



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



COMUNE DI SASSARI

PROVINCIA DI SASSARI

PNRR - M2C4 Investimento 2.2 - Interventi per la resilienza, la valorizzazione del territorio e l'efficienza energetica dei Comuni

INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA DELLA VALLATA DEL FOSSO DELLA NOCE NEL CENTRO ABITATO DI SASSARI

D.G.R. N.56/45 DEL 13/11/2020

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA REVISIONE NOVEMBRE 2022

ELABORATO :

RELAZIONE GEOLOGICA

| REVISIONI | | | | ALLEGATO C | SCALA | |
|-----------|-----------|---------------|------|-------------------|--------|--|
| n° | MODIFICA | DATA | CTRL | | CODICE | |
| 01 | consegna | Giugno 2022 | | | | |
| 02 | revisione | Novembre 2022 | | | | |
| | | | | | NOTE | |

R.T.I. tra:
Mandatario:



Studio Associato
4E-INGEGNERIA
Dott. Ing. Fabio Cambula

Il Dirigente dei LL.PP.
Dott. Ing. Fabio E. M. Spurio

Mandanti:



Dott. Geol. Alessandro Muscas

Dott. Ing. Emanuela Sassu

Il R.U.P.:
Dott. Ing. Ivano Mulas

Il Sindaco:
Prof. Gian Vittorio Campus

SOMMARIO

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | PREMESSA | 2 |
| 2 | INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO | 3 |
| 3 | Descrizione degli interventi | 5 |
| 4 | ANALISI DISPOSIZIONI E VINCOLI..... | 7 |
| 4.1 | PAI, PSFF, PGRA..... | 7 |
| 5 | INQUADRAMENTO GEOLOGICO | 9 |
| 5.1 | Inquadramento geologico-strutturale generale | 9 |
| 5.2 | Cenni morfologici e idrogeologici | 11 |
| 5.3 | Campagna Indagini..... | 12 |
| 5.4 | Contesto geologico con preciso riferimento al progetto | 15 |
| 6 | AZIONE SISMICA..... | 16 |
| 6.1 | Sismicità storica..... | 16 |
| 6.2 | Pericolosità sismica di base..... | 16 |
| 6.3 | Azione Sismica di progetto | 17 |
| 6.4 | Categoria di sottosuolo | 18 |
| 6.5 | Condizioni topografiche | 19 |
| 6.6 | Liquefazione dei terreni | 19 |
| 7 | CONCLUSIONI | 21 |

1 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la relazione geologica in seno al **PROGETTO PER INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA DELLA VALLATA DEL FOSSO DELLA NOCE NEL CENTRO ABITATO DI SASSARI (SS)**. Il presente studio illustra la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito attraverso la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

La caratterizzazione geologica delle formazioni presenti nell'area, è stata definita in primis tenendo in considerazione il controllo e la verifica a terra di tutte le informazioni derivanti dagli elaborati di carattere geologico presenti e di quelle reperite dalla cartografia ufficiale della Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000, realizzata con supporto conoscitivo omogeneo (esteso a tutta l'Isola), conforme alle indicazioni del Servizio Geologico d'Italia.

Tali informazioni sono state verificate in maniera diretta mediante un'attenta campagna d'indagini di tipo diretto e geofisico.

Il report delle indagini, riportato in allegato, ha permesso l'elaborazione e la ricostruzione del modello geologico, descritto all'interno del presente elaborato.

Il presente lavoro è stato elaborato in parziale ottemperanza al **D.M. 11.03.1988** e ss.mm.ii, e secondo quanto stabilito nelle "Norme tecniche per le costruzioni" del **D.M. del 17 gennaio 2018** e **Circolare esplicativa 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP** per la ricostruzione del modello geologico e sismostratigrafico del sottosuolo e la definizione del valore di $V_{s,eq}$ per la determinazione della categoria di sottosuolo.

Il sito in oggetto ricade all'interno delle perimetrazioni del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna e nello Studio Comunale di Assetto Idrogeologico, pertanto nella successiva fase progettuale verranno predisposti gli appositi studi di compatibilità idraulica e geologica geotecnica ai sensi delle normative del PAI.

2 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Dal punto di vista geografico/cartografico, gli interventi in esame ricadono all'interno del centro urbano della Città di Sassari, e si snodano, da monte verso valle da via Mossa a via San Francesco, e sono inquadrati e distinti nella cartografia come di seguito riportato:

- Carta d'Italia I.G.M 1:25.000 - Foglio 459 Sez. I – “Sassari”;
- Carta Geologica di Base 1:25.000 – Regione Sardegna;
- Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) 1:10.000 – sezione 459070 “Sassari”;
- Carta Tecnica del Comune di Sassari – Sezioni 459071 “Cappuccini” e 459072 “Lu Fangazzu”.

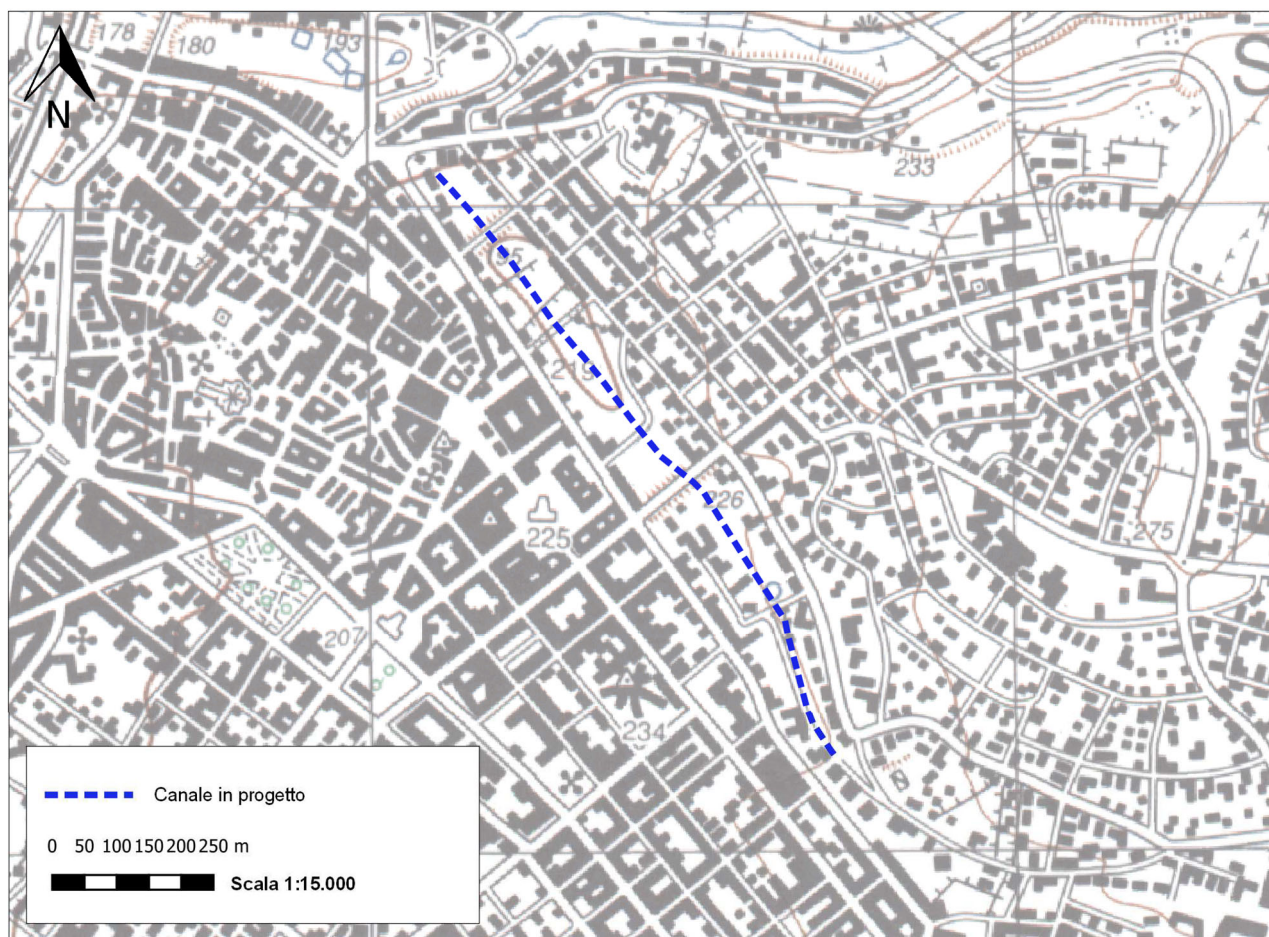


Figura 1 – Stralcio del Foglio n° 459 Sez. I - “Sassari” IGM in scala 1:25.000 con inquadramento dell'area.



Figura 2 – Interventi in progetto - Visione panoramica.

3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi progettuali funzionali alla messa in sicurezza idraulica del tratto del Fosso della Noce, che in questo stralcio vanno da Via Mossa fino ad arrivare in prossimità di Viale San Francesco, così come riportati negli elaborati progettuali allegati al presente Progetto di Fattibilità Tecnico Economica, sono qui di seguito illustrati in maniera sintetica.

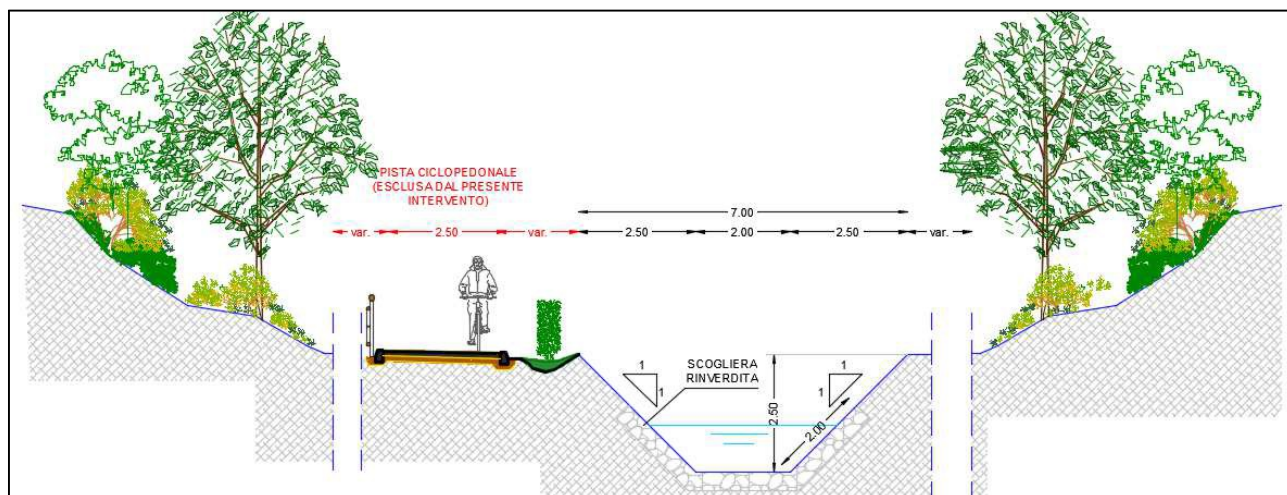


Figura 3 – Tratti di canale a cielo aperto a sezione trapezoidale con protezione del fondo e delle sponde con scogliera rinverdita

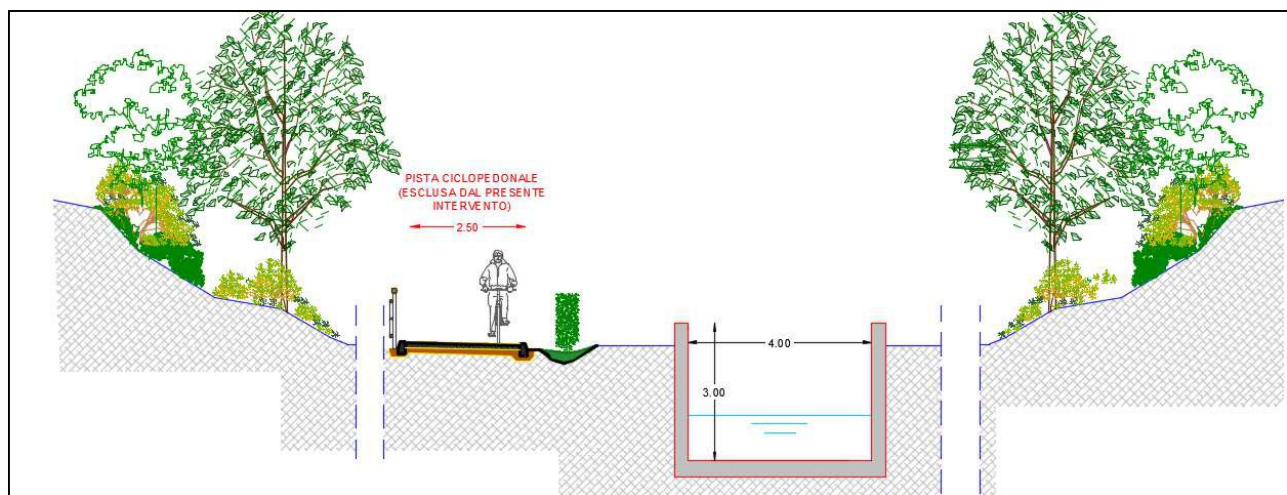


Figura 4 – Canale a sezione rettangolare in c.a. aperto

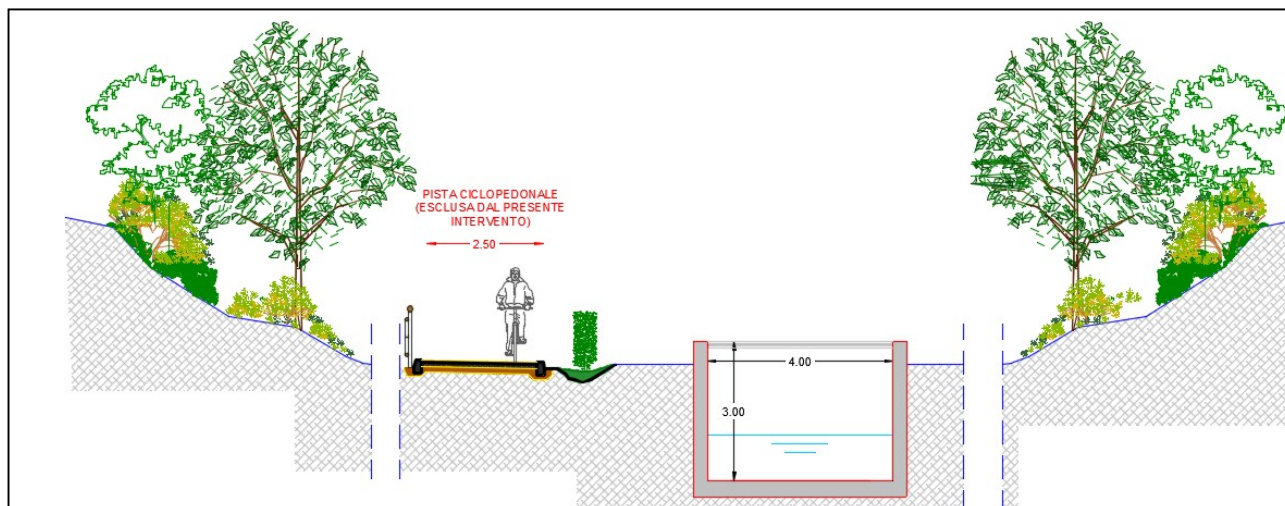


Figura 5 – Canale a sezione rettangolare in c.a. aperto con grigliato in acciaio zincato.

Sono previste inoltre delle opere di attraversamento dei rilevati in interferenza con l'andamento del Fosso. I rilevati sono quelli di Via Fancello, Viale Trento e Viale Trieste

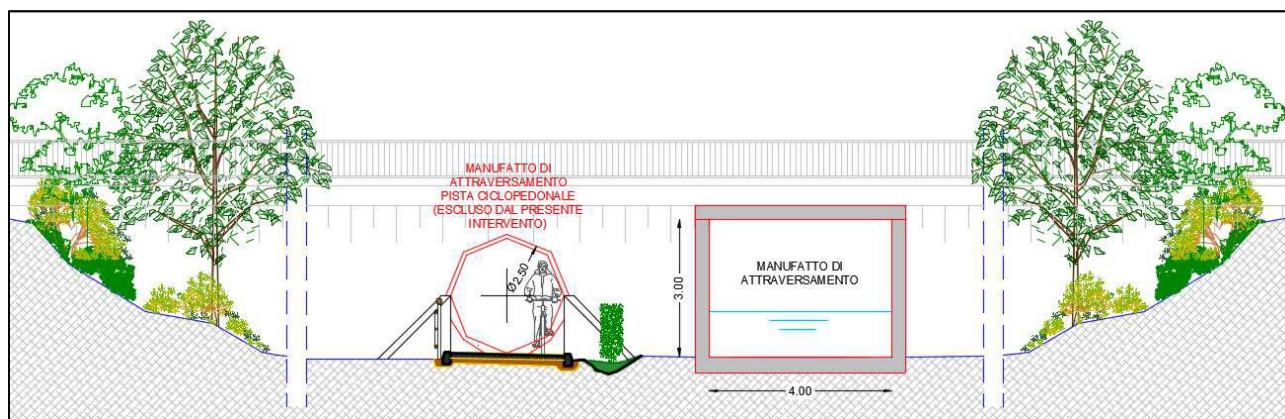


Figura 6 – Attraversamento Via Fancello – Sezione rettangolare in c.a

Attraversamento Viale Trento – Canale chiuso a sezione circolare in c.a. realizzato mediante tecnica spingitubo di diam. 2500 mm.

Attraversamento Viale Trieste – Canale chiuso a sezione circolare in c.a. realizzato mediante tecnica spingitubo di diam. 2500 mm..

4 ANALISI DISPOSIZIONI E VINCOLI

Al fine di valutare eventuali limitazioni alla fattibilità degli interventi in progetto e all'uso del territorio, si è verificato il regime vincolistico proposto dalle principali norme vigenti a tutela del territorio.

4.1 PAI, PSFF, PGRA

Per quanto attiene al Piano di Assetto Idrogeologico – Pericolosità da frana, con deliberazione n. 1 del 16.06.2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ha approvato in via definitiva la variante al Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) relativa al sub-bacino Coghinas – Mannu - Temo (sub-bacino 3) in cui ricade interamente il Comune di Sassari. Le varianti proposte e adottate dallo "Studio di dettaglio e approfondimento del quadro conoscitivo della pericolosità e del rischio da frana nel Sub Bacino n°3 Coghinas – Mannu – Temo", inquadrano la quasi totalità del contesto urbano in cui si snodano gli interventi di messa in sicurezza idraulica del Fosso della Noce, all'interno di "Aree studiate non soggette a potenziali fenomeni franosi" e prive, quindi, di pericolosità geomorfologica. Solamente l'ultimo tratto del progetto, nella zona di Viale San Francesco, ricade in zona a media pericolosità da frana e in funzione di ciò, ai sensi dell'Art. 23, comma 6 lettera b e Art. 25 delle NTA del PAI, verrà redatto apposito studio di compatibilità geologica e geotecnica nella successiva fase progettuale.

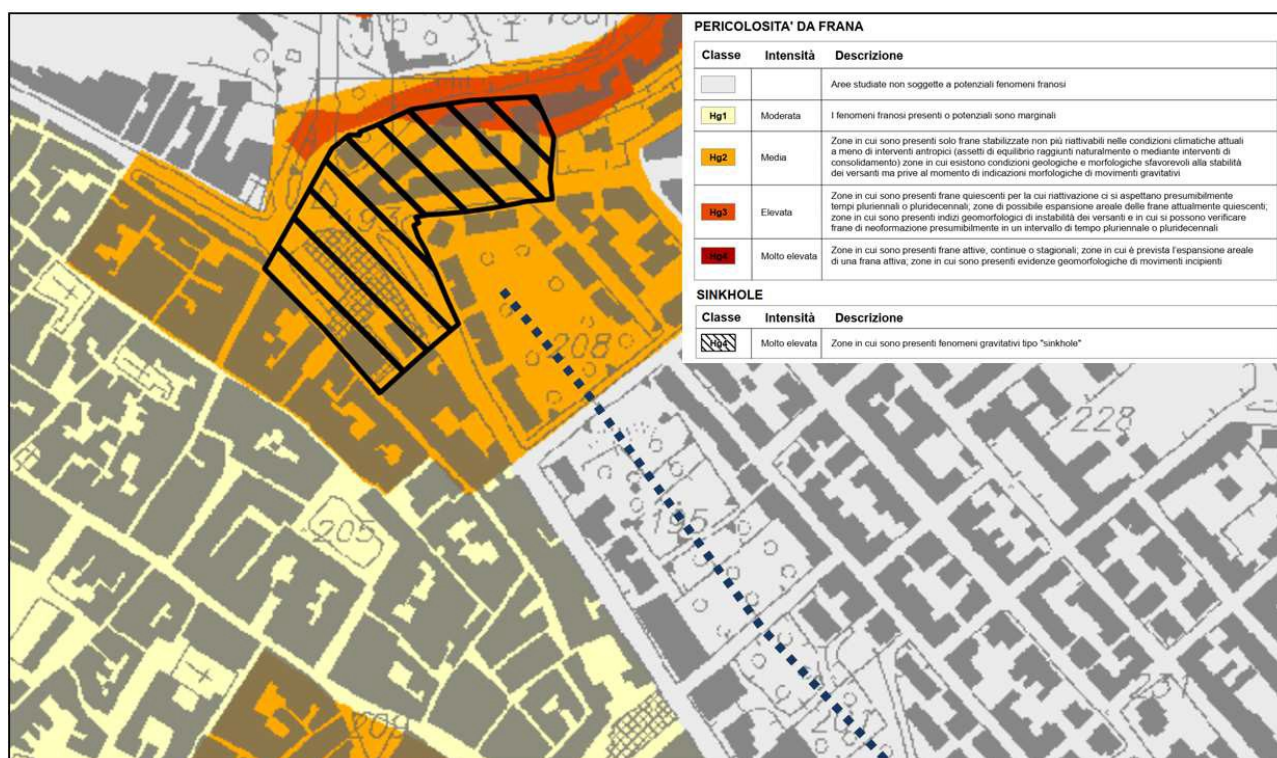


Figura 7 – Piano stralcio d'Assetto Idrogeologico – Variante Generale Sub Bacino n°3. Pericolosità da frana con sovrapposizione interventi (in blu)

Secondo il PAI vigente, il Fosso della Noce è contraddistinto dalla perimetrazione di aree a pericolosità idraulica molto elevata “Hi4” (Delibera del Comitato Istituzionale n. 4 del 12.12.2012), Art.8 delle NTA, per cui, per le opere in progetto, verrà redatto apposito Studio di Compatibilità Idraulica ai sensi dell’Art. 23, comma 6 lettera b e Art. 24 delle NTA del PAI nella successiva fase progettuale.

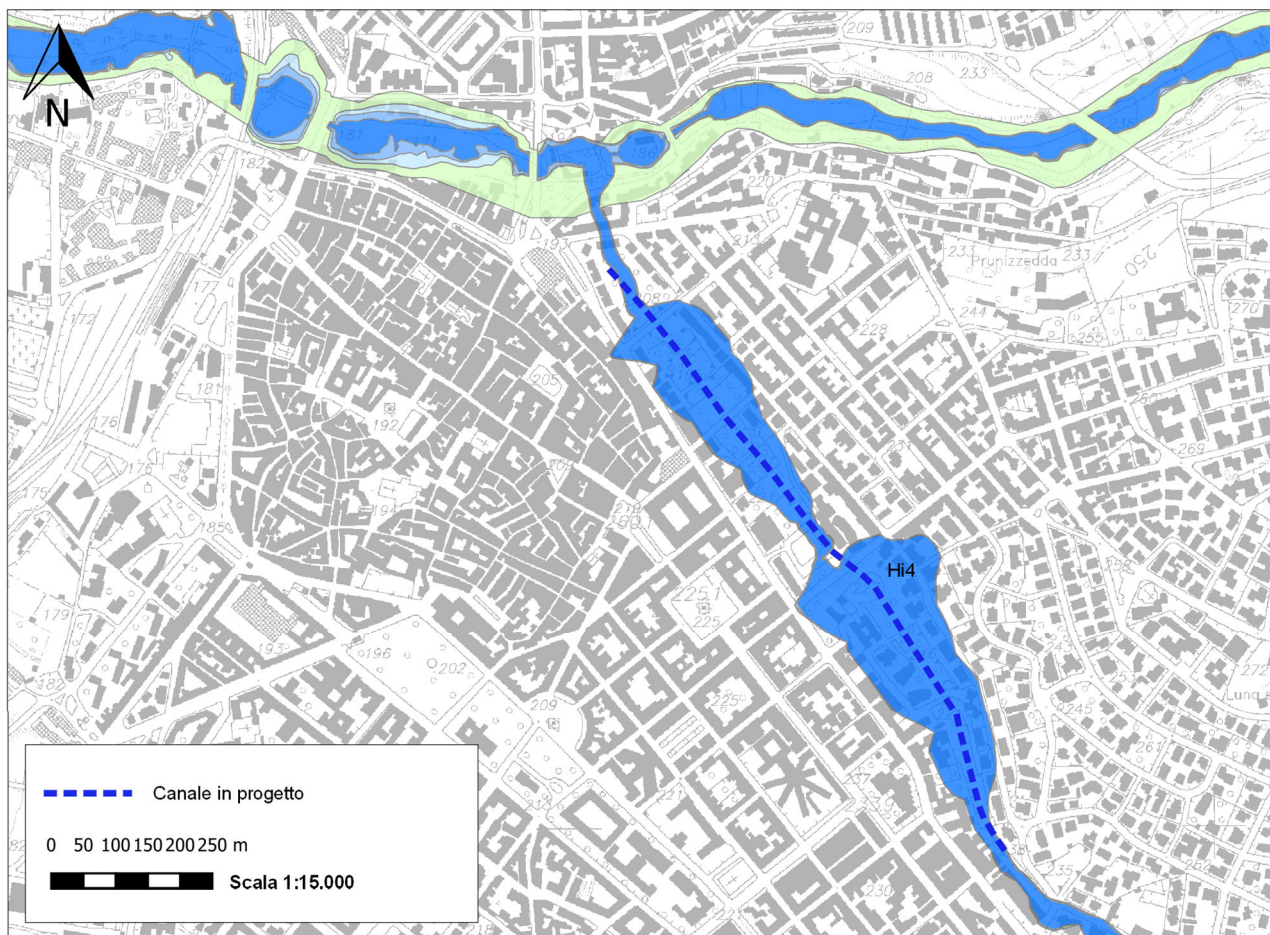


Figura 8 – Pericolosità Idraulica – Piano di Assetto Idrogeologico Art.8 – Comune di Sassari

5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

5.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE GENERALE

La strutturazione geologica della Sardegna è caratterizzata da un basamento metamorfico paleozoico (intruso da plutoniti tardo-varisiche) e da coperture sedimentarie e vulcaniche. Durante l'Oligo-Miocene, a seguito dell'apertura del Bacino Balearico, l'intera Sardegna (congiuntamente alla Corsica) si separa dal bordo meridionale dell'Europa per posizionarsi al centro del Mediterraneo. Tale sfenocasma trasforma l'isola in un arco magmatico responsabile del primo ciclo vulcanico oligo-miocenico i cui prodotti calcareali si depongono all'interno della cosiddetta "Fossa Sarda" o "Rift Sardo", una depressione che dal Golfo dell'Asinara fino a quello di Cagliari è caratterizzata da bacini connessi tra loro da faglie di trasferimento (come quello di Porto Torres e del Logudoro) e delimitati a ovest e a est (in onlap o tramite faglie dirette) da alti strutturali di basamento.

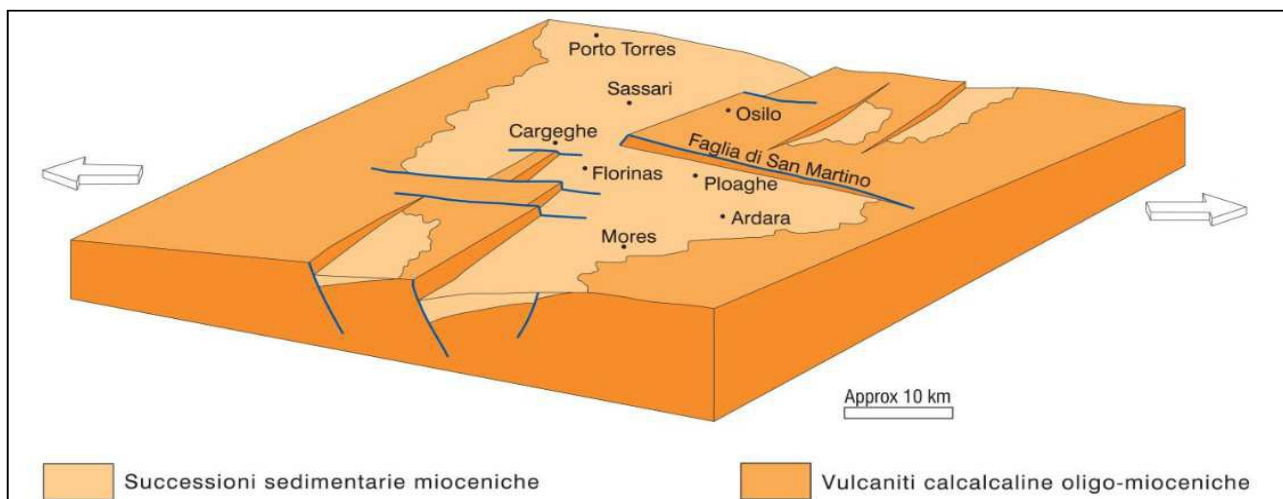


Figura 9 – Blocco-diagramma dei bacini di Porto Torres e del Logudoro

Successivamente alla messa in posto delle vulcaniti, i bacini continuano ad approfondirsi registrando una trasgressione marina documentata dalla deposizione (in onlap sulle sequenze vulcano-sedimentarie) di una successione sedimentaria costituita da calcari litorali e sabbie, seguite da marne di ambiente marino più profondo. Tale successione sedimentaria è interrotta da una superficie erosiva. Su quest'ultima giace la sequenza deposizionale più recente che arriva fino al Tortoniano-Messiniano, costituita alla base da sabbie fluvio-marine e da calcari di piattaforma interna ricchi di alghe. Infine, un'ulteriore tettonica distensiva plio-pleistocenica è responsabile dell'ultimo ciclo vulcanico caratterizzato da un magmatismo anorogenico intraplacca con effusioni di lave perlopiù basaltiche.

All'interno di questo schema geologico regionale l'area di intervento insiste al di sopra di una piattaforma carbonatica, all'interno del già citato bacino sedimentario di Porto Torres. Tale piattaforma si caratterizza per litologie calcaree, calcarenitiche e marnose spesso sub-affioranti,

ricoperte (nei terreni naturali) da limitati spessori di depositi colluviali o saprolitici originatisi perlopiù per alterazione in posto delle stesse rocce carbonatiche. Nell'area urbana invece le irregolarità morfologiche sono state livellate in epoca storica con materiale di riporto di varia provenienza, comprese macerie di demolizione, al fine di ottenere superfici regolari su cui edificare ed espandere il centro urbano.

Tutti gli interventi previsti mirati alla messa in sicurezza idraulica del Fosso della Noce ricadono nel contesto urbano inquadrato di seguito dal punto di vista geologico. I dati presenti, le sigle delle formazioni e le descrizioni litostratigrafiche, fanno riferimento alla Carta Geologica di Base della Sardegna in scala 1:25.000, che definisce in maniera particolareggiata le differenti facies di formazioni e coperture presenti nell'area inquadrata e che costituiscono le informazioni del substrato lapideo. Ovviamente, in un contesto contraddistinto da una pressoché totale urbanizzazione, la cartografia riportata non tiene conto delle coperture antropiche costituite da riporti e riempimenti di vario genere e che costituiscono i sottofondi stradali, dei piazzali e in generale rispecchiano le trasformazioni antropiche dell'espansione urbana negli anni. Tali dettagli sono emersi in occasione della campagna indagine condotta lungo il tratto cittadino del Fosso della Noce e che puntualmente ha messo in evidenza tali peculiarità dei tratti investigati.

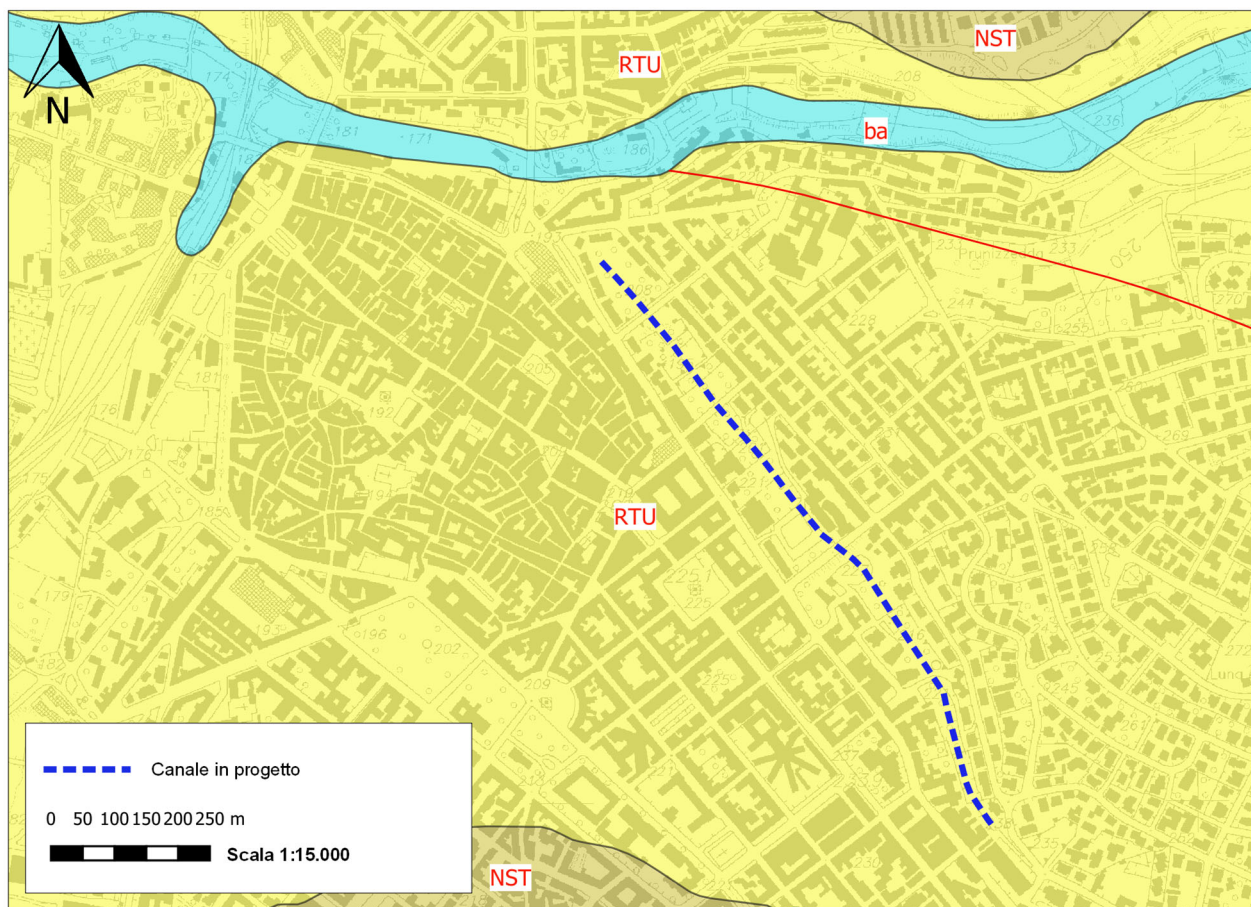


Figura 10 – Stralcio Carta Geologica

SUCCESSIONE SEDIMENTARIA OLIGO-MIOCENICA DELLA SARDEGNA CENTRO-SETTENTRIONALE

Successione Sedimentaria Oligo-Miocenica del Logudoro-Sassarese

RTU - FORMAZIONE DI BORUTTA. *Marne, marne arenacee bioturbate e calcari marnosi, localmente in alternanze ritmiche. LANGHIANO.*

NST - FORMAZIONE DI MONTE SANTO. *Calcari bioclastici di piattaforma interna, con rare intercalazioni silicoclastiche ed episodi biohermali; calcareniti. SERRAVALLIANO-?TORTONIANO*

Le formazioni della successione miocenica che costituiscono, di fatto, il basamento che struttura la regione, fanno parte della successione sedimentaria del Logudoro – Sassarese e occupano una vasta area, corrispondente a circa la metà del territorio comunale di Sassari e sono caratterizzate, in generale, da litologie calcaree e calcareo marnose abbastanza competenti. La Formazione di Monte Santo si caratterizza per calcari e calcareniti affioranti nella parte alta della città mentre la Formazione di Borutta si caratterizza per l'alternanza di marne più o meno calcaree in stratificazione piano-parallela e affiora diffusamente nella parte bassa della città e in tutta la piana turritana.

I depositi alluvionali presenti nell'area inquadrata risultano confinati nell'alveo e nelle anse degli impluvi e dei corsi d'acqua presenti (ba). Gli spessori non sono mai rilevanti e comunque non hanno attinenza con gli interventi in progetto.

5.2 CENNI MORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI

L'abitato di Sassari insiste su un vasto tavolato carbonatico caratterizzato da una debole immersione verso NW e da forme del rilievo tipicamente tabulari, spesso coincidenti con le superfici di strato, mentre nelle porzioni meridionali si osservano bruschi tagli morfologici con cornici e coste tipiche di un ambiente a “*cuestas*” che retrocedono per crolli successivi.

Tale tavolato, oltre a essere naturalmente delimitato a sud dalla vallata su cui si imposta il Rio Mascari, è caratterizzato da altre numerose vallate, tra cui il Fosso della Noce, che caratterizzano il tessuto urbano e l'immediata periferia della città.

Per quanto riguarda la circolazione idrica superficiale, data la natura delle litologie carbonatiche, il paesaggio è tipicamente carsico, con assenza di grossi corsi d'acqua perenni nei fondivalle, a esclusione del Rio Sant'Orsola. A partire dagli impluvi che attraversano anche la città, si origina verso NW su un *bedrock* marnoso e relativamente impermeabile, il Rio di S. Orsola che divenendo Rio Ottava si unisce in destra idrografica al Rio Mannu prima di sfociare sulla costa di Porto Torres. Il settore meridionale della città è invece drenato da piccoli corsi d'acqua tributari in destra idrografica del Rio Mascari.

Per quanto riguarda invece la circolazione idrica sotterranea, il complesso sedimentario calcareo miocenico ospita numerose falde, spesso sospese sulle alternanze marnose della Formazione di Borutta le quali, in virtù del loro più basso coefficiente di permeabilità, fungono da letto semipermeabile. Al contatto con tale Formazione si allineano difatti numerose sorgenti di contatto (Fontana delle Conce, Fontana del Rosello...).

5.3 CAMPAGNA INDAGINI

Tra i mesi di marzo e aprile 2022, è stata effettuata una campagna indagini finalizzata alla caratterizzazione geologica, geotecnica e sismostratigrafica delle aree interessate dal presente progetto, oltre che all'individuazione di tratti del canale storico interrato che percorreva il Fosso della Noce. La Sarda Sondaggi S.r.l. di Sassari è stata incaricata dal Comune di Sassari dell'esecuzione dei lavori di indagine geognostica e geotecnica.

In sintesi, il programma particolareggiato delle indagini è stato articolato secondo due fasi consecutive, così realizzate tenendo conto dell'ubicazione all'interno del fitto tessuto urbano della città di Sassari e della tipologia di indagini previste.

- FASE 1 – Indagini geofisiche mediante Georadar su tutto il tracciato di progetto;
- FASE 2 – Esecuzione indagini dirette mediante sondaggi geognostici, prove in sito, analisi di laboratorio e prove sismiche.

Le attività svolte possono essere così sintetizzate:

1. Fase 1:

- Esecuzione indagini mediante georadar;

2. Fase 2:

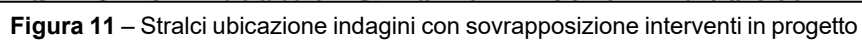
- Esecuzione prove sismiche a rifrazione in tecnica tomografica in onde P;
- Esecuzione prove sismiche MASW per definizione valore $V_{s,eq}$ (NTC2018)
- Sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- Prove geotecniche in situ (SPT in foro);
- Prelievo di campioni geotecnici;
- Prelievo di campioni ambientali;
- Classificazioni, analisi e prove di laboratorio geotecnico;
- Analisi chimiche di laboratorio.

La maggior parte delle indagini sono state realizzate in corrispondenza del tracciato di progetto, con particolare attenzione agli attraversamenti dei rilevati principali (via fancello, Viale Trento, Viale Trieste). Sono state inoltre effettuate diverse acquisizioni mediante georadar, lungo transetti trasversali al canale tombato esistente nella porzione a monte di quella prevista del presente progetto, al fine di fornire l'esatto posizionamento del suddetto manufatto e di poter quindi estendere futuri interventi di mitigazione del rischio idraulico anche a porzioni del tessuto urbano interessate da criticità idrauliche.

I lavori sono stati effettuati sotto la direzione tecnica affidata al dott. Geol. Andrea De Santis, che ha sottoscritto il report per conformità di quanto riportato rispetto alle operazioni eseguite in cantiere. La relazione delle indagini svolte completa dei singoli report specialistici e dei certificati sulle indagini è riportato come elaborato del presente progetto di fattibilità tecnico-economica,

L'ubicazione delle indagini è riportata all'interno dell'elaborato C1 i cui stralci sono illustrati nelle immagini seguenti.





5.4 CONTESTO GEOLOGICO CON PRECISO RIFERIMENTO AL PROGETTO

Le indagini realizzate, sia quelle dirette che quelle indirette hanno permesso di ricostruire il modello geologico locale. Come premesso nell'inquadramento generale, gli assetti litostratigrafici di riferimento non potevano essere di fattivo supporto alla progettazione. Le singole indagini hanno invece consentito di effettuare una ricostruzione delle situazioni stratigrafiche di un tessuto così fortemente condizionato dall'azione di sovrapposizioni antropiche sia storiche che recenti.

In generale, la porzione di monte dell'intervento, da Via Mossa fino al parcheggio di Santi Angeli, presenta un modello geologico contraddistinto dalla presenza di un substrato calcareo arenaceo, con gradi di cementazione variabili e coperture antropiche inferiori al metro. Oltre il parcheggio, fino a Viale S. Francesco, il substrato lapideo non è stato intercettato in maniera diretta dai sondaggi e il materiale di riempimento si presenta con spessori variabili tra i 6,0 e gli 8,0 con approfondimento fino a 10 metri dal piano campagna. Tali evidenze sono state confermate anche dalle indagini sismiche.



Figura 12 -- Substrato lapideo miocenico – calcari arenacei

I materiali di riporto e riempimento di cui sopra sono contraddistinti da una forte eterogeneità delle caratteristiche composizionali e fisico-meccaniche quindi in fase di progetto definitivo, in funzione delle particolari scelte progettuali previste verranno presi in considerazione i singoli punti di indagini ed eventualmente approfondite sia le indagini stesse che le prove di laboratorio.



Figura 13 – Materiali di riempimento antropico eterogeneo

Per quanto riguarda gli attraversamenti dei rilevati, e in particolare Viale Trento e Viale Trieste, si conferma la presenza di cospicue coltri di materiali di riempimento nelle rispettive sezioni di monte e valle. Per la caratterizzazione dei volumi che costituiscono i corpi stessi dei rilevati sarà opportuno prendere in considerazione gli esiti delle numerose indagini dirette e geofisiche condotte negli anni per i diversi interventi di stabilizzazione e valutare con estrema attenzione le eventuali interferenze con le opere di consolidamento realizzate.

6 AZIONE SISMICA

6.1 SISMICITÀ STORICA

La sismicità della Regione Sardegna è assai bassa. Tali evidenze sono messe in rilievo da molti indicatori, quali l'evoluzione cinematica del Mediterraneo centrale, che secondo qualsiasi ricostruzione, ci dice che l'intero blocco sardo-corso è rimasto stabile negli ultimi 7 milioni di anni.

Il catalogo storico dei terremoti riporta, infatti, solo due eventi nel Nord della Sardegna, entrambi di magnitudo inferiore a 5 (nel 1924 e nel 1948); il catalogo strumentale (sismicità degli ultimi 25 anni registrata dalla rete nazionale) riporta solo alcuni eventi nel Tirreno e pochissimi eventi a Sud della Sardegna (come gli ultimi eventi del marzo 2006), tutti eventi di magnitudo inferiore a 5. L'evento sismico più forte in Sardegna, infatti, è stato registrato nel 1948 nella zona tra Castelsardo e Tempio Pausania; fu un terremoto che provocò solo qualche lieve danno. Nel 2006 alcune scosse avvennero nel Golfo di Cagliari, spaventando la popolazione senza danni.

Nella zona presa in esame la situazione è analoga: non è impossibile che si verifichi qualche scossa leggera ma la probabilità è molto bassa. Si tratta, insomma, di eventi di bassa energia, e infrequenti.

6.2 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) D.M. 14.01.2008 così come gli aggiornamenti relativi di cui al D.M. 17.01.2018, introducono il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

La “pericolosità sismica di base”, di seguito chiamata semplicemente pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e alle strutture.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV, <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Le NTC introducono il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso l'intero territorio italiano. Le stesse NTC forniscono, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_r considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno (espressa in g/10);
- F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

- T_c^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito non è sintetizzata più dall'unico parametro (a_g), ma dipende dalla posizione rispetto ai nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame (Tabella A1 delle NTC), dalla Vita Nominale e dalla Classe d'Uso dell'opera. I punti del reticolo di riferimento riportati nella Tabella A1 delle NTC hanno un passo di circa 10 km e sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica di base dell'INGV, da cui è stata tratta la Tabella A1 delle NTC, è caratterizzata da una mappa di pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo rigido (in g) in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato.

Per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri gli spettri di risposta sono definiti in base a valori di a_g , F_0 , T_c^* uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola e per tali valori, necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B.

(Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti).

Per la Regione Sardegna, e quindi per il Comune di Sassari, l'assegnazione dei parametri per i vari tempi di ritorno è semplificata dalle tabelle sottostanti che assegna i singoli valori di a_g , F_0 , T_c^* .

| TR=30 | | | TR=50 | | | TR=72 | | | TR=101 | | | TR=140 | | |
|-------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|---------|--------|-------|---------|--------|-------|---------|
| 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^* |
| 0,186 | 2,61 | 0,273 | 0,235 | 2,67 | 0,296 | 0,274 | 2,7 | 0,303 | 0,314 | 2,73 | 0,307 | 0,351 | 2,78 | 0,313C |

| TR=201 | | | TR=475 | | | TR=975 | | | TR=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^* |
| 0,393 | 2,82 | 0,322 | 0,5 | 2,88 | 0,34 | 0,603 | 3 | 0,372 | 0,747 | 3,09 | 0,401 |

Tabella valori di a_g , F_0 , T_c^ per la Regione Sardegna*

6.3 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è quindi valutata da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

L'azione sismica così individuata viene poi variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

6.4 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

In base a quanto attualmente esposto delle “Norme tecniche per le costruzioni” del D.M. 17 gennaio 2018, che aggiornano e sostituiscono il precedente D.M. del 14 gennaio 2008, è necessario determinare le azioni sismiche di progetto tramite specifiche analisi di sito o mediante un approccio semplificato che si basa sul calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ($V_{s,eq}$) partendo dal piano di posa delle fondazioni.

Il valore di $V_{s,eq}$ (in m/s) viene calcolato secondo la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

dove h_i e $V_{s,i}$ indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti al di sopra del substrato sismico (con $V_s > 800$ m/s), fino a un H massimo di 30 m ($V_{s,30}$).

Per la definizione della categoria di sottosuolo si è fatto riferimento alla caratterizzazione sismostratigrafica effettuata in situ.

Dai dati sopra elencati si evince l'assenza di un substrato sismico ($V_s > 800$ m/s) affiorante entro i primi 30.0 m di profondità e quindi, considerando in via cautelativa il piano di posa delle fondazioni coincidente con il piano campagna, sono stati ricavati i seguenti valori di velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio riferiti ai primi 30 m di profondità:

- SM_01: $V_{s,eq}$ (30m) = 466 m/s
- SM_02: $V_{s,eq}$ (30m) = 488 m/s
- SM_03: $V_{s,eq}$ (30m) = 483 m/s
- SM_04: $V_{s,eq}$ (30m) = 546 m/s

Pertanto, sulla base di questi valori e secondo quanto stabilito dal DM del 17 gennaio 2018, è possibile assegnare ai terreni di progetto la seguente categoria di sottosuolo:

Categoria di sottosuolo “B”

| | | Descrizione |
|-------------------------|---|--|
| Categoria di Sottosuolo | A | Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m. |
| | B | Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s. |
| | C | Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s. |
| | D | Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s. |
| | E | Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m. |

Tabella 3.2.II delle NTC

6.5 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Il sito in esame è ubicato in corrispondenza di un contesto di fondo valle debolmente inclinato pertanto, in base a quanto previsto dal DM del 17 gennaio 2018, Tabella 3.2.III, l'area può essere classificata nella seguente categoria topografica:

Categoria Topografica “T1”

| | | Descrizione |
|------------------------|---|---|
| Categorie Topografiche | 1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione $i \leq 15^\circ$; |
| | 2 | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$; |
| | 3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$; |
| | 4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$. |

Tabella 3.2.III delle NTC2018

6.6 LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Per liquefazione si intende generalmente una somma di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. (7.11.3.4.1 NTC 2018).

La perdita di resistenza dei terreni con determinate caratteristiche, sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, e il conseguente raggiungimento di una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso, avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta fino ad arrivare al valore della pressione totale di confinamento, fino ad annullare gli sforzi efficaci, da cui

dipende la resistenza al taglio. Tali fenomeni di liquefazione dei terreni si verificano soprattutto in presenza di sabbie fini e nei limi saturi di densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa.

Nel caso specifico, in relazione al paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC 2018, la verifica a liquefazione può essere omessa poiché le accelerazioni massime attese al piano di campagna, circa **0,05g**, sono inferiori perciò, a **0,1g**.

7 CONCLUSIONI

Nell'ambito del progetto relativo agli **Interventi di messa in sicurezza idraulica della Valle del Fosso della Noce**, nella sua attuale fase di Fattibilità Tecnico Economica, è stata realizzata una campagna geognostica volta a determinare le caratteristiche stratigrafiche e strutturali dei terreni all'interno del tessuto urbano della città di Sassari, lungo l'asse principale della linea superficiale di scorrimento delle acque meteoriche.

Lo scopo del progetto, infatti, è quella di creare e favorire lo scorrimento delle acque meteoriche e di ripristinare la continuità idraulica della valle, convogliandole nelle infrastrutture presenti presso la valle del Rosello e riducendo, al contempo, la pericolosità idraulica esistente a monte dei terrapieni di Viale Trento e Viale Trieste.

Le indagini effettuate, estese anche alle porzioni a monte idraulico del presente progetto, hanno permesso in primis di individuare la traccia del canale tombato esistente e in seconda battuta di ricostruire l'andamento del substrato lapideo caratterizzato, in questa porzione di territorio, da calcari arenacei miocenici a differente grado di cementazione e di ricercare, al di sopra di esso, gli spessori e la natura dei riempimenti antropici sia storici che recenti.

Sulla base dei valori desunti dalle prove geofisiche e secondo quanto stabilito dal DM del 17 gennaio 2018, è possibile assegnare ai terreni di progetto la categoria di sottosuolo "B".

Le indagini, che costituiscono un elaborato progettuale distinto, e le relative considerazioni sono state tarate in considerazione della tipologia degli interventi progettuali previsti per la messa in sicurezza idraulica. Gli interventi consisteranno sostanzialmente nella realizzazione di tratti di canale a cielo aperto a sezione trapezoidale o rettangolare o tratti di canale a sezione rettangolare aperto con grigliato in acciaio.

Nei terrapieni sopra citati saranno realizzati i varchi per il deflusso dell'acqua, mediante spingitubo, ottenendo quindi la continuità idraulica essenziale a limitare i problemi idraulici in caso di eventi meteorici intensi. Proprio per quanto riguarda gli attraversamenti dei rilevati, si conferma la presenza di cospicue coltri di materiali di riempimento nelle rispettive sezioni di monte e valle.

Per la caratterizzazione dei volumi che costituiscono i corpi stessi dei rilevati, finalizzata alla realizzazione delle opere idrauliche, sarà opportuno prendere in considerazione gli esiti delle numerose indagini dirette e geofisiche condotte negli anni per i diversi interventi di stabilizzazione e valutare con estrema attenzione le eventuali interferenze con le opere di consolidamento realizzate.

Quanto alle pericolosità idrogeologiche i diversi strumenti di pianificazione territoriale hanno individuato aree a pericolosità idraulica e geomorfologica lungo il tracciato di progetto per le quali

saranno predisposti opportuni studi di compatibilità ai sensi dell'art. 23 delle N.A. PAI e redatti secondo quanto indicato negli artt. 24 e 25 delle stesse norme di attuazione.