio per la pubblica e privata incolumità.*

2. *Sono consentiti, gli interventi ammessi dagli articoli 12 e 13, per l’attuazione dei quali è da ritenersi non necessaria l’acquisizione, ove richiesto, del parere dell’Autorità di Bacino.*

2 SISTEMA DRENANTE

Il progetto esecutivo sviluppa nel dettaglio lo schema del sistema drenante contenuto nel progetto definitivo, mantenendo gli interassi tra le trincee drenanti, sviluppandole verso monte sino a raccordarsi al versante dove è posta la attuale S.R. 66 (mantenendo 5m di distanza di sicurezza per non creare instabilità su di essa) ed orientandole secondo la massima pendenza del terreno.

Le quote di innesto nel ricettore idrico di valle hanno rappresentato il limite inferiore a cui raccordarsi per permettere lo scarico a gravità delle acque captate, mantenendo pendenze del fondo trincea tra 2° e 30°: per inclinazioni maggiori si è ricorso a forme geometriche “a gradoni” analoghe e coerenti con il sistema drenante e di irrigidimento di base del rilevato viario di progetto.

La pendenza di attacco dello scavo a monte delle trincee è stata individuata in 45°, mentre per i lati degli scavi è possibile mantenere la subverticalità (indicata nelle tavole con pendenza 80°) delle pareti per i tempi realizzativi del dreno.

Questo sarà costituito da un pacchetto di $h = 1.80$ m di cui i primi 30 cm di base con prevalenza di sabbia (allettamento del tubo drenante $\Phi = 125$ mm e 200 mm fessurati con rivestimento protettivo antintasamento) ed i sovrastanti 150 cm costituiti da pezzature litiche aride con dimensioni eterogenee assortite dalla sabbia al 5-7 cm; l'intero pacchetto è contenuto in un telo di tessuto non tessuto con funzione antintasante.

Facendo riferimento alle tavole progettuali, l'altezza del condotto drenante formato dal materiale arido sarà variabile in funzione della morfologia del terreno (pendenza), della tipologia di sovra struttura (rilevato, trincea, a mezza costa) e delle distanze di “sicurezza” da tenere nei confronti dei canali perimetrali il rilevato.

In questo ultimo caso infatti è stato pensato di lasciare almeno 50 cm di terreno naturale ricompattato tra il fondo fosso e la sommità del “pacchetto drenante” per impedire l'infiltrazione diretta delle acque superficiali nelle trincee drenanti.

Nel tratto viario posto sul lato ovest dell'intervento, in modesta trincea rispetto alla morfologia attuale del terreno, le trincee drenanti saranno realizzate come sopra descritto e verranno poste sul tratto di versante a monte del muro di contenimento lato strada; le trincee drenanti si attesteranno ad una condotta $\Phi = 125$ mm alloggiata a tergo muro: ad essa percoleranno anche le eventuali acque di infiltrazione al contatto terra/muro veicolate da un materassino drenante con griglia di spessore in polipropilene o simile, protetto sulle superfici esterne da TNT.

Il drenaggio al di sotto del pacchetto di fondazione della sede viaria sarà costituito da uno spessore di materiale arido riciclato di pezzatura 4-7 cm, selezionato, ad alta porosità e permeabilità, contenuto in teli di tessuto non tessuto e che, posto su di una superficie di fondo in leggera pendenza verso settentrione (4%), permetterà il drenaggio delle acque verso un collettore drenante fessurati di $\Phi = 200$ mm posto longitudinalmente all'asse viario e con pendenza di smaltimento idrico verso NW.

Le tavole progettuali dettagliano quanto esposto e consentono di valutare positivamente ottenuto lo scopo di mantenere abbattuto il livello di falda localmente presente nel tratto di intervento.

Le norme tecniche prestazionali per materiali e manufatti viari realizzati in terra, usualmente prevedono per il piano di posa dei rilevati, valori di resistenza del terreno di appoggio differenziati in funzione della (h) del rilevato che vi verrà realizzato, seguendo il seguente schema in cui si nota che riducendosi lo spessore di riporto sono necessarie garanzie di resistenza del sottofondo progressivamente maggiori.

<i>Altezza del rilevato previsto</i>	<i>Modulo di deformazione</i>
$h > 2\text{m}$	$Md > 15 \text{ N/mm}^2$
$1\text{m} < h < 2\text{m}$	$Md > 20 \text{ N/mm}^2$
$0,5\text{m} < h < 1\text{m}$	$Md > 30 \text{ N/mm}^2$

Da quanto sopra se ne può dedurre una scadente capacità portante ed una prevedibile compressibilità del terreno di appoggio del rilevato nei due punti indagati (risultati appartenenti al gruppo delle terre di tipo A6 secondo il criterio classificativi C.N.R. UNI 10006), con conseguente necessità di provvedere ad un irrigidimento del piano di appoggio dell'opera viaria, prevedendo maggiori scavi di bonifica del terreno di appoggio, l'utilizzazione di geomembrane e georeti sulle superfici di imposta, la realizzazione di sottofondi drenanti in materiali aridi.

4 VERIFICA DELLE TERRE RINFORZATE

L'intervento progettato prevede un raccordo tra una struttura scatolare di attraversamento del corso di acqua principale e le scarpate del rilevato viario, caratterizzato da forma geometrica progressivamente variabile tra la verticalità dell'opera d'arte e la pendenza classica 2/3 del rilevato in terra. Tale tratto di intervento è stato eseguito mediante la messa in opera di terre rinforzate con geoteti ad elevata resistenza che consentono la attribuzione di pendenze elevate (sino a 65°) ai materiali terrigeni utilizzati per il rilevato, oltre a rendere il tratto di intervento complessivamente più rigido e meno suscettibile di cedimenti differenziali rispetto all'opera in c.a..

La tecnica prevista è costituita dalla realizzazione di rinforzi nel corpo del rilevato durante la sua costruzione, mediante strati alternati di Geogriglia in HDPE; la scarpata di tale manufatto sarà contenuta da un cassero di guida e di appoggio in rete metallica elettrosaldata e da una stuoia in fibre vegetali in grado di contenere il terreno e trattenere la semina che, germinando, renderà il paramento in vista completamente vegetato.

Le Geogriglie considerate nel progetto e di cui alle verifiche di dimensionamento di cui nella Tav.29 viene riportato stralcio, sono costituite da geogriglie in HDPE prodotte per estrusione e stiratura monodirezionale; tali geosintetici dovranno avere aperture di forma allungata e giunzioni integrali. Non saranno consentiti rinforzi di tipo tessuto di nessun genere.

Le Geogriglie monorientate saranno costituite da polimeri aventi alta resistenza meccanica e notevole inerzia chimica, fisica e biologica, e stabilizzati all'azione dei raggi U.V. con nerofumo. Inoltre dovranno essere costituite da una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture di forma allungata che individuano fili longitudinali e trasversali. I fili longitudinali delle Geogriglie devono aver subito un processo di orientamento molecolare per aumentare le caratteristiche meccaniche ed assicurare un'elevata resistenza a lungo termine. Le giunzioni tra i fili longitudinali e trasversali devono essere parte integrante della struttura della Geogriglia, e non devono essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili. Le Geogriglie devono garantire la capacità di assorbimento delle forze di confinamento del terreno.

Le Geogriglie dovranno essere risvoltate sulla facciata, all'interno dei casseri di guida, senza essere collegate in alcun modo a questi ultimi. La scelta della Geogriglia monorientata di rinforzo è stata determinata progettualmente in funzione dell'altezza del rilevato da realizzare e delle caratteristiche geomeccaniche delle terre da utilizzare; riferendosi allo schema progettuale le caratteristiche tecniche delle Geogriglie utilizzate sono le seguenti:

- **POLIMERO:**

HDPE estruso e stirato longitudinalmente

- **RESISTENZA MASSIMA A TRAZIONE SU BANDA LARGA:**

valore di rottura: 60 kN/m;

- **RESISTENZA A LUNGO TERMINE:**

valore di rottura: 28,30 kN/m;

La posa in opera avverrà secondo il seguente schema:

1. Livellamento e compattazione del piano di fondazione;
2. Posizionamento dei casseri e loro fissaggio;
3. Posa delle Geogriglie monorientate di rinforzo come da specifiche di progetto lasciando temporaneamente esterna al cassero la porzione di geogriglia da risvoltare (1,50 m circa);
4. Posizionamento lungo la facciata interna del cassero di una stuoia in fibre naturali (o sintetiche) di contenimento e antidilavamento;
5. Stesa del terreno di riempimento in strati di spessore non superiori a 0,60 m, stesi e compattati in duplice tornata con spessore di circa 0,30 m, fino ad una costipazione non inferiore al 95% dello Standard Proctor;
6. Risvolto e fissaggio al terreno della porzione di geogriglia tenuta esternamente al cassero;
7. Ripetizione delle fasi 2 - 6 fino a completamento dell'opera;
8. Idrosemina della facciata.

La verifica di dimensionamento delle geogriglie ha considerato un rilevato di altezza 7,2 m, considerando un sovraccarico sul piano viario di 30,0 kPa, un valore di angolo di attrito interno delle terre utilizzate per realizzare il corpo del rilevato di 30°, un peso di volume del terreno costipato e posto in opera pari a 2,0 t/mc.

Con tali presupposti sono stati dimensionati i risvolti dei teli, le tensioni di resistenza della tipologia di griglia da utilizzare, la distanza tra gli strati delle griglie, ottenendo valori di coefficiente di sicurezza compatibili (> 1,30) in ogni punto dell'opera con le necessarie garanzie di sicurezza da attribuire all'intervento.

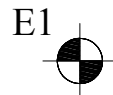
La progressiva modifica della pendenza della parte di rilevato interessato dalle terre rinforzate è avvenuta mediante realizzazione di banchine a variabile larghezza così come da schema rappresentato nella relativa tavola 29, articolando pertanto il versante nel tratto di intervento con tale metodologia a banchine e scarpate.

UBICAZIONE PROVE GEOGNOSTICHE INTEGRATIVE

Scala 1:5000



PROVA DI CARICO SU PIASTRA



SAGGIO GEOGNOSTICO CON
ESCAVATORE MECCANICO

