



# Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

## S.S. 131 di "Carlo Felice"

Adeguamento e messa in sicurezza della S.S.131  
dal km 108+300 al km 209+500  
Risoluzione dei nodi critici – 1° e 2° stralcio

### PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTAZIONE:** ANAS - DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE

**PROGETTISTI:**

<i>Dott. Ing. CARLO BOSMAN</i> <i>Ordine Ing. di Roma n. 16449</i>	<i>Dott. Ing. ACHILLE DEVITOFRANCESCHI</i> <i>Ordine Ing. di Roma n. 19116</i>
<i>Dott. Ing. ENRICO MITTIGA</i> <i>Ordine Ing. di Roma n. 20228</i>	<i>Dott. Ing. FULVIO MARIA SOCCODATO</i> <i>Ordine Ing. di Roma n. 18861</i>

**IL GEOLOGO**

*Dott. Geol. STEFANO SERANGELI*  
*Ordine Geol. Lazio n. 659*

**IL RESPONSABILE DEL S.I.A.**

<i>Dott. Ing. GINEVRA BERETTA</i> <i>Ord. Ing. Prov. RM n. 20458</i>	<i>Dott. Ing. ADRIANA CORCELLI</i> <i>Ord. Ing. Prov. RM n. 33764</i>
---	--

**COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**

*Dott. Arch. ROBERTO ROGGI*  
*Ordine Architetti Prov. RM n° 10554*

**VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO**

*Dott. Ing. ANTONIO SCALAMANDRE'*

**PROTOCOLLO**

**DATA**

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS**

<i>Dott.Ing. Carlo Bosman</i>	– Responsabile di progetto
<i>Dott.Ing. Gabriele Giovannini</i>	– Cartografia
<i>Dott.Ing. Ginevra Beretta</i>	– Ambiente
<i>Dott.Geol. Giuseppe Cardillo</i>	– Ambiente
<i>Dott.Ing. Adriana Corcelli</i>	– Ambiente
<i>Dott.Geol. Stefano Serangeli</i>	– Geologia
<i>Dott.Ing. Enrico Mittiga</i>	– Geotecnica
<i>Dott.Ing. Attilio Petrillo</i>	– Idraulica
<i>Dott.Ing. Gianfranco Fusani</i>	– Strade
<i>Dott.Ing. Francesco Primieri</i>	– Strade
<i>Geom. Claudio D'Arcangelo</i>	– Strade
<i>Dott.Ing. Alessandro Piccarreta</i>	– Opere civili
<i>Geom. Pietro Tomasiello</i>	– Opere civili
<i>Geom. Carmelo Zema</i>	– Espropri
<i>Dott.Ing. Pierluigi Fabbro</i>	– Interferenze
<i>Dott.Ing. Francesco Bezzi</i>	– Impianti
<i>Geom. Stefano De Masi</i>	– Computi e capitolati
<i>Geom. Marco Spinucci</i>	– Sicurezza
<i>Dott.Arch. Roberto Roggi</i>	– Sicurezza

**RESPONSABILI DI SERVIZI INGEGNERIA**

<i>Dott.Ing. Fulvio Maria Soccodato</i>	– Territorio
<i>Dott.Ing. Alessandro Micheli</i>	– Geotecnica e Impianti
<i>Dott.Ing. Achille Devitofranceschi</i>	– Opere Civili
<i>Geom. Fabio Quondam</i>	– Computi e capitolati
<i>Dott.Geol. Serena Majetta</i>	

### GEOLOGIA E GEOTECNICA

Studio di compatibilità geologica e geotecnica

**CODICE PROGETTO**

PROGETTO                      LIV. PROG.                      N. PROG.

D	P	C	A	0	9	D	1	4	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**NOME FILE**

TOOGEOGEORE14\_A

**CODICE ELAB.**

T	O	O	G	E	O	O	G	E	O	R	E	1	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**REVISIONE**

A
---

**SCALA:**

--

D

C

B

A

EMISSIONE

Febbraio 2015

Geol. S. SERANGELI

Geol. S. SERANGELI

Ing. A. MICHELI

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

**INDICE**

<b>1. Premesse</b>	<b>2</b>
<b>2. Schema Geologico e geomorfologico Generale</b>	<b>3</b>
<b>2. Pericolosità da frana P.A.I.</b>	<b>5</b>
<b>3. Compatibilità geomorfologica dell'opera in progetto e verifica delle indicazioni del Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna</b>	<b>9</b>
<b>4. Conclusioni</b>	<b>35</b>

## **1. Premesse**

Il presente studio di compatibilità geologica e geotecnica è stato redatto, relativamente al progetto di cui al titolo, ai sensi dell'art. 25 delle "Norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico della Regione Sardegna". La redazione di tale documento è, infatti, prescritta in presenza di interventi che interferiscano con aree perimetrate nell'ambito del P.A.I., in quanto interessate da pericolosità geomorfologica di entità molto elevata (Hg4), elevata (Hg3) e media (Hg2).

Lo studio è redatto tenendo conto dell' "Allegato F: Criteri per la predisposizione degli studi di compatibilità geologica e geotecnica di cui all'articolo 25 delle norme di attuazione del PAI". In tale senso, vanno considerati parte integrante del presente studio, e ad essi si rimanda per un'analisi di dettaglio, i seguenti elaborati progettuali:

- DPCA09\_D1401\_T00\_GE00\_GEO\_RE01÷05\_A: Documentazione indagini geognostiche;
- DPCA09\_D1401\_T00\_GE00\_GEO\_RE06÷07\_A: Documentazione indagini geofisiche;
- DPCA09\_D1401\_T00\_GE00\_GEO\_RE08÷10\_A: Documentazione prove di laboratorio;
- DPCA09\_D1401\_T00\_GE00\_GEO\_RE11\_A: Relazione geologica;
- DPCA09\_D1401\_T00\_GE00\_GEO\_CG01÷16\_A: Carta geologica e geomorfologica generale;
- DPCA09\_D1401\_T00\_GE00\_GEO\_CG17÷35\_A: Carta geologica e geomorfologica di dettaglio;
- DPCA09\_D1401\_T00\_GE00\_GEO\_PU01÷16\_A: Planimetria ubicazione indagini;
- DPCA09\_D1401\_T00\_GE00\_GEO\_PU17÷35\_A: Planimetria ubicazione indagini di dettaglio;
- DPCA09\_D1401\_T00\_GE00\_GEO\_CI01÷16\_A: Carta idrogeologica;
- DPCA09\_D1401\_T00\_GE00\_GEO\_SG01÷17\_A: Sezioni geologiche.

## **2. Schema Geologico e geomorfologico Generale**

La S.S. 131, nel tratto interessato dagli interventi di adeguamento e messa in sicurezza, attraversa, lungo il suo percorso, diversi ambiti geologico-geomorfologici, di seguito descritti.

- Il tratto meridionale, a partire dal km 108+300 fino al km 142+500 circa, si sviluppa in corrispondenza dell'Altopiano di Abbasanta, rappresentato da un esteso *plateau* basaltico originatosi dalla messa in posto dei termini effusivi riferiti al Ciclo vulcanico plio-pleistocenico. Essi sono rappresentati principalmente da basalti alcalini e transizionali, andesiti basaltiche e basalti subalcalini, appartenenti alla Complesso della Campeda-Planargia. La quota generale del *plateau* varia da 350 m s.l.m. nella parte più meridionale fino a circa 450 m s.l.m. nel territorio di Macomer. Dal punto di vista della pericolosità da frana, il tracciato interferisce, nel tratto compreso fra il km 142+600 ed il km 143+200, con un'area classificata, dal P.A.I. della Regione Sardegna, a pericolosità bassa (Hg1) e, dal km 143+200 al km 143+600, con un'area a pericolosità media (Hg2);
- Il tratto centrale, che si estende dal km 142+500 al km 160+000 circa, si sviluppa prevalentemente in corrispondenza dell'Altopiano di Campeda, altro *plateau* basaltico costituito dalle formazioni effusive precedentemente descritte, che costituiscono la terminazione settentrionale della colata basaltica plio-pleistocenica appartenente al Complesso della Campeda-Planargia. La quota media dell'altopiano è di circa 650 m s.l.m.. Verso sud, la separazione fra questo e l'Altopiano di Abbasanta è esercitata dalla dorsale collinare e montuosa della Catena del Marghine e del Monte di Sant'Antonio, posta immediatamente a nord di Macomer e allungata in direzione NE-SW, con quote variabili da 800 m a 1000 m s.l.m.. Essa è composta dai depositi piroclastici e ignimbrici appartenenti al Ciclo Vulcanico Calco-alcalino oligo-miocenico. Il tratto in esame interferisce con un'area

classificata dal P.A.I. a pericolosità geomorfologica molto elevata (Hg4) estesa dallo Svincolo di Bonorva Sud (Km 159+000) a quello di Bonorva nord (161+800);

- Il tratto settentrionale, dal Km 160+000 fino all'altezza di Sassari (km 209+000), si sviluppa prevalentemente in corrispondenza del bacino sedimentario del Lugudoro, allungato in direzione NNW-SSE, ed esteso dall'altopiano da Bonorva fino a Ploaghe e, più a nord, da Sassari verso Porto Torres. Il bacino, generatosi a seguito di una fase di distensione crostale successiva alla messa in posto delle vulcaniti oligo-mioceniche, è stato successivamente colmato dai terreni sedimentari appartenenti alla Successione marina e continentale miocenica del Lugudoro-Sassarese. Quest'ultima è rappresentata da alternanze di sabbie calcaree, calcareniti e calcari marnosi, con marne argillose e conglomerati, in facies che cambia da prossimale a distale spostandosi da est verso ovest. Successivamente, in lembi isolati posti in corrispondenza delle principali discontinuità crostali, si sono depositi i termini effusivi ad affinità basaltica del Pliocene (Basalti del Lugudoro). L'orografia dell'area di quest'ultimo tratto è prevalentemente collinare, con quote che oscillano dai 300 fino ai 600 m s.l.m.. A rilievi dalla sommità tabulare, modellati nei sedimenti miocenici, si alternano modeste colline costituite da domi vulcanici, apparati lavici e scoriacei, e ampie zone pianeggianti colmate dalle alluvioni quaternarie. Queste ultime corrispondono di frequente a conche endoreiche, caratterizzata da scarsità di drenaggio superficiale delle acque. Nel tratto in esame si riscontrano interferenze con diverse aree classificate dal P.A.I. a pericolosità geomorfologica elevata (Hg3) e molto elevata (Hg4), dal Km 170+500 al Km 179+000, dal Km 194+000 al Km 196+500 e dal Km 203+000 al Km 208+000.

## **2. Pericolosità da frana P.A.I.**

Per la descrizione dei caratteri geomorfologici dell'area oggetto di studio è stato preso in considerazione il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

Tale documento, redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, è stato approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006. Nella presente relazione è stata utilizzata principalmente la banca dati cartografica, consultabile sul sito istituzionale "Sardegna Geoportale", approvata con delibera n. 11 del 21.05.2012 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ed aggiornata alla data del 31.12.2011.

Le informazioni derivanti dalla suddetta cartografia sono state, inoltre, integrate con quelle provenienti dalla documentazione facente parte del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) e del Progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane).

Dall'esame della cartografia del P.A.I. della Sardegna, limitatamente alle aree interessate da Pericolosità per Frana, si è verificato che, lungo il tracciato dell'attuale S.S. 131, sono distribuite tutte le quattro aree di pericolosità: Hg1 (pericolosità bassa), Hg2 (pericolosità media), Hg3 (pericolosità elevata), Hg4 (pericolosità molto elevata). Di tali aree, solo una parte, descritta al successivo capitolo 3, viene interferita dagli interventi facenti parte del presente progetto di adeguamento e messa in sicurezza.

In particolare, di seguito si riporta la distribuzione, lungo il tracciato dell'attuale S.S. 131, delle citate aree di pericolosità geomorfologica, completata dalla descrizione dei dissesti catalogati nella documentazione facente parte delle banche dati IFFI e AVI:

- km 112 ÷ km 113: in tale settore, privo di interventi significativi, sono state delimitate quattro aree adiacenti, classificate come frane inattive all'interno del Progetto AVI.
- km 143: in prossimità dello svincolo di Macomer (km 142+500), nel settore a nord di esso, sono presenti tre fasce contigue, caratterizzate da un grado di pericolosità

crescente, a partire da Hg1, per arrivare, spostandosi verso nord, ad Hg3. Il progetto di adeguamento dello svincolo non interferisce con tali aree.

- km 147 ÷ km 148: lungo questo tratto, ma non direttamente interessante gli interventi di progetto, è presente un'area classificata dal Progetto IFFI come soggetta a crolli e/o ribaltamenti diffusi. Nella parte più settentrionale di tale area, il tracciato si trova ad una distanza di circa 80 m rispetto a tale settore.
- km 159 ÷ km 162: lungo tale tratta sono presenti aree classificate dal P.A.I. in tutti i quattro gradi di pericolosità; in particolare, lo svincolo di Bonorva sud ricade in prossimità di due fasce consecutive, Hg3 ed Hg4, poste lateralmente rispetto all'asse dell'infrastruttura, mentre esso è lambito superiormente da un'estesa area a pericolosità Hg4, che prosegue lungo il tracciato, interessando parte del progetto di adeguamento della S.S. 124 e parte dello svincolo di Bonorva nord, posto al km 162. Gli interventi previsti in progetto per l'adeguamento di quest'ultimo svincolo interferiscono inoltre, per brevi tratti, con aree a pericolosità Hg2 ed Hg3. Tutt'intorno sono presenti altre aree soggette a classificazione dal P.A.I., ma non interessanti direttamente il progetto in esame. Ad ovest dello svincolo di Bonorva Sud, in corrispondenza delle aree Hg2, Hg3 ed Hg4, è segnalata dal P.A.I. una frana da crollo quiescente; tale tipologia di frana è presente in due differenti settori dell'intervento di adeguamento della S.S. 124.
- km 165 ÷ km 166: in prossimità del km 165 vi sono quattro delimitazioni di aree classificate come Hg4, che, però, non interferiscono con gli interventi di progetto; il rilevato di attacco alla spalla del viadotto in progetto è lambito dal corpo di una frana quiescente da crollo. Più a nord, in corrispondenza dello svincolo di Cossoine (km 166), è presente una vasta area Hg2, che interessa, principalmente, la rotatoria di raccordo con la S.S. 292dir.

- km 171 ÷ km 173: in tale tratto, non interessato dalla realizzazione di opere importanti, vi sono fasce a pericolosità Hg2, Hg3 ed Hg4.
- km 173 ÷ km 177: anche lungo tale tratto vi sono fasce PAI a pericolosità Hg3 ed Hg4. In alcuni punti tali fasce interessano dei brevi tratti di ammodernamento dell'asse stradale esistente e di realizzazione di nuove piazzole. Alcuni settori Hg4 sono caratterizzati dalla presenza di aree di frana quiescente da crollo e da frane denominate puntuali.
- km 178 ÷ km 179: le aree Hg2 ed Hg4 sono, qui, più vaste ed interessano dei settori in ammodernamento del corpo stradale.
- km 181 ÷ km 186: in corrispondenza di tale tratto è stato segnalato, all'interno del progetto AVI, un corpo di frana inattiva, che, però, non interferisce con il progetto. In corrispondenza del km 186 è presente un esteso corpo franoso quiescente di tipo "frana da crollo", che non interferisce con nessun elemento progettuale.
- km 193 ÷ km 197: questo settore è caratterizzato di pericolosità diffusa di differente grado, da Hg1 ad Hg4; in particolare, l'adeguamento dello svincolo di Florinas interferisce, in corrispondenza della rampa di nuova realizzazione, con un'area a pericolosità Hg1. Tra i km 195 e 197 sono indicate delimitazioni di frane da crollo quiescenti non interferenti con il progetto; in prossimità del km 196, è stata individuata un'area in frana ("frana di Florinas"), di recente riattivazione.
- km 199 ÷ km 201: lateralmente a tale tratto, privo di significativi interventi, a meno della realizzazione di nuove piazzole, sono presenti due fasce contigue Hg2 ed Hg4, quest'ultima segue la delimitazione di una frana da crollo quiescente.
- km 203 ÷ km 209: in quest'ultimo tratto, non interessato da realizzazione di svincoli o di opere importanti, si susseguono aree appartenenti a tutte le quattro classificazioni P.A.I.. In particolare, in corrispondenza del km 203, è presente un'area Hg4

caratterizzata dalla presenza di un'importante frana attiva da crollo riconosciuta nei documenti P.A.I.. Tra i km 205 e 206, è individuata un corpo di frana inattivo di tipologia complessa.

### ***3. Compatibilità geomorfologica dell'opera in progetto e verifica delle indicazioni del Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna***

Il presente studio ha preso in esame i contenuti del PAI della Sardegna, limitatamente alle aree interessate da Pericolosità per Frana, conseguenti all'emissione della Variante al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.). Tale variante è stata emessa a valle della redazione dello studio "*Approfondimento e studio di dettaglio del quadro conoscitivo dei fenomeni di dissesto idrogeologico nei sub-bacini Posada-Cedrina e Sud-Orientale*". Lo studio relativo alla parte geomorfologica è stato adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n° 2 del 25.02.2010.

In generale l'impostazione del progetto stradale, redatto dalla Direzione Centrale Progettazione dell'ANAS, partendo dagli studi geologici, geomorfologici e geotecnici effettuati, è stata sviluppata in pieno accordo con i criteri generali esposti all'art. 21 "*Indirizzi per la progettazione, realizzazione e manutenzione delle infrastrutture*" delle Norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico della Regione Sardegna, attinenti gli aspetti relativi alla stabilità geomorfologica.

In particolare, con riferimento alle condizioni di stabilità geomorfologica e geotecnica, le azioni progettuali previste tendono a ridurre al minimo sia il rischio d'instabilità gravitativa che le modificazioni della morfologia attuale dei pendii con cui il progetto interferisce prevedendo, ove necessario, l'adozione delle necessarie misure di mitigazione del rischio.

Gli approfondimenti condotti e la scala operativa adottata hanno consentito di inquadrare e valutare in modo approfondito e puntuale le condizioni di stabilità geomorfologica e geotecnica delle aree interessate. Le soluzioni progettuali adottate, inoltre, sono volte a ridurre il livello di pericolosità e di rischio connesso alla realizzazione dell'infrastruttura, garantendone la messa in sicurezza in relazione all'ambito territoriale interessato.

All'interno del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna vengono identificate, per l'area del bacino sud-orientale, in cui ricade il progetto stradale studiato, aree di

pericolosità da frana suddivise secondo i gradi di pericolosità i cui caratteri sono di seguito riassunti:

- *Aree di pericolosità molto elevata da frana (Hg4)*: in cui sono consentiti interventi strutturali e non per il controllo dei dissesti (opere di bonifica, manutenzione e consolidamento dei versanti, opere di riqualificazione ambientale...); interventi di demolizione senza ricostruzione nello stesso sito, riparazione e manutenzione di edifici esistenti o di infrastrutture a rete o puntuali, in generale, interventi che non comportino significative modifiche morfologico-strutturali e "tensionali" del territorio.
- *Aree di pericolosità elevata da frana (Hg3)*: in cui sono consentite demolizioni e ricostruzioni nello stesso sito, ampliamenti finalizzati ad adeguamenti richiesti da normativa, realizzazione di manufatti non qualificabili come volumi edilizi, in aggiunta a quanto stabilito per l'area a pericolosità molto elevata.
- *Aree di pericolosità media da frana (Hg2)*: in cui sono consentiti, tra gli altri, ampliamenti e nuove costruzioni in particolari aree vincolate da codesta norma.
- *Aree di pericolosità moderata da frana (Hg1)*: i cui interventi in ambito edilizio e gli usi del territorio e delle risorse naturali sono disciplinati dagli strumenti urbanistici, dai regolamenti edilizi e dai piani di settore vigenti, fatta eccezione per l'utilizzo di tecniche e tipologie costruttive che riducano pericolosità e rischi.

▪ L'analisi combinata delle interazioni fra il tracciato in progetto e le aree classificate a pericolosità geomorfologica, emerse a seguito del recente aggiornamento dei contenuti del PAI, viene di seguito sviluppata in modo analitico; sono stati, pertanto, distinti, all'interno di ciascuna classe di pericolosità, degli "Ambiti di Interferenza", intesi come tratti discreti di progetto in cui l'asse principale o le opere connesse (rampe, complanari, ecc) intersecano il relativo areale di pericolosità. Per ciascun Ambito d'Interferenza è stata redatta una scheda descrittiva contenente gli elementi caratteristici.

Da quest'analisi sono state escluse le aree di pericolosità moderata da frana (Hg1), che non evidenziano alcuna situazione di criticità.

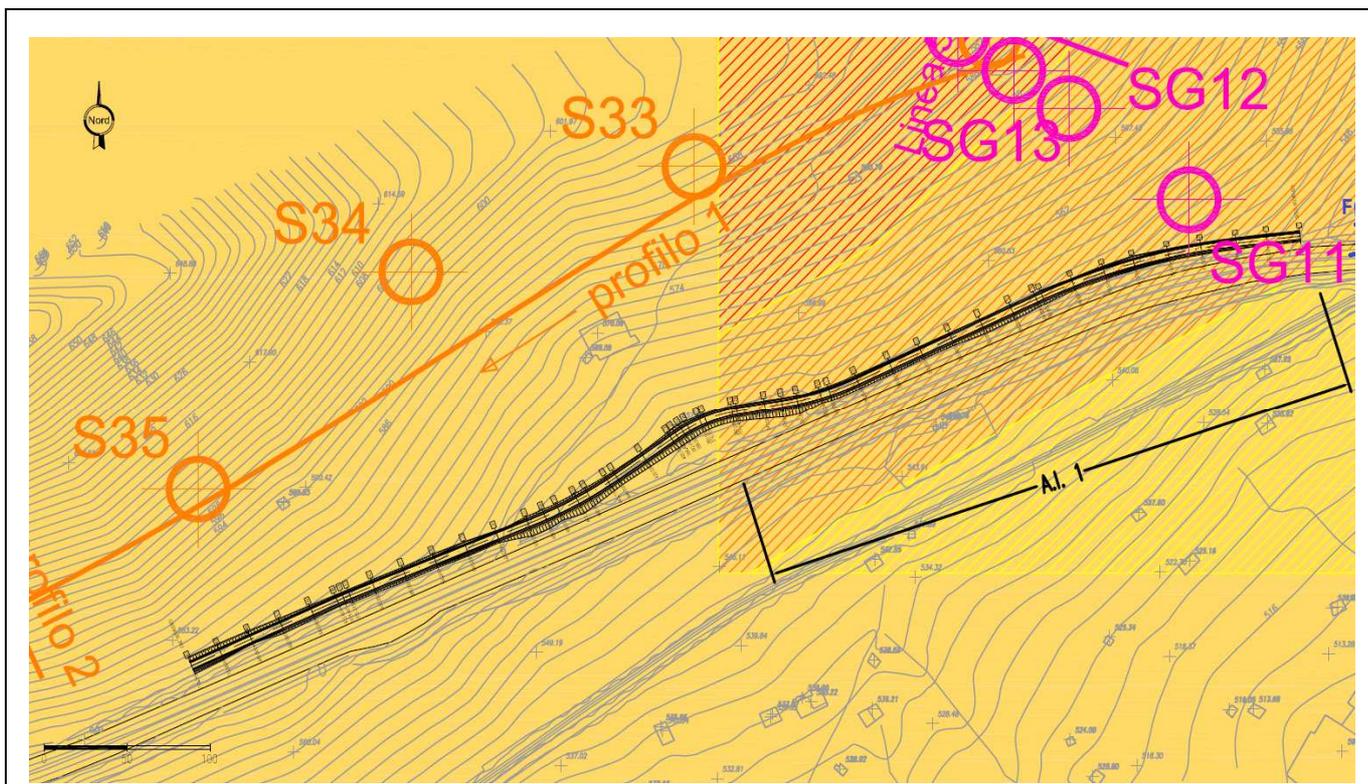
Di seguito si riportano le osservazioni effettuate per i diversi ambiti di interferenza.

### **Ambito di Interferenza Hg2**

Nel settore Hg2, secondo la definizione assunta nel Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna, sono comprese le aree caratterizzate dalla presenza di frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici e le zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti, ma prive attualmente di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi.

Nell'area interessata dal progetto "S.S.131 di "Carlo Felice" – Adeguamento e messa in sicurezza dal km 108+300 al km 209+500. Risoluzione dei nodi critici – 1° e 2° stralcio", relativamente alle aree a pericolosità Hg2, sono stati individuati i seguenti ambiti d'interferenza:

**A.I. 1** Nuova viabilità complanare in dx - da Km 143+215 a Km 144+170

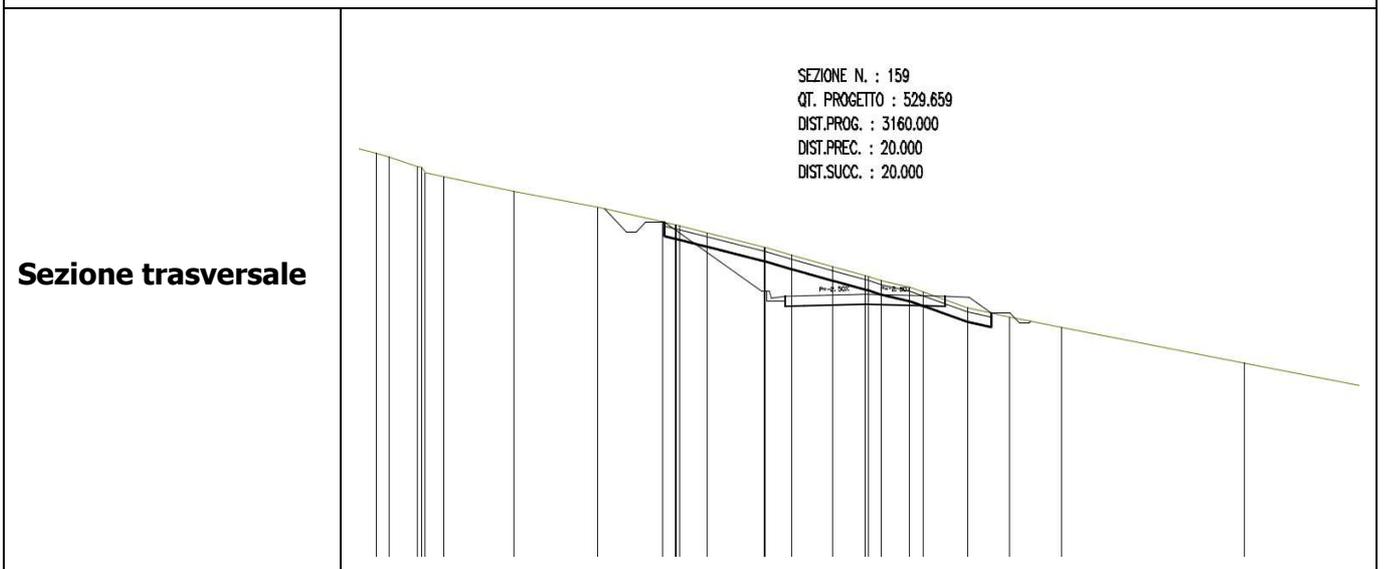
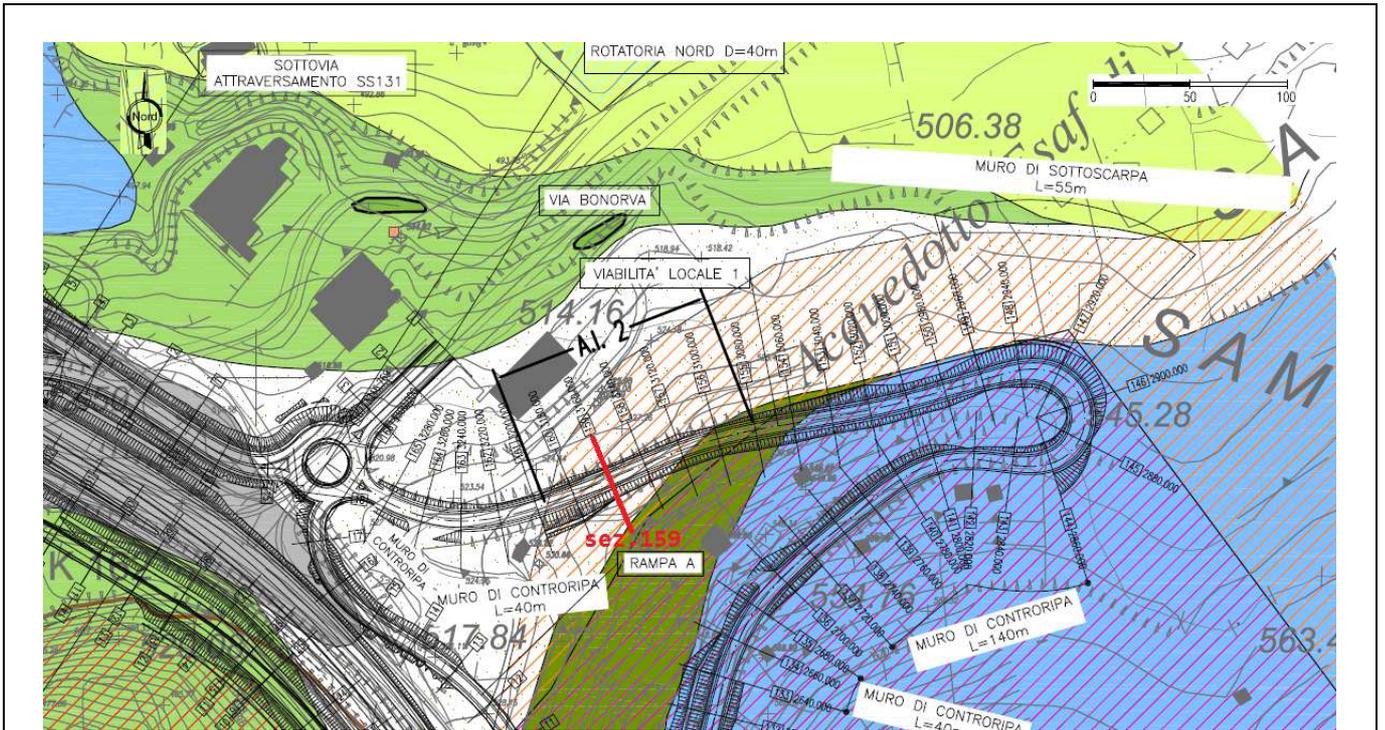


**Foto**



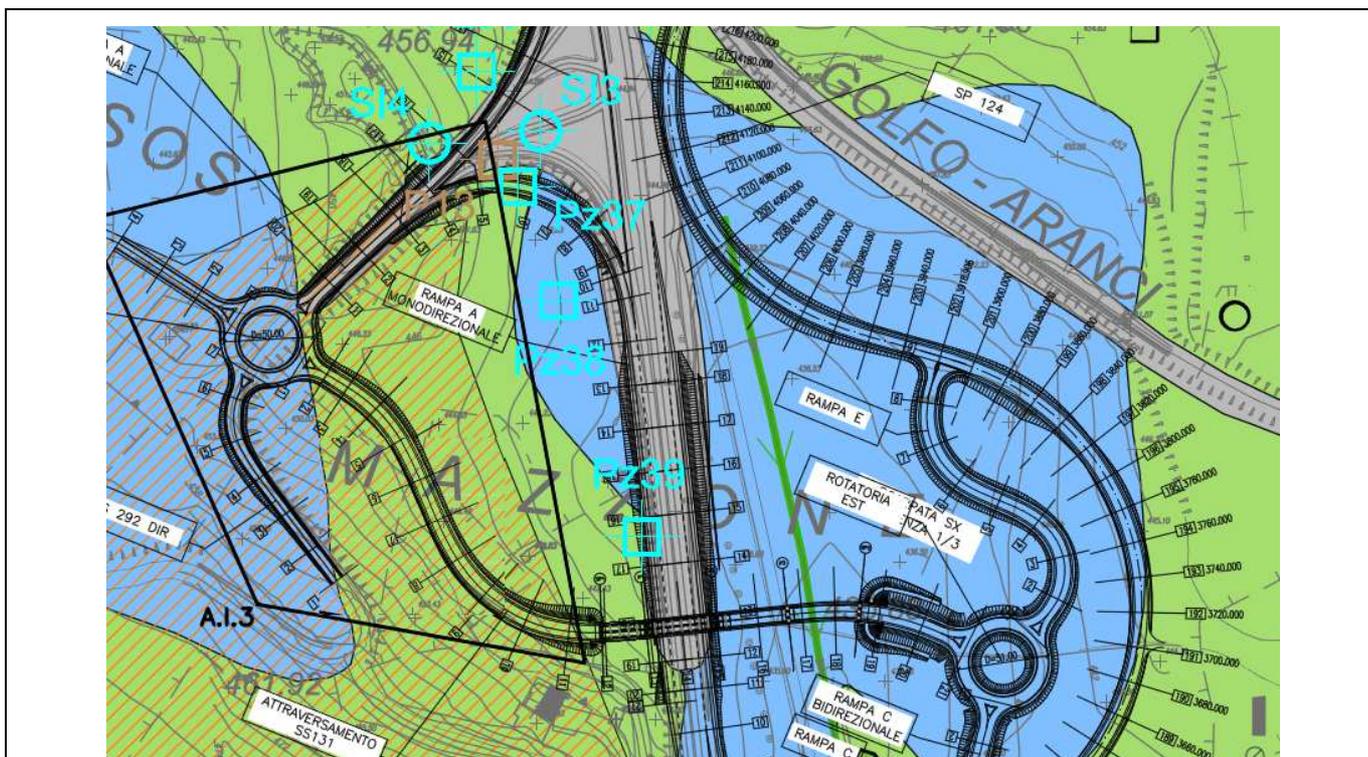
<b>Litologia affiorante</b>	<i>Basalti di Campeda</i> : Basalti e andesiti basaltiche litoidi, di colore grigio, con aspetto vacuolare, da mediamente a molto fratturati. Le fratture hanno un'inclinazione variabile da suborizzontale a circa 30° e si presentano fortemente alterate, con frequenti fenomeni di argillificazione (Basalti della Campeda-Planargia - Subunità di Dualchi).
<b>Indagini di riferimento</b>	Sondaggi SG11, SG12 e SG13 della Tea srl (1997/98) e S32, S33, S34 e S35 della Sigeco srl (1995), ubicati tutti a monte dell'intervento in progetto. Rilievo geologico e geomorfologico di superficie.
<b>Osservazioni</b>	Il substrato basaltico è sub-affiorante o ricoperto da una coltre di spessore variabile. Al km 143+800, a monte della trincea della S.S.131, sono presenti alcuni blocchi basaltici (circa 1 mc). Al km 144+150, circa 50 m a monte della S.S.131, sono presenti numerosi blocchi basaltici globulari (vedi foto) con dimensione media di 1-2 mc. La strada in progetto sarà pertanto protetta, a monte e per tutta la sua lunghezza, da barriere paramassi ad alto assorbimento di energia.

**A.I. 2** Svincolo di Bonorva nord – Viabilità locale - Km 162+000



<b>Foto</b>	
<b>Litologia affiorante</b>	<p><i>Formazione di Mores in facies siltitica</i>: Siltiti, marne argillose e arenacee, di colore grigio e giallastro, da tenere a compatte e lapidee, alternate a livelli calcarei marnosi litoidi di spessore decimetrico. La parte litoide presenta fratture con inclinazione di 80° e frequenti striature nerastre e giallastre. Nella parte bassa passano a arenarie marnose e calcareniti sabbiose, a grana medio-grossolana, addensate e compatte, di colore bianco, grigio e rossastro (Successione sedimentaria oligo-miocenica del Lugudoro-Sassarese - Formazione di Mores).</p>
<b>Indagini di riferim.</b>	Rilievo geologico e geomorfologico di superficie.
<b>Osservazioni</b>	La morfologia dell'area è abbastanza pianeggiante o con modesta acclività. Nel tratto interessato della S.S.125 si evidenziano modeste lesioni del piano viabile (vedi foto) e una rotazione dei fusti degli alberi a valle, legata a modesti fenomeni d'instabilità superficiale ( <i>creep</i> ). L'intervento progettuale non incrementa il livello di rischio esistente.

**A.I. 3** Svincolo di Cossoine – Viabilità e rampe sul lato ovest - Km 166+000

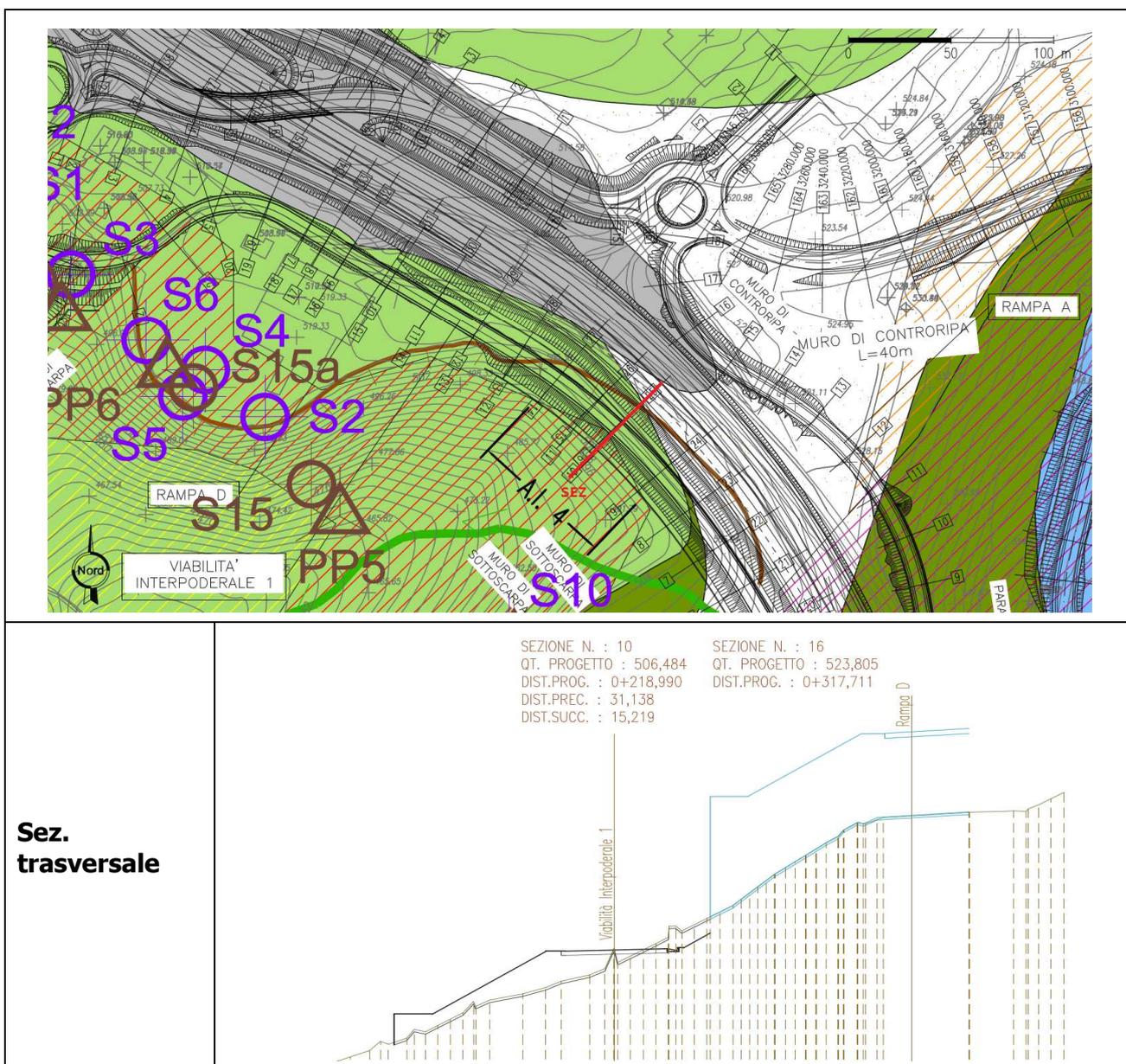


<p><b>Foto</b></p>	
<p><b>Litologia affiorante</b></p>	<p><i>Formazione di Mores in facies marnoso-calcarenitica</i>: Calcareniti e calcari bioclastici di colore bianco e grigio, in strati da centimetrici a decimetrici, compatti a intensamente fratturati e alterati, con patine di ossidazione rossastra, alternati a marne e marne argillose e arenarie quarzoso-feldspatiche, di colore grigio. (Successione sedimentaria oligo-miocenica del Lugudoro-Sassarese - Formazione di Mores).</p>
<p><b>Indagini di riferimento</b></p>	<p>Sondaggi SI3 e SI4 della Geotecno srl (1997) e diversi pozzetti geognostici, ubicati in corrispondenza dello svincolo attuale e della sede della S.S.131, fuori dall'ambito di interferenza. Rilievo geologico e geomorfologico di superficie.</p>
<p><b>Osservazioni</b></p>	<p>Assenza di evidenze geologiche e morfologiche che facciano ipotizzare la presenza di fenomeni di instabilità (vedi foto). Copertura eluvio-colluviale di ridotto spessore o assente.</p>

### Ambito di Interferenza Hg3

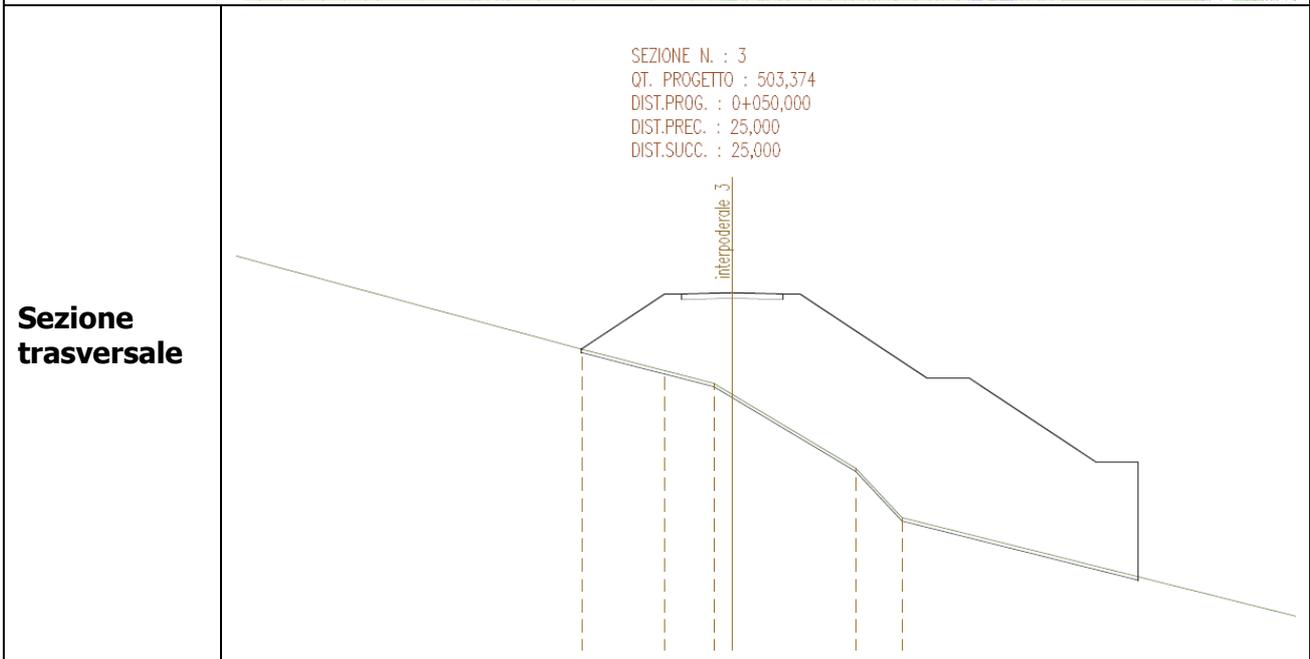
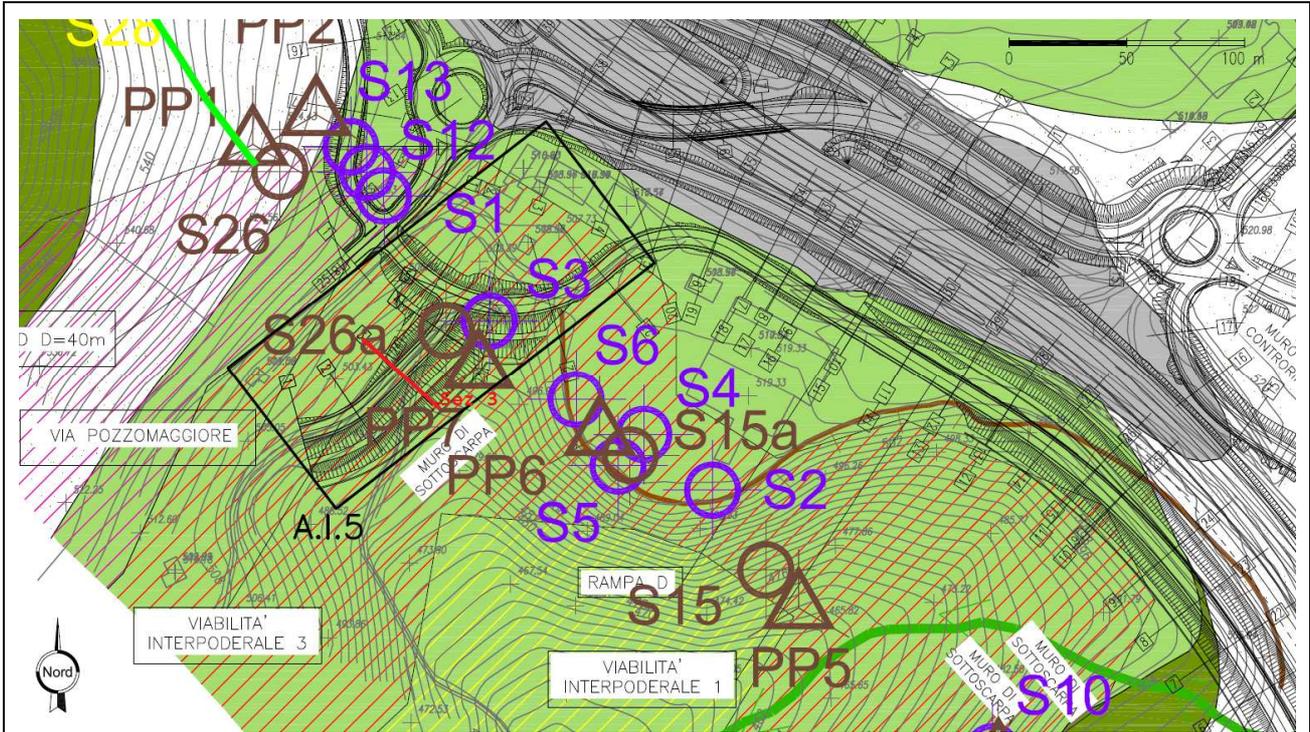
Nel settore Hg3 del PAI, invece, sono comprese le aree caratterizzate dalla presenza di frane di neoformazione e frane quiescenti con tempi di riattivazione pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale di frane quiescenti o con indizi geomorfologici di instabilità dei versanti potenziali. Nell'area interessata dal progetto sono riscontrabili i seguenti ambiti d'interferenza:

#### A.I. 4 Svincolo di Bonorva nord – Viabilità interpodereale 1 - Km 162+000



<b>Foto</b>	
<b>Litologia affiorante</b>	<p><i>Formazione di Mores in facies calcarenitica</i>: Calcareniti e calcari bioclastici di colore bianco e grigio, da compatti a mediamente fratturati e alterati con patine di ossidazione rossastra. Le fratture si presentano con inclinazione da 80° a subverticale (Successione sedimentaria oligo-miocenica del Lugudoro-Sassarese - Formazione di Mores).</p>
<b>Indagini di riferimento</b>	<p>Sondaggi S13 e S15 e Prove penetrometriche PP4 e PP5 della Fondedile srl (1998) e sondaggio S10 dell'Ing. Porcu (1992), ubicati tutti a sud dell'intervento, al di fuori dell'ambito di interferenza. Rilievo geologico e geomorfologico di superficie.</p>
<b>Osservazioni</b>	<p>Si è in presenza di un versante ad elevata acclività. Assenza di evidenze geologiche e morfologiche che facciano ipotizzare la presenza di fenomeni di instabilità. Presenza di calcareniti litoidi sub-affioranti.</p> <p>Gli interventi previsti sono tali da non incrementare il livello di rischio. Essi sono rappresentati da opere di sostegno di sottoscarpa dotati di adeguate sottofondazioni atte a trasferire i sovraccarichi al substrato sottostante.</p>

**A.I. 5** Svincolo di Bonorva nord – Viabilità interpodereale 3 - Km 162+000

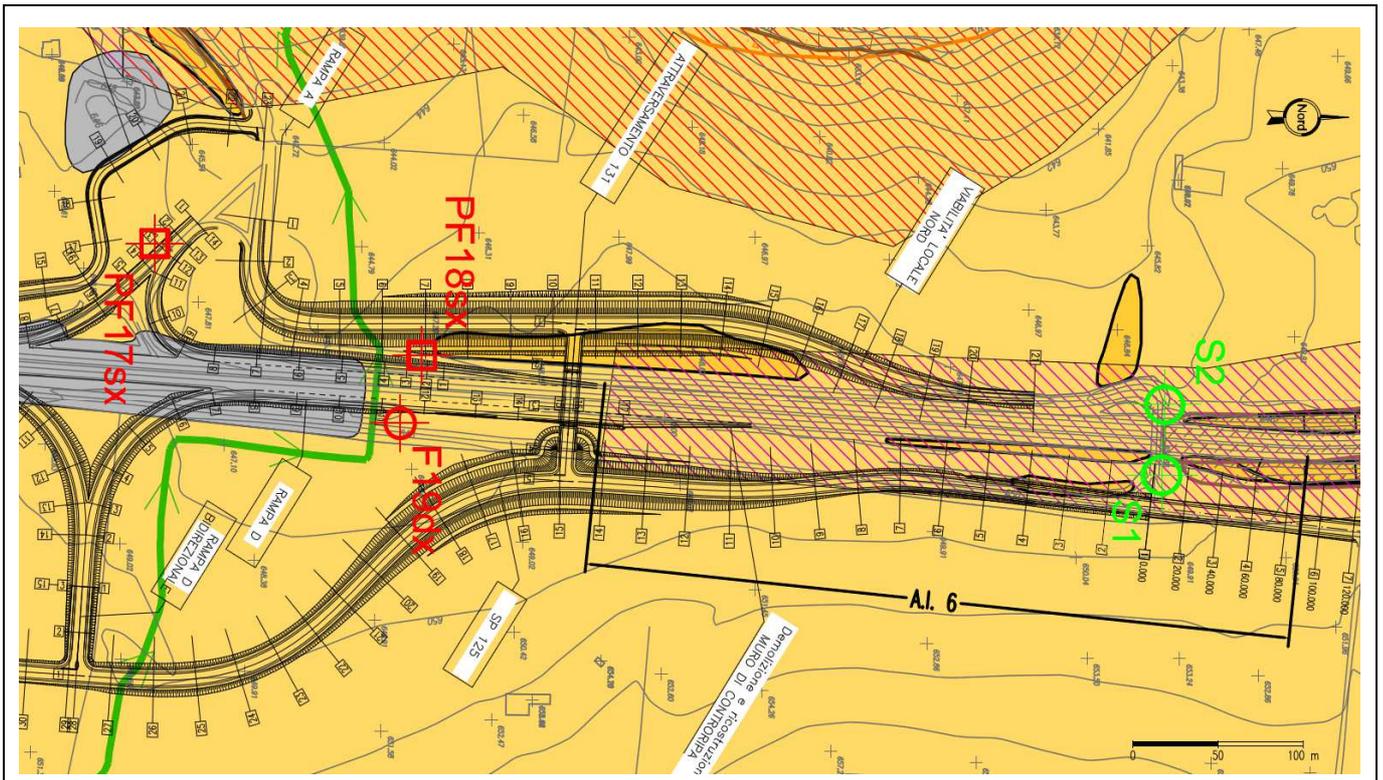


<b>Foto</b>	
<b>Litologia affiorante</b>	<p><i>Formazione di Mores in facies calcarenitica</i>: Calcareniti e calcari bioclastici di colore bianco e grigio, da compatti a mediamente fratturati e alterati con patine di ossidazione rossastra. Le fratture si presentano con inclinazione da 80° a subverticale (Successione sedimentaria oligo-miocenica del Lugudoro-Sassarese - Formazione di Mores).</p>
<b>Indagini di riferimento</b>	<p>Sondaggio S26a e Prova penetrometrica PP7 della Fondedile srl (1998) e sondaggio S3 dell'Ing. Porcu (1992), ubicati all'interno dell'area di interferenza. Rilievo geologico e geomorfologico di superficie.</p>
<b>Osservazioni</b>	<p>Fattore di rilievo è l'elevata acclività del versante. Assenza di evidenze geologiche e morfologiche che facciano ipotizzare la presenza di fenomeni di instabilità. Presenza di calcareniti litoidi sub-affioranti.</p> <p>Gli interventi previsti sono tali da non incrementare il livello di rischio. Essi sono rappresentati da opere di sostegno di sottoscarpa dotati di adeguate sottofondazioni atte a trasferire i sovraccarichi al substrato sottostante.</p>

## Ambito di Interferenza Hg4

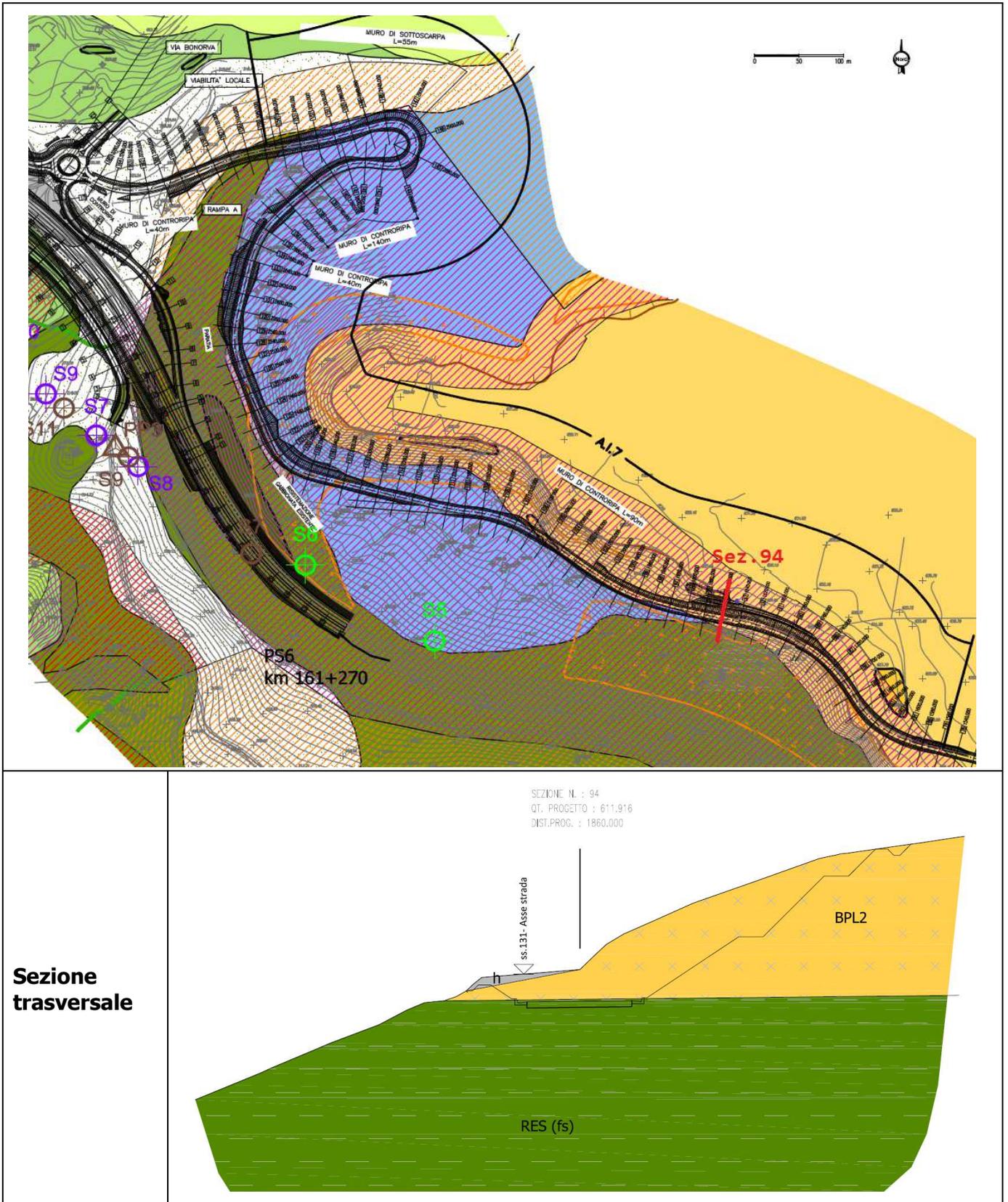
Nel settore Hg4 del PAI, invece, sono comprese le aree caratterizzate dalla presenza di frane attive, continue e stagionali, o in cui è prevista l'espansione areale di una frana attiva. Tali aree sono caratterizzate da evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti. Nell'area interessata dal progetto è riscontrabile il seguente ambito d'interferenza:

### **A.I. 6** Svincolo di Bonorva sud – Viabilità laterale e S.P.125 - Km 166+000



<b>Foto</b>	
<b>Litologia affiorante</b>	<i>Basalti di Campeda</i> : Basalto e andesite basaltica litoide, di colore grigio, con aspetto vacuolare, da mediamente a molto fratturata. Le fratture hanno un'inclinazione variabile da suborizzontale a circa 30° e si presentano fortemente alterate, con frequenti fenomeni di argillificazione (Basalti della Campeda-Planargia - Subunità di Campeda).
<b>Indagini di riferimento</b>	Sondaggi S1 e S2 della Sardadrill srl (1998) ubicati in corrispondenza delle spalle del cavalcavia attuale di attraversamento della S.S.131. Rilievo geologico e geomorfologico di superficie.
<b>Osservazioni</b>	Substrato basaltico sub-affiorante (S1 e S2). Le uniche evidenze geologiche e morfologiche che fanno ipotizzare la presenza di fenomeni di instabilità sono riconducibili alla presenza di blocchi basaltici disarticolati posti ai margini dell'asse principale dell'attuale SS 131. Le interferenze sono limitate alla viabilità locale nord ed alla SP 125, per le quali gli interventi previsti (sezione prevalente in rilevato) non sono tali da incrementare il livello di rischio.

**A.I. 7** S.P.125 - da Km 160+500 a Km 162+000



**Foto 1**

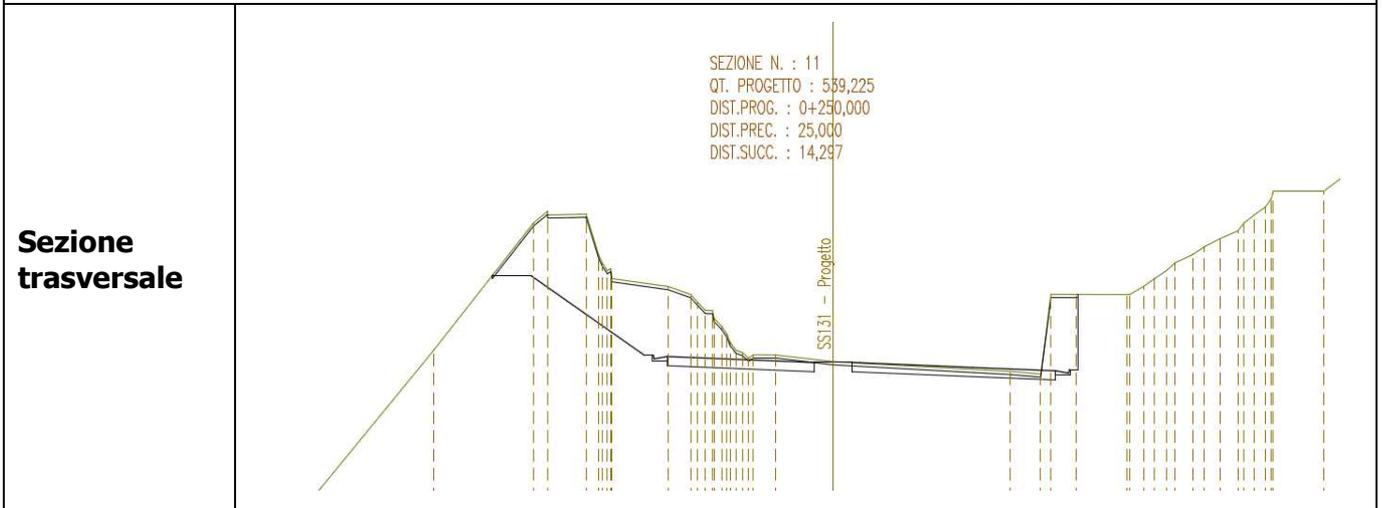
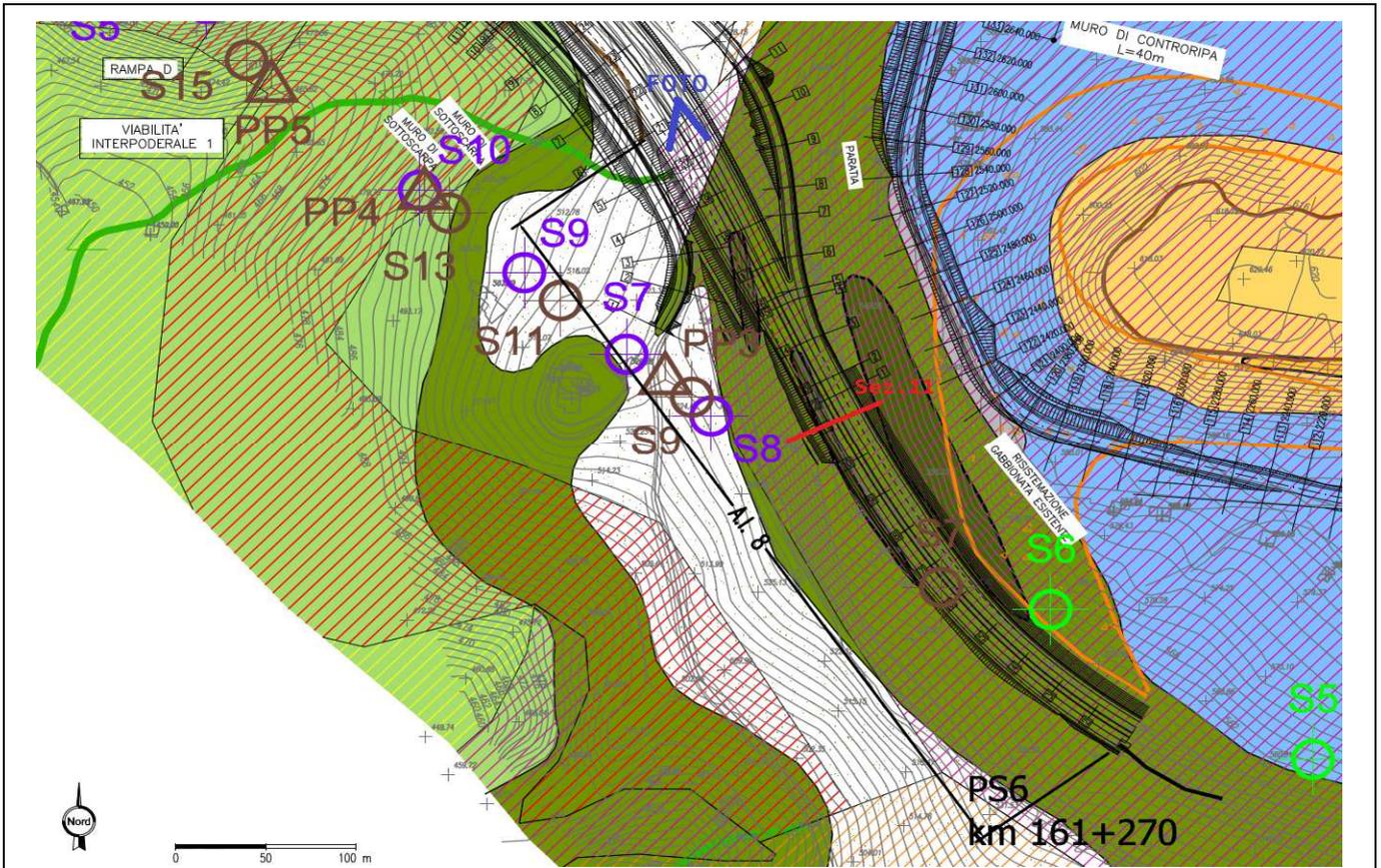


**Foto 2**



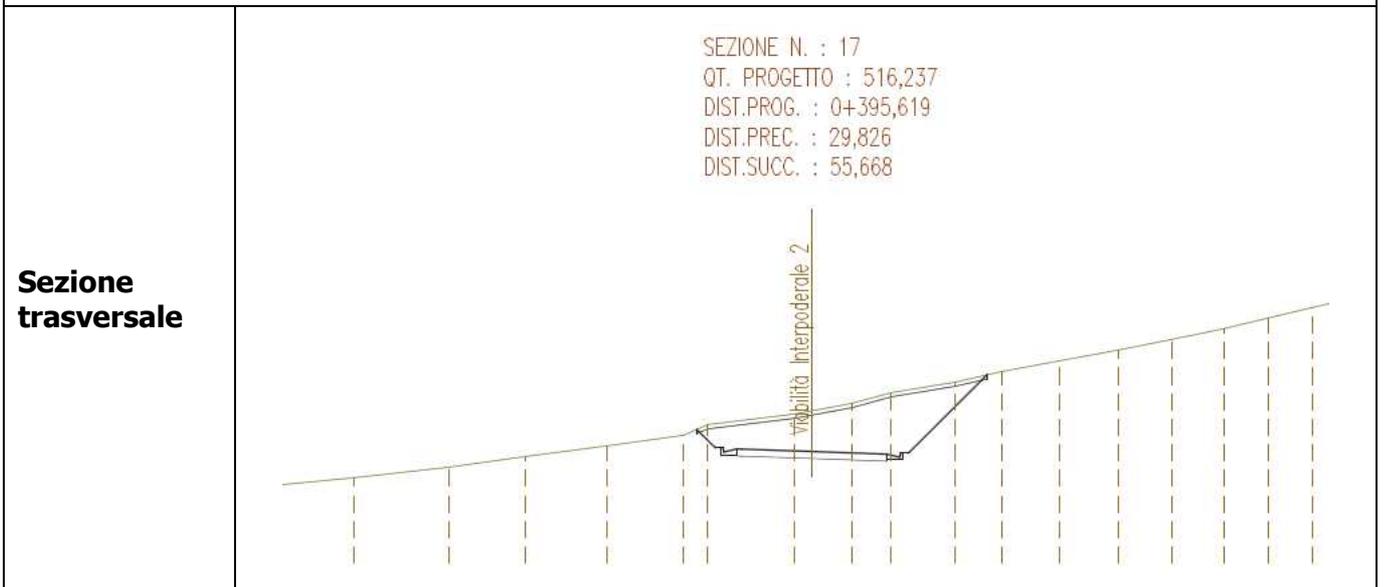
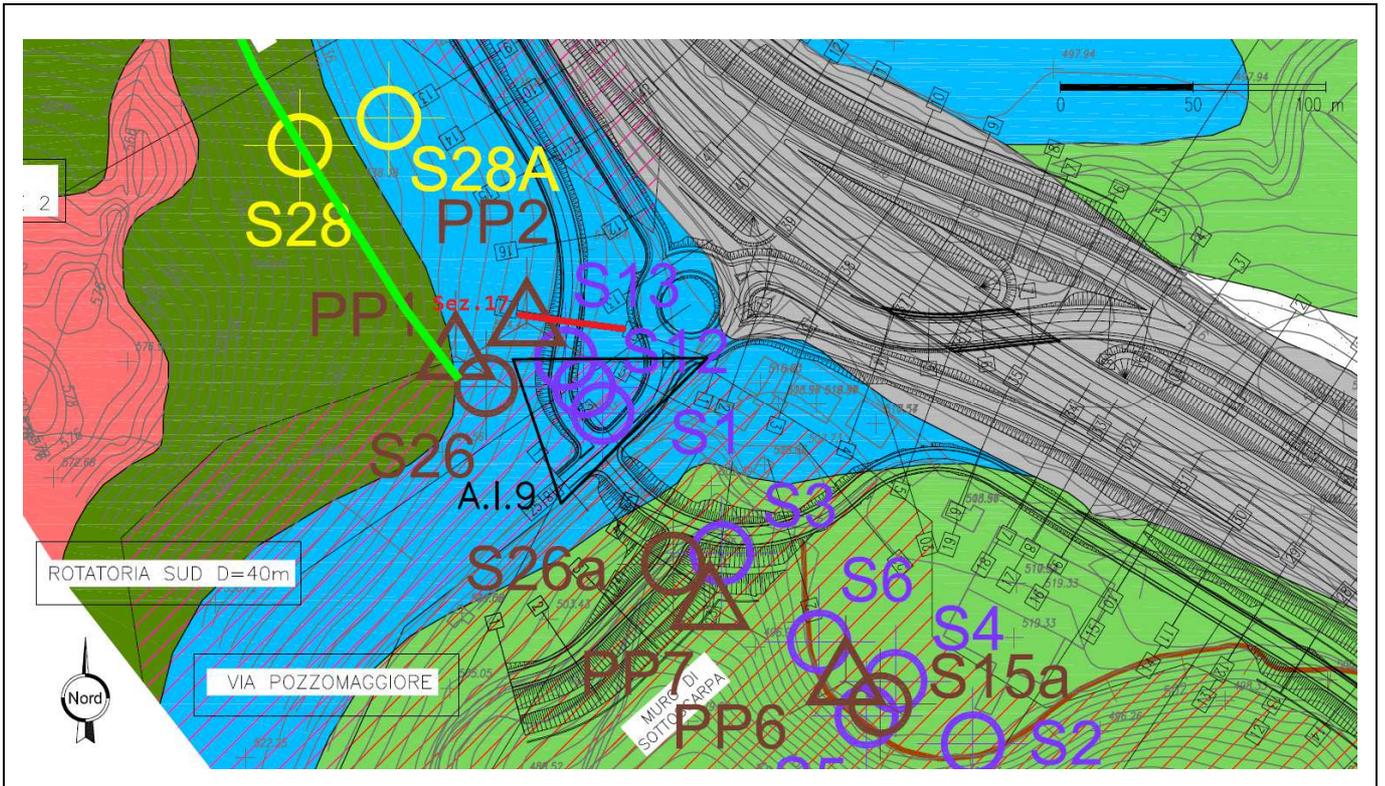
<b>Litologie affioranti</b>	<p>Tratto S.P.125 fino a Km 2+100 → <i>Basalti di Campeda</i>: Basalto e andesite basaltica litoide, di colore grigio, con aspetto vacuolare, da mediamente a molto fratturata. Le fratture hanno un'inclinazione variabile da suborizzontale a circa 30° e si presentano fortemente alterate, con frequenti fenomeni di argillificazione (Basalti della Campeda-Planargia - Subunità di Campeda).</p> <p>Tratto S.P.125 da Km 2+100 fino a Svincolo Bonorva → <i>Coltre eluvio-colluviale indifferenziata</i>: Clasti eterometrici di natura calcarea, marnosa e basaltica, immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti e arricchiti in frazione organica.</p>
<b>Indagini di riferimento</b>	<p>Sondaggi S5 e S6 della Sardadrill srl (1998) ubicati a valle della S.P.125, distanti dall'ambito d'interferenza di riferimento. Rilievo geologico e geomorfologico di superficie.</p>
<b>Osservazioni</b>	<p>Nel tratto compreso tra il km 1+580 e il km 2+600 ca, si riscontra la presenza, a monte della SP, di pareti di basalto fratturato con forte propensione al distacco di blocchi (vedi foto 1). Più avanti, verso lo svincolo di Bonorva nord, sono presenti lungo il versante numerosi blocchi rotolati (vedi foto 2). In questo tratto si rende necessaria, pertanto, l'adozione di opere di protezione passiva (barriere paramassi ad alto assorbimento).</p>

**A.I. 8** Svincolo di Bonorva nord – S.S.131 - da Km 161+500 a Km 161+800



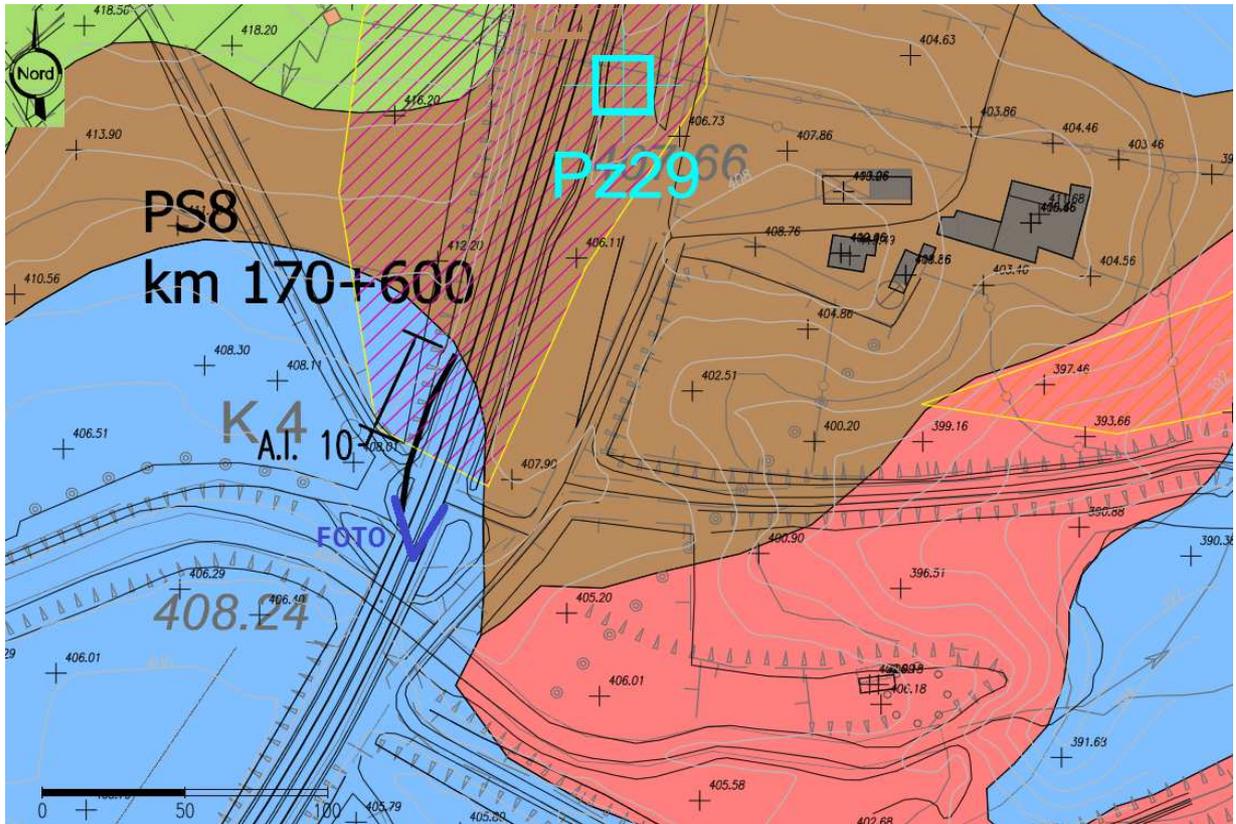
<b>Foto</b>	
<b>Litologia affiorante</b>	<p><i>Formazione di Mores in facies siltitica</i>: Siltiti, marne argillose e arenacee, di colore grigio e giallastro, da tenere a compatte e lapidee, alternate a livelli calcarei marnosi litoidi di spessore decimetrico. (Successione sedimentaria oligo-miocenica del Lugudoro-Sassarese - Formazione di Mores).</p>
<b>Indagini di riferimento</b>	<p>Sondaggi S6 della Sardadrill srl (1998), S7 ed S9 della Fondedile srl (1998) e S8 dell'Ing. Porcu (1992), ubicati all'interno dell'ambito di interferenza. Rilievo geologico e geomorfologico di superficie.</p>
<b>Osservazioni</b>	<p>Il substrato siltitico compatto risulta essere sub-affiorante o collocato a basse profondità dal p.c. Le uniche evidenze geologiche e geomorfologiche di rilievo riguardano i processi di alterazione/denudazione del substrato che si evidenziano in corrispondenza della ripa di monte, mitigabili con semplici interventi di protezione antiersiva.</p> <p>La geometria stradale prevista in progetto per l'asse principale e per le rampe è tale da non incrementare il livello di rischio.</p> <p>Con riferimento al fattore rischio di caduta massi si osserva che tutto il tratto a monte della S.S.131, dal km 160+100 al km 161+100, è attualmente protetto da barriere paramassi ad alto assorbimento di energia, di recente installazione. Dal km 159+900 al km 160+050 sono presenti barriere di protezione installate sul muretto a bordo strada. Tali opere di protezione esistenti, congiuntamente a quelle previste in progetto a monte della SP 125 nel tratto sotteso, sono tali da minimizzare il rischio residuo legato alla caduta massi.</p>

**A.I. 9** Svincolo di Bonorva nord – Viabilità Interpodereale 2 e Via Pozzomaggiore - Km 162+200



<b>Foto</b>	
<b>Litologia affiorante</b>	<i>Formazione di Mores:</i> Siltiti, marne argillose e marne, di colore grigio e giallastro, da tenere a compatte e lapidee, alternate a livelli calcarei marnosi mediamente fratturati e a strati arenacei compatti (Successione sedimentaria oligo-miocenica del Lugudoro-Sassarese).
<b>Indagini di riferimento</b>	Sondaggio S26 e Prove penetrometriche PP1 e PP2 della Fondedile srl (1998) e sondaggi S1, S12 e S13 dell'Ing. Porcu (1992), ubicati all'interno e immediatamente a ridosso dell'ambito di interferenza. Rilievo geologico e geomorfologico di superficie.
<b>Osservazioni</b>	Calcareniti e siltiti affioranti o sub-affioranti, come riscontrato dai sondaggi situati nell'area e dal rilevamento geologico eseguito. La copertura eluvio-colluviale superficiale, di spessore ridotto, non mostra evidenze geologiche e morfologiche che facciano ipotizzare la presenza di fenomeni di instabilità, fatta eccezione per modesti processi di denudazione del substrato.

**A.I. 10** Piazzola di sosta - Km 170+600

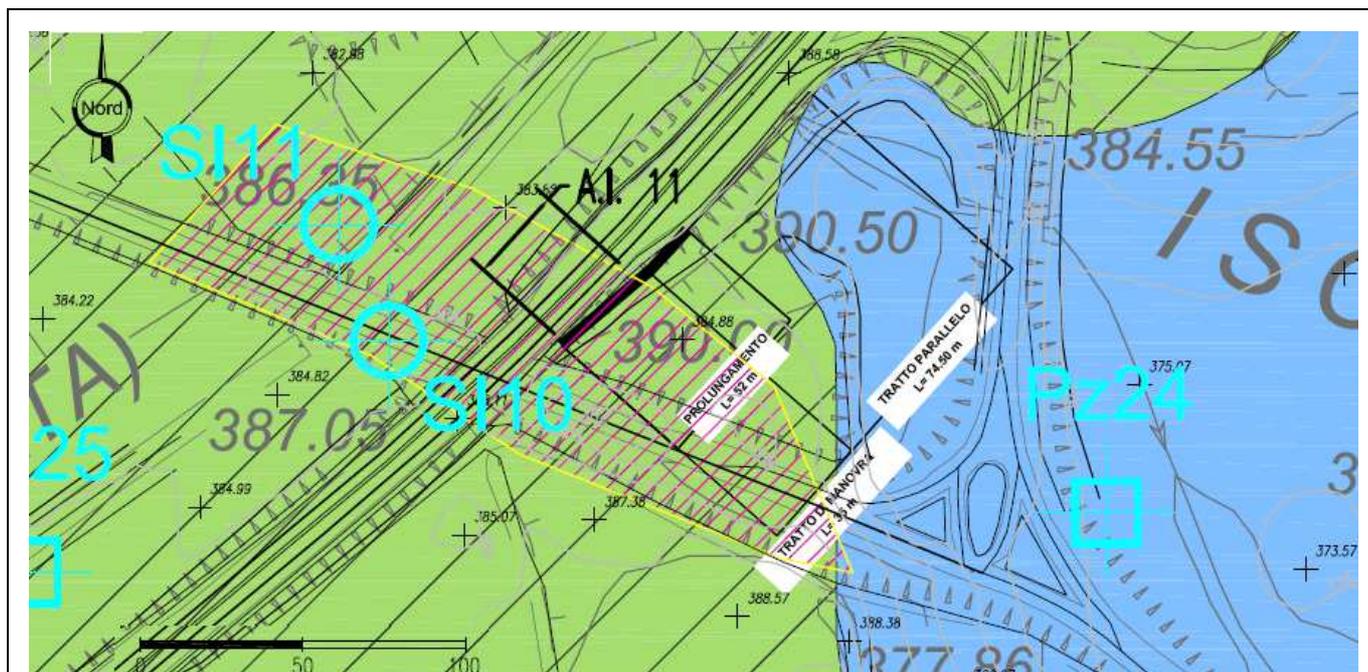


**Foto 1**



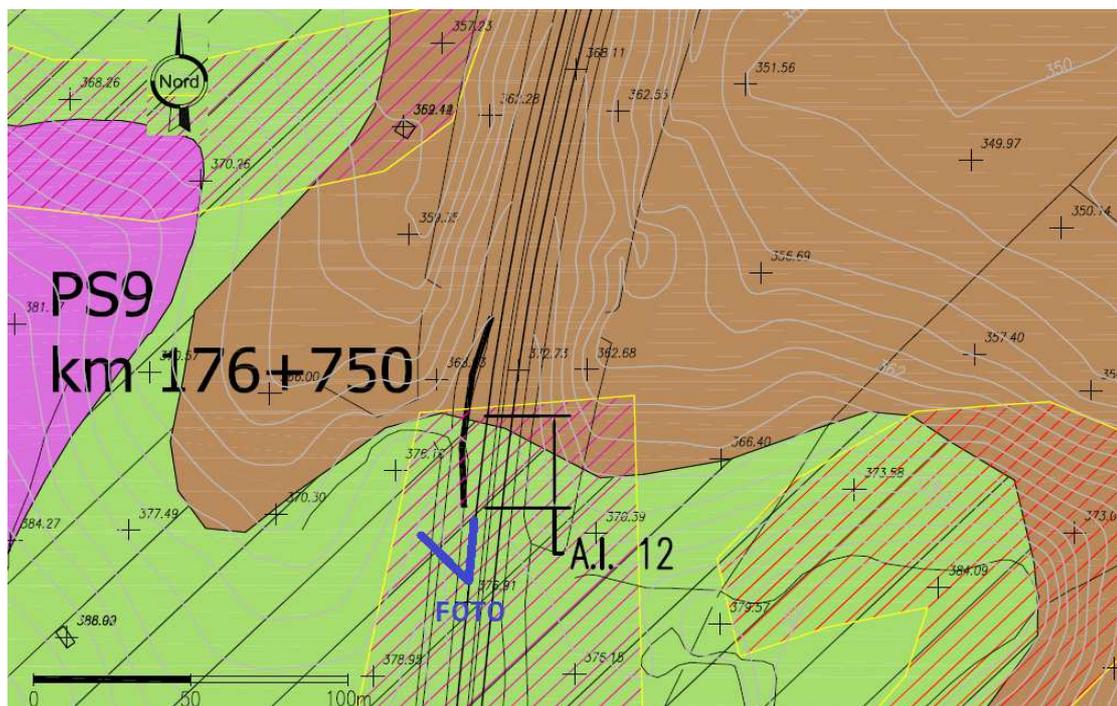
<b>Foto 2</b>	
<b>Litologia affiorante</b>	<i>Depositi piroclastici:</i> Conglomerato di genesi epivolcanica, costituito da uno scheletro formato da clasti vulcanici eterometrici (1-8 cm), angolari, prevalentemente rossi e verdi, immersi in matrice limosa biancastra, mediamente addensata, erodibile nelle porzioni superficiali. <i>BURDIGALIANO.</i>
<b>Indagini di rif.</b>	Rilievo geologico e geomorfologico di superficie.
<b>Osservazioni</b>	Il progetto prevede un piccolo sbancamento, necessario alla realizzazione della piazzola di sosta, che arretra la trincea stradale attuale. Il rilevamento di superficie non ha evidenziato particolari fenomeni di dissesto. Gli elementi geomorfologici attivi riscontrati sono riconducibili a processi di denudazione/erosione del substrato, mitigabili con sistemi di protezione antierosiva (georete tridimensionale più muretto di pulizia) e con l'adozione di un angolo di scarpa di adeguata pendenza.

**A.I. 11** Svincolo di Thiesi-Torralba - Km 173+300



<p><b>Foto</b></p>	
<p><b>Litologia affiorante</b></p>	<p><i>Formazione di Mores in facies calcarenitica</i>: Calcareniti e calcari bioclastici di colore bianco e grigio, da compatti a mediamente fratturati e alterati con patine di ossidazione rossastra. (Successione sedimentaria oligo-miocenica del Lugudoro-Sassarese - Formazione di Mores).</p>
<p><b>Indagini di riferimento</b></p>	<p>Sondaggi S10 e S11 della Geotecno srl (1997), ubicati a ridosso dell'area oggetto di intervento. Rilievo geologico e geomorfologico di superficie.</p>
<p><b>Osservazioni</b></p>	<p>Le calcareniti, estremamente compatte, risultano essere sub-affioranti. L'area HG4 è riferita alla trincea della S.P. per Thiesi, in calcareniti, con angolo di scarpa subverticale. L'intervento di adeguamento dello svincolo (allargamento del rilevato della S.S.131 esistente nella corsia di decelerazione) pertanto, non interferisce in alcun modo con l'area di rischio.</p>

**A.I. 12** Piazzola di sosta - Km 176+750



<p><b>Foto</b></p>	
<p><b>Litologia affiorante</b></p>	<p><i>Formazione di Mores in facies calcarenitica</i>: Calcareniti in stratti sottili (5-20 cm), di colore bianco e grigio, fratturate e alterate. (Successione sedimentaria oligo-miocenica del Lugudoro-Sassarese - Formazione di Mores).</p>
<p><b>Indagini di rif.</b></p>	<p>Rilievo geologico e geomorfologico di superficie.</p>
<p><b>Osservazioni</b></p>	<p>Il substrato calcarenitico è affiorante. Non si evidenziano fenomeni di instabilità. L'opera in progetto non comporta alcun incremento del livello di rischio dell'area. L'angolo di scarpa verrà mantenuto con adeguata pendenza, con realizzazione di un piccolo muretto di pulizia.</p>



#### **4. Conclusioni**

Gli interventi in progetto sono stati sviluppati tenendo nella massima attenzione le problematiche di carattere geomorfologico; le soluzioni progettuali sono state adottate con l'obiettivo di rendere trascurabile la perturbazione dell'equilibrio ambientale esistente nelle aree interessate.

In particolare, con riferimento alle condizioni di stabilità geomorfologica, sono state analizzate in maniera puntuale, alla luce dei dati direttamente acquisiti (di ordine geognostico e di rilievo diretto sul terreno) tutti gli ambiti di interferenza con il tracciato in progetto, così come definiti a seguito della variante al PAI recentemente adottata.

Da tale analisi è emersa l'inesistenza di prevedibili condizioni di dissesto conseguenti alla costruzione delle opere.