



## PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

- DECRETO LEGISLATIVO 18 APRILE 2016 N. 50 -

- Articolo 23 - Commi 5-6 -



# COMUNE DI OTTANA

## - PROVINCIA DI NUORO -

STUDIO  
TECNICO



**R.T.P.**

ING. M.M. PIRODDI  
ISA PROGETTI SRL  
ING. V.G. PIRODDI  
GEOLOGIKA SRLS  
GEOL. G. PIRODDI  
ARCHEOL. E. ATZENI

VIA GARIBALDI N° 7  
08044 - JERZU - NU-  
Tel. Fax: 0782 71031

C.F. PRDMCM59C14E387Z  
P.I. 00769670910

### PROGETTO :

SISTEMAZIONE SVINCOLI S.S. 131 DCN - OTTANA.  
RIORDINO ACCESSI ALLA CITTADINA DI OTTANA.  
(CIG: 830272161D; CUP: D74E18001350002)

### ALLEGATO

**G**

Relazione Geologica e Geotecnica

### SCALA

----

### DATA

Marzo 2022

### COMMITTENTE

Amministrazione Comunale

### PROGETTISTA

**R.T.P.:** Piroddi<sup>(3)</sup> - ISA Progetti  
Geologika - Atzeni

Capogruppo: Ing. Marco M. Piroddi

## INDICE

1	GENERALITÀ .....	2
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
	SEZIONE I .....	5
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED UBICAZIONE DELL'AREA .....	6
3	INQUADRAMENTO NEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....	8
3.1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	9
	SEZIONE II .....	10
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	11
5	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	17
	SEZIONE III .....	18
6	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....	19
6.1	ATTIVITÀ DI INDAGINE.....	19
6.2	INDAGINI E PROVE IN SITU .....	21
6.2.1	SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO.....	21
6.2.2	PROVE DI CARICO SU PIASTRA .....	27
6.3	PROVE DI LABORATORIO .....	28
6.3.1	CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE .....	28
6.3.2	PROVA DI TAGLIO DIRETTO .....	29
6.3.3	PESO DI VOLUME .....	29
6.4	ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO .....	30
	SEZIONE IV .....	31
7	MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	32
7.1	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI .....	32

## 1 GENERALITÀ

---

Il Comune di Ottana è beneficiario, da parte della RAS, di un finanziamento di €.200.000,00 per la progettazione degli interventi di sistemazione e riordino degli svincoli stradali "SS131 DCN Ottana". Il finanziamento è finalizzato alla messa in sicurezza dei collegamenti tra la SS 131 DCN (Direzione Centrale Nuorese) e l'areale di Ottana; collegamenti che interessano l'abitato, la SP 17 (Strada Provinciale Sarule-Bolotana-Campeda) e l'omonima Zona Industriale (ZI).

Con procedura negoziata RDO su Piattaforma SardegnaCAT, è stato affidato al RTP "Piroddi-Isa Progetti-Piroddi-Geologica-Atzeni-Piroddi" l'incarico professionale di progettazione fattibilità, progettazione definitiva e progettazione esecutiva degli interventi sopracitati.

Il presente elaborato, **RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**, è stato redatto in conformità con quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 "NORME TECNICHE SULLE COSTRUZIONI" e all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3275 del 20.03.2003 "PRIMI ELEMENTI IN MATERIA DI CRITERI GENERALI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E DI NORMATIVE TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA".

Il presente documento è articolato in:

- **SEZIONE I** - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E UBICAZIONE DELL'AREA: illustra l'ubicazione dell'area in studio, in riferimento alla cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM) e alla cartografia Tecnica Regionale (CTR); esplicita i caratteri generali delle opere in progetto (in riferimento agli elaborati progettuali).
- **SEZIONE II** - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO: analizza, in riferimento alle indicazioni fornite dalla CARTA GEOLOGICA DELLA SARDEGNA in scala 1:25.000, il contesto geologico e strutturale dell'area vasta a contorno del sedime in studio. Definisce, sulla base osservazioni di superficie il Modello Geologico di riferimento dell'area di sedime; analizza e descrive i fenomeni di dissesto in atto e/o potenziali che insistono nell'area interessata dalle opere e in un intorno a questa significativo.
- **SEZIONE III** - CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA DEL SITO: analizza in maniera critica le risultanze delle osservazioni e delle misure condotte in situ e definisce in attinenza con il modello geologico di riferimento il Modello Geotecnico di base che descrive le caratteristiche meccaniche dei terreni interessati dalla opere in progetto.
- **SEZIONE IV** - ANALISI DELLA CINEMATICA DEI DISSESTI: verifica la stabilità delle aree in studio, attraverso l'analisi cinematica dei principali dissesti osservati.

## 1.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente lavoro è stato redatto con esplicito riferimento alla seguente normativa:

### LAVORI PUBBLICI

- **D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50/2016** - Codice dei contratti pubblici - 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.
- **Linee guida e atti di attuazione del decreto legislativo n. 50 del 2016** - approvate dall'Autorità Nazionale Anticorruzione ANAC.
- **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».

### COSTRUZIONI

- **Cir. C.S.LL.PP n. 7 del 21 gennaio 2019** - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- **D.M. 17.01.2018** – Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;
- **UNI 11531-1 aprile 2014**- Costruzione e manutenzione delle opere civili delle infrastrutture;
- **O.P.C.M. del 28.04.2006, n. 3519** - «*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*»;
- **D.G.R. del 30 marzo 2004, n.15/31** - Disposizioni preliminari in attuazione dell'O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
- **O.P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274** - «*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*», con la quale sono stati approvati i «*Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone*».

### ASSETTO IDROGEOLOGICO

- **D.G.R. n.43/2 del 27 agosto 2020** - Aggiornamento Norme di Attuazione del P.A.I.;
- **D.C.C. 30 ottobre 2018, n. 20** - Adozione dello Studio comunale di assetto idrogeologico redatto ai sensi dell'art. 8 comma 2ter delle N.d.A. del P.A.I.. - Parte idraulica e parte frane;
- **D.P.C.M. 27 ottobre 2016** - Piano di gestione del rischio di alluvioni (P.G.R.A), approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016 ed integrato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 17/05/2017;

- **D.P.R. 10 luglio 2006, n.67** – Approvazione del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico del bacino unico regionale PAI, è redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998;
- **D.G.R. n.48/11 del 30 dicembre 2003** - Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) - adottato in via definitiva dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 20.06.2013.

#### GESTIONE DEL TERRITORIO

- **D.C.C. ottobre 2016, n.21** - Adozione del Piano Particolareggiato del centro di antica e prima formazione del Comune di Bidonì;
- **D.C.C. 20 settembre 1999, n.43** - Approvazione definitiva del Piano Urbanistico Comunale, entrato in vigore dal 19/10/1999.

# SEZIONE I

---

## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E UBICAZIONE DELL'AREA

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED UBICAZIONE DELL'AREA

L'area geografica di indagine è ubicata nella Sardegna centro-settentrionale, più precisamente nel Comune di Ottana.

Le opere in progetto interessano il ripristino funzionale dello svincolo denominato "Circonvallazione di Ottana", collegato alla SS 131 DCN (lato Abbasanta), realizzato per l'Area di Sviluppo Industriale della Sardegna Centrale (CASISC), collaudato negli anni '90, non è mai effettivamente entrato in servizio.

TERRITORIO	
PROVINCIA	Nuoro
COMUNE	Ottana
SUPERFICIE	45,13 km <sup>2</sup>
COMUNI CONFINANTI	Bolotana, Orani, Sarule, Olzai, Sedilo, Noragugume
CARTOGRAFIA	
I.G.M. SCALA 1:25.000	Foglio 499 Sezione III Ottana
C.T.R.N. SCALA 1:10.000	Sezione 499 130 Ottana
P.U.C.	
CATASTO TERRENI	

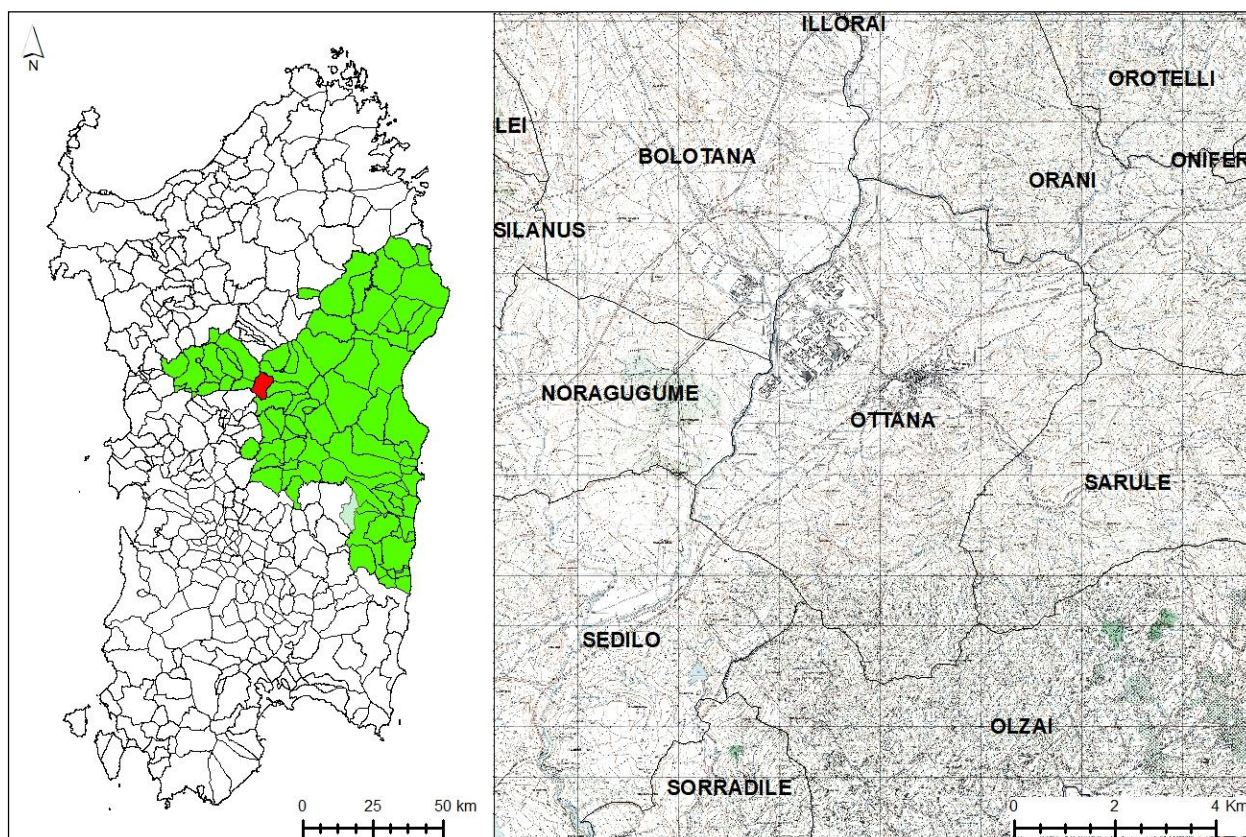


Figura 1 – Inquadramento territoriale del Comune di Bidoni.





Figura 2 – Inquadramento dell'area d'indagine su base ortofoto (Google 2020).



### 3 INQUADRAMENTO NEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

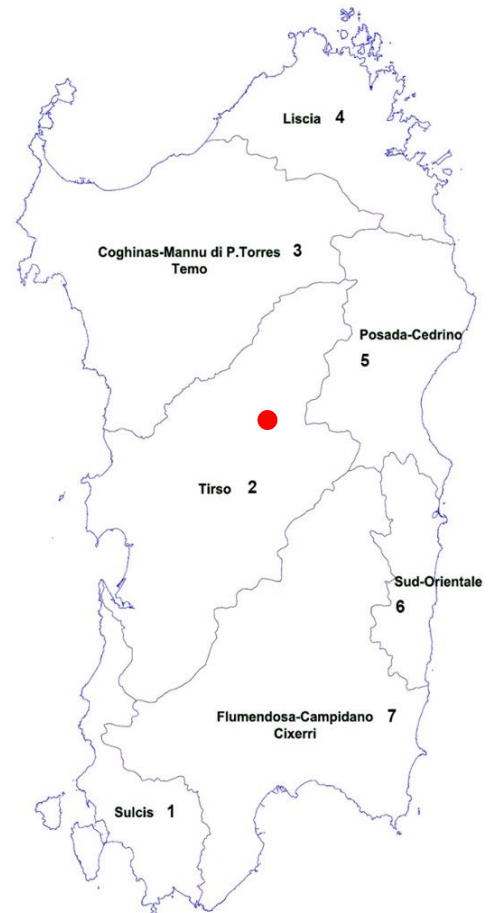
Con deliberazione n. 45/57 in data 30.10.1990, la Giunta Regionale suddivide il Bacino Unico Regionale in sette Sub-Bacini, ognuno dei quali caratterizzato da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche, ma anche da forti differenze di estensione territoriale.

Sulla base di questa suddivisione, il territorio comunale di Ottana è compreso nel Sub-Bacino 2 - Tirso (Figura 3).

Nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino unico regionale, redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10.07.2006, per il Comune di Ottana sono state individuate delle aree a rischio idraulico descritte nella Carta delle aree inondabili alla Tavola 2 G.F. e Tavola 3 G.F codice tratto critico B2Tc003, aggiornamento 2002.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, e approvato in via definitiva, con Delibera n. 2 del 17.12.2015 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 della L.R. 19/2006 come da ultimo modificato con L.R. 28/2015, costituisce un approfondimento del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI). In tale piano, per il comune di Ottana, vengono identificate delle aree a pericolosità idraulica nelle tavole TI083 e TI084, per il corso d'acqua Riu Mannu, e da TI018 a TI021 per il Fiume Tirso.

Dall'osservazione della cartografia PAI e PSFF aggiornata e dall'analisi degli altri strumenti territoriali di settore, si evince che l'area di sedime non è interessata da pericolosità idraulica e geomorfologica.



**Figura 3 – Suddivisione del territorio Regionale in Sub-Bacini. Il cerchio rosso indica il Comune di Ottana.**

### **3.1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI**

I contenuti del presente paragrafo sono estratti dall'elaborato di progetto Relazione Illustrativa col fine di sintetizzare gli intenti e le finalità del progetto in essere ed inquadrare contestualmente le problematiche di natura geologica e geotecnica connesse alla realizzazione dell'intervento, oggetto dei successivi paragrafi. Nel Progetto (Documento) di Fattibilità delle Alternative Progettuali sono stati previsti i seguenti interventi:

#### **INTERVENTO A**

#### **INTERVENTO B**

#### **INTERVENTO C**

Le proposte progettuali per ogni intervento:

#### **INTERVENTO A**

Nuovi Svincoli SS 131 DCN – Ottona Nord.

In particolare, Svincolo Nord di Entrata su DCN in direzione Nuoro e Svincolo Nord di Uscita da DCN in direzione Ottana (per comodità chiamati appunto Svincoli Nord), che proseguono poi secondo viabilità urbane costituite dalla via Nuoro e dalla via Matteotti.

#### **INTERVENTO B**

Riattamento Reimpiego e Riuso Circonvallazione CASIC con Apertura Svincoli SS 131 DCN – Ottana Sud.

In particolare, riattamento e messa in uso del sistema viario, realizzato dal Consorzio Area Sviluppo Industriale Sardegna Centrale, denominato Circonvallazione CASIC di Ottana. Sistema viario concernente il complesso stradale preesistente (attualmente chiuso al traffico) di collegamento tra la ZI, la SS 131 DCN direzione Abbasanta (versante Sud Ottana) e la SP 17 in ingresso ad Ottana.

#### **INTERVENTO C**

Nuova Rotatoria con Connessioni Stradali a: Circonvallazione CASIC – SP 17.

In particolare, è prevista una rotatoria a quattro bracci per la semplificazione dell'attuale crocevia rappresentato dall'incrocio via Iris - SP 17- Circonvallazione CASIC.

Nel dettaglio si rimanda alla Relazione tecnica illustrativa.

## **SEZIONE II**

---

### **CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO**

## 4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

---

Il progetto delle opere e le soluzioni tecniche adottate vengono definite in riferimento al **MODELLO GEOLOGICO** del sito. La caratterizzazione e la modellazione geologica deve pertanto includere l'analisi dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati nel **MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO**.

Nelle pagine seguenti viene sinteticamente descritto il contesto geologico di inquadramento al fine di ottenere il necessario supporto informativo per prevenire alla corretta definizione del modello geologico di riferimento dell'area indagata.

L'analisi dell'assetto geologico è stata condotta con riferimento alla **CARTA GEOLOGICA DI BASE DELLA SARDEGNA in scala 1:25.000** (Figura 4), disponibile presso il SERVIZIO OSSERVATORIO DEL PAESAGGIO E DEL TERRITORIO, SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI della RAS dal 2010. Le Unità litostratigrafiche e le Formazioni descritte nella cartografia vengono altresì distinte attraverso le sigle in conformità con le Linee Guida definite all'interno del progetto CARG e alle indicazioni del Servizio Geologico d'Italia.

Il Bacino di Ottana, così come gli altri bacini appartenenti al cosiddetto "Rift Sardo", risale alla fase geodinamica oligo-miocenica che si è evidenziata con l'apertura del Mediterraneo occidentale e la formazione degli orogeni magrebide e appenninico. Il meccanismo deformativo che avrebbe prodotto il propagarsi di aree in trazione-estensione, con associato un vulcanismo di tipo calcalkalino andesitico e ignimbrico, sembra potersi attribuire ad una indentazione tra il Nord Africa ed il Promontorio Sardo-Corso della placca iberica. Durante questa fase geodinamica la Sardegna viene interessata da una tettonica transtensionale-estensionale a blocchi a cui si è associato un sistema di bacini, sia in ambiente continentale che marino, denominato Rift Sardo Oligo-miocenico (Lecca et al., 1997).

Il bacino di Ottana è una diretta conseguenza dei movimenti relativi tra il blocco tettonico crostale della Sardegna centrale e quello del Marghine-Logudoro lungo due principali zone di faglia, quella di Silanus-Benetutti e quella di "Nuoro" (Assorgia et al., 1994). In occasione del ciclo Alpino alcune faglie varisiche sono state "riattivate" dando luogo a movimenti che, sovrapposendosi ai precedenti, hanno complicato ulteriormente la struttura tettonica dell'area, e creato delle vie preferenziali per la risalita dei prodotti vulcanici che hanno contribuito a colmare graben di Ottana.

Il bacino di Ottana si estende su una superficie di 130 km<sup>2</sup>, delimitato su tre lati dalle formazioni paleozoiche del Goceano e della Barbagia di Ollolai. Il limite meridionale, di natura tettonica, è impostato sulla faglia di Nuoro, mentre ad occidente il bacino è chiuso dal lembo settentrionale dell'altopiano basaltico di Abbasanta-Borore. La sequenza di colmamento del graben, sulla base delle conoscenze di terreno, è costituita da una alternanza di banchi piroclastici cineritico-pomici e di banchi di epiclastiti e arenarie conglomeratiche fluviali del Miocene inferiore-medio. Solo nella parte più alta della sequenza è



presente una unità marina di piattaforma continentale silicoclastico-carbonatica. Espandimenti di lave basaltiche plio-quadernarie ricoprono tutti i termini più antichi (Porcu, 1983).

Le litologie paleozoiche che delimitano il bacino di Ottana sono costituite dalle intrusioni granodioritiche e porfiriche del COMPLESSO GRANITOIDE DEL NUORESE e del GOCEANO-BITTESE, dalle metarcese, quarziti e scisti neri carboniosi, dell'UNITÀ TETTONICA DI OZIERI, la cui successione è ben osservabile a monte degli abitati di Silanus, Lei e Bolotana.

La successione vulcanica terziaria, rappresentata nell'area delle Unità del DISTRETTO VULCANICO DI OTTANA, è costituita alla base da tufi cineritici biancastri, localmente verdastri per la presenza di glauconite e fortemente porfirici, ricoperti da un deposito di flusso piroclastico, pomiceo rappresentante una singola unità di raffreddamento (Unità di Mandra Puzzones – PUZ). Sui termini basali della successione vulcanica si imposta una spessa sequenza ignimbratica costituita da diverse unità di raffreddamento formate da ignimbriti saldate, coerenti e compatte, di colore rossastro, in cui si osserva la presenza di strutture come fiamme schiacciate e allungate con dimensioni che vanno dal centimetro al decimetro (Unità di Nuraghe Zavos – ZAV).

In discordanza sui depositi ignimbratici si trova la Formazione delle Arenarie di Sedilo (SEI) riferite al Chattiano Superiore? - Burdigaliano Inferiore. Si tratta di sabbioni conglomeratici, generalmente rossastri, ad elementi prevalentemente paleozoici e subordinatamente vulcanici, che segnando l'inizio del ciclo sedimentario post-ignimbratico. Hanno tessitura eterogenea, la granulometria prevalente è quella delle sabbie molto grosse, il feldspato rosa è tra i componenti principali.

I depositi di flusso piroclastico dell'Unità di Sedilo (EDI) testimoniano una ripresa dell'attività eruttiva che porta al ricoprimento di buona parte della media valle del Tirso. La facies basale è costituita da cineriti a granulometria fine debolmente saldate, che gradatamente passano ad una facies pomicea, dall'aspetto massivo e colore variabile dal giallastro al nocciola.

La successione vulcano-sedimentaria oligo-miocenica è chiusa dalla Formazione delle Arenarie di Dualchi (DAL), costituite da un sabbione conglomeratico ad elementi paleozoici e vulcanici, di colore variabile da rossastro a grigio, passanti verso l'alto a conglomerati fossiliferi.

Nel Pliocene - Pleistocene, un'accentuata ripresa della tettonica distensiva, conseguente all'apertura del Bacino Sud-Tirrenico, interessa principalmente la parte meridionale del bacino oligo-miocenico riattivando le linee di debolezza N-S e NW-SE, determinando la formazione del graben campidanese e l'instaurarsi di un intenso vulcanismo effusivo di tipo fessurale e contestualmente l'emissione di lave basaltiche, che portano alla formazione degli edifici vulcanici del Monte Arci e del Montiferro e i *plateaux* basaltici di Campeda, Abbasanta e della Giara di Gesturi.

Nell'area in studio i prodotti vulcanici legati al magmatismo plio-quadernario non affiorano mentre sono presenti con importanti estensioni nella regione storico geografica del Guilcer dove danno luogo all'unità fisiografica conosciuta come Plateau di Abbasanta, caratterizzata dalle andesiti basaltiche della Subunità di Dualchi (Basalti della Campeda-Planargia). La strutturazione tettonica conseguente alla fase distensiva plio-quadernaria interessa prevalentemente il sud-ovest dell'isola, mentre nel settore centrale si ripercuote prevalentemente con la parziale riattivazione dei principali lineamenti tettonici.

Nel Pleistocene ha luogo una sedimentazione prevalentemente continentale modulata dall'alternanza di fasi glaciali e interglaciali e relative variazioni del livello del mare. Si riattivano quindi i processi morfogenetici di versante che portano alla formazione di conoidi alluvionali e alla deposizione, lungo i fondovalle delle principali aste fluviali, di depositi conglomerati (PVM2a) incisi in diversi ordini di terrazzi (I e II ordine) durante il Pleistocene e l'Olocene.

Nell'area in esame i depositi olocenici sono costituiti da discontinue coltri eluvio-colluviali (b2) formate da accumuli di detritici con clasti di vario tipo immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti. Sono presenti inoltre locali depositi di versante (a), costituiti da materiali eterometrici e con clasti poco elaborati accumulati per gravità alla base dei versanti.

Nell'ampia area golenale del Fiume Tirso, i depositi olocenici maggiormente rappresentati sono costituiti da sedimenti alluvionali terrazzati (bn) nella loro facies sabbioso-ghiaiosa (bna), e subordinatamente sabbioso-limosa (bnb) messi in posto dalla dinamica fluviale.

I depositi alluvionali attuali (b), distinguibili nelle diverse facies da grossolane (ghiaie e ghiaie ciottolose poligeniche con matrice sabbioso-limosa più o meno abbondante), intermedie (sabbie e sabbie più o meno ghiaiose o limose) e fini (limi, limi-argillosi e argille), sono disposti lungo i principali corsi d'acqua.

Data la forte antropizzazione e le notevoli attività industriali che caratterizzano l'area urbana e periurbana di Ottana è inevitabile che il substrato geologico descritto sia localmente ricoperto dai depositi prodotti dall'attività antropica (h) derivanti soprattutto dall'accumulo di inerti ai fini edilizi o per la bonifica delle aree lacustri.



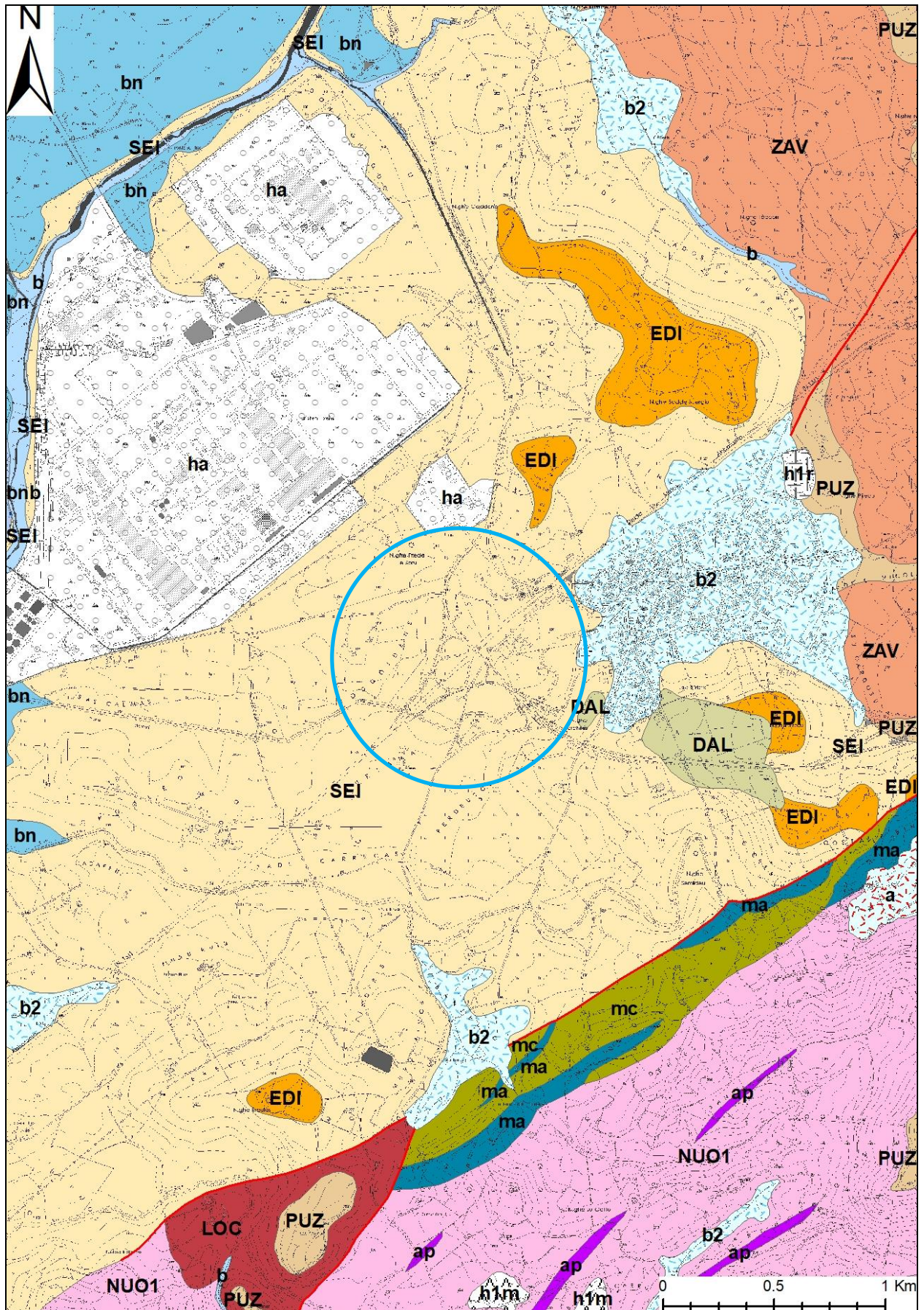


Figura 4 - Stralcio della Carta Geologica di base della Sardegna; il cerchio di colore giallo indica l'area in studio.






## LEGENDA






### DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA CONTINENTALE

#### DEPOSITI OLOCENICI



##### Depositi antropici

-  ha Depositi antropici. Manufatti antropici. OLOCENE
-  h1m Depositi antropici. Discariche minerarie. OLOCENE
-  h1r Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE

##### Depositi alluvionali





-  b Depositi alluvionali. OLOCENE
-  b2 Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE
-  a Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE
-  bn Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE
-  bnb Depositi alluvionali terrazzati. Sabbie con subordinati limi ed argille. OLOCENE

#### SUCCESSIONE SEDIMENTARIA OLIGO-MIOCENICA DEL BACINO DEL TIRSO

-  DAL ARENARIE DI DUALCHI. Sabbioni conglomeratici rossastri e grigiastri, ad elementi paleozoici e vulcanici, localmente fossiliferi (scarsi e piccoli pettinidi), passanti verso l'alto a conglomerati fossiliferi. Ambiente fluvio-deltizio e litorale. BURDIGAL
-  SEI ARENARIE DI SEDILO. Sabbioni conglomeratici, generalmente rossastri, ad elementi prevalentemente paleozoici e subordinatamente vulcanici. Abbondante flora fossile negli strati sommitali. Ambiente continentale. CHATTIANO SUP.? - BURDIGALIANO INF.



#### COMPLESSO VULCANICO OLIGO-MIOCENICO DELLA SARDEGNA CENTRO-SETTENTRIONALE

##### Distretto vulcanico di Ottana


-  EDI UNITÀ DI SEDILO. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, a chimismo riodacitico, pomiceo-cineritici, debolmente saldati, spesso argillificati, ricchi in pomici, con cristalli liberi di Pl, Sa, Bt, Qtz. (K/Ar 19,4 ± 1 Ma: Lecca et alii, 1
-  ZAV UNITÀ DI NURAGHE ZAVOS. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, a chimismo riolitico, saldati, a tessitura eutaxitica, con cristalli liberi di Pl, Sa, Am e Bt. BURDIGALIANO
-  PUZ UNITÀ DI MANDRA PUZZONES. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, a chimismo riolitico, saldati, a struttura eutaxitica, con cristalli liberi di Pl, Sa, Bt, Am, Qtz. BURDIGALIANO
-  LOC UNITÀ DI SALTO DI LOCHELE. Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, debolmente saldati, a chimismo riodacitico, ricchi in pomici, con cristalli liberi di Pl, Sa, Am, Qtz. (K/Ar 22,1 ± 1,1 Ma: Lecca et alii, 1997). AQUITANIANO? - BURDIGALI


#### COMPLESSO GRANITOIDE DELLA SARDEGNA CENTRO-ORIENTALE

##### Complesso granitoide del nuorese

-  ap Filoni e ammassi aplitici. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
-  BLA4 Subunità intrusiva di Monte Nieddu di Ottana (UNITÀ INTRUSIVA DI MONTE SAN BASILIO). Granodioriti a muscovite, biotite, cordierite e andalusite, a grana media, equigranulari, localmente inequigranulari per rari Kfs biancastri di taglia 2-3 cm; tessitura isotropa talora orientata. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO





 BTUb Facies Orune (UNITÀ INTRUSIVA DI BENETUTTI). Granodioriti monzogranitiche, biotitiche, a grana medio-grossa, inequigranulari per Kfs biancastri di taglia 8-10 cm; tessitura orientata per flusso magmatico. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO

 NUO1 Subunità intrusiva di Ottana (UNITÀ INTRUSIVA DI NUORO). Tonaliti e granodioriti tonalitiche, anfibolico-biotitiche, grigio-scure, a grana media, moderatamente equigranulari; tessitura moderatamente orientata, talora foliata. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO

## **COMPLESSO METAMORFICO DELLA SARDEGNA CENTROSETTENTRIONALE**

### **Complesso metamorfico di medio grado**

 ma Marmi, marmi dolomitici, azoici. ?CAMBRIANO- ?CARBONIFERO

 mc Micascisti e paragneiss indifferenziati. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO

### **Elementi lineari**

 Faglie dirette presunte

*Figura 5 - Legenda alla Carta Geologica di base della Sardegna di Figura 4.*

## 5 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

---

L'area di studio ricade nell'ambito di una vasta area pianeggiante (Piana di Ottana) di origine tettonica, costituita perlopiù da sedimenti terziari di origine vulcanico-sedimentarie e da coperture detritiche quaternarie che hanno colmato la fossa originatasi nel tardo Oligocene. La piana, nella parte settentrionale è definita da un brusco passaggio costituito dai rilievi terziari dolci con quote intorno ai 200- 300 m, alle pareti scoscese e incise della catena del Marghine-Goceano. Il bordo orientale risulta meno pronunciato, essendo costituito dalle Vulcaniti terziarie che poggiano sui bassi rilievi granitici del quale costituiscono il substrato. Mentre nella parte occidentale la piana è chiusa dall'Altopiano basaltico del Abbasanta- Borore. La continuità di questo bordo è interrotta dalle incisioni più o meno rettilinee dei corsi d'acqua provenienti dalle pendici del Marghine. Queste incisioni hanno messo alla luce i sedimenti terziari sottostanti. Nelle aree pedemontane a ridosso dei rilievi si sono accumulati importanti depositi che hanno colmato in maniera uniforme tutta la piana. I piccoli corsi d'acqua provenienti dalle pendici del Marghine, in parte lo stesso Tirso, ha creato delle incisioni in questi sedimenti creando dei veri e propri terrazzamenti (Depositi pedemontani terrazzati).

L'area di studio presenta quote progressivamente decrescenti nord- est 200 m s.l.m.m a sud –ovest 170 m s.l.m. m. Mentre per quanto riguarda le pendenze, sono abbastanza blande e prive di scarpate nette e fortemente incise, infatti risultano inferiori al 7% in tutta l'area di studio.

Questa morfologia è strettamente collegata con l'evoluzione paleogeografica che ha interessato questo settore, soprattutto durante l'alternarsi degli ultimi episodi glaciali e interglaciali. I processi geomorfologici sono legati alle dinamiche di trasporto, erosione e sedimentazione dei materiali movimentati durante i periodi di piena. Le aree collinari di contorno sono impostate prevalentemente su depositi piroclastici (tufacei) e sui sedimenti continentali terziari.

I processi geomorfologici in atto sono rappresentati perlopiù dal ruscellamento areale di modesta entità e d fenomeni di trasporto e sedimentazione entro lievi avvallamenti di terreno.

L'area di studio ricade all'interno del Bacino idrografico del Fiume Tirso, esattamente nella sua sponda sinistra. Nel settore sono presenti altri fiumi di entità minori a regime prevalentemente torrentizio: Riu Trainu Merdari, Riu Binzas, affluenti in sinistra idrografica del Tirso e interni rispetto all'area di studio.

L'area risulta esterna dalla perimetrazione PAI a rischio di piena, non è altresì segnalato tra le aree a pericolosità da frana: le deboli pendenze impediscono l'innescarsi di qualsiasi fenomeno di dissesto franoso, escludendo una blanda erosione della coltre superficiale in occasione di eventi meteorici significativi sia per intensità che durata.

## **SEZIONE III**

---

### **RISULTANZE DALL'INDAGINE GEOGNOSTICA E DELLE ANALISI CHIMICHE**

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Al fine di supportare e indirizzare le scelte progettuali è stata pianificata una campagna investigativa corredata da indagini in situ e prove in laboratorio. La definizione della campagna investigativa si è avvalsa delle indicazioni acquisite durante i sopralluoghi preliminari, i punti di indagine sono stati ubicati, compatibilmente alle condizioni logistiche dei luoghi e in modo tale da non compromettere l'integrità dei terreni e la funzionalità dei sotto-servizi presenti.

### 6.1 ATTIVITÀ DI INDAGINE

Nelle pagine seguenti sono descritte e analizzate le risultanze dell'indagine geognostica propedeutica alla definizione del **modello geologico di base** dell'area di sedime e dei parametri **geotecnici caratteristici** delle unità litostratigrafiche osservate.

I dati analizzati sono tratti dalla "Relazione Indagini Ottana" predisposta dalla ditta Geoambiente Italia S.a.s, con sede in Via Murichessa 138 a Nuoro, incaricata dal Comune di Ottana dell'esecuzione del piano di indagini.

In Tabella 1 vengono riepilogate le quantità e la tipologia di prove in situ e in laboratorio condotte, mentre in Figura 6 viene riportata la planimetria con l'ubicazione dei punti di indagine.

INDAGINI E PROVE IN SITU	
DESCRIZIONE	QUANTITÀ
Sondaggi a carotaggio continuo	8
Prelievo di campioni di terreno da carotaggio	16
Prove di carico su piastra	15
Prelievo di campioni di terreno da prove di piastra	8

PROVE DI LABORATORIO	
DESCRIZIONE	QUANTITÀ
Classificazione delle terre	24
Taglio diretto	16
Peso di volume	9
Analisi chimiche	3

**Tabella 1 – Riepilogo delle prove in situ e delle prove di laboratorio condotte nell'ambito della campagna geognostica.**



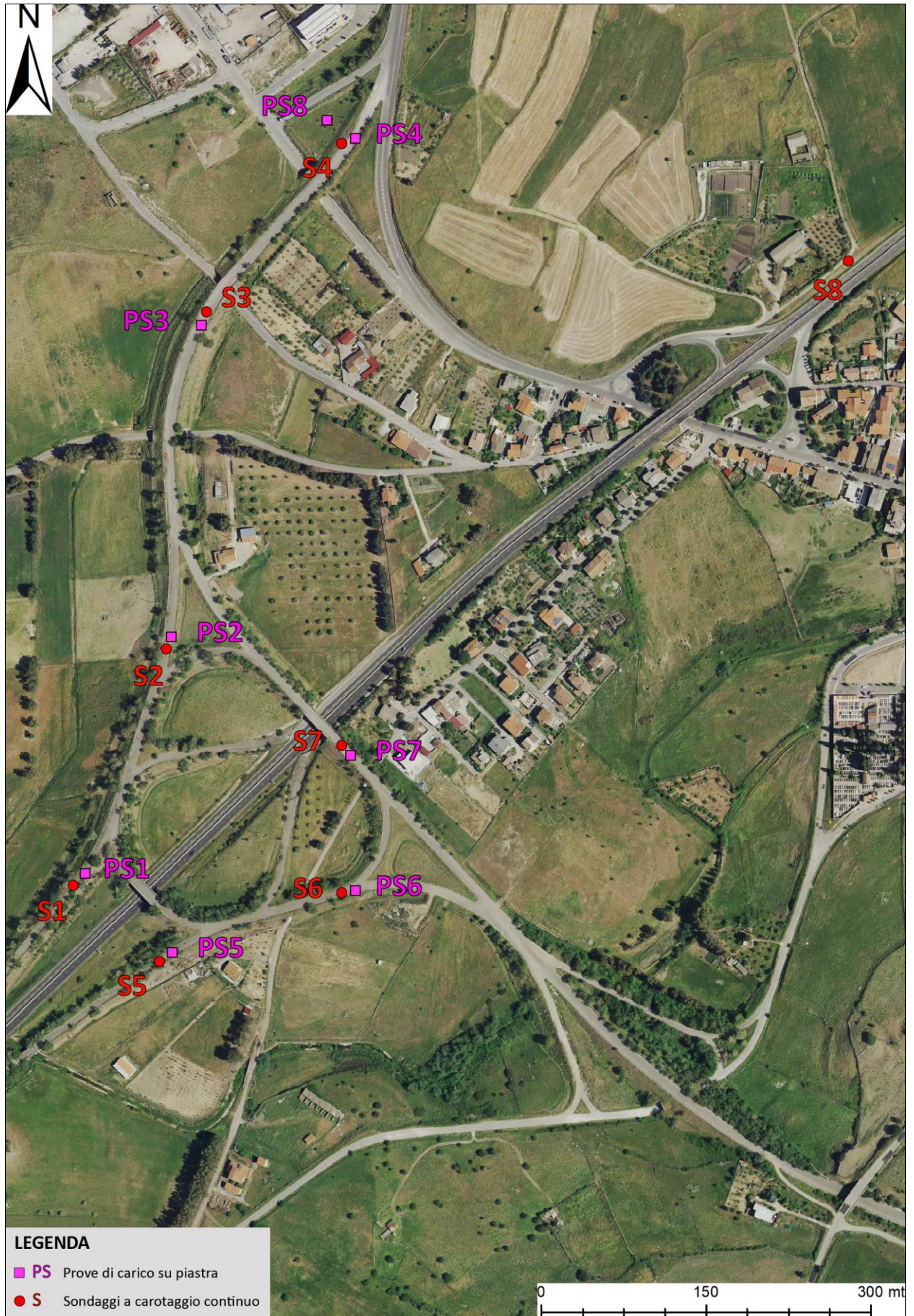


Figura 6 – Planimetria con l'ubicazione dei punti di indagine.



## 6.2 INDAGINI E PROVE IN SITU

### 6.2.1 SONDAGGI GEOGNOSTICI A CAROTAGGIO CONTINUO

**OBIETTIVI:** i sondaggi geognostici hanno consentito di analizzare le caratteristiche litologiche e tessiturali, di ricostruire in maniera dettagliata l'assetto litostratigrafico dei depositi presenti nell'area di indagine; hanno consentito il prelievo in profondità di campioni a disturbo limitato da sottoporre ad analisi chimiche e/o geotecniche di laboratorio.

**RISULTATI DELLE ANALISI:** in Tabella 2 vengono schematicamente riepilogate le profondità raggiunte dai sondaggi e le quote di prelievo dei campioni geotecnici.

Sondaggio	Profondità (m)	Campione	Profondità prelievo campione (m)	
S1	13,0	C2	4,30	4,60
		C3	5,60	6,00
S2	8,0	C1	1,80	2,30
		C2	3,00	3,40
S3	15,0	C1	1,00	1,50
		C2	2,50	3,00
S4	10,0	C1	0,60	1,00
		C2	2,00	2,50
S5	10,0	C1	3,60	4,00
		C2	5,00	5,50
S6	10,0	C1	1,20	2,00
		C2	4,70	5,00
S7	10,0	C1	1,60	2,00
		C2	6,00	6,50
S8	15,0	C1	3,00	3,50
		C2	6,00	6,50

**Tabella 2 – Tabella riassuntiva dei sondaggi e delle quote di prelievo dei campioni geotecnici.**

### ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

In riferimento al contesto geologico delineato dalle osservazioni in situ e dalle risultanze della campagna di indagine, il sedime di intervento può essere schematicamente descritto dal seguente **modello geologico di base**:

#### PAVIMENTAZIONE STRADALE

E' costituita da uno strato superficiale di spessore variabile compreso tra **0,07÷0,10 m** di conglomerato bituminoso.

#### STRATO DI FONDAZIONE

Riscontrata in tutti i punti di indagine è caratterizzata da uno spessore variabile compreso tra **0,13÷0,83 m**. Gli spessori maggiori si osservano nei sondaggi **S1** (0,83 m) e **S2** (0,70 m), mentre gli spessori minori si osservano nei sondaggi **S4** (0,14 m) e **S6** (0,16 m).

E' generalmente costituito da **2 strati** formati da ghiaia medio-fine con sabbia a componente limo-argillosa. Gli strati si differenziano per la dimensione e la forma degli elementi litici, che variano da **1÷3 cm**, con una forma subsferica e/o allungata e un contorno sub-arrotondato, fino a **2÷7 cm**, una forma discoidale e un contorno da angolare a sub-angolare. I clasti, di natura prevalentemente metamorfica, hanno un grado di alterazione scarso o nullo.



*Figura 7 – Strato di fondazione rilevato sui punti indagati con le prove di carico su piastra in prossimità del sondaggio S5 (foto sinistra) e nel sondaggio S1.*

#### CORPO DEL RILEVATO

Rilevato in tutti i punti di indagine è caratterizzato da uno spessore variabile compreso tra **2,6÷9,10 m**. Gli spessori osservati variano in funzione dell'assetto planoaltimetrico del terreno su cui è stato realizzato il corpo del rilevato; gli spessori maggiori si rilevano nei sondaggi **S1** (9,10 m) e **S3** (7,10 m), mentre quelli minori nei sondaggi **S2** (2,6 m) e **S6** (3,24 m).

Ha una composizione estremamente eterogenea, costituita prevalentemente da argilla-(limo) con sabbia e ghiaia, con diffusi ciottoli **0,15÷0,25 m** e trovanti di dimensioni medie di **0,40÷0,50 m** fino a **0,80 m**. La

tessitura del corpo del rilevato varia sia verticalmente che lateralmente, localmente la frazione ghiaiosa in associazione con una matrice argillosa-(limo) può diventare predominante.

I clasti che costituiscono lo scheletro clastico hanno una forma da subsferica, un contorno da angolare a sub-angolare, di natura prevalentemente vulcanica, hanno un grado di alterazione da scarso a molto elevato per fenomeni di argillificazione.

I rilievi condotti lungo i fianchi del rilevato hanno confermato l'elevata eterogeneità del materiale osservato nei sondaggi. L'erosione dei rilevati operata dalle acque di ruscellamento superficiale ha messo in evidenza la presenza di un numero elevato di blocchi di roccia ( $0,40 \div 0,80$  m), di natura vulcanica, che nel corso del tempo si sono gradualmente accumulati al piede del rilevato.



*Figura 8 – Panoramiche del corpo del rilevato riprese in prossimità dei punti di indagine.*

#### TERRENO NATURALE

Rilevato in tutti i punti di indagine è caratterizzato da una profondità variabile compreso tra **3,50÷10,00 m**. Anche in questo caso le quote rilevate sono legate all'assetto planoaltimetrico del terreno "naturale"; le profondità maggiori si rilevano nei sondaggi **S1** (10,0 m) e **S3** (7,70 m), mentre quelli minori nei sondaggi **S2** (3,4 m) e **S6** (3,24 m).

E' costituito in prevalenza da un deposito epiclastico, da litoide a semi-litoide, composto da un arenaria a granulometria medio-grossolana a matrice cineritica, frequentemente intercalato con strati di ceneri fini debolmente saldate. Localmente si riscontra la presenza di flussi piroclastici in facies ignimbratica da



mediamente a fortemente saldate. Si presenta da poco alterato a completamente alterato per processi di argillificazione delle pomici o per l'alterazione della biotite in clorite che conferisce un colore verde al sedimento.

Nel sondaggio S3 il corpo del rilevato, alla quota di **9,50 m**, poggia su uno strato di argilla poco consistente (molle) in parte depogenizzato di probabile origine colluviale.



**Figura 9 – Depositi epiclastici affioranti nei pressi dello svincolo oggetto di intervento.**

#### RILIEVO DELLA FALDA







Nel corso della perforazione è stato rilevato in maniera sistematica, attraverso l'uso di un freatometro, il livello della falda in tutti i punti di sondaggio. Le misure riportate in Tabella 2 hanno evidenziato la presenza di una falda negli stati superficiali del terreno, la cui soggiacenza è localmente influenzata dallo spessore del corpo del rilevato. La soggiacenza della falda rispetto al piano campagna (terreno naturale) è stata rilevata in alcuni pozzi scavati (pozzi ad anelli) presenti nelle campagne prossime all'area di intervento, in cui la falda si trova ad una profondità di **1,70-1,9 m** dal piano campagna.

Sondaggio	Profondità	Livello della falda dal piano stradale
<b>S1</b>	13,0 m	9,70 m – 06.09.2021
		9,10 m – 07.10.2021
<b>S2</b>	8,0 m	7,80 m – 06.09.2021
		7,50 m – 07.10.2021
<b>S3</b>	15,0 m	9,50 m – 03.09.2021
		Franato – 06.09.2021
<b>S4</b>	10,0 m	7,70 m – 03.09.2021
		7,60 m – 06.09.2021
		7,70 m – 03.09.2021
<b>S5</b>	10,0 m	n.d.
<b>S6</b>	10,0 m	5,65 m – 07.10.2021
<b>S7</b>	10,0 m	Franato – 07.10.2021
<b>S8</b>	15,0 m	n.d.

**Tabella 3 – Tabella riassuntiva dei livelli di falda misurati in foro.**

## SONDAGGIO "S1"

### LEGENDA

-  Pavimentazione stradale
-  Strato di fondazione: ghiaia medio-fine sabbiosa e componente limosa - (A1-e)
-  Corpo del rilevato: argilla limosa con sabbia e componente ghiaiosa sabbiosa con argilla limosa - (A7-6 - A7-6)
-  Terreno Naturale: deposito eptassico litide costituito da arenelle e granulometria medio-grossolana a matrice di argilla
-  Terreno Naturale: deposito pleistocenico sabbioso costituito da arenelle fini e piccole pomice
-  Superficie freatica 0,10 m dal p.c.

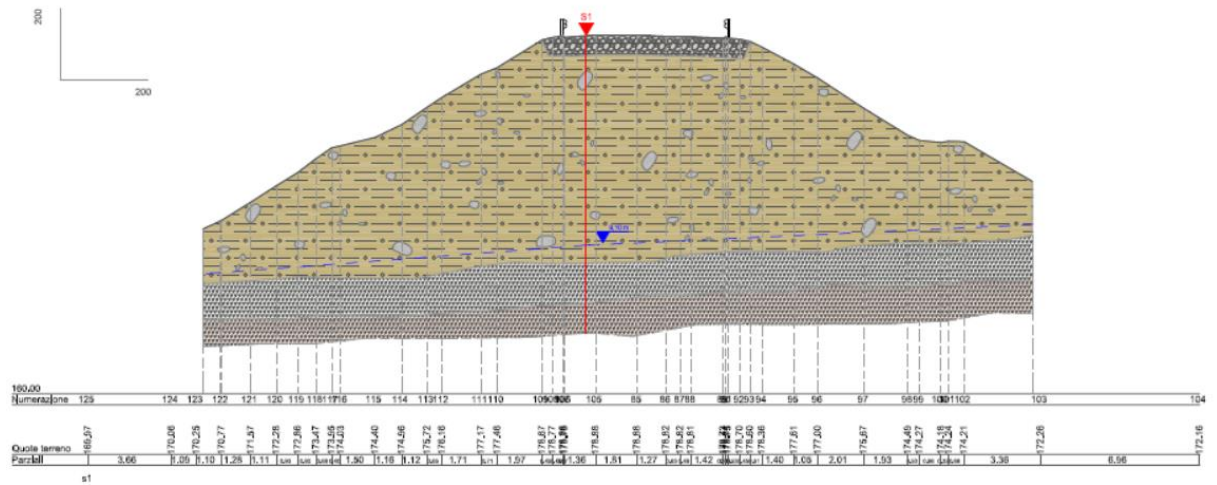








Figura 10- Sez 1 litostratigrafica rappresentata secondo le indagini geognostiche effettuate

## SONDAGGIO "S3"

### LEGENDA

-  Pavimentazione stradale
-  Strato di fondazione: ghiaia medio-fine sabbiosa a componente limosa - (A1-e)
-  Corpo del rilevato: argilla limosa con sabbia a componente ghiaiosa; sabbia ghiaiosa con argilla limosa - (A2-7 - A3-4)
-  Terreno Naturale: argilla a componente sabbiosa con diffusi noduli di mattoni
-  Terreno Naturale: deposito epigenetico costituito da arenarie a granulometria medio-grossolana a matrice cloritica
-  Superficie freatica 5,50 m dal p.c.

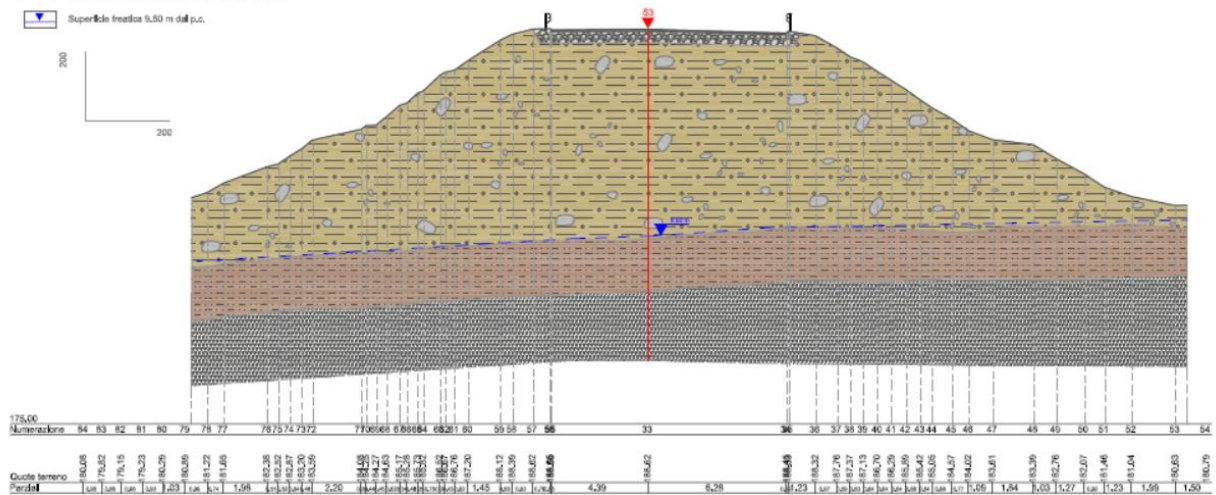


Figura 11- Sez 3 litostratigrafica rappresentata secondo le indagini geognostiche effettuate

Sono state scelte due sezioni tipo rappresentative del rilevato per visionare tutte le sezioni si rimanda alla Tavola 8 di progetto.

## 6.2.2 PROVE DI CARICO SU PIASTRA

**NORMA DI RIFERIMENTO:** CNR BU 146/92

**OBIETTIVI:** la prova eseguita con doppio ciclo di carico, consente di determinare attraverso il **I ciclo** il modulo **Md** convenzionalmente indicativo della portanza, e con il **II ciclo** il modulo **Md'** che consente di valutare, mediante il rapporto **Md/Md'** il grado di costipamento dello strato in esame. Su ogni punto di prova è stato prelevato un campione da sottoporre in laboratorio a classificazione secondo la CNR UNI 10006.

**RISULTATI DELLE ANALISI:** in Tabella 4 vengono riportati i valori dei moduli di deformazione **Md** (che rappresenta la misura della capacità portante di una terra) e **Md'** (grado di costipamento dello strato di terreno in esame) ottenuti dalle prove di carico su piastra, viene inoltre calcolato e riportato il rapporto **Md/Md'**.

Punto di prova	Prova	Profondità (m)	MD (kg/cmq)	MD' (kg/cmq)	Rapporto MD\MD'
PS1	PS1/1	0,07	1257	2480	1,97
	PS1/2	0,27	1043	1555	1,49
PS2	PS2/1	0,10	842	2699	3,21
	PS2/2	0,32	585	2086	3,57
PS3	PS3/1	0,10	1669	2549	1,53
	PS3/2	0,30	646	1995	3,09
PS4	PS4/1	0,07	1080	2699	2,50
	PS4/2	0,20	1009	3671	3,64
PS5	PS5/1	0,08	909	3530	3,88
	PS5/2	0,18	1133	2868	2,53
PS6	PS6/1	0,10	446	1093	2,45
	PS6/2	0,26	516	1240	2,40
PS7	PS7/1	0,08	633	1434	2,27
	PS7/2	0,28	656	1434	2,19
PS8	PS8	0,20	690	2781	4,03

**Tabella 4 – Riepilogo delle prove di carico su piastra e dei campioni prelevati.**



## 6.3 PROVE DI LABORATORIO

### 6.3.1 CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE

**NORMA DI RIFERIMENTO:** CNR UNI 10006; UNI 11531-1.

**OBIETTIVI:** è un sistema di classificazione che viene utilizzato principalmente nel campo delle costruzioni stradali, o per terreni utilizzati come materiali da costruzione. In base alla granulometria e alle caratteristiche di plasticità, i terreni vengono suddivisi in **8 gruppi** indicati con le sigle da **A-1** a **A-8**, alcuni dei quali (A-1, A-2 e A-7) suddivisi a loro volta in sottogruppi (A1-a, A2-7 etc.).

Le prove sono state eseguite sui campioni prelevati dalle carote dei sondaggi geognostici (Tabella 5) e su quelli prelevati durante la fase di esecuzione delle prove di carico su piastra (Tabella 6).

**RISULTATI DELLE ANALISI:** in Tabella 5 vengono riportate le profondità dei campioni prelevati dai sondaggi e la relativa classificazione secondo la CNR UNI 10006.

Sondaggio	Campione	Profondità prelievo campione (m)		Classificazione CNR UNI 10006
S1	C2	4,30	4,60	A7-6
	C3	5,60	6,00	A7-5
S2	C1	1,80	2,30	A4
	C2	3,00	3,40	A7-6
S3	C1	1,00	1,50	A2-4
	C2	2,50	3,00	A2-7
S4	C1	0,60	1,00	A7-5
	C2	2,00	2,50	A2-7
S5	C1	3,60	4,00	A7-5
	C2	5,00	5,50	A7-5
S6	C1	1,20	2,00	A7-5
	C2	4,70	5,00	A7-5
S7	C1	1,60	2,00	A7-6
	C2	6,00	6,50	A7-6
S8	C1	3,00	3,50	A2-7
	C2	6,00	6,50	A7-5

*Tabella 5 – Classificazione dei terreni nei campioni provenienti dai sondaggi.*

In Tabella 6 vengono riportate le risultanze della classificazione secondo la CNR UNI 10006, realizzate sui campioni di sedimento prelevati nei punti delle prove su piastra.

Prove di piastra	Campione	Classificazione CNR UNI 10006
PS1	PS1	A1-a

<b>PS2</b>	PS2	A1-a
<b>PS3</b>	PS3	A1-a
<b>PS4</b>	PS4	A1-a
<b>PS5</b>	PS5	A1-a
<b>PS6</b>	PS6	A1-a
<b>PS7</b>	PS7	A1-a
<b>PS8</b>	PS8	A1-b

**Tabella 6 – Classificazione dei terreni nei campioni prelevati durante le prove di carico su piastra.**

### 6.3.2 PROVA DI TAGLIO DIRETTO

**NORMA DI RIFERIMENTO:** ASTM D 3080 – 98.

**OBBIETTIVI:** determinare le caratteristiche di resistenza a taglio (di picco) su provini consolidati in condizioni drenate mediante controllo di sforzi normali e tangenziali dei terreni investigati.

### 6.3.3 PESO DI VOLUME

**NORMA DI RIFERIMENTO:** CNR B.U. A. VII N°40 – 1973.

**OBBIETTIVI:** determinare del peso di volume in condizioni naturali.

**RISULTATI DELLE ANALISI:** in Tabella 7 sono riportate le risultanze delle prove di taglio diretto e della determinazione del peso di volume naturale.

Sondaggio	Campione	Profondità (m)		Angolo attrito (°)	Coesione (Kg/cm <sup>2</sup> )	Densità naturale (g/cm <sup>3</sup> )
<b>S1</b>	C2	4,30	4,60	27,54	0,15	1,605
	C3	5,60	6,00	28,66	0,20	1,815
<b>S2</b>	C1	1,80	2,30	30,16	0,11	1,866
	C2	3,00	3,40	25,78	0,26	1,799
<b>S3</b>	C1	1,00	1,50	31,84	0,01	1,670
	C2	2,50	3,00	32,50	0,08	1,732
<b>S4</b>	C1	0,60	1,00	30,84	0,10	1,608
	C2	2,00	2,50	31,24	0,13	1,941
<b>S5</b>	C1	3,60	4,00	24,80	0,18	1,573
	C2	5,00	5,50	28,74	0,27	1,763
<b>S6</b>	C1	1,20	2,00	20,05	0,38	1,889
	C2	4,70	5,00	30,88	0,18	1,782
<b>S7</b>	C1	1,60	2,00	31,36	0,17	1,829
	C2	6,00	6,50	26,13	0,24	1,945
<b>S8</b>	C1	3,00	3,50	31,96	0,09	1,498

ELABORATO: RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA	DATA: 28.03.2022
	PAG. 30 DI 37

C2	6,00	6,50	28,24	0,11	1,510
----	------	------	-------	------	-------

**Tabella 7 – Classificazione dei terreni nei campioni provenienti dai sondaggi.**

#### 6.4 ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO

**NORMA DI RIFERIMENTO:** D.Lgs 152/2006; D.Lgs 3.09.2020 n.121, UNI EN 12457-2

**OBIETTIVI:** caratterizzazione ambientale dei terreni indagati mediante analisi chimiche di laboratorio atte alla determinazione delle caratteristiche di pericolosità per campioni di rifiuto e per l'individuazione dell'impianto di recupero/smaltimento a cui il rifiuto può essere conferito.

**RISULTATI DELLE ANALISI:** in Tabella 8 sono riportate le risultanze delle analisi chimiche e del test di cessione realizzato sui 3 campioni prelevati dai sondaggi.

Campione	Profondità (m)	ANALISI CHIMICHE	
		Limiti ai valori analitici imposti dalla tabella 1°, allegato 5, alla parte V del D.Lgs 152/2006 e SS.MM.II.	TEST DI CESSIONE Allegati alla parte IV D Lgs 152/2006
PS1	1,0÷1,4	In base ai parametri presi in esame il terreno risulta avere valori analitici entro i limiti e idoneo ad uso verde pubblico, privato e residenziale.	Il terreno risulta idoneo al conferimento in sito di riciclaggio per essere usato in attività di recupero.
PS2	3,0÷4,0	In base ai parametri presi in esame il terreno risulta avere valori analitici entro i limiti e idoneo ad uso verde pubblico, privato e residenziale.	Il terreno risulta idoneo al conferimento in sito di riciclaggio per essere usato in attività di recupero.
PS3	0,1÷1,0	In base ai parametri presi in esame il terreno risulta avere valori analitici entro i limiti e idoneo ad uso verde pubblico, privato e residenziale.	Il terreno risulta idoneo al conferimento in sito di riciclaggio per essere usato in attività di recupero.

**Tabella 8 - Giudizio finale alle analisi chimiche e al test di cessione effettuati sui campioni di terreno.**

## SEZIONE IV

---

### MODELLO GEOTECNICO DEL SITO



## 7 MODELLAZIONE GEOTECNICA

Le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove, definite in base alle scelte tipologiche dell'opera o dell'intervento in progetto. In questo capitolo vengono riepilogati e analizzati in maniera critica i risultati delle indagini in situ e delle prove in laboratorio al fine di pervenire ad una modellazione geotecnica rappresentativa del sedime in studio.

### 7.1 DEFINIZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

In riferimento a quanto emerso dalle osservazioni di superficie e dalla campagna geognostica il sedime di intervento può essere schematicamente descritto, in riferimento al modello geologico di base, da tre **unità litotecniche** principali.

#### STRATO DI FONDAZIONE

Riscontrata in tutti i punti di indagine è caratterizzata da uno spessore variabile compreso tra **0,13÷0,83 m**. Gli spessori maggiori si osservano nei sondaggi **S1** (0,83 m) e **S2** (0,70 m), mentre gli spessori minori si rilevano nei sondaggi **S4** (0,14 m) e **S6** (0,16 m).

E' costituito da una ghiaia medio-fine con sabbia a componente limo-argillosa. Lo scheletro clastico ha dimensioni comprese tra **1÷3 cm** e **2÷7 cm**, con una forma da subsferica-allungata a discoidale, un contorno da sub-arrotondato a angolare.

Le terre costituenti lo strato di fondazione, classificate secondo la CNR-UNI 10006, rientrano nel gruppo **A1**, sottogruppo **A1-a**, a cui appartengono le terre ghiaiose-sabbiose. La bassa percentuale in sedimenti fini (passante al setaccio 0,063 mm) è confermata dai risultati dei limiti di Atterberg che risultano non definiti (n.d.) per quasi tutti i campioni. L'unico campione su cui sono stati definiti i limiti di Atterberg è il **Ps1** (prelevato nei pressi del sondaggio S1), da cui si ricava un **IP = 5** (Indice di plasticità), rappresentativo di un terreno **non plastico**.

In base alla **UNI 11531-1 del 2014**, i terreni che costituiscono lo stato di fondazione possono essere classificati come da **eccellenti a buoni**, quali terreni da sottofondo in assenza di gelo.

Il modulo di deformazione **Md** ottenuto dalla prova di piastra, corrispondente al primo ciclo di carico, evidenzia valori minimi di **Md** compresi **446÷633 Kg/cm<sup>2</sup>** (57,3÷62 Mpa) e valori massimi compresi tra **909÷1257 Kg/cm<sup>2</sup>** (89÷123 Mpa). I valori di **Md'** riferiti al secondo ciclo di carico (per i punti considerati) indicano valori **>1000 Kg/cm<sup>2</sup>** (98 Mpa), evidenziando un significativo costipamento dei terreni di fondazione avvenuto tra il I e il II ciclo di carico.

Una valutazione della qualità del costipamento può essere effettuata in base al rapporto **Md/Md'** ( $\leq 1$ ) che risulta tanto più prossimo all'unità quanto migliore è la qualità del costipamento. Nei punti con valori di

**Md** minimi (Ps2/2, Ps3/2, Ps6/1 e Ps7/1) si osservano valori del rapporto **Md/Md'** compresi tra **0,28÷0,44**, indicativo di terreni non adeguatamente costipati.

In riferimento al quadro emerso dall'analisi critica delle prove di laboratorio per i terreni che costituiscono lo stato di fondazione vengono proposti i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	COEFFICIENTI
UNI 11531-1 DEL 2014	-	A1-a
MODULO DI DEFORMAZIONE ( <b>Md</b> )	MPa	446÷1669
MODULO DI DEFORMAZIONE ( <b>Md'</b> )	MPa	1093÷3530
RAPPORTO ( <b>Md/Md'</b> )	-	0,28÷0,67

*Tabella 9 – Parametri caratteristici dei terreni che costituiscono lo stato di fondazione.*

### CORPO DEL RILEVATO

Rilevato in tutti i punti di indagine è caratterizzato da uno spessore variabile compreso tra **2,6÷9,10 m**. Gli spessori osservati variano in funzione dell'assetto planoaltimetrico del terreno su cui è stato realizzato il corpo del rilevato; gli spessori maggiori si rilevano nei sondaggi **S1** (9,10 m) e **S3** (7,10 m), mentre quelli minori nei sondaggi **S2** (2,6 m) e **S6** (3,24 m).

Ha una tessitura estremamente eterogenea, costituita in prevalenza da argilla-(limo) con sabbia e ghiaia, con diffusi ciottoli **0,15÷0,25 m** e trovanti di dimensioni di **0,40÷0,50 m** fino a **0,80 m**. Localmente, lungo il corpo del rilevato, la frazione ghiaiosa associata ad una matrice argillosa-(limo) diventa predominante. I clasti che costituiscono lo scheletro clastico hanno dimensioni medie comprese tra **0,01÷10 cm**, una forma da subsferica, un contorno da angolare a sub-angolare.

Le terre costituenti il corpo del rilevato, classificate secondo la CNR-UNI 10006, rientrano in gran parte nel gruppo **A7**, sottogruppo **A7-5** a cui appartengono le argille molto compressibili e mediamente plastiche, e al sottogruppo **A7-6** a cui appartengono le argille molto compressibili e molto plastiche. Gli indici di plasticità **IP** definiti per i terreni appartenenti ai due sottogruppi hanno valori compresi tra **15÷30**, caratteristici di un **terreno plastico**.

In subordine si riscontra la presenza dei gruppi **A4** (sondaggio S2 campione C1) a cui appartengono i limi poco compressibili, **A2** sottogruppo **A2-7** (sondaggio S3 campione C2 e sondaggio S4 campione C2) e sottogruppo **A2-4** (sondaggio S3 campione C1), che appartengono alla categoria della ghiaia o sabbia limosa o argillosa, caratterizzati da un indice di plasticità **IP** compreso tra **13÷14**, indicativo di un terreno **poco plastico**.

In base alla UNI 11531-1 del 2014, i terreni che costituiscono il corpo del rilevato possono essere classificati complessivamente come da **mediocri a scadenti**, quali terreni da sottofondo in assenza di gelo.

Il modulo di deformazione **Md** ottenuto dalla prova di piastra, corrispondente al primo ciclo di carico, evidenzia valori di **Md** compresi tra **516÷1009 Kg\cm<sup>2</sup>** (50,6÷98,9 Mpa), con valori di **Md'**, riferiti al secondo ciclo di carico, compresi tra **1240÷3671 Kg\cm<sup>2</sup>** (121,6÷360 Mpa). L'incremento del modulo di deformazione che si osserva tra il **I ciclo** e il **II ciclo** di carico evidenzia un significativo costipamento dei terreni di fondazione.

In base al rapporto  $Md/Md' (\leq 1)$  che risulta tanto più prossimo all'unità quanto migliore è la qualità del costipamento, si osservano valori compresi tra **0,27÷0,44**, indicativo di terreni non adeguatamente costipati.

Dalla curva pressione/deformazione ottenuta dalle prove di taglio diretto, si ottiene un valore medio di angolo di attrito  $\phi$  di **28,48°** e di coesione **c** pari a **17,6 KPa**. Il peso di volume naturale medio definito in laboratorio  $\gamma$  è di **18,19 KN/m<sup>3</sup>**.

In riferimento al quadro emerso dall'analisi critica delle prove di laboratorio per i terreni che costituiscono il corpo del rilevato vengono proposti i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	COEFFICIENTI
<b>UNI 11531-1 DEL 2014</b>	-	A7-5/6
<b>MODULO DI DEFORMAZIONE (MD)</b>	MPa	50,60÷98,90
<b>MODULO DI DEFORMAZIONE (MD')</b>	MPa	121,6÷360
<b>RAPPORTO (MD/MD')</b>	-	0,27÷0,44
<b>PESO DI VOLUME NATURALE (<math>\gamma</math>)</b>	KN/m <sup>3</sup>	17,28÷19,00
<b>ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO (<math>\phi</math>)</b>	Gradi	20,0 ÷32,50
<b>COESIONE (C)</b>	Kpa	0,98÷37,20

*Tabella 10 – Parametri geotecnici caratteristici dei terreni che costituiscono il corpo del rilevato.*

### TERRENO NATURALE

Rilevato in tutti i punti di indagine è caratterizzato da una profondità variabile compreso tra **3,50÷10,00 m**. Le profondità maggiori si rilevano nei sondaggi **S1** (10,0 m) e **S3** (7,70 m), mentre quelli minori nei sondaggi **S2** (3,4 m) e **S6** (3,24 m).

E' costituito in prevalenza da un deposito epiclastico, da litoide a semi-litoide, composto da un arenaria a granulometria medio-grossolana a matrice cineritica, frequentemente intercalato con strati di ceneri fini debolmente saldate. Localmente si riscontra la presenza di flussi piroclastici in facies ignimbratica da mediamente a fortemente saldate.

I terreni che costituiscono il substrato naturale, classificati secondo la CNR-UNI 10006, sono attribuiti ai gruppi **A2**, sottogruppo **A2-7** e al gruppo **A7**, sottogruppo **A7-5**. La sostanziale differenza tra due gruppi è dovuta all'elevata eterogeneità delle litologie che costituiscono il substrato naturale. Sulla base dei dati

acquisiti e sulle osservazioni condotte in situ si ritiene che il terreni naturali siano meglio rappresentati dal sottogruppo **A7-5**, in cui si collocano le **argille molto compressibili e mediamente plastiche**. L'indice di plasticità **IP** definito per i due campioni (S8 –C1 e C2) ha un valore di **14-16**, indicativo di un terreno da **poco plastico a plastico**.

Dalla curva pressione/deformazione ottenuta dalle prove di taglio diretto, si ottiene un valore medio di angolo di attrito  $\phi$  di **28,48°** e di coesione **c** pari a **17,6 KPa**. Il peso di volume naturale medio definito in laboratorio  $\gamma$  è di **18,19 KN/m<sup>3</sup>**.

In riferimento al quadro emerso dall'analisi critica delle prove di laboratorio per i terreni che costituiscono il corpo del rilevato vengono proposti i seguenti parametri geotecnici cautelativi:

PARAMETRI	UNITÀ DI MISURA	COEFFICIENTI
<b>UNI 11531-1 DEL 2014</b>	-	A7-5
<b>MODULO DI DEFORMAZIONE (Md)</b>	MPa	67,66
<b>MODULO DI DEFORMAZIONE (Md')</b>	MPa	272,72
<b>RAPPORTO (Md/Md')</b>	-	0,25
<b>PESO DI VOLUME NATURALE (<math>\gamma</math>)</b>	KN/m <sup>3</sup>	14,69÷14,80
<b>ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO (<math>\phi</math>)</b>	Gradi	28,24 ÷31,96
<b>COESIONE (C)</b>	Kpa	8,82÷10,78

**Tabella 11 – Parametri geotecnici caratteristici dei terreni naturali.**

## 8 CONCLUSIONI

---

Sulla base delle risultanze della campagna geognostica e delle osservazioni condotte nell'area di intervento, è stato delineato un **modello geologico e geotecnico di base** in grado di descrivere in maniera esaustiva le peculiarità dell'area di in cui si inseriscono le opere in progetto e le caratteristiche del corpo stradale che costituisce lo svincolo sulla 131 DCN oggetto di ripristino.

Il terreno naturale su cui andranno ad inserirsi le opere di nuova realizzazione è costituito da un deposito epiclastico, da litoide a semi-litoide, composto da un arenaria a granulometria medio-grossolana a matrice cineritica, intercalato flussi piroclastici in facies ignimbratica da mediamente a fortemente saldate. Le caratteristiche intrinseche del sedimento lo espongono a fenomeni di alterazione (argillificazione) che portano alla formazione di terreni contraddistinti da scarse caratteristiche fisico-meccaniche soprattutto se associati alla presenza di una falda o di acque di ristagno.

I terreni di cui è costituito il **corpo stradale** oggetto di intervento possono essere schematicamente riassunti in:

- **Strato di fondazione:** caratterizzato da uno spessore variabile compreso tra **0,13÷0,83 m**, è composto da una ghiaia medio-fine con sabbia a componente limo-argillosa, appartenente al gruppo **A1**, sottogruppo **A1-a**, classificato come da **eccellente a buono**, quale terreno da sottofondo in assenza di gelo. I risultati delle prove di carico su piastra evidenziano come localmente lo stato di fondazione presenti uno scarso grado di compattazione o addensamento.
- **Corpo del rilevato:** caratterizzato da uno spessore variabile compreso tra **2,6÷9,10 m**, è in prevalenza costituito da argilla-(limo) con sabbia e ghiaia, con diffusi ciottoli **0,15÷0,25 m** e trovanti di dimensioni di **0,40÷0,50 m** fino a **0,80 m**. La natura vulcanoclastica degli elementi clastici gli espone a fenomeni di alterazione anche spinta per argillificazione dei minerali costituenti. In riferimento alla UNI 11531-1 del 2014 le terre sono classificate come appratenti al gruppo **A7**, sottogruppo **A7-5 argille molto compressibili e mediamente plastiche**, e al sottogruppo **A7-6 argille molto compressibili e molto plastiche**, le cui caratteristiche quali terreni da sottofondo in assenza di gelo sono da ritenersi da **mediocri a scadenti**. I risultati delle prove di carico su piastra evidenziano come localmente il grado di compattazione o addensamento del rilevato sia scarso. Uno dei fattori che ha sicuramente influito sull'addensamento del rilevato è la presenza di ciottoli e trovanti di grandi dimensioni che hanno impedito la formazione di stati omogenei così come previsto dalla normativa di settore.

Sulla base delle indicazioni preliminari si ritiene che l'elevata eterogeneità dei terreni con cui è stato realizzato il corpo del rilevato, il suo scarso grado di addensamento abbiano contribuito in modo



significativo a generare i generare i fenomeni di cedimento che hanno pesantemente compromesso la funzionalità della sovrastruttura stradale.