

S.S. n.128 "Centrale Sarda"

Lotto 0 bivio Monastir – bivio Senorbì
1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA356

PROGETTAZIONE: ATI VIA - SERING - VDP - BRENG

PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Francesco Nicchiarelli (Ord. Ing. Prov. Roma 14711)

RESPONSABILI D'AREA:

Responsabile Tracciato stradale: Dott. Ing. Massimo Capasso
(Ord. Ing. Prov. Roma 26031)

Responsabile Strutture: Dott. Ing. Giovanni Piazza
(Ord. Ing. Prov. Roma 27296)

Responsabile Idraulica, Geotecnica e Impianti: Dott. Ing. Sergio Di Maio
(Ord. Ing. Prov. Palermo 2872)

Responsabile Ambiente: Dott. Ing. Francesco Ventura
(Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

GEOLOGO:

Dott. Geol. Enrico Curcuruto (Ord. Geo. Regione Sicilia 966)

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Matteo Di Girolamo (Ord. Ing. Prov. Roma 15136)

RESPONSABILE SIA:

Dott. Ing. Francesco Ventura (Ord. Ing. Prov. Roma 14660)

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Edoardo Quattrone

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA:



MANDANTI:



GEOLOGIA, GEOTECNICA E SISMICA

Relazione Geologica

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO LIV. PROG. ANNO DPCA0356 D 21		CA356_T00GE00GEORE01_A		A	
		CODICE ELAB. T00GE00GEORE01			
D					
C					
B					
A	EMISSIONE	NOV. 2021	E. ULMI	E. CURCURUTO	F. NICCHIARELLI
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	Premesse	3
2	Riferimenti normativi	5
3	Schema Geomorfologico	7
	<u>3.1 Principali elementi geomorfologici</u>	<u>9</u>
	3.1.1 Forme dovute al deflusso delle acque superficiali	9
	3.1.2 Forme strutturali	10
	3.1.3 Forme antropiche	10
	3.1.4 Superfici di spianamento	11
	<u>3.2 Verifica dei contenuti del PAI</u>	<u>12</u>
4	Schema Geologico	14
	<u>4.1 Assetto tettonico-strutturale dell'area di studio</u>	<u>18</u>
	<u>4.2 Successione stratigrafica e caratteri delle unità geologiche</u>	<u>19</u>
	4.2.1 Basamento Metamorfico Ercinico – Unità del Sarrabus	19
	4.2.2 Complesso Intrusivo Tardo-Paleozoico	19
	4.2.3 Successione Vulcano-Sedimentaria Terziaria	20
	4.2.4 Depositi Pleistocenici	26
	4.2.5 Depositi Olocenici	27
5	Schema Idrogeologico	28
	<u>5.1 Unità a permeabilità bassa con valori di Permeabilità $10^{-7} > K > 10^{-9}$ m/s</u>	
	<u>(SVI, RML):</u>	<u>28</u>
	<u>5.2 Unità a permeabilità medio-bassa con valori di Permeabilità $10^{-6} > K > 10^{-7}$ m/s</u>	
	<u>(CIX):</u>	<u>29</u>
	<u>5.3 Unità a permeabilità media con valori di Permeabilità $10^{-4} > K > 10^{-6}$ m/s</u>	
	<u>(NLL, USS, RML):</u>	<u>29</u>
	<u>5.4 Unità a permeabilità medio-alta con valori di Permeabilità $10^{-3} > K > 10^{-4}$ m/s</u>	
	<u>(PVM2a, b2):</u>	<u>29</u>
	<u>5.5 Unità a permeabilità alta con valori di Permeabilità $K > 10^{-3}$ m/s (b, bn):</u>	<u>30</u>

<u>5.6 Schema della circolazione idrica sotterranea</u>	<u>30</u>
6 <u>Sismicità</u>	<u>32</u>
<u>6.1 Sismicità storica</u>	<u>32</u>
<u>6.2 Pericolosità sismica</u>	<u>33</u>
7 <u>Indagini geognostiche</u>	<u>39</u>
<u>7.1 Prove SPT</u>	<u>40</u>
<u>7.2 Prelievo campioni Geotecnici</u>	<u>42</u>
<u>7.3 Prove di Permeabilità LeFranc</u>	<u>46</u>
<u>7.4 Prove Pressiometriche</u>	<u>48</u>
<u>7.5 Installazione piezometri a tubo aperto</u>	<u>50</u>
<u>7.6 Condizionamento perfori per prove Down Hole</u>	<u>51</u>
<u>7.7 Pozzetti Esplorativi</u>	<u>52</u>
<u>7.8 Prove di carico su piastra</u>	<u>53</u>
8 <u>Modello Geologico di Riferimento</u>	<u>57</u>
<u>8.1 Da Pk. 0+000 a Pk 1+000 Viadotto P001</u>	<u>58</u>
<u>8.2 Da Pk. 1+000 a Pk. 2+460</u>	<u>59</u>
<u>8.3 Da Pk. 2+460 a Pk. 4+940</u>	<u>60</u>
<u>8.4 Da Pk. 4+940 a Pk. 6+560 Sottovia</u>	<u>60</u>
<u>8.5 DA Pk. 6+560 a Pk. 9+560</u>	<u>62</u>
<u>8.6 Da Pk 9+560 a Pk 14+800</u>	<u>63</u>
<u>8.7 Da Pk 14+800 a Fine Tracciato Viadotto P002</u>	<u>64</u>

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

1 Premesse

La presente Relazione Geologica è relativa al progetto definitivo dei lavori dell'intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700.

L'opera fa parte dei lavori di ammodernamento e di adeguamento della S.S.128 "Centrale Sarda", itinerario regionale di valenza storica che ha costituito fino alla metà degli anni '60 uno dei tre itinerari fondamentali della percorribilità regionale Nord-Sud, e prevede la sistemazione e adeguamento funzionale del tratto da bivio Monastir a bivio Senorbì, della lunghezza di 16.5 Km ad una extraurbana secondaria tipo C1 (larghezza piattaforma stradale 10.50 m), in parte in nuova sede e con l'eliminazione degli incroci a raso.

La relazione definisce i lineamenti geologici dell'area e delinea il Modello Geologico di Riferimento in relazione agli interventi in progetto.

Nella presente nota vengono inizialmente descritti i contesti geomorfologico, stratigrafico ed idrogeologico di riferimento; successivamente viene analizzato il tracciato in progetto, per tratti omogenei, con riferimento alle relazioni prevedibili fra l'assetto del sottosuolo ed il suo comportamento conseguente alla costruzione delle principali opere previste.

Gli elementi necessari a tale scopo sono stati ricavati a seguito dell'esame della documentazione bibliografica disponibile per l'area in oggetto, dell'analisi diretta delle condizioni geologiche e geomorfologiche delle aree all'interno delle quali ricade l'intervento in progetto, dell'interpretazione dei dati geognostici pregressi relativi a campagne di indagine geognostica e geofisica effettuate ai fini della realizzazione di opere nelle immediate vicinanze al progetto.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

In particolare, i dati geognostici presi in esame sono riferibili alle seguenti campagne d'indagine:

- Campagne d'indagine geognostica e geofisica integrativa per il Progetto Definitivo della "S.S. 128 – intervento lotto 0 – Bivio Monastir. Bivio Senorbì – 1°stralcio dal km 0+200 al km 16+700", eseguite da TecnoIN nell'anno 2021.

La documentazione ad esse relativa è riportata negli elaborati "Documentazione indagini geognostiche", "Certificati prove di laboratorio", "Documentazione indagini geofisiche", accompagnati dalla relativa planimetria di ubicazione delle indagini e dagli elaborati raggruppati i certificati delle prove di laboratorio dei campioni prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione Geologica	

2 Riferimenti normativi

- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE»";
- D.M. 17/01/2018 - "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare Ministero dei LL.PP. 02/02/09 n. 617 - Istruzione per l'applicazione delle "Nuove Norme tecniche per le costruzioni";
- D. Lgs. n.50 del 18 aprile 2016: "Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture";
- D.M. 11/03/88 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle 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";
- Circolare ministeriale LL.PP. 24/09/88 n. 30483 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle 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";
- Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6, ter D.L. 180/98 e successive modifiche ed integrazioni. Variante adottata con deliberazione del Comitato istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 25.02.2010;

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

- Eurocodice 7.1 (1997): Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali. UNI;
- Eurocodice 7.2 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI;
- Eurocodice 7.3 (2002): Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI;
- Eurocodice 8 (1998);
- Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter; D.L. 180/98 e s.m.i.: "Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Interventi sulla rete idrografica e sui versanti";
- DPR Regione Sardegna n. 35 del 21 marzo 2018 "Norme di attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Approvazione delle modifiche degli artt. 4, comma 11, e art. 31".

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

3 Schema Geomorfológico

La morfologia dell'area studiata rappresenta una diretta conseguenza dell'evoluzione geologica e geostrutturale dell'intera isola, caratterizzata dal susseguirsi di mutamenti legati ai movimenti tettonici che hanno ripetutamente interessato l'isola stessa e che sono ora rappresentati da evidenze della presenza di faglie, frammentazioni e dislocazioni degli ammassi e, nel terziario, dalla messa in posto di terreni di genesi vulcanica. Tali mutamenti tettonici hanno causato l'alternanza di fasi di continentalità e fasi di ingressione marina.

E' inoltre chiaramente percepibile, dall'esame fotointerpretativo e della cartografia, il forte condizionamento che la particolare evoluzione tettonica del territorio interessato dal progetto ha determinato nei confronti della sua evoluzione geomorfologica, con particolare riferimento all'evoluzione del reticolo idrografico. Il territorio, riferibile ad un' area pianeggiante al di sotto delle colline del Trexenta nella Sardegna centro-meridionale, in cui affiorano prevalentemente coperture mioceniche e quaternarie al di sopra del basamento cristallino paleozoico, metamorfiti e granitoidi, sono infatti facilmente individuabili, all'esame fotointerpretativo, una serie di elementi geomorfologici (meandri o tratti di alvei fossili o abbandonati, aree con *pattern* angolato del reticolo, catture fluviali) che testimoniano come l'evoluzione tettonica recente dell'area, accompagnata dalle oscillazioni del livello di base, abbia fortemente condizionato l'evoluzione geomorfologica recente di questo territorio. Tali indicazioni hanno, successivamente, trovato conferme di carattere stratigrafico nella ricostruzione del Modello Geologico di Riferimento.

Durante le sopra citate fasi di continentalità si sono verificati una serie di processi morfogenetici causati dalle variazioni climatiche.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

Il progetto studiato, in particolare, si estende all'interno della piana a nord di Cagliari, verso la quale sono rivolte le principali direttrici del reticolo idrografico di questo settore.

In tale area, come detto precedentemente, a causa del susseguirsi di differenti fasi tettoniche avvenute durante il meso-cenozoico, si sono originati lievi rilievi collinari, prevalentemente nell'area ad Est del tracciato, impostatisi sul basamento cristallino paleozoico, considerati come forme residuali d'erosione con elevazione media intorno ai 500 m s.l.m.. I versanti di tali rilievi si raccordano gradualmente con la superficie pianeggiante circostante, a causa dell'interposizione di coltri detritiche o eluvio-colluviali, seppur risulti evidente, sia dall'analisi fotointerpretativa che dal rilievo geomorfologico di campo, nell'allineamento delle aree collinari e nella conformazione del *pattern* della rete idrografica, l'esistenza, appunto, di un forte controllo tettonico, esercitato da più sistemi di faglie, responsabili della disarticolazione del substrato terziario e del suo ribassamento al di sotto delle aree pianeggianti. L'area in cui è in progetto il nuovo tracciato stradale, ha una debole pendenza verso nord partendo da quote di circa 100 m s.l.m. fino a circa 150 m s.l.m. a fine tracciato.

Tuttavia, la zona è caratterizzata da dolci rilievi collinari, altopiani e superfici strutturali sviluppatasi in corrispondenza degli areali di affioramento delle rocce del basamento cristallino e granitoide. È il caso del Monte Trexenta (187 m), Cuc.Ru Su Priogu (263 m), Monte Arcuentu (253 m) Monte Uda (379 m), Monte Domu S'Orcu (283 m), Monte Piscanali (291m), Monte Onigu (232 m). Verso est, la prevalenza di forme sviluppatasi sulle unità vulcaniche acquisisce, pertanto, un ruolo predominante della conformazione del paesaggio geologico.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

In prossimità dei rilievi, e del reticolo idrografico del Riu Mannu, si presentano le coperture sedimentarie, rappresentate da depositi alluvionali e terrazzi fluviali, costituiti da sabbie e ghiaie.

La stessa importanza rivestono i depositi eluvio colluviali, i quali si trovano ai piedi dei rilievi presenti nell'area, laddove le pendenze iniziano ad addolcirsi, e caratterizzati da sabbie e ghiaie formatesi dai processi di dilavamento delle acque superficiali.

3.1 Principali elementi geomorfologici

3.1.1 Forme dovute al deflusso delle acque superficiali

- Reticolo idrografico superficiale: è rappresentato dal reticolo idrografico costituente la rete di deflusso dei principali corsi d'acqua e dei loro affluenti secondari. Nell'area di intervento essi sono rappresentati dal Riu Mannu e i numerosi affluenti in corrispondenza del nuovo tracciato stradale della S.S. 128. Il loro reticolo risulta fortemente controllato dalla tettonica, determinando un *pattern* della rete idrografica prevalentemente angolare o sub-angolare.
- Orlo di scarpata fluviale: è rappresentata da una rottura morfologica più o meno evidente, che costituisce l'espressione di episodi più o meno prolungati di erosione da parte delle acque superficiali. Queste sono posizionate principalmente lungo i bordi delle piane alluvionali del Riu Mannu, laddove l'erosione fluviale ha interessato, nel corso del tempo, le litologie sabbiose e conglomeratiche, portando a giorno le sottostanti unità costituenti il bedrock.
- Valle a fondo piatto: è rappresentata dalle valli fluviali del Riu Mannu, situate a Est dell'area di studio, attraversate dai relativi corsi d'acqua e solo in parte, con modesti

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

spessori, colmate dai depositi alluvionali attuali e recenti, restando evidente la loro genesi di ordine strutturale.

3.1.2 *Forme strutturali*

- Rilievo residuale isolato: rilievi collinari, di modesta entità, impostati su rocce di basamento cristallino paleozoico e granitoidi, considerati come forme residuali generati a causa del susseguirsi di differenti fasi tettoniche avvenute durante il mesozoico.
- Alveo a controllo tettonico: corso d'acqua impostato su elementi tettonici che hanno influenzato nel corso del tempo la direzione di scorrimento. Un esempio evidente è costituito dal Riu Mannu, il cui *pattern* risulta fortemente angolare nella porzione ad est del tracciato in progetto.

3.1.3 *Forme antropiche*

- Area a maggior urbanizzazione e aree industriali: è rappresentata da alcune aree abitative e industriali presenti in prossimità del tracciato stradale in progetto.
- Area di cava: comprende un' area soggetta in passato ad attività estrattiva, rispettivamente sull'asse (Pk. 2+040).
- Rilevato stradale: è rappresentato dai depositi antropici costituenti il rilevato stradale della SS 128 esistente.
- Alveo rettificato/canale di bonifica: corso d'acqua la cui direzione è stata condizionata artificialmente per un'opera di bonifica delle aree più depresse.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione Geologica	

3.1.4 Superfici di spianamento

- Superficie di terrazzo morfologico: ampie superfici di erosione costituenti la sommità dei pianori modellati nei depositi pleistocenici continentali sabbiosi e limosi. Si collocano in prossimità del Riu Mannu ed interessano alcune porzioni del tracciato stradale in progetto.

3.2 Verifica dei contenuti del PAI

Dall'esame della cartografia del PAI della Sardegna, limitatamente alle aree interessate da Pericolosità per Frana, recentemente aggiornate secondo la variante adottata nel 2010, non si è verificata la sussistenza di condizioni di interferenza del tracciato con alcune aree classificate con grado di pericolosità.

In tutta l'area d'esame si ha un solo tratto in cui si ha nelle vicinanze un'area riconosciuta a pericolosità Hg2, che tuttavia non ricade all'interno del tracciato in progetto.

Tale area è rappresentata da una vecchia aera di cava, dove, dai rilievi effettuati in sito sono presenti piccoli processi di dilavamento superficiale all'interno dello scavo di perimetro della ex cava.

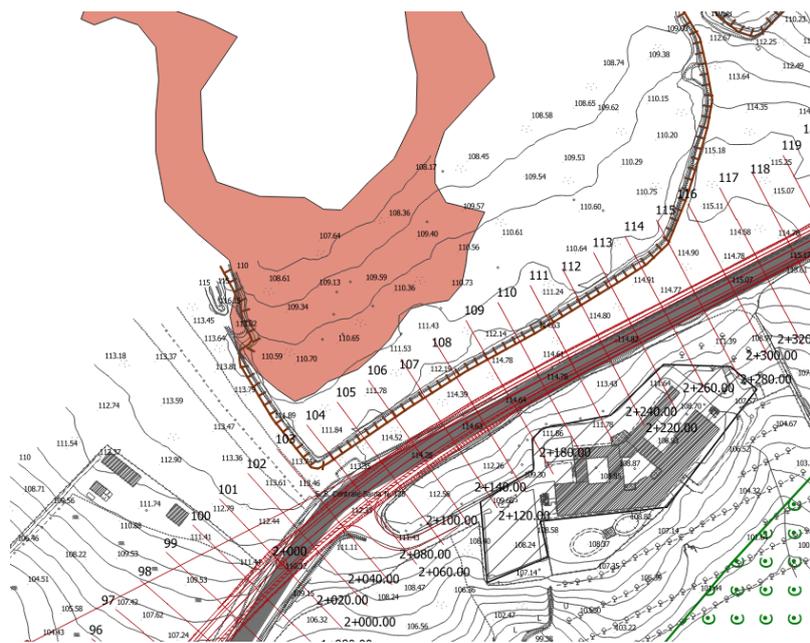


Figura 3-1. Stralcio della carta geomorfologica che evidenzia le aree a pericolosità geomorfologica limitrofe al tracciato in progetto.



Figura 3-2. Foto dell'area interessata da pericolosità Hg2 limitrofa al tracciato stradale in progetto.

Dallo studio effettuato tramite i rilievi di campagna si può escludere il diretto interessamento di tali processi ai danni del tracciato stradale in progetto.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

4 Schema Geologico

Le caratteristiche geologico-strutturali dell'area di interesse progettuale derivano dai numerosi e complessi eventi geologici che hanno interessato l'intera isola, in particolare nell'Era paleozoica, ma anche in quella cenozoica e, relativamente all'area in esame, soprattutto terziaria.

La struttura fondamentale del basamento sardo ha avuto origine dall'Orogenesi ercinica, conseguentemente ad una collisione associata a subduzione di crosta oceanica e metamorfismo di alta pressione (1° fase, Siluriano) seguita da una collisione continentale che ha prodotto ispessimento crostale, magmatismo e metamorfismo (2° fase, Devoniano-Carbonifero).

La collisione continentale, che successivamente ha determinato la formazione della catena ercinica, è ricostruibile come segue:

- Un margine sovrascorrente del continente armoricano è rappresentato dal Complesso metamorfico di Alto Grado, affiorante nella Sardegna settentrionale ed in Corsica. Esso costituisce la parte più interna della catena ed è formato da migmatiti e gneiss migmatitici in facies anfibolitica; sono presenti inoltre, all'interno di sporadici affioramenti di metabasiti, delle paragenesi relitte in facies eclogitica.
- Il margine sottoscorrente della placca del Gondwana è rappresentato dal Complesso metamorfico di Basso e Medio Grado affiorante nella Sardegna centrale, centrorientale e nella Nurra settentrionale; si tratta di un metamorfismo progrado che varia da sud verso nord dalla facies a scisti verdi a quella anfibolitica.

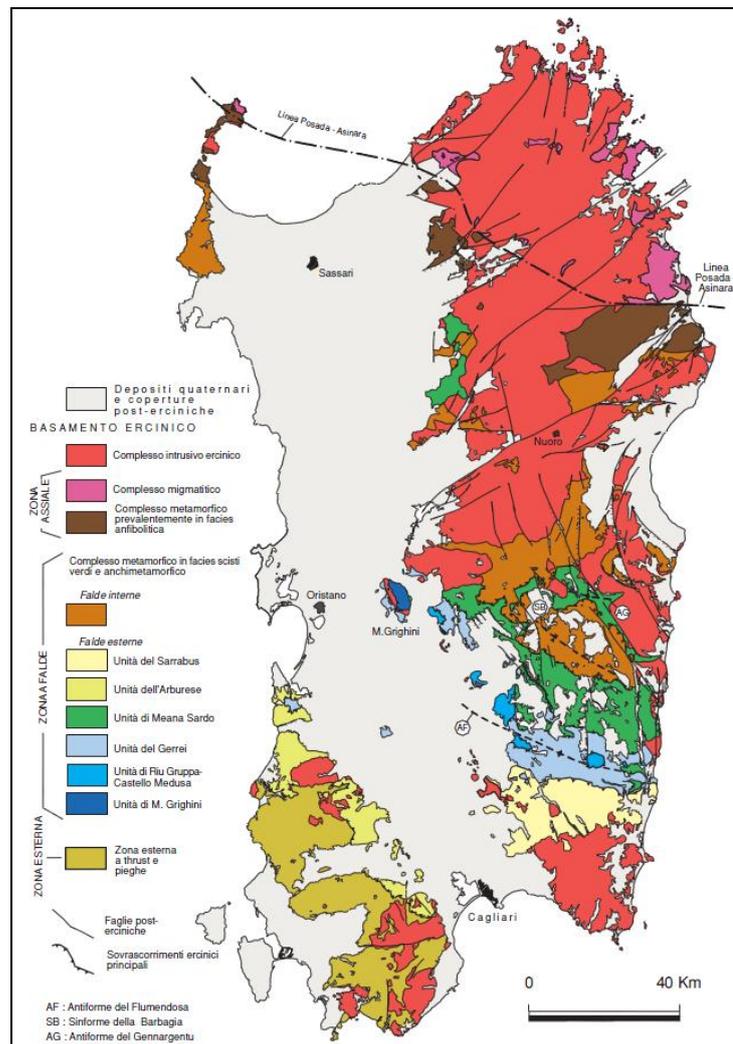


Figura 0-1. Principali elementi strutturali del basamento ercinico sardo (fonte: Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia, Geologia della Sardegna).

I due complessi appena descritti sono separati da un contatto tettonico, costituito dalla «linea Posada-Asinara», interpretato come un segmento della sutura ercinica sud-europea. Si tratta di una fascia milonitica con frammenti di crosta oceanica (le stesse metabasiti sporadicamente presenti anche nel Complesso di Alto Grado, più a nord) che dalla foce del fiume Posada attraversa tutta la Sardegna settentrionale fino all'Isola dell'Asinara.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

Le coperture del margine sottoscorrente (ossia del Complesso di Basso e Medio Grado) rappresentate dalle sequenze sedimentarie e vulcaniche del Cambriano-Carbonifero inferiore sono scollate dal loro basamento e accumulate in una pila di falde, compresa tra la «linea Posada-Asinara» e la Zona Esterna della catena, costituita dal Sulcis-Iglesiente.

Le differenze di carattere strutturale e stratigrafico che caratterizzano questo alloctono permettono di suddividerlo in: a) una zona a Falde Interne, affioranti tra la «linea Posada-Asinara» e la Barbagia; b) una zona a Falde Esterne, affioranti tra la Barbagia e l'Arburese-Iglesiente-Sulcis nord-orientali.

Le rocce metamorfiche delle Falde Interne, malgrado derivino dalle stesse successioni presenti nella Sardegna centro-meridionale (cioè nelle Falde Esterne), sono caratterizzate da un più alto grado metamorfico, dalla scarsità di vulcaniti ordoviciane e di calcari siluriano-devoniani. Le coperture metasedimentarie e metavulcaniche delle Falde Esterne costituiscono la parte più esterna dell'alloctono e sono state messe in posto da NE verso SW nell'avanfossa della catena durante il Carbonifero inferiore (Viseano). Infine, le sequenze sedimentarie paleozoiche della Zona Esterna della catena ercinica, affioranti nel Sulcis-Iglesiente, sono caratterizzate da pieghe ad elevata inclinazione e metamorfismo regionale di bassissimo grado, aventi direzione E-W e NE-SW.

Successivamente, il basamento sardo è stato interessato da una inversione post-collisionale della tettonica, da compressiva a distensiva, che nelle zone interne dell'orogene (Sardegna settentrionale) ha avuto inizio probabilmente più precocemente, nel Carbonifero inferiore, mentre nella Sardegna centromeridionale ha avuto luogo tra il Carbonifero superiore (Westfaliano) e il Permiano allorché, al termine della convergenza, il collasso gravitativo ha coinvolto tutta la crosta inspessita.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

Il complesso intrusivo orogenetico, indicato come «batolite sardo», in affioramento, ha un'estensione di circa 6.000 km² ed è costituito da un'associazione plutonica calcicalina caratterizzata da un'estrema eterogeneità compositiva in cui sono rappresentati gabbri, dioriti, tonaliti, granodioriti, monzograniti.

Il passaggio dal Paleozoico al Mesozoico nelle medesime condizioni ambientali ha reso problematica, soprattutto per la scarsità di fossili in quei livelli, una dettagliata suddivisione stratigrafica.

Nel prosieguo dell'Era cenozoica la Sardegna, pur conservando il carattere cratonico instauratosi dall'inizio dell'Era mesozoica, subisce i riflessi del ciclo orogenico alpino che ha causato la fratturazione del basamento paleozoico ed il parziale piegamento e dislocamento delle sequenze sedimentarie mesozoiche.

In questa fase in Sardegna si possono individuare quattro cicli sedimentari principali separati da lacune e discordanze stratigrafiche correlabili sia con fasi orogenetiche (Alpina e Pirenaica) sia con fasi distensive (apertura del bacino miocenico delle Baleari e del Tirreno settentrionale, apertura del Bacino pliocenico del Mar Tirreno meridionale).

La tettonica terziaria del basamento sardo-corso deve essere correlata con l'evoluzione dei tre margini che lo caratterizzano:

1. un margine collisionale con accrescimento di crosta oceanica, iniziato nel Cretaceo superiore, seguito da una distensione che per alcuni autori ha avuto inizio nell'Oligocene, secondo altri nel Miocene inferiore;
2. un margine passivo, con una fase di *rifting* e un moto di deriva e rotazione del blocco sardo-corso (Burdigaliano), da associare all'apertura del Bacino delle Baleari e del Mar Tirreno settentrionale;

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	<i>Relazione Geologica</i>	

3. un margine passivo riferibile al Miocene superiore-Pliocene, associato all'apertura del Mar Tirreno meridionale.

4.1 Assetto tettonico-strutturale dell'area di studio

L'area in cui ricade il progetto in esame è caratterizzata, principalmente, da tre diversi domini geologico-strutturali:

1. Basamento metamorfico ercinico e granitoide, delle quali nell'area di studio compaiono in affioramento solo i termini appartenenti alle Arenarie di San Vito del Cambriano Ordoviciano e i Monzograniti di Barrali appartenenti al Carbonifero Permiano. Tali formazioni affiorano in prossimità dei rilievi ad Est dell'area di studio, e solamente i Monzograniti di Barrali sono stati perforati da un sondaggio geognostico in prossimità del tracciato in progetto. Tali formazioni sono ricoperte dalla successione stratigrafica Vulcano-Sedimentaria Terziaria e dalla coltre quaternaria di origine alluvionale;
2. le successioni vulcano-sedimentarie terziarie affiorano lungo tutto il tratto stradale in progetto. Esse sono rappresentate, prevalentemente, da sedimenti continentali ghiaioso sabbiosi e conglomeratici e successioni calcareo marnose, derivanti da una serie di eventi tettonici estensionale a partire dall'Eocene inferiore i quali hanno generato una serie di faglie estensionali e trascorrenti lungo tutta la Sardegna e ben visibile nell'area del nuovo tracciato stradale;
3. le aree di pianura, caratterizzate dall'accumulo di sedimenti alluvionali e depositi eluvio colluviali. Tali depositi composti da elementi prevalentemente sabbiosi, si estendono sulle aree sub-pianeggianti dell'area in esame.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

4. Le informazioni, successivamente acquisite nelle diverse fasi di indagine, geognostica e geofisica, poste in atto nei diversi momenti nei quali si è sviluppata la progettazione dell'intervento, ha consentito, integrando il quadro conoscitivo acquisito attraverso il rilevamento geologico e geomorfologico di superficie, di delineare con accuratezza, il modello tettonico-strutturale di riferimento per l'area in studio.

4.2 Successione stratigrafica e caratteri delle unità geologiche

Di seguito vengono descritte le unità litologiche di riferimento, coinvolte direttamente dalla progettazione esecutiva del tracciato stradale, a partire dalla più antica alla più recente.

4.2.1 *Basamento Metamorfico Ercinico – Unità del Sarrabus*

- Arenarie di San Vito (SVI):

È rappresentata da una formazione terrigena costituita da metarenarie quarzose-micacee e metaquarzoareniti con granulometria fine. Questa formazione si presenta intensamente deformata e mostrano una scistosità penetrativa che generalmente traspone la stratificazione, obliterando quindi molte delle tipiche strutture sedimentarie. Non affiorando mai la base non è noto lo spessore di questa Formazione. L'età di riferimento è Cambriano medio – Ordoviciano inferiore. La Formazione è presente dalle prime progressive della strada in progetto anche se non è stata mai riscontrata dai sondaggi geognostici eseguiti.

4.2.2 *Complesso Intrusivo Tardo-Paleozoico*

- Monzograniti di Barrali (RRL):

È rappresentata da monzograniti a struttura isotropa e grana media, che in affioramento si presentano di colore tipicamente grigio o rosato se alterata la superficie. Questa formazione

non interessa direttamente l'area in esame ma è osservabile al margine Est della strada in progetto lungo le progressive 13+800 e 14+550, tuttavia questa formazione è stata perforata dal sondaggio S16_DH al di sotto dei sedimenti continentali della formazione di Nurallao. L'età di questa Formazione è attribuita al Carbonifero superiore – Permiano.



Figura 0-2. Monzograniti osservabili in prossimità del piano stradale attuale

4.2.3 Successione Vulcano-Sedimentaria Terziaria

- Formazione del Cixerri (CIX):

La formazione affiora nel primo tratto stradale fino alle progressive 0+800 ed è composta da alternanze di arenarie quarzoso-feldspatiche, siltiti e livelli di conglomerati debolmente cementate e risulta sciolta nei primi metri da piano campagna come osservato dai sondaggi effettuati. La formazione risulta difficile da osservare data la spessa copertura di sedimenti alluvionali che la ricoprono e anche grazie alle simili litologie che le compongono. Da

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

letteratura l'età di questa formazione è incerta tuttavia viene attribuita all'Eocene medio - Oligocene superiore.

- Formazione di Ussana (USS):

La Formazione è costituita da conglomerati eterometrici grossolani con dimensioni da centimetriche a decimetriche, con ciottoli e blocchi in genere ben elaborati del basamento paleozoico, alternati talvolta a livelli di argille siltose arrossate. Il contatto con la Formazione del Cixerri risulta poco chiaro, tuttavia, è stato attribuito ad un evidente variazione litologica, con il passaggio dalle arenarie ben classate del Cixerri ai conglomerati grossolani.



Figura 0-3. Formazione di Ussana osservabile dalla SS 128

La Formazione è osservabile dalla progressiva 1+380 fino alla progressiva 2+460 in cui una faglia diretta ribassa la Formazione di Nurallao.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione Geologica	

A questa Formazione è stata attribuita un'età Oligocene superiore – Miocene inferiore (Aquitano inferiore)

- Formazione di Nurallao (NLL):

Questa formazione affiora in larga parte su tutto l'asse stradale in progetto dalle progressive 2+460 e 3+600, 9+540 e 15+140, talvolta obliterato dai depositi alluvionali e da coltri eluvio colluviali. Spesso i contatti con le altre formazioni terziarie sono dovuti da un sistema di faglie dirette delle quali si possono osservare delle evidenze sulla morfologia del sito in esame ma che tuttavia risultano ormai estinte.

La formazione, da letteratura, è composta da due membri suddivisi per ambiente deposizionale; I membri sono il Conglomerato di Duidduru (NLL1) e le Arenarie di Serra Longa (NLL2). Il secondo membro è quello che affiora maggiormente lungo il tratto stradale di studio ed è composto quindi da arenarie da molto a poco cementate con livelli di ciottoli paleozoici, mentre il primo membro è costituito da depositi conglomeratici a ciottoli eterometrici arrotondati in matrice carbonatica.

Il primo membro è ben osservabile nelle aree limitrofe alla SS 128 dove si possono osservare alcuni rari affioramenti della zona studiata.

L'età di questa Formazione è attribuita all'Oligocene superiore – Miocene inferiore (Burdigaliano inferiore)



Figura 0-4. Formazione di Nurallao, Membro di Duidduru, osservabile lungo alcuni affioramenti
osservabili sulla SS 128



Figura 0-5. Formazione di Nurallao, Membro di Serra Longa, osservabile lungo alcuni affioramenti
osservabili sulla SS 128

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

- Formazione della Marmilla (RML)

Insieme alla Formazione di Nurallao, la Formazione della Marmilla affiora su vaste aree del tracciato stradale in progetto, rispettivamente sulle progressive 3+620 e 9+560, 15+160 fine tracciato.

La Formazione è composta da alternanze marnoso-arenacee giallognole ad elevata componente vulcanica, talora torbidityca. Spesso si osservano livelli arenacei più competenti e grossolani con evidenti laminazioni, come quelle osservate sulle cassate stratigrafiche dei sondaggi effettuati nella prima metà del tracciato in progetto, altre volte prevalgono i livelli marnosi come osservato da un affioramento lungo la SS 128 e dai sondaggi effettuati nella seconda metà del tracciato.

Nella Formazione, dove possibile, sono state prese delle giaciture discordanti tra di loro, con inclinazioni variabili tra i 20 gradi e 0 gradi ed immersione di circa 90-100 gradi Est.

L'età di questa Formazione è attribuita all'Aquitano, Burdigaliano inferiore.



Figura 0-6. Formazione della Marmilla osservabile lungo la SS 128; in evidenza i livelli marnosi della
formazione

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	<i>Relazione Geologica</i>	

4.2.4 Depositi Pleistocenici

- Sintema di Portovesme - *Subsistema di Portoscuso* (PVM2a)

Il sintema di Portovesme affiora in alcune lenti (1+120 – 1+380, 1+700 – 1+860, 2+000 – 2+440) soprastanti le Formazioni del Cixerri e di Ussana, lungo il primo tratto dell'asse stradale in progetto ed è costituito da sabbie e conglomerati appartenenti al Subsistema di Portoscuso. La formazione è stata osservata in campagna al disotto della SS 128 e nelle aree limitrofe. L'età è attribuita al Pleistocene superiore.



Figura 0-7. Conglomerati del Subsistema di Portoscuso osservabile lungo la SS 128

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

4.2.5 Depositi Olocenici

- Depositi alluvionali (ba-bb) e Depositi alluvionali Terrazzati (bna-bnb)

Si possono osservare lungo estese aree dell'opera in progetto ed è costituito a terreni prevalentemente argillosi e sabbiosi (bb-bnb), subordinatamente ghiaiosi (ba-bna), sciolti, depositati dai numerosi affluenti del Riu Mannu che attraversano a 90 gradi il tracciato stradale in progetto.



Figura 0-8. Terreni coltivati e depositi alluvionali che caratterizzano la quasi totalità della SS128

- Coltri eluvio-colluviali (b2)

Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. Si osservano in prossimità di aree a debole pendenza in cui le acque di dilavamento superficiale trasportano il sedimento.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione Geologica	

5 Schema Idrogeologico

Le indicazioni contenute nel presente paragrafo fanno diretto riferimento all'elaborato "Carta Idrogeologica" in scala 1:2.000.

Nell'area d'esame, le principali linee di deflusso individuabili hanno una conformazione a raggiera e sono rappresentate da corsi d'acqua a carattere prevalentemente torrentizio stagionale, di cui il principale è il Riu Mannu, alimentato da una serie di torrenti, scorre da nord verso Sud fino alla città di Cagliari.

Tale corso d'acqua presenta uno sviluppo di tipo dendritico. Il Riu Mannu (Riu Mannu di San Sperate) prende origine dal Monte Corongedda (495 m) ed i maggiori affluenti arrivano da sinistra idrografica, di cui i più importanti riscontrati nell'area in esame sono il Riu Cardaxius nei pressi di Senorbì, il Riu Cirras nei pressi di Barrali ed il Riu Coxinas presso l'abitato di Donori, mentre in destra idrografica gli affluenti sono di scarsa entità.

Il percorso d'acqua mostra un andamento meandriforme e in alcuni casi si osserva un approfondimento dell'alveo con la formazione di scarpate fluviali e terrazzi.

Per la definizione degli aspetti che riguardano la circolazione idrica sotterranea le diverse unità litostratigrafiche presenti nell'area possono essere accorpate, come di seguito viene descritto, a definire complessi idrogeologici a comportamento omogeneo, dotati di caratteristiche di permeabilità relativa ben distinte.

5.1 Unità a permeabilità bassa con valori di Permeabilità $10^{-7} > \kappa > 10^{-9}$ m/s (SVI, RML):

Tra queste unità si distinguono la formazione appartenente al Basamento Metamorfico Ercinico di cui le Arenarie di San Vito e i Monzograniti di Barrali del basamento

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

cristallino. Entrambe le formazioni presentano una bassa permeabilità per fratturazione date le litologie che le compongono.

5.2 Unità a permeabilità medio-bassa con valori di Permeabilità $10^{-6} > \kappa > 10^{-7}$ m/s (CIX):

La formazione del Cixerri, costituita prevalentemente da arenarie e siltiti, è caratterizzata da una permeabilità medio bassa per porosità. Si può infatti notare che è presente una falda a circa 20 m di profondità dal piano campagna nel tratto iniziale del tracciato, ma tuttavia si osserva una falda superficiale all'interno di depositi alluvionali, pertanto, si riscontra una bassa permeabilità nei primi livelli più siltosi e a componente argillosa.

5.3 Unità a permeabilità media con valori di Permeabilità $10^{-4} > \kappa > 10^{-6}$ m/s (NLL, USS, RML):

Rientrano in questa categoria le Formazioni di Nurallao e Ussana. Entrambe le formazioni presentano caratteri litologici simili, in cui si osservano arenarie cementate e conglomerati, è pertanto possibile attribuire a queste formazioni una porosità primaria, ed è importante evidenziare che, in particolare riferimento alla Formazione di Nurallao, all'interno di queste formazioni si trova spesso una falda a circa 20 m dal piano campagna.

Sempre con valori di permeabilità medi, si riconosce la Formazione della Marmilla, data la natura marnosa e arenacea, può mostrare la presenza di falda a

5.4 Unità a permeabilità medio-alta con valori di Permeabilità $10^{-3} > \kappa > 10^{-4}$ m/s (PVM2a, b2):

Rientrano in queste unità le coltri eluvio colluviali e i depositi del Sistema di Portovesme. In entrambe le formazioni risulta prevalente la componente arenacea e siltosa

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

sciolta facendo attribuire una porosità primaria ed una permeabilità medio-alta. Queste formazioni sono sede di falde superficiali a tratti stagionali.

5.5 Unità a permeabilità alta con valori di Permeabilità $\kappa > 10^{-3}$ m/s (b, bn):

A quest'ultimo complesso appartengono i terreni prevalentemente sabbiosi e ghiaiosi, subordinatamente argillosi, sciolti, con spessore variabile fino a qualche metro, delle alluvioni antiche e recenti, con spessori di qualche metro. La loro permeabilità è variabile da media ad alta in funzione della granulometria estremamente fine dei sedimenti. Sono presenti alcune falde superficiali all'interno di questi depositi e in prossimità degli affluenti del Riu Mannu che attraversano il tracciato stradale in progetto.

5.6 Schema della circolazione idrica sotterranea

A seguito dell'analisi di tutte le informazioni presenti in bibliografia inerenti l'assetto idrogeologico dell'area, integrato con le misure piezometriche effettuate durante le campagne geognostiche eseguite nell'area, e con le informazioni provenienti dal rilevamento idrogeologico, è stato possibile formulare le ipotesi, di seguito esposte, riguardanti l'interferenza delle opere in progetto con la circolazione idrica sotterranea.

Dalle informazioni provenienti dai dati dei pozzi censiti e raccolti nel database del Servizio Geologico Nazionale dell'ISPRA (<http://sgi.isprambiente.it>) e dalle misure della falda a seguito dei sondaggi effettuati durante la campagna di indagine, si evince che nell'area in studio è presente una falda acquifera profonda (20-40 m da p.c.) che interessa nella maggior parte dei casi la Formazione di Nurallao, saturando le frazioni più conglomeratiche e sabbiose, che verosimilmente defluisce in direzioni NS NE-SW verso il mare.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione Geologica	

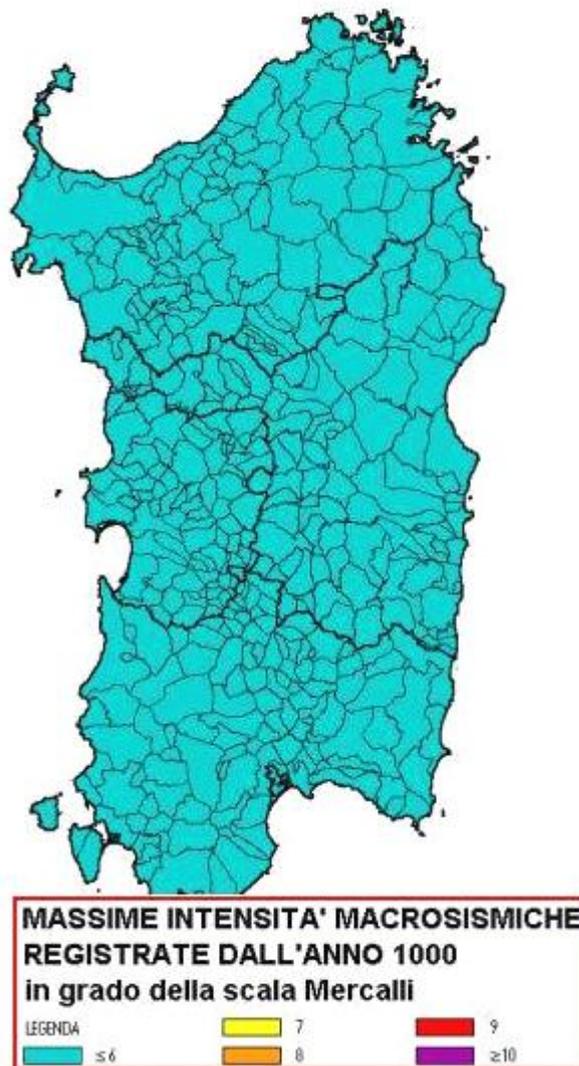
I dati piezometrici ottenuti dalla campagna d'indagine recente hanno evidenziato, in aggiunta allo schema generale, la presenza di una falda superficiale discontinua e poco produttiva, limitata agli orizzonti sabbiosi e conglomeratici più permeabili delle formazioni continentali oloceniche alluvionali.

In particolare, in corrispondenza dei numerosi affluenti del Riu Mannu, la superficie piezometrica della falda superficiale si colloca ad una profondità variabile da 1,5 a 4 m da p.c., con un deflusso prevalente orientato in direzione SE, verso il Riu Mannu.

6 Sismicità

6.1 Sismicità storica

L'area in studio, così come tutta la Sardegna, è stata oggetto, in tempi storici recenti, di pochi eventi sismici, di intensità generalmente molto ridotta. In particolare, come si osserva dall'immagine seguente, la massima intensità sismica registrata nel territorio sardo dall'anno 1000 ad oggi risulta inferiore al 6° Mercalli.



Gli indicatori dell'evoluzione cinematica del Mediterraneo centrale mostrano che l'intero blocco sardo-corso è rimasto stabile negli ultimi 7 milioni di anni.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

Dall'analisi dei dati di sismicità storica presenti nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani sul sito dell'INGV (CPTI11 di dicembre 2011), che rappresenta il più completo e aggiornato database dei parametri macrosismici e strumentali dell'intero territorio nazionale si rileva che si sono verificati solo due eventi sismici nel Nord della Sardegna, entrambi di magnitudo inferiore a 5 (nel 1924 e nel 1948).

6.2 Pericolosità sismica

In riferimento alla relazione geotecnica (Rif. T00GE00GETRE01A), le verifiche di stabilità globale dei tratti in rilevato e trincea sono state eseguite in accordo con il capitolo 6.3 e 6.4 delle NTC2018 secondo l'Approccio 1 - Combinazione 2: (A2+M2+R2), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC2018.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 1: Coefficienti parziali per le azioni (Tabella 6.2.I – NTC2018)

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 2: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tabella 6.2.II – NTC2018)

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Tabella 3: Coefficiente parziale di resistenza γ_R (Tabella 6.8.I – NTC2018)

Le opere in esame, ai sensi della normativa regionale, ricadono in zona sismica 4. I parametri sismici di riferimento per la progettazione in esame sono:

- vita nominale VN = 50 anni
- classe d'uso: IV
- Coefficiente d'uso CU = 2,0
- periodo di riferimento VR = 100 anni
- periodo di ritorno $T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} = -\frac{100}{\ln(1-0.1)} = 949 \text{ anni}$

In accordo all'Allegato B di cui al D.M. 17/01/2018 si considerano i valori convenzionali dell'accelerazione orizzontale massima del terreno di calcolo a_g , del fattore di amplificazione dello spettro F0 e del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC*. Questi risultano rispettivamente pari a:

$$a_g = 0,060g;$$

$$F_0 = 2,98;$$

$$TC^* = 0,372 \text{ s.}$$

Isole	T _R =30			T _R =50			T _R =72			T _R =101			T _R =140			T _R =201			T _R =475			T _R =975			T _R =2475		
	a _g	F ₀	T _C '	a _g	F ₀	T _C '	a _g	F ₀	T _C '	a _g	F ₀	T _C '	a _g	F ₀	T _C '	a _g	F ₀	T _C '	a _g	F ₀	T _C '	a _g	F ₀	T _C '	a _g	F ₀	T _C '
Arcipelago Toscano, Isole Egadi, Pantelleria, Sardegna , Lampedusa, Linosa, Forza, Palmarola, Zannone	0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,70	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313	0,393	2,82	0,322	0,500	2,88	0,340	0,603	2,98	0,372	0,747	3,09	0,401
Ventotene, Santo Stefano	0,239	2,61	0,245	0,303	2,61	0,272	0,347	2,61	0,298	0,389	2,66	0,326	0,430	2,69	0,366	0,481	2,71	0,401	0,600	2,92	0,476	0,707	3,07	0,517	0,852	3,27	0,564
Ustica, Tremiti	0,429	2,50	0,400	0,554	2,50	0,400	0,661	2,50	0,400	0,776	2,50	0,400	0,901	2,50	0,400	1,056	2,50	0,400	1,500	2,50	0,400	1,967	2,50	0,400	2,725	2,50	0,400
Alicudi, Filicudi,	0,350	2,70	0,400	0,558	2,70	0,400	0,807	2,70	0,400	1,020	2,70	0,400	1,214	2,70	0,400	1,460	2,70	0,400	2,471	2,70	0,400	3,212	2,70	0,400	4,077	2,70	0,400
Panarea, Stromboli, Lipari, Vulcano, Salina	0,618	2,45	0,287	0,817	2,48	0,290	0,983	2,51	0,294	1,166	2,52	0,290	1,354	2,56	0,290	1,580	2,56	0,292	2,200	2,58	0,306	2,823	2,65	0,316	3,746	2,76	0,324

Tabella 4: Tabella 2 dell'Allegato B delle NTC 2018 in cui vengono riportati i valori di a_g, F₀, e T_c per i diversi tempi di ritorno TR validi per tutte le isole ad eccezione della Sicilia, Ischia, Procida e Capri, costanti su tutto il territorio di ciascuna isola

La classificazione dinamica dei terreni dei siti oggetto di studio e la conseguente individuazione della categoria di sottosuolo è stata svolta sulla base delle indagini effettuate. In particolare, la classificazione sismica del terreno di fondazione (categoria di sottosuolo, velocità equivalente VS,30) è stata determinata tramite misura diretta delle velocità delle onde di taglio VS, attraverso l'esecuzione di prove geofisiche tipo Down-Hole e stendimenti sismici a rifrazione (vedi relazione sismica T00GE00GEORE02_A).

L'accelerazione orizzontale massima di calcolo a_{max} è espressa mediante la seguente relazione:

$$a_{max} = S * a_g = S_S * S_T * a_g$$

dove:

- S_S è il coefficiente di amplificazione stratigrafica secondo la tabella 3.2.V dell'NTC2018;

- S_T è il coefficiente di amplificazione topografica secondo la tabella 3.2.VI dell'NTC2018

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

In accordo con il paragrafo 7.11.3.5.2 dell'NTC2018 l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita considerando un metodo pseudostatico. In particolare:

$$k_H = \beta_s a_{max} / g$$

$$k_V = \pm 0,5 * k_H$$

dove:

k_H è il coefficiente pseudostatico orizzontale da moltiplicare al peso del volume instabile

per ottenere la spinta sismica orizzontale $F_H = k_H * W$;

k_V è il coefficiente pseudostatico verticale da moltiplicare al peso del volume instabile

per ottenere la spinta sismica verticale $F_V = k_V * W$;

β_s è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (tabella 7.11.I NTC2018);

Nelle tabelle seguenti si riassumono, per ciascun'opera d'arte, i valori delle grandezze necessarie per la definizione dell'azione sismica.

Opera	Stato limite	V _N (anni)	CU	T _R (anni)	Cat. terreno	Cat. topogr.	S	a _{max}
Ponte Pardu	SLV	50	2,0	949	B	T1	1,2	0,072
Ponte S'arraole	SLV	50	2,0	949	B	T1	1,2	0,072

Tabella 5: a_{max} attesa nelle opere d'arte maggiori

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

Si ottiene $k_H = 0,012$ e $k_V = 0,006$ lungo l'intero tracciato ad esclusione dell'area del viadotto

Ferrovia, dove si ha $k_H = 0,026$ e $k_V = 0,012$.

In accordo al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC2018 la verifica a liquefazione dei terreni può essere omessa quando risulta verificata almeno una delle seguenti condizioni:

- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Dal semplice confronto con la tabella precedente è possibile osservare come la condizione 1 risulti sempre soddisfatta.



Figura 6.1: Mappa dei terremoti con magnitudo ≥ 5 in Italia negli ultimi 1000 anni

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

7 Indagini geognostiche

Il tratto interessato degli interventi di adeguamento è stato oggetto di attività di indagine geognostica. In merito alle attività propedeutiche allo studio geologico, è stata effettuata una campagna di indagini geognostiche nell'anno 2021, in cui sono stati eseguiti sondaggi geognostici e pozzetti, all'interno dei quali sono stati prelevati campioni di roccia e terra e sono state eseguite prove geofisiche di tipo Down-Hole.

In totale, i dati raccolti comprendono:

Campagna d'indagine TecnoIN 2021 - n. 21 sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo finalizzati alla definizione della sequenza stratigrafica e condizionati con tubo piezometrico da 2" e 3" (n. 8) o con tubo per prove down hole (n. 10).

- n. 65 prove penetrometriche SPT;
- n. 8 prove di permeabilità Lefranc
- n. 3 prove pressiometriche Menard;
- n. 113 prelievi di campioni tra indisturbati (CI n. 18), rimaneggiati (CR n. 42) e litoidi (CL n.53), da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n. 23 pozzetti esplorativi spinti alla profondità max di 2.5 m dal p.c..
- n. 46 prelievi di campioni rimaneggiati prelevati dai pozzetti esplorativi, da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n. 23 prove di carico su piastra in corrispondenza dei pozzetti esplorativi

georeferenziazione dei punti di indagine; per la visione di dettaglio si rimanda al documento "Georeferenziazione delle indagini" ed alle monografie allegate.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

Sono state realizzate inoltre:

- n. 10 prove down hole

per i cui dettagli si rimanda all'elaborato "Documentazione indagini geofisiche".

Le attività di cantiere si sono espletate nel periodo marzo-maggio 2021. Tutte le indagini sono state effettuate nel rispetto delle disposizioni delle specifiche tecniche e del capitolato d'appalto ANAS, nonché delle norme AGI 1977/1994.;

N.	Sigla ID	profondità (m dal p.c.)	SPT	CI	CR	CL	Lefranc	Menard	Down Hole	Piezometro
1	S01_DH	35	4	1	5	3			X	
2	S02_PZ	20	6	2	3	1	1			X
3	S03	20	2		2	3		1		
4	S04_PZ	20	3	1		2		1		X
5	S05_DH	35	3	1	2	3			X	
6	S06_PZ	20	2	1		4	1			X
7	S07_DH	35	2	1	1	4			X	
8	S08_DH	35	3	1		5	1		X	
9	S09_PZ	20	2	1	2	1	1			X
10	S10	20	3		1	3				
11	S11_DH	35	3	2	1	3			X	
12	S12	20	2		1	2		1		
13	S13_DH	35	4		2	5			X	
14	S14_PZ	20	3		4	1	1			X
15	S15_DH	35	2		4	1			X	
16	S16_DH	35	5		3	2			X	
17	S17_PZ	20	3	1	3		1			X
18	S18_DH	35	4	3	1	3			X	
19	S19_PZ	20	3	1	2					X
20	S20_DH	35	4	2	3	3	1		X	
21	S01_C_PZ	20	2		1	3	1			X

Tabella 7-1. Tabella riassuntiva dei sondaggi effettuati nella campagna TecnoIN 2021

7.1 Prove SPT

La prova consente di determinare la resistenza di un terreno alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso a partire dal fondo di un foro di sondaggio.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

La modalità esecutiva consiste nell'infissione nel terreno alla base del sondaggio di un campionatore per tre tratti consecutivi, di 150 mm ciascuno, annotando il numero di colpi necessario per la penetrazione, N1, N2, N3. Per N1 = 50 colpi, e l'avanzamento dell'infissione è inferiore ai 150 mm, l'infissione viene sospesa. Per N1 < 50 colpi, la prova prosegue ed il campionatore viene infisso per un secondo tratto di 300 mm, contando separatamente il numero di colpi necessari all'avanzamento per la penetrazione dei secondi e dei terzi 150 mm (N2 e N3), sino al limite di 100 colpi (N2 + N3 < 100 colpi). Se con N2 + N3 = 100 colpi non si raggiunge l'avanzamento di 300 mm, l'infissione viene sospesa e la prova si dovrà considerare conclusa. Sono state eseguite complessivamente n° 65 prove con punta aperta.

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N SPT
1	S01_DH	6.00	6.10	Rif.	Rif.
2	S01_DH	9.00	9.13	Rif.	Rif.
3	S01_DH	10.00	10.12	Rif.	Rif.
4	S01_DH	14.00	14.10	Rif.	Rif.
5	S02_PZ	3.00	3.45	13-7-10	17
6	S02_PZ	6.00	6.15	Rif.	Rif.
7	S02_PZ	9.00	9.45	35-21-29	50
8	S02_PZ	12.50	12.89	40-41-50	91
9	S02_PZ	15.00	15.45	29-21-34	55
10	S02_PZ	18.00	18.45	21-34-44	78
11	S03	1.50	1.68	42-Rif.	Rif.
12	S03	3.00	3.04	Rif.	Rif.
13	S04_PZ	1.50	1.95	4-7-11	18
14	S04_PZ	3.00	3.34	27-32-Rif.	Rif.
15	S04_PZ	6.00	6.17	37-Rif.	Rif.
16	S05_DH	1.50	1.95	4-7-5	12
17	S05_DH	4.50	4.95	7-11-10	21
18	S05_DH	6.00	6.45	19-26-22	48
19	S06_PZ	1.00	1.45	4-4-8	12
20	S06_PZ	3.00	3.45	12-29-34	63
21	S07_DH	1.50	1.95	5-7-6	13
22	S07_DH	4.00	4.45	3-6-6	12
23	S08_DH	1.50	1.95	7-4-5	9
24	S08_DH	3.00	3.45	Rif.	Rif.
25	S08_DH	6.50	6.88	24-37-Rif.	Rif.
26	S09_PZ	1.30	1.75	6-5-7	12
27	S09_PZ	4.50	4.54	Rif.	Rif.
28	S10	1.50	1.95	19-27-43	70
29	S10	3.00	3.20	Rif.	Rif.
30	S10	5.00	5.06	Rif.	Rif.
31	S11_DH	2.50	2.95	21-18-20	38
32	S11_DH	4.50	4.95	9-9-13	22
33	S11_DH	7.00	7.45	30-28-39	67
34	S12	1.50	1.58	Rif.	Rif.

CA356

Relazione Geologica

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	Colpi	N SPT
35	S12	2.50	2.56	Rif.	Rif.
36	S13_DH	1.50	1.95	24-28-34	62
37	S13_DH	3.00	3.36	37-36-Rif.	Rif.
38	S13_DH	4.50	4.50	Rif.	Rif.
39	S13_DH	6.30	6.34	Rif.	Rif.
40	S14_PZ	1.70	1.93	28-Rif.	Rif.
41	S14_PZ	2.60	2.63	Rif.	Rif.
42	S14_PZ	6.50	6.53	Rif.	Rif.
43	S15_DH	1.40	1.59	Rif.	Rif.
44	S15_DH	3.00	3.02	Rif.	Rif.
45	S16_DH	2.00	2.45	28-30-36	66
46	S16_DH	3.50	3.95	28-29-39	68
47	S16_DH	4.50	4.95	30-33-34	67
48	S16_DH	6.50	6.86	36-30-Rif.	Rif.
49	S16_DH	9.00	9.45	20-16-30	46
50	S17_PZ	1.60	2.05	24-36-43	79
51	S17_PZ	5.80	5.88	Rif.	Rif.
52	S17_PZ	8.20	8.25	Rif.	Rif.
53	S18_DH	2.00	2.45	15-18-17	35
54	S18_DH	4.50	4.95	7-10-8	18
55	S18_DH	7.00	7.45	26-30-35	65
56	S18_DH	9.00	9.45	31-40-42	82
57	S19_PZ	3.60	3.73	Rif.	Rif.
58	S19_PZ	7.00	7.03	Rif.	Rif.
59	S19_PZ	11.60	11.64	Rif.	Rif.
60	S20_DH	1.50	1.95	6-9-9	18
61	S20_DH	3.50	3.95	5-7-9	16
62	S20_DH	6.00	6.45	7-6-7	13
63	S20_DH	8.00	8.45	4-6-7	13
64	S01_C_PZ	1.50	1.84	Rif.	Rif.
65	S01_C_PZ	3.00	3.45	45-40-41	81

Tabella 7-2. Tabella riassuntiva delle prove SPT nella campagna TecnoIN 2021

7.2 Prelievo campioni Geotecnici

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n. 113 campioni geotecnici di cui n. 18 indisturbati con campionatori Shelby, n. 52 rimaneggiati e n. 53 litoidi; inoltre sono stati prelevati n.46 campioni rimaneggiati dai pozzetti esplorativi. Il campionatore Shelby è un campionatore a pressione, in acciaio inox, a parete sottile con basso coefficiente di parete. Il campionatore in acciaio, quindi, funge anche da contenitore del campione stesso. La base del campionatore è tagliente con un angolo di scarpa di circa 4-15°. Il campionamento avviene tramite infissione a pressione, senza rotazione, in un'unica

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

manovra. Tutti i campioni prelevati sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio. Tutti i campioni indisturbati, una volta estratti, sono stati opportunamente sigillati tramite paraffina sintetica, mentre quelli rimaneggiati sono stati conservati in buste in plastica. Infine, tutti i campioni sono stati catalogati con apposita etichetta riportando le seguenti informazioni: sigla identificativa del sondaggio, numero del campione, tipologia di prelievo, profondità del prelievo, committente, data, località, oggetto del lavoro. Per la visione dei risultati si rimanda all'elaborato "Documentazione prove di laboratorio geotecnico" ed ai certificati ad esso allegati.

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	sigla
1	S01_DH	1.70	2.00	CR1
2	S01_DH	3.00	3.50	CI1
3	S01_DH	17.10	17.40	CR2
4	S01_DH	21.80	22.00	CR3
5	S01_DH	22.60	23.00	CR4
6	S01_DH	6.80	7.10	CL1
7	S01_DH	12.40	12.70	CL2
8	S01_DH	26.10	26.40	CR5
9	S01_DH	29.70	30.00	CL3
10	S02_PZ	0.70	1.00	CR1
11	S02_PZ	3.70	4.00	CR2
12	S02_PZ	7.50	8.00	CI1
13	S02_PZ	12.00	12.50	CI2
14	S02_PZ	13.00	13.70	CL1
15	S02_PZ	18.20	18.60	CR3
16	S03	1.00	1.50	CR1
17	S03	4.40	4.60	CL1
18	S03	7.50	7.70	CR2
19	S03	10.20	10.40	CL2
20	S03	15.00	15.40	CL3
21	S04_PZ	4.00	4.70	CI1
22	S04_PZ	9.80	10.00	CL1
23	S04_PZ	15.00	15.50	CL2
24	S05_DH	2.50	3.00	CI1
25	S05_DH	1.00	1.40	CR1

CA356

Relazione Geologica

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	sigla
26	S05_DH	6.40	6.70	CR2
27	S05_DH	14.60	15.00	CL1
28	S05_DH	24.40	25.00	CL2
29	S05_DH	32.40	33.00	CL3
30	S06_PZ	2.00	2.50	CI1
31	S06_PZ	7.60	8.00	CL1
32	S06_PZ	13.00	13.40	CL2
33	S06_PZ	15.00	15.60	CL3
34	S06_PZ	18.00	18.40	CL4
35	S07_DH	1.00	1.20	CR1
36	S07_DH	2.50	3.00	CI1
37	S07_DH	7.00	7.60	CL1
38	S07_DH	13.00	13.60	CL2
39	S07_DH	18.00	18.40	CL3
40	S07_DH	26.20	26.60	CL4
41	S08_DH	4.20	5.00	CI1
42	S08_DH	12.20	12.60	CL1
43	S08_DH	19.00	19.40	CL2
44	S08_DH	24.00	24.55	CL3
45	S08_DH	30.00	30.20	CL4
46	S08_DH	34.00	34.40	CL5
47	S09_PZ	0.70	1.00	CR1
48	S09_PZ	3.00	3.60	CI1
49	S09_PZ	5.60	6.00	CR2
50	S09_PZ	13.60	14.00	CL1
51	S10	2.60	3.00	CR1
52	S10	6.50	7.20	CL1
53	S10	11.60	12.00	CL2
54	S10	16.80	17.00	CL3
55	S11_DH	1.50	2.00	CI1
56	S11_DH	6.00	6.50	CI2
57	S11_DH	8.00	8.40	CL1
58	S11_DH	13.30	13.80	CL2
59	S11_DH	17.50	17.80	CR1
60	S11_DH	29.05	29.40	CL3
61	S12	2.00	2.40	CR1
62	S12	7.00	7.40	CL1
63	S12	11.40	11.70	CL2
64	S13_DH	1.00	1.40	CR1
65	S13_DH	3.70	4.00	CR2

CA356

Relazione Geologica

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	sigla
66	S13_DH	11.40	11.60	CL1
67	S13_DH	14.00	14.20	CL2
68	S13_DH	19.70	20.00	CL3
69	S13_DH	21.00	21.50	CL4
70	S13_DH	29.50	30.00	CL5
71	S14_PZ	1.00	1.30	CR1
72	S14_PZ	3.60	4.00	CR2
73	S14_PZ	6.00	6.40	CR3
74	S14_PZ	14.70	15.00	CR4
75	S14_PZ	16.70	17.00	CL1
76	S15_DH	2.60	3.00	CR1
77	S15_DH	7.00	7.40	CR2
78	S15_DH	13.00	13.40	CR3
79	S15_DH	19.40	19.60	CR4
80	S15_DH	33.00	33.40	CR5
81	S15_DH	26.50	26.80	CL1
82	S16_DH	0.80	1.00	CR1
83	S16_DH	4.60	5.00	CR2
84	S16_DH	8.10	8.50	CR3
85	S16_DH	10.60	11.00	CL1
86	S16_DH	17.00	17.30	CL2
87	S16_DH	28.00	28.30	CL3
88	S17_PZ	3.00	3.60	CI1
89	S17_PZ	0.80	1.00	CR1
90	S17_PZ	8.70	9.00	CR2
91	S17_PZ	14.50	15.00	CR3
92	S18_DH	1.50	2.00	CI1
93	S18_DH	3.50	4.00	CI2
94	S18_DH	6.00	6.50	CI3
95	S18_DH	9.00	9.40	CR1
96	S18_DH	14.00	14.50	CL1
97	S18_DH	19.60	20.00	CL2
98	S18_DH	29.20	29.50	CL3
99	S19_PZ	1.00	1.40	CR1
100	S19_PZ	3.00	3.60	CI1
101	S19_PZ	12.60	13.00	CR2
102	S20_DH	2.50	3.00	CI1
103	S20_DH	4.50	5.00	CI2
104	S20_DH	7.50	7.85	CR1
105	S20_DH	9.70	10.00	CR2

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

N.	Sigla ID	da (m dal p.c.)	a (m dal p.c.)	sigla
106	S20_DH	12.30	12.60	CL1
107	S20_DH	19.40	19.70	CL2
108	S20_DH	24.10	24.50	CL3
109	S20_DH	29.50	30.00	CR3
110	S01_C_PZ	2.60	3.00	CR1
111	S01_C_PZ	7.00	7.50	CL1
112	S01_C_PZ	14.00	14.40	CL2
113	S01_C_PZ	19.70	20.00	CL3

Tabella 7-3. Tabella riassuntiva dei campioni prelevati dai sondaggi nella campagna TecnoIN 2021

7.3 Prove di Permeabilità LeFranc

Sono state eseguite n. 8 prove di permeabilità LeFranc.

Le prove di permeabilità LeFranc consistono nella misurazione della velocità di assorbimento di acqua, per immissione o estrazione, in un tratto di perforo opportunamente realizzato. Esse possono essere eseguite a carico idraulico costante, misurando la quantità d'acqua immessa o estratta, o a carico idraulico variabile, misurando i livelli dell'acqua a intervalli di tempo progressivamente crescenti.

Le prove di permeabilità consentono di valutare il coefficiente di permeabilità K del tratto di prova. Nel caso specifico le prove sono state effettuate a carico idraulico variabile.

In allegato (cfr. ALL.4) sono fornite le schede di elaborazione nelle quali, oltre ai dati misurati in campagna, si riporta il calcolo della permeabilità. Si è applicata la seguente formula dove:

$$k = \frac{A}{Cl(t_2 - t_1)} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

- K=coefficiente di permeabilità (m/sec)

CA356

Relazione Geologica

- A =area di base del foro (mq)
- h_1-h_2 =altezza dell'acqua ai tempi t_1 e t_2 rispetto alla falda (se presente) o al fondo foro
- t_1-t_2 =tempi corrispondenti ad h_1 e h_2
- Cl =coefficiente di forma valori suggeriti per il coefficiente di forma:

per $L > d = L$

per $L < d = 1.314 * d + L$

dove:

L = lunghezza tratto di prova

d =diametro tratto di prova

Per la preparazione del tratto di prova si è proceduto come segue:

- perforazioni con carotiere fino alla quota di prova;
- rivestimento del foro fino alla quota raggiunta dalla perforazione, senza uso di fluido di circolazione almeno negli ultimi 100 cm di infissione;
- inserimento nella colonna di rivestimento di ghiaia lavata fino a creare uno spessore di 60 cm dal fondo foro;
- sollevamento della batteria di rivestimento di 50 cm, con solo tiro della sonda o comunque senza fluido di circolazione.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

N.	ID sondaggio	Tratto di Prova (m)		Litologia	Coefficiente di permeabilità k (m/s)
		da	a		
1	S02_PZ	9.00	10.00	argilla con limo	3.7E-08
2	S06_PZ	4.00	5.00	arenaria	6.8E-06
3	S08_DH	7.00	7.50	sabbia	1.6E-04
4	S09_PZ	6.30	6.80	ghiaia sabbiosa	3.5E-04
5	S14_PZ	7.00	7.50	arenaria	1.4E-06
6	S17_PZ	6.00	6.50	sabbia/arenaria	8.4E-05
7	S20_DH	4.00	5.00	sabbia con limo	4.2E-05
8	S01_C_PZ	9.00	10.00	arenaria	3.9E-05

Tabella 7-4. Tabella riassuntiva delle prove LeFranc nella campagna TecnoIN 2021

7.4 Prove Pressiometriche

Sono state eseguite n° 3 prove pressiometriche, per la cui realizzazione ed è stata utilizzata un sonda tricellulare del tipo Ménard-Apago dotata delle seguenti caratteristiche:

	SONDA	CELLA DI GUARDIA	CELLA CENTRALE
LUNGHEZZA (mm)	600	120 (+/- 20)	210 (+/- 10)
DIAMETRO ESTERNO (mm)	30	58 (+/- 2)	58 (+/- 2)

Tabella 7-5. Scheda sintetica caratteristiche tecniche attrezzatura di prova

Le prove sono state eseguite secondo le specifiche di Ménard del 1965 e, per quanto non compreso, secondo le seguenti normative e raccomandazioni:

- Norme ASTM D.4719-87 Standard Test Methods for Pressuremeter Testing in Soils (1994)
- Le Pressiomètre Ménard. Notice general D.60 (edition 07/77) - Centre d'Etudes
- Géotechniques Louis Ménard.
- Méthode d'essai LPC n.15-10 (1988). Essai pressiométrique normal. Norme Française NF
- 94-110 "Essai pressiométrique Ménard". Indagini

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

La prova pressiométrica MPM consiste nella misurazione delle dilatazioni indotte in una cella facente parte di una sonda tricellulare, calata in foro di sondaggio appositamente realizzato con un carotiere da 62 mm.

La sonda pressiométrica si compone di una sonda cilindrica ad espansione idraulica costituita da una cella centrale o cella di misurazione e da due celle di guardia laterali; le misurazioni vengono effettuate sulla cella centrale che, posta in pressione dalla massa d'acqua iniettata all'interno, si espande radialmente. Le celle di guardia, dilatate dal gas, mantengono costante la geometria del sistema, impedendo che la cella centrale abbia deformazioni diverse da quelle radiali.

La prova viene eseguita imponendo incrementi di carico mantenuti costanti per 60" e con letture intermedie a 30", misurando le dilatazioni della cella centrale e, quindi, le corrispondenti deformazioni volumetriche del terreno.

Le pressioni vengono lette in superficie da manometri di precisione dotati di scale differenziate, mentre le deformazioni vengono rilevate da un sistema volumetrico. Le pressioni lette al manometro vengono depurate della pressione d'inerzia della sonda.

N.	ID SOND.	SIGLA PROVA	DA	A
1	S03	PM1	6.00	7.00
2	S04_PZ	PM1	7.60	8.60
3	S12	PM1	4.00	5.00

Tabella 7-6. Scheda riassuntiva prove pressiométriche

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

7.5 Installazione piezometri a tubo aperto

Sono stati installati n. 8 piezometri a tubo aperto, di cui n. 3 da 2" e n. 5 da 3", come da schema seguente:

N.	Sigla Id	Diametro	Profondità (m dal p.c.)	Falda (m dal p.c.)
1	S02_PZ	2"	20	15.80
2	S04_PZ	3"	20	0.90
3	S06_PZ	2"	20	assente
4	S09_PZ	3"	20	3.10
5	S14_PZ	3"	20	11.44
6	S17_PZ	3"	20	1.80
7	S19_PZ	2"	20	4.70
8	S01_C_PZ	3"	20	8.10

Tabella 7-7. Scheda riassuntiva piezometri installati

La tubazione installata è costituita da tubi ciechi e filtranti in PVC con estremità filettate; il tratto filtrante ha finestre trasversali di ampiezza 0,4-1,0 mm e spaziatura di 9 mm.

Prima della posa in opera sono stati eseguiti i seguenti controlli:

- assenza di lesioni
- assenza di anomalie nei filetti di giunzione per non compromettere il buon accoppiamento dei tubi.

A valle dei controlli descritti, sono state effettuate le seguenti operazioni per la posa in opera:

- verifica della quota di fondo foro con scandaglio;
- lavaggio della perforazione con acqua pulita e immessa dal fondo;
- inserimento del tubo finestrato e cieco;

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

- realizzazione dello strato filtrante in ghiaietto per lo spessore richiesto;
- formazione del tappo impermeabile costituito da compactonite in pellets;
- estrazione del rivestimento del foro senza ausilio della rotazione;
- posa in opera di pozzetto di protezione a bocca foro.

Per la misura del livello di falda, è stata utilizzata una sonda freaticometrica costituita da un cavo graduato alla cui estremità è posizionato un puntale che emette un segnale acustico, a contatto con il pelo libero dell'acqua.

7.6 Condizionamento perfori per prove Down Hole

Al termine dell'esecuzione di n. 10 sondaggi, i fori sono stati condizionati con tubazioni in PVC DN80 e spessore 3 mm, per l'esecuzione di prove sismiche down-hole, per i risultati delle quali si rimanda all'elaborato "Documentazione indagine geofisiche":

N.	ID sondaggio	Profondità (m)
1	S01_DH	35
2	S05_DH	35
3	S07_DH	35
4	S08_DH	35
5	S11_DH	35
6	S13_DH	35
7	S15_DH	35
8	S16_DH	35
9	S18_DH	35
10	S20_DH	35

Tabella 7-8. Scheda riassuntiva sondaggi con Down Hole

Le modalità di installazione sono state le seguenti:

- controllo che i tubi non presentassero lesioni soprattutto nelle parti terminali;

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione Geologica	

- controllo che le estremità dei tubi non presentassero sbavature tali da compromettere il buon accoppiamento;
- verifica dell'efficienza del tubo per l'iniezione della miscela di cementazione;
- preparazione dei componenti per la realizzazione della miscela di cementazione;
- verifica quota fondo foro.
- inserimento dei tubi pre-assemblati ed al termine bloccarli con una cravatta a bocca foro
- inserimento del secondo spezzone pre-assemblato con giunzione al primo tramite avvvitamento
- ripetizione delle operazioni fino a quota fondo foro.
- cementazione dal basso verso l'alto tramite tubicino di iniezione precedentemente inserito con miscela cementizia acqua cemento bentonite in rapporto 100,30,5 rispettivamente;
- estrazione del rivestimento di perforazione senza l'ausilio della rotazione ed eventuali rabbocchi
- posa in opera di pozzetto di protezione carrabile o fuori terra (funghetto)

7.7 Pozzetti Esplorativi

Le indagini hanno previsto la realizzazione di 23 pozzetti geognostici su terreno naturale, spinti fino ad una profondità massima di circa 2.50 m dal p.c., allo scopo di:

- verificare in dettaglio la stratigrafia degli strati più superficiali;
- eseguire prove di carico su piastra circolare al di sotto dello spessore di terreno di scotico di 0.30 metri;

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

- prelevare n. 2 campioni rimaneggiati per ciascun pozzetto, alle profondità 0.30-0.40 e 0.70-0.80 m sui quali eseguire prove di laboratorio (analisi granulometrica e limiti di Atterberg) atte a definire il gruppo di appartenenza dei terreni nell'ambito della classificazione di una terra ad uso stradale.

N.	Sigla ID	Coordinata G.B. Est	Coordinata G.B. Nord	Quota assoluta p.c. (m s.l.m.)
1	Pz01	1503843.324	4361069.674	70.976
2	Pz02	1504537.456	4361723.299	93.767
3	Pz03	1504637.903	4362101.155	101.247
4	Pz04	1504938.002	4362453.17	114.622
5	Pz05	1505325.034	4362680.237	108.213
6	Pz06	1505462.359	4363037.709	109.863
7	Pz07	1505637.433	4363513.685	116.471
8	Pz08	1506297.277	4363900.123	110.465
9	Pz09	1506612.204	4364216.576	102.085
10	Pz10	1506716.316	4364601.32	105.395
11	Pz11	1506840.131	4364816.313	100.658
12	Pz12	1506976.765	4365424.292	100.762
13	Pz13	1506550.097	4367018.351	122.499
14	Pz14	1506398.935	4367353.227	128.491
15	Pz15	1506334.779	4367639.333	129.071
16	Pz16	1507430.943	4369789.809	142.246
17	Pz17	1508201.262	4370340.179	129.791
18	Pz18	1508543.959	4370673.867	135.431
19	Pz19	1508795.292	4371340.392	148.489
20	Pz20	1509574.566	4372593.088	152.428
21	Pz21	1510204.075	4373268.423	162.264
22	Pz22	1510496.788	4373749.455	157.982
23	Pz01_C	1506190.474	4369692.143	146.111

Tabella 7-9. Scheda riassuntiva ubicazione pozzetti esplorativi

7.8 Prove di carico su piastra

Sono state realizzate n.23 prove di carico a doppio ciclo con piastra circolare per la determinazione del modulo di deformazione Md (CNR 146,a), ad una profondità di 0.30 metri all'interno dei pozzetti esplorativi.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

La prova di carico a doppio ciclo su piastra circolare ha lo scopo di valutare, mediante la determinazione del modulo di deformazione Md1, la capacità portante dei terreni di sottofondo, degli strati di rilevato e degli strati di fondazione e di base delle pavimentazioni stradali; la prova consiste nel determinare i cedimenti di una piastra circolare di diametro 30 cm posta sul terreno in corrispondenza di crescenti valori di pressione.

Inoltre, mediante il 2° ciclo di carico è possibile determinare il modulo Md2; il rapporto tra i 2 valori Md1/Md2 consente di valutare il grado di costipamento del terreno in esame.

La pressione viene esercitata mediante l'utilizzo del martinetto idraulico e di una adeguata struttura di contrasto, generalmente un rullo compattatore, autocarro, escavatore. Nel caso in esame è stato utilizzato un escavatore.

Le prove di carico sono state eseguite utilizzando la seguente attrezzatura:

- piastra circolare di diametro 29.85 cm e spessore 2.00 cm, sulla quale sono stati alloggiati alloggiati
- 1-3 appoggi per le asticelle dei comparatori centesimali, per rilevare i cedimenti; sulla piastra è inoltre montata una scatola cilindrica metallica come supporto del martinetto idraulico;
- triangolo in telaio di alluminio provvisto di tre porta comparatori;
- martinetto idraulico ENERPAC da 232 kN, di sezione 31.12 cm²;
- prolunghe in acciaio per il collegamento del martinetto alla struttura di contrasto;
- pompa oleodinamica manuale, modello Enerpac;
- manometro WIKA, matricola EN 837-1, da 250 bar;
- comparatori centesimali della ditta Borletti, per il rilevamento dei cedimenti.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione Geologica	

Il modulo di deformazione Md1 per un dato intervallo di carico DP1 è dato da:

$$DP1 / DS1 * D \text{ in MPa,}$$

dove:

- DS1 rappresenta il cedimento in mm riscontrato in corrispondenza dell'intervallo di carico DP1
- D è il diametro della piastra

il cedimento stimato, risulta dalla media di lettura effettuata sui 3 comparatori. Per l'esecuzione di ciascuna prova, all'interno di ogni pozzetto, ad una profondità di 0.30 metri, il terreno è stato caricato progressivamente con step da 50 kPa fino alla pressione di 200 kPa; si è eseguito poi un ciclo di scarico fino a 50 kPa ed un secondo ciclo di carico fino a 150 kPa. E' stato ricavato il modulo di deformazione nell' intervallo di carico 50-150 kPa per il primo ciclo di carico; è stato inoltre determinato il modulo di deformazione Md2 al secondo ciclo di carico tra 50 e 150 kPa e determinato il grado di compattazione mediante il rapporto Md1/Md2 riferito all'intervallo 50-150 kPa.

CA356

Relazione Geologica

N°	Sigla Id pozzetto	Sigla Id prova su piastra	Md1 (intervallo 50-150 kPa) (MPa)	Md2 (intervallo 50-150 kPa) (MPa)	Rapporto Md1/Md2	Contenuto d'acqua W%
1	PS-Pz01	3.5	49.18	0.07	13.46	1
2	PS-Pz02	3.75	37.97	0.1	12.51	2
3	PS-Pz03	3.49	65.22	0.05	14.37	3
4	PS-Pz04	2.28	46.15	0.05	13.56	4
5	PS-Pz05	4.8	96.77	0.05	11.74	5
6	PS-Pz06	6.85	85.71	0.08	13.04	6
7	PS-Pz07	31.91	157.89	0.2	8.84	7
8	PS-Pz08	7.89	66.67	0.12	8.94	8
9	PS-Pz09	3.64	50	0.07	12.84	9
10	PS-Pz10	8.9	83.33	0.11	10.97	10
11	PS-Pz11	2.28	18.52	0.12	16.94	11
12	PS-Pz12	6.4	37.97	0.17	13.39	12
13	PS-Pz13	3.19	16.85	0.19	18.32	13
14	PS-Pz14	3.11	31.25	0.1	15.7	14
15	PS-Pz15	3.61	25.64	0.14	11.97	15
16	PS-Pz16	2.07	31.91	0.07	9.77	16
17	PS-Pz17	3.81	35.71	0.11	14.88	17
18	PS-Pz18	12.66	105.88	0.12	7.5	18
19	PS-Pz19	19.96	145.16	0.14	8.73	19
20	PS-Pz20	6.85	105.88	0.06	9.02	20
21	PS-Pz21	18.91	115.38	0.16	11.15	21
22	PS-Pz22	24.26	126.76	0.19	9.4	22
23	PS-Pz01_C	15.73	130.43	0.12	12.33	23

Tabella 7-10. Scheda riassuntiva prova su piastra nei pozzetti esplorativi

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 anas <small>GRUPPO FS ITALIANE</small>
CA356	Relazione Geologica	

8 Modello Geologico di Riferimento

Analizzando il modello geologico di riferimento da un punto di vista generale, si può affermare che l'intero tracciato ricade sui sedimenti continentali terziari caratterizzati quasi prevalentemente da sabbie e conglomerati, talvolta litoidi appartenenti alle formazioni del Cixerri, Ussana e Nurallao che risulta l'unità più presente nell'area.

Oltre alla Formazione di Nurallao, si può osservare che molte aree interessate dal tracciato ricadono al di sopra delle marne e arenarie della Formazione della Marmilla; le due formazioni risultano spesso in contatto tra di loro grazie alla presenza di alcune faglie estensive con componente trascorrente che attraversano il tracciato. È da specificare che le faglie citate non risultano attive ne tantomeno creano problemi di instabilità nell'area, infatti, non vi sono indizi di instabilità nelle aree interessate dal passaggio delle faglie.

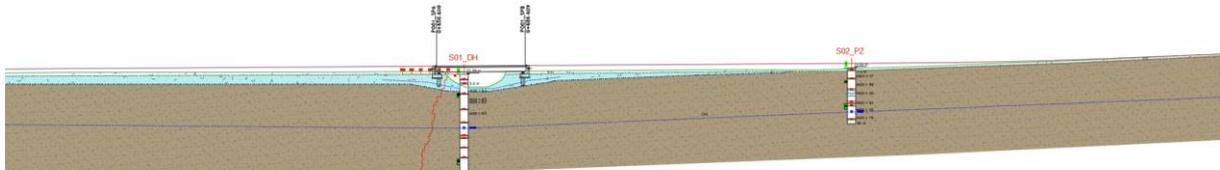
Sebbene il basamento metamorfico o cristallino affiori nelle aree limitrofe alla strada in progetto, dai sondaggi effettuati, solamente in un breve tratto si ha la presenza dei Monzograniti di Barrali in profondità in contatto con la Formazione di Nurallao.

In superficie, le formazioni sono coperte da sedimenti alluvionali e da coltri eluvio-colluviale di modesto spessore, costituite da detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti.

Di seguito viene descritto più in dettaglio il modello geologico del tracciato riferito principalmente alle opere d'arte maggiori.

8.1 Da Pk. 0+000 a Pk 1+000 Viadotto P001

Indagini di riferimento: sondaggi geognostici S01_DH, S02_PZ; pozzetti geognostici Pz01.



Il modello geologico del primo tratto stradale risulta caratterizzato dalla presenza delle arenarie del Cixerri lungo tutto il primo chilometro; la formazione, dai sondaggi effettuati, risulta a tratti litoide o debolmente cementata. Non è stato osservato in profondità il substrato roccioso metamorfico delle Arenarie di San Vito.

Al di sopra delle arenarie del Cixerri si può osservare la presenza costante di depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi sciolti fino alle Pk 0+780, all'interno dei quali, anche se non riscontrata dalle perforazioni eseguite, è possibile trovare una falda superficiale in prossimità del Riu Mixeddu, affluente del Riu Mannu, che scorre parallelo all'asse stradale.

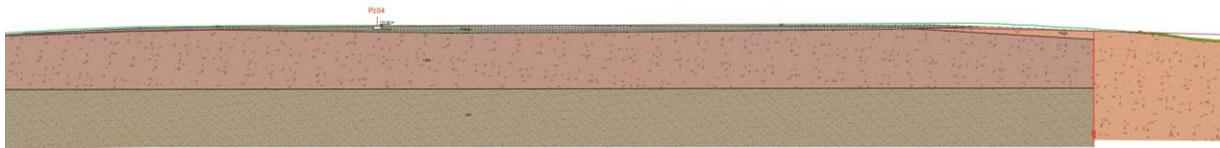
In corrispondenza del prima citato affluente, è in progetto il Viadotto P001, il quale poggia sui depositi alluvionali, che in quel tratto, hanno uno spessore di circa 5-6 m in prossimità delle spalle dell'opera in progetto.

Dai sondaggi è stata riscontrata la presenza della falda alla quota dai 15 m da piano campagna, all'interno delle arenarie del Cixerri.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	<i>Relazione Geologica</i>	

8.2 Da Pk. 1+000 a Pk. 2+460

Indagini di riferimento: pozzetti geognostici Pz02, Pz03, Pz04.



Sebbene non siano presenti sondaggi geognostici, è stato possibile ricostruire la stratigrafia del tratto stradale in oggetto a seguito dello studio delle cartografie presenti e dal rilievo di campagna effettuato.

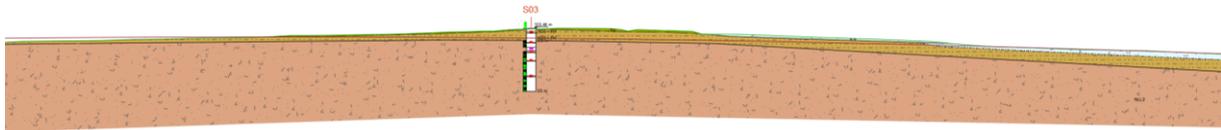
Alla base si possono osservare le Arenarie del Cixerri e, sebbene di difficile interpretazione, si ha il contatto con la Formazione di Ussana caratterizzata da conglomerati e brecce a partire all'incirca dalle Pk 1+360 fino alla fine del tratto preso in esame. Al di sopra, per un breve tratto in prossimità di una faglia estensionale che taglia il tratto stradale, si possono osservare i conglomerati della Formazione di Nurallao.

Questo tratto stradale è caratterizzato dalla presenza di alcune lenti ghiaiose al di sopra dei sedimenti continentali terziari, appartenenti al Sistema di Portovesme sui quali si poggia la SS 128 attuale e di conseguenza anche il nuovo tratto stradale in progetto.

Anche in questo tratto le formazioni risultano da mediamente compattate a sciolte con trovanti conglomeratici, ma a differenza del tratto precedente non si hanno dati della presenza di falde superficiali o profonde.

8.3 Da Pk. 2+460 a Pk. 4+940

Indagini di riferimento: sondaggio geognostico S03; pozzetti geognostici Pz05, Pz06, Pz07, Pz08, Pz09.



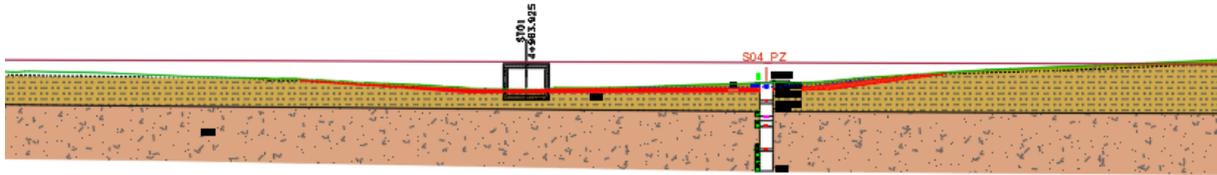
Il tratto in esame è caratterizzato quasi prevalentemente dalla presenza dei conglomerati della Formazione di Nurallao, i quali risultano cementati e a tratti litoidi. A partire dalle Pk circa 3+600, si ha la presenza della Formazione della Marmilla, la quale si presenta come una alternanza di marne siltose ed arenarie gialle con grado di cementazione variabile da compatte a sciolte. Il contatto tra le due formazioni è obliterato dalla presenza di una coltre eluvio colluviale sabbiosa che caratterizza gran parte del tratto in esame.

Anche in questo tratto non si hanno dati a disposizione sulla presenza della falda profonda né tantomeno sulla falda superficiale. È bene specificare che la Formazione di Nurallao in molti casi, lungo l'asse stradale in progetto, presenta una falda a circa 20 m da piano campagna anche se dai sondaggi effettuati non è stata mai riscontrata.

È possibile invece trovare, anche se in base alle stagionalità la presenza di venute d'acqua all'interno dei depositi eluvio colluviali presenti.

8.4 Da Pk. 4+940 a Pk. 6+560 Sottovia

Indagini di riferimento: sondaggi geognostici S04_PZ, S05_DH; pozzetti geognostici Pz10, Pz11, Pz12.



In questa porzione di tracciato è in progetto un sottovia data la deviazione del percorso stradale secondario limitrofo alla nuova SS 128 in progetto. L'opera in progetto poggia direttamente sulle marne e arenarie della Formazione della Marmilla la quale, al di sotto dei depositi alluvionali, risulta alterata fino a passare da debolmente cementata a compatta. Al disotto si ha la presenza dei conglomerati cementati della Formazione del Nurallao. Dato confermato dalla presenza del sondaggio S04_PZ nelle immediate vicinanze, il quale da evidenze sulla presenza di una falda superficiale a partire da 1 m da piano campagna. all'interno della coltre di terreno vegetale che ricopre le litologie prima descritte.

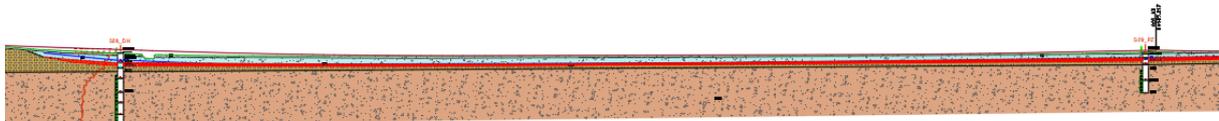
Questo assetto stratigrafico prosegue con un graduale inspessimento da parte della Formazione della Marmilla come osservabile nel Sondaggio S05_DH, fino alla presenza di una seconda faglia estensionale, che risulta ribassare ancora una volta le litologie presenti.

I contatti stratigrafici sono ancora una volta di difficile interpretazione dovute alle coltri alluvionali e terreni agricoli presenti nell'area di studio. Anche se S05_DH non mostra evidenze sulla falda, se ne può dedurre la presenza all'interno dei depositi alluvionali trasportati dal Riu Tradori alle Pk 6+360.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		
CA356	Relazione Geologica	

8.5 DA Pk. 6+560 a Pk. 9+560

Indagini di riferimento: sondaggi geognostici S06_PZ, S07_DH, S08_DH, S09_PZ; pozzetti geognostici Pz13, Pz14, Pz15.



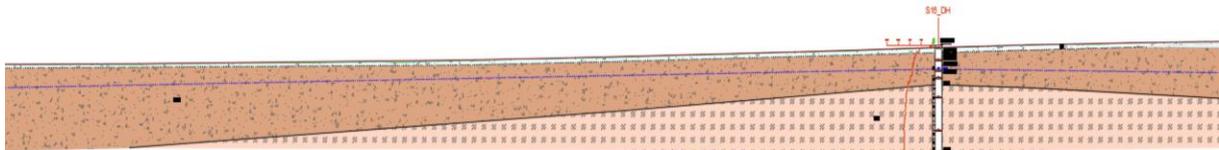
Il modello geologico stratigraficamente è il proseguimento di quello precedente, ovvero come mostrato dai sondaggi effettuati si ha la presenza delle marne e arenarie della Formazione della Marmilla, la quale in questo caso risulta alterata al contatto con i depositi alluvionali mentre in profondità molto più compatta e litoide rispetto ai tratti precedentemente descritti ed alterna la presenza di livelli a componente più arenacea a livelli a componente marnosa. Al di sotto si trovano i conglomerati ed arenarie della Formazione di Nurallao anch'essi compattati e litoidi. Al di sopra delle formazioni citate, si ha la presenza di coltri alluvionali trasportati dal Riu Zurrugus e Riu Funtana, due affluenti del Riu Mannu il quale scorre vicino al tratto stradale della SS 128. All'interno dei sondaggi è stata riscontrata la presenza di una falda superficiale all'interno dei sedimenti alluvionali a circa 3 m da piano campagna.

Anche in questo caso si ha la presenza di una faglia estensionale che ribassa ulteriormente la stratigrafia riportando in affioramento la Formazione di Nurallao. Oltre ai dati provenienti dai sondaggi effettuati, in questo tratto è stato anche possibile fare riferimento ad alcuni rari affioramenti rocciosi presenti dell'area pianeggiante, grazie ai quali è stato possibile meglio interpretare la geologia del sito di indagine.

Intervento S.S. 128 Lotto 0 – Bivio Monastir – Bivio Senorbì – 1° stralcio dal km 0+200 al km 16+700		 ANAS GRUPPO FS ITALIANE
CA356	Relazione Geologica	

8.6 Da Pk 9+560 a Pk 14+800

Indagini di riferimento: sondaggi geognostici S10, S11_DH, S12, S13_DH, S14_PZ, S15_DH, S16_DH; pozzetti geognostici Pz16, Pz17, Pz18, Pz19, Pz20.



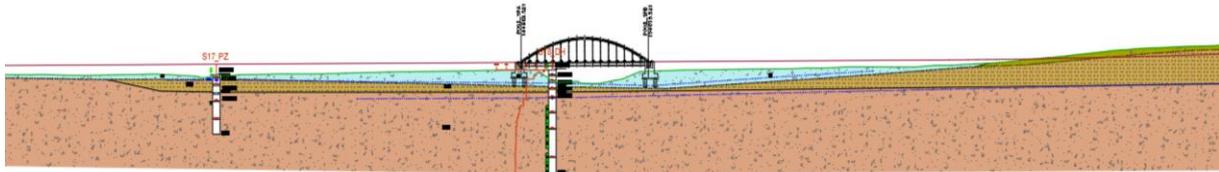
Questo lungo tratto stradale presenta una stratigrafia costante per quasi 5 km, in cui si possono osservare in affioramento i conglomerati e arenarie della Formazione di Nurallao, la quale risulta meno litoide e meno cementata rispetto a quella osservata in precedenza. Tuttavia, in questo tratto di strada è stata osservata la presenza di una falda profonda all'interno della stessa formazione a quote variabili tra i 10 m e i 20 m da piano campagna, indice del fatto che la falda si va ad impostare laddove la formazione risulta più porosa o dove risulta maggiore la componente conglomeratica.

Si ha la presenza anche di falde superficiali all'interno delle coltri alluvionali in corrispondenza del Riu Funtana Brebeis e il Riu Cadelanu, anche se, solamente nel secondo caso, abbiamo il dato sulla presenza della falda all'interno del sondaggio S13_DH, ma è plausibile considerarne la presenza anche nel primo.

All'interno del Sondaggio S16_DH è stata riscontrata la presenza del substrato roccioso cristallino dei monzograniti di Barrali, unico tratto della strada in progetto in cui è stato ritrovato il basamento dai sondaggi effettuati.

8.7 Da Pk 14+800 a Fine Tracciato Viadotto P002

Indagini di riferimento: sondaggi geognostici S17_PZ, S18_DH, S19_PZ, S20_DH; pozzetti geognostici Pz21, Pz22.



In questo tratto stradale è in progetto il Viadotto P002 il quale si trova in corrispondenza del Canale s'Arrole, in cui sono presenti depositi alluvionali sabbiosi sciolti per circa 6 m di profondità in corrispondenza delle spalle dell'opera in progetto.

Al di sotto in corrispondenza dei sondaggi effettuati è stata riscontrata la presenza delle arenarie e marne della Formazione della Marmilla, e di conseguenza i conglomerati e arenarie litoidi della Formazione di Nurallao.

L'assetto stratigrafico descritto risulta continuare fino a fine tracciato in cui si ha la presenza costante delle due formazioni descritte con la presenza di sporadici coltri di sedimenti alluvionali sciolti.

Ancora una volta si ha la presenza della falda all'interno dei depositi alluvionali a circa 2-3 m da piano campagna.

È stata anche riscontrata la presenza della falda nel sondaggio S19_PZ all'interno della Formazione della Marmilla, in cui in questo tratto, risulta essere predominante la frazione arenacea e pertanto più permeabile; La falda sembra essere in continuità con quella presente all'interno della Formazione di Nurallao già riscontrata in precedenza.