



CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE
Via Cagliari n. 170 - Oristano

"CONVERSIONE DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE A CANALETTA DEL DISTRETTO A GRAVITA' DI PESARIA IN RETE TUBATA"

OPERE INFRASTRUTTURALI A VALERE SU FONDO SVILUPPO E COESIONE
2021-2027



C.A.T. P0520

C.U.P.: G17H20003040002

C.I.G.:

PROGETTO ESECUTIVO

Progettista
Ing. Bravin Giorgio

Collaboratori
Geom. Cicu Lorenzo
Geol. Sanna Stefano
Geom. Pinna Fulvio

Responsabile Unico del Progetto
Dott. Agr. Serafino Angelo Meloni

Il Consorzio di Bonifica dell'Oristanese
Il Presidente
Dott. Carlo Corrias

Titolo				Allegato
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA				1.3
Rev.	Data	Nome file	Redattore	Verificatore
	07/2024	1533P0520relgeoGB	Ing. Bravin Giorgio	Ing. Castagna Francesco
				8012P0520M-VER07

Sommario

1.RELAZIONE GEOLOGICA.....	2
2. RELAZIONE GEOTECNICA.....	22

RELAZIONE GEOLOGICA

Sommario

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3. NORMATIVA VIGENTE	6
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
5. MORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA.....	12
6. CONTESTO GEOLOGICO LOCALE	14
7. SISMICA	15
8. CONCLUSIONI	19
ALLEGATO – CARTA GEOLOGICA.....	21

1. PREMESSA

Il presente lavoro fa parte integrante del Progetto ESECUTIVO dei lavori di **“Conversione della rete di distribuzione a canaletta del distretto a gravità di Pesaria in rete tubata”** - CAT P0520 – CUP G17H2000304002, relativo a opere infrastrutturali a valere sulle risorse relative alla programmazione del Fondo Sviluppo e Coesione (FSC) 2021-2027 per interventi immediatamente cantierabili.

La rete di distribuzione del distretto di Pesaria è suddivisa tra linee principali (canali generali H e G), di lunghezza pari a circa 8.500 metri, con diametri tra il DN 1200 e il DN 700 e linee secondarie, di lunghezza di circa 19.700 metri con diametri DN 500, DN 400 e DN 300.

Lo studio geologico ingloba la totalità del territorio coinvolto dalla rete di distribuzione del distretto di Pesaria (Progetto generale), mentre questa specifica attività progettuale, che rappresenta il I Lotto funzionale, prevede la sostituzione delle attuali condotte irrigue a canaletta e a gravità (fuori terra), in calcestruzzo, con tubazioni interrate in PEAD (Polietilene ad Alta Densità), del Canale Generale G, di lunghezza pari a 1004,88 metri e diametri tra il DN 1200 e il DN 800, e secondarie, di lunghezza di 8.698,40 metri, con diametri dal DN 700 al DN 300.

Di seguito verranno analizzate le condizioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'intera area interessata dal progetto generale, compresa quindi la parte oggetto del I Lotto funzionale, facendo riferimento alla geologia, idrogeologia e geomorfologia ufficiale. Ulteriori nuovi elementi sono stati acquisiti nel rilevamento di campagna e dall'interpretazione delle foto aeree.

Non è stata prevista nessuna indagine geologica aggiuntiva in quanto sono stati ritenuti sufficienti, per la tipologia di opere da realizzare e per le formazioni geologiche riscontrate nell'area, il rilevamento di campagna, la fotointerpretazione e i dati bibliografici esistenti.



Fig. 1

Il tratto iniziale del Canale generale G da cui si diparte la distribuzione dell'acqua irrigua in questa area, tramite le preesistenti canalette a gravità (impianto di Pesaria)

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area interessata dal progetto generale è ubicata nel territorio Comunale di Oristano e più precisamente occupa la parte periferica della città, dal settore nord-occidentale (vasca di Pesaria) sino a quello sud-occidentale, quest'ultimo compreso tra il Canale di San Giovanni e il Canale di Pesaria.

In particolare, il territorio coinvolto ricade nella seguente cartografia ufficiale:

- tavolette I.G.M.I, in scala 1:25000, Foglio 528 sez. I "Oristano Nord" e sez. II "Oristano Sud";
- C.T.R. Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10000, Foglio 528070 "Cabras" e 528110 "Foce del Tirso";
- Carta Geologica D'Italia, in scala 1:100000, Foglio 217 "Oristano";
- Carta Geologica d'Italia in scala 1:50000, Foglio 528 "Oristano".

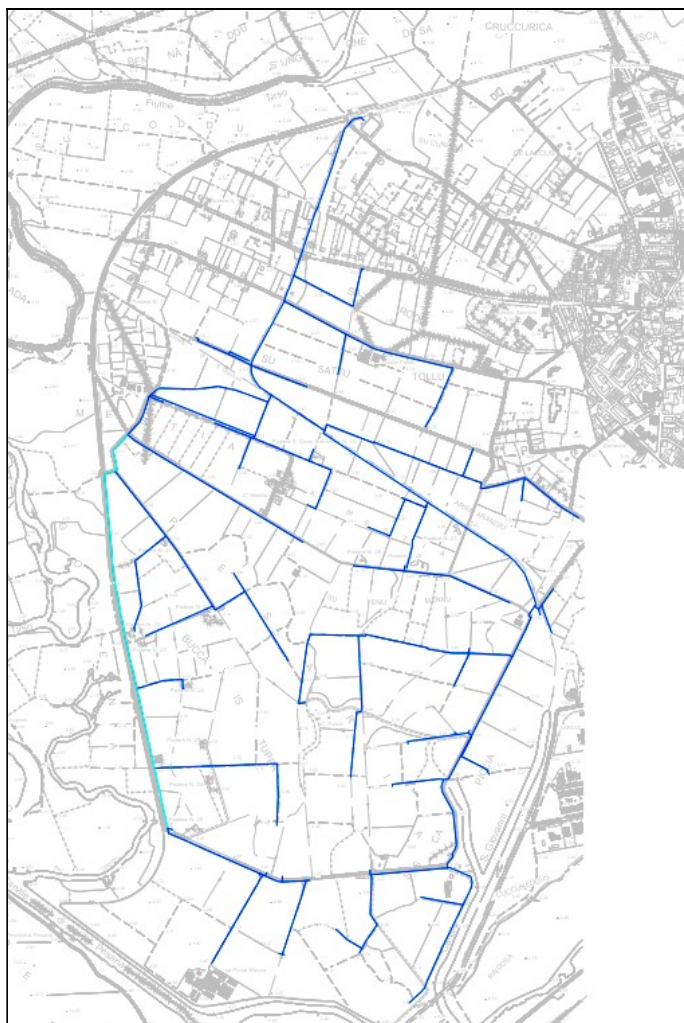


Fig. 2 Area di intervento
stralcio fuori scala della Carta Tecnica Regionale



Fig. 3 Veduta aerea del sito di intervento

3. NORMATIVA VIGENTE

Le principali condizioni vincolanti che interessano la progettazione o la sostituzione di reti idriche e fognarie urbane e le reti di sottoservizi di qualsiasi tipo e che prevedono lo studio geologico della zona di possibile influenza dei relativi interventi progettuali, sono contenute nei seguenti riferimenti normativi:

D.M. LL.PP. del 11/03/1988 e relative Circolari Ministeriali.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Circolare n. 617 Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009

Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008

Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 17 Gennaio 2018

Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»

Circolare n. 7 C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle **"Norme tecniche per le costruzioni"**» di cui al Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018.

Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica

Ordinanza P.C.M. n. 3341 del 3.5.2005

Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006

Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone

DPCM 29/09/1998 e relativi allegati

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, c.1 e 2 del D.L. 11 Giugno 1998, n.180

P.A.I. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico e relative Norme di attuazione

Regione Autonoma della Sardegna (N.A. Aggiornamento Del. C.I. n.15 del 22/11/2022)

Piano Stralcio della Fasce Fluviali (PSFF)

Regione Autonoma della Sardegna

Circolare 9 Gennaio 1996 n. 218/24/3 Ministero dei Lavori Pubblici

Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica

D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii.

Norme in materia ambientale

Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) vigente del Comune di Oristano

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A) – II ciclo di pianificazione 2022-2027 (Agg. Del. C.I. n. 14 del 21/12/2021)

Gli interventi in progetto ricadono nelle aree individuate nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), elaborato dalla Regione Sardegna ai sensi della L. 18.05.1989 n° 183 e della L. 03.08.1998 n° 267 e in particolare nel sub bacino del Tirso, settore a rischio idraulico inquadrato dalla tavola n° 8 G.F..

Gli stessi ambiti non ricadono tra quelle perimetrate dal P.A.I. come aree a pericolosità geomorfologica, mentre a seguito di studio eseguito dal Comune di Oristano, ai sensi dell'art. 8 c. 2 delle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I. (Delibera n. 02 del 03.07.2018 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di

Bacino Regionale della Sardegna), la nuova mappatura di pericolosità idraulica risultante dal predetto studio si estende su tutto il tracciato delle condotte con un livello di pericolosità alto Hi_4 (aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 50 anni), ad eccezione di alcuni tratti del tracciato, con pericolosità idraulica che in taluni settori diventa bassa sino ad Hi_1 . (vedere Carta dei Vincoli idrologici – allegato 2.3).

Il Piano Stralcio Fasce Fluviali (PSFF) individua l'intero territorio interessato dal progetto come *fascia geomorfologica C*, quale "regione fluviale potenzialmente oggetto di inondazione nel corso delle piene caratterizzate da un elevato tempo di ritorno (500 anni) e comunque di eccezionale gravità".

Nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A), aggiornato al 2021, l'ampio sito in esame è mappato secondo le tre classi di pericolo P1, P2 e P3 (vedere Carta dei Vincoli idrologici – allegato 2.3).

Le Norme Tecniche di Attuazione del Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.) approvato con Legge Regionale n°8 del 25.11.2004 e allegato alla Delibera G.R. n° 36/07 del 5.09.2006 inseriscono l'area nell'ambito n. 9 Golfo di Oristano, nei Fogli 528 I e 528 II in scala 1:25000 (vedere Carta dei Vincoli paesaggistici – allegato 2.1).

Il Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.), infine, inquadra il territorio in studio nelle zone C2 e G2 (quest'ultima con una fascia destinata a Parco e aree di connessione ambientale) nella zonizzazione urbana, mentre in quella extraurbana, nella quale si trova la maggior parte dell'area, il PUC prevede una destinazione urbanistica di zonizzazione agraria compresa tra E1 ed E3 (vedere Carta dei Vincoli urbanistici – allegato 2.2).

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio di Oristano è costituito da terreni sedimentari e vulcanici di età terziaria e quaternaria, fatta eccezione per l'Isola di Mal di Ventre, costituita da formazioni del basamento cristallino paleozoico.

E' localizzato nella sub-regione del Campidano, una vasta superficie sub-pianeggiante o debolmente ondulata, modellata sui potenti depositi detritici Plio-quaternari di varia origine, che si estende per circa 100 chilometri, con direzione NO-SE dal Golfo di Cagliari a quello di Oristano e una larghezza di circa 40 chilometri, delimitata ad est e ad ovest dai due pilastri tettonici, che

nel Campidano di Oristano sono rappresentati ad est dalla dorsale del Monte Grighine e dall'edificio vulcanico di Monte Arci, ad ovest dalla penisola del Sinis. A nord, invece, è delimitata dal massiccio vulcanico del Montiferru. La piana oristanese rappresenta la parte più occidentale della fossa tettonica Plio-quadernaria, nota come "graben campidanese", derivante dal ringiovanimento lungo i bordi paleozoici della struttura oligo-miocenica, nota come "Fossa Sarda", sviluppata dal Golfo di Cagliari a quello dell'Asinara, in corrispondenza delle direttrici tettoniche responsabili della parte mediana e meridionale della stessa. Quest'ultima è stata colmata da oltre 1.500 metri di sedimenti marini quali marne, calcari, calcareniti, spesso fossilifere, alternati ad episodi vulcanici del ciclo calco-alcalino, che spesso affiorano lungo i bordi della stessa fossa. Durante il Plio-Quaternario nel Campidano sono stati ulteriormente depositi circa 800 metri fra sedimenti e vulcaniti alcaline che poggiano sulle formazioni più antiche del ciclo sedimentario e vulcanico oligo-miocenico. La serie sedimentaria Plio-quadernaria, di spessore variabile fra qualche decina a qualche centinaio di metri, è il risultato della colmata operata da parte del fiume Tirso e dei suoi affluenti nel Pleistocene ed Olocene. Tale successione è costituita da sedimenti continentali, per lo più appartenenti alla Formazione di Samassi, sui quali poggiano potenti depositi alluvionali, lacustri e lagunari pleistocenici, seguiti da depositi marini e lagunari flandriani-versiliani con intercalate le lave basaltiche. I depositi marini quadernari, rappresentati da depositi di ambiente freddo e da depositi tirreniani tipici, sono presenti nelle sole fasce costiere. Il sottosuolo campidanese è caratterizzato, quindi, dall'alternarsi di strati più o meno potenti, talora lentiformi, di ghiaie ciottoloso-sabbiose, di argille, argille limose e sabbie argilloso-limose, localmente sono presenti anche livelli torbosi, depositi a più riprese dal Tirso e dai suoi affluenti e che grande importanza hanno avuto nella formazione della piana e nel suo successivo modellamento. I singoli orizzonti, spesso lentiformi, presentano spessori molto variabili da luogo a luogo, rendendo difficili le correlazioni stratigrafiche.

La piana dell'Oristanese è attraversata dal tratto terminale del fiume Tirso e dei suoi affluenti, con una superficie resa meno monotona dalla presenza di superfici terrazzate, lagune, stagni e piccole paludi. Questi corpi idrici, relitti di bracci fluviali e meandri abbandonati del Tirso e dei suoi affluenti, oggi in

parte bonificati, ed i terrazzi fluviali, testimoniano le modificazioni evolutive dei corsi d'acqua e della linea di costa legate a periodi di sedimentazione, alternati ad altri di erosione. L'area, oggi pressoché pianeggiante, è caratterizzata dalla presenza di terrazzi fluviali dovuti alle inondazioni dei fiumi gravitanti nell'area, che si possono differenziare tra loro oltre che per la posizione topografica, anche per il tipo di deposito e per il tipo di suolo che su di essi si è evoluto. I terrazzi sub-attuali ed attuali si trovano nell'area di golena e sono costituiti da sabbie quarzose fini e ghiaie e ciottoli eteromorfi e poligenici, sui quali si sono evoluti dei suoli, denominati terreni di "Bennaxi" che presentano elevate potenzialità per l'uso agricolo. I terrazzi più antichi che si sviluppano a quote più alte rispetto ai primi sono caratterizzati, invece, da livelli di ciottoli e ghiaie poligeniche ed eterometriche, in matrice sabbioso-limoso-argillosa ferrettizzata, fortemente addensati. Su di essi si sono evoluti dei suoli meno fertili dei precedenti, denominati terreni di "Gregori".

La successione stratigrafica del sottosuolo dell'entroterra del Golfo di Oristano è particolarmente conosciuta per effetto dell'interpretazione delle stratigrafie di pozzi eseguiti tra il 1961 e il 1962 per ricerca d'idrocarburi (Oristano 1 ed Oristano 2). Nello specifico il primo, della profondità di 1802 metri, è stato realizzato presso *Case Sassu* (localizzato tra lo stagno di *S'Ena Arrubia* e l'ex stagno di Sassu), mentre il secondo, della profondità di 1700 metri, è stato realizzato nei pressi dell'abitato di Riola Sardo (OR). L'area di Oristano, come tutte le pianure alluvionali, è formata in superficie da ghiaie, sabbie, limi e argille sedimentati a più riprese dalle acque fluviali e torrentizie che durante il Quaternario, scendevano dai rilievi dell'interno verso una vasta area in lento abbassamento, chiusa verso il mare dai due promontori di *Capo Frasca* e di *Capo San Marco*. Per quel che concerne gli aspetti tettonici e strutturali, si evidenzia come la piana di Oristano si sia costituita su una fossa tettonica terziaria ("rift sardo") progressivamente colmata di sedimenti alluvionali trasportati dal sistema idrografico del fiume Tirso e dai reticoli idrici minori adiacenti, alimentati questi ultimi dal complesso vulcanico del M.te Arci.



Fig. 4 - Stralcio della Carta Geologica d'Italia Foglio 217 "Oristano"

Oltre a questi terreni di origine alluvionale, si riscontrano altre unità deposizionali connesse con le note oscillazioni climatiche e le relative regressioni e trasgressioni marine, che hanno dato luogo a processi deposizionali di potenti coltri sedimentarie in ambiente marino, marino-litorale e fluvio-deltizio. Di altra origine i depositi di spiaggia caratterizzanti la zona litorale e retro-litorale e i depositi lacustri e palustri affioranti per tutta l'estensione delle zone umide dell'oristanese.

Nella piana di Oristano è possibile distinguere (vedi fig.4) schematicamente tre sub-zone a differente affinità geo-litologica:

a) zona ovest:

- depositi di spiaggia, costituiti da sabbie di origine eolica, la cui origine è legata allo spianamento delle dune eoliche di età würmiana (Pleistocene) che si sono impostate sui sottostanti sedimenti palustri;
- sedimenti lacustri e palustri originatisi durante l'Olocene e depositati a causa della conformazione geomorfologica della zona e che ha favorito la formazione di cordoni litoranei permettendo la "chiusura" degli specchi d'acqua.

b) zona centrale:

depositi alluvionali eterogenei caratterizzati dalla notevole estensione areale dei depositi più recenti che, giacenti sulle alluvioni pleistoceniche, hanno contribuito a colmare la fossa tettonica terziaria.

c) zona orientale:

le vulcaniti acide e basiche di età plio-pleistocenica del sistema vulcanico del Monte Arci.

5. MORFOLOGIA E IDROGEOLOGIA

La conformazione morfologica generale del territorio comunale di Oristano è contraddistinta principalmente dalla grande Piana alluvionale oristanese, completamente pianeggiante con quote medie oscillanti tra i 5 e i 10 metri s.l.m.. Tale assetto è interrotto da pochi rilievi con quote comunque sempre modeste. Questa morfologia si estende sino alla zona costiera nella quale si riscontra la presenza di cordoni litorali che hanno contribuito naturalmente alla formazione delle zone umide.

Nella sintesi complessiva, da rilevare anche la presenza dei terrazzi fluviali e degli orli di scarpata degli stessi, i cui dislivelli non superano mai i 10 metri.

L'area di interesse è attraversata dal fiume Tirso, il più importante della Sardegna per lunghezza e ampiezza del bacino idrografico. A partire dalla Dighetta di Santa Vittoria (Comune di Ollastra) costruita intorno al 1940, il suo tratto terminale è stato regimato con la realizzazione di arginature che lo accompagnano sino alla foce in corrispondenza del Golfo di Oristano. Tale sistema di contenimento dei deflussi di piena ha avuto l'importante funzione di protezione delle aree agricole ed urbane, un tempo spesso interessate dagli straripamenti e dalle stesse piene del corso d'acqua. In particolare, il settore più ad ovest dell'abitato di Oristano, è occupato dalla piana alluvionale, superficie pianeggiante, a tratti terrazzata, localmente depressa, sulla quale si sviluppa la parte finale del corso del fiume Tirso, con ampie anse che si alternano a minori tratti sub-rettilinei o a debole curvatura. In corrispondenza della foce, il Tirso assume in linea generale una tipica conformazione a meandri, talvolta divaganti rispetto all'alveo principale in sistemi di anse abbandonate (lanche). Dalla documentazione bibliografica esaminata e dagli studi specialistici effettuati, l'analisi morfo-evolutiva del Tirso evidenzia come nel tratto fluviale che insiste nel territorio oggetto degli interventi progettuali sia chiara una "propensione all'erosione spondale e alla divagazione planimetrica, dovuta verosimilmente alla costante e naturale tendenza del corso d'acqua di modificare o di recuperare un precedente assetto

geomorfologico dei meandri". Questo fenomeno erosivo si concentra in corrispondenza della sponda esterna della curva fluviale, dove tendenzialmente si concentrano le massime velocità della corrente, mentre in quella interna, viceversa, dove le velocità della corrente fluviale sono minime, si rilevano attività di sedimentazione. A tali processi conseguono nel suo insieme continui spostamenti laterali dell'alveo. La forte tendenza erosiva del Tirso in questo tratto finale ha determinato, negli ultimi cinquanta anni, il progressivo arretramento di circa 45 metri della fascia golenale, attualmente delimitata dall'argine sinistro.



Fig. 5 Evoluzione planimetrica del Tirso dal 1954 al 2013 con evidenza dell'abbandono dei meandri in corrispondenza di eventi eccezionali

La circolazione idrica superficiale è ugualmente dominata dalla presenza del fiume Tirso e dai numerosi canali di scolo a servizio della rete di irrigazione del Consorzio di Bonifica dell'Oristanese (CBO). Tale sistema di canali consortili recapita le acque superficiali, tramite il Canale di San Giovanni, allo stagno di Santa Giusta, quest'ultimo collegato con il mare tramite il Canale di Pesaria. I suoli superficiali sono composti prevalentemente da frazioni argillose e limose, caratterizzati da ridotto flusso idrico.

La circolazione idrica sotterranea avviene nei livelli granulari delle alluvioni recenti del Tirso. Dai dati bibliografici esistenti, la zona è stata investigata sino alla profondità di 25 metri dal p.c. permettendo l'intercettazione dell'unità idrogeologica delle alluvioni recenti, costituita da livelli argilloso-limosi e livelli sabbiosi, a permeabilità da bassa a media, e sabbioso-ghiaiosi, a permeabilità

da media ad alta. In tale unità idrogeologica si riscontrano acquiferi freatici e semiconfinati principali, alimentati fondamentalmente dal corso di subalveo del Tirso, dal drenaggio dei numerosi canali di bonifica, dalla stessa infiltrazione efficace alimentata dalle acque meteoriche. Dai sondaggi geognostici eseguiti nella zona per altri progetti emerge la presenza di una falda semiconfinata alla profondità di 2 metri dal p.c., con livello idrostatico stabilizzato mediamente a 1,33 metri dal p.c.

6. CONTESTO GEOLOGICO LOCALE

La raccolta di informazioni bibliografiche e il rilievo di campagna ha permesso di caratterizzare il settore interessato dall'intervento in progetto.

Il territorio di Oristano – *Sa Rodia/Brabau* è sostanzialmente omogeneo e costituito dal grande sistema dei sedimenti quaternari compresi tra i corsi d'acqua del Tirso e lo stagno di Santa Giusta. Occupa la parte del Campidano di Oristano compresa tra lo Stagno di Santa Giusta e lo Stagno di Cabras e costituisce l'originaria area di esondazione retro-costiera del Tirso. Nell'area d'interesse si rinvenivano le formazioni alluvionali recenti e attuali costituite da limi, limi sabbiosi, limi argillosi, sabbie argilloso-limose che costituiscono il substrato delle piane alluvionali dei corsi d'acqua, i cui alvei sono stati spesso modificati o sistemati da opere di bonifica. Si tratta di depositi alluvionali eterogenei, sciolti, sabbioso-limosi o sabbioso-ghiaiosi in profondità (OLOCENE), passanti a depositi di ambiente palustre, costituiti da limi ed argille limose, talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi (OLOCENE), non affioranti nel sito in esame.

Le stratigrafie esaminate relative a progetti precedenti confermano che il sottosuolo dell'area è caratterizzato dall'alternarsi di strati più o meno potenti, talora lentiformi, di ghiaie ciottoloso-sabbiose, di argille, argille limose e sabbie argilloso-limose. Localmente sono presenti anche dei livelli torbosi. I singoli orizzonti presentano spessori molto variabili da luogo a luogo, rendendo difficili le correlazioni stratigrafiche.

Lungo le sezioni geologiche disponibili, in particolare sulle sponde delle canalizzazioni più importanti, si rileva la classica facies litologica costituita da terreni sabbioso-limosi, occasionalmente ghiaiosi, che mostra in superficie la messa in posto di sedimenti associati a processi deposizionali in condizioni di

bassa energia, così come evidenzia l'andamento meandriforme dell'alveo del Tirso.



Fig. 6

7. SISMICA

Le relazioni e le indagini specialistiche sono eseguite in conformità alle Norme Tecniche sulle Costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008, sostituito dal D.M. Infrastrutture e Trasporti del 17 Gennaio 2018 e dalla Circolare n. 7 C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019, le quali definiscono i principi da seguire “per il progetto, l’esecuzione e il collaudo delle costruzioni, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità, anche in caso di incendio e di durabilità. Esse forniscono quindi i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere”.

L'O.P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 classifica dal punto di vista sismico l'intero territorio nazionale, inserendo il Comune di Oristano (così come tutti i Comuni Sardi) nella zona 4, definita la "meno pericolosa, con probabilità che capitino un terremoto molto bassa" a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale " $a_g/g < 0,05$ con possibilità di danni sismici basse".

La stessa zonizzazione è stata confermata anche dalla Regione Sardegna con D.G.R. 15/31 del 30/03/2004.

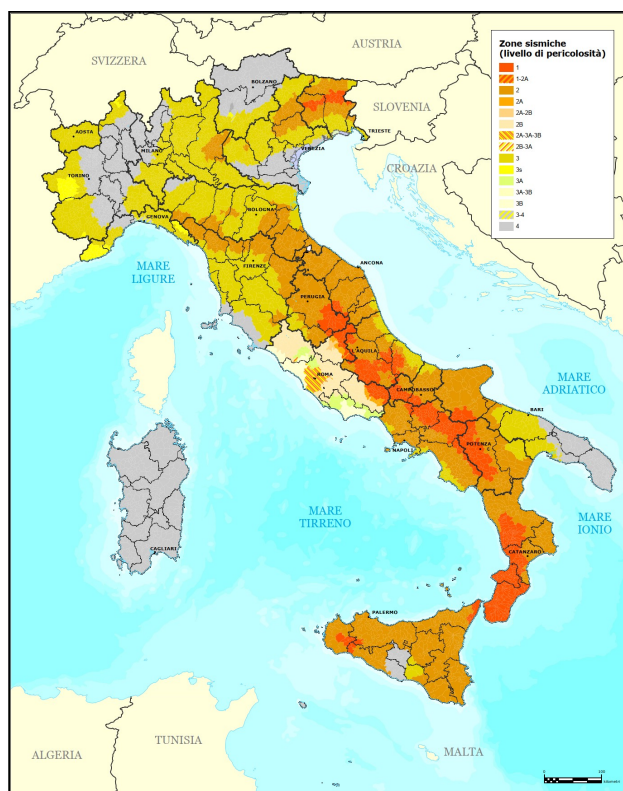


Fig. 7 Classificazione sismica al 2015

Alla zona 4 corrisponde un'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni inferiore a 0,05 (a_g/g). Questo si traduce in un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0,05 (a_g/g) riferita a suoli molto rigidi.

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico
	(a_g/g)	(a_g/g)
1	0,25 - 0,35	0,35
2	0,15 - 0,25	0,25
3	0,05 - 0,15	0,15
4	$\leq 0,05$	0,05

(O.P.C.M. n. 3519 del 28 aprile 2006)

In funzione delle diverse categorie di suolo e relativamente all'amplificazione stratigrafica si considerano i seguenti Coefficienti S_s (coefficiente stratigrafico) e C_c (coefficiente che modifica il valore di T_c , periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di risposta elastico) riportati nella seguente tabella:

Tab.3.2.IV *Espressioni dei Coefficienti S_s e C_c*

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

I valori dei parametri caratteristici dello spettro di risposta elastico per il calcolo delle azioni sismiche orizzontali secondo le Norme tecniche per le costruzioni sono quelli di seguito indicati:

Tab. 3.2.VI - Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

Categoria di sottosuolo	S_s	T_B	T_C	T_D
-------------------------	-------	-------	-------	-------

dove S è il fattore amplificativo e T_B , T_C e T_D sono i tempi relativi ai vari tratti dello spettro di risposta, corrispondente alle diverse categorie di profilo stratigrafico.

7.1. Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale tenendo conto della tipologia e caratterizzazione geotecnica dei terreni esistenti in sito. Secondo quanto riportato all'interno delle NTC 2018, la valutazione dell'azione sismica di progetto può essere effettuata mediante un approccio semplificato se le

condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano riconducibili alle categorie di sottosuolo riportate in Tab. 3.2.II.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>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.</i>
D	<i>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.</i>
E	<i>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.</i>

In relazione alle categorie di suolo, l'area d'indagine è da intendersi appartenente alla CATEGORIA "D": Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o a grana fine scarsamente consistenti, caratterizzati da valori di Velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.

Si evidenzia, inoltre, che trattandosi di costruzione/intervento di modesta rilevanza come riportato nell'ultimo capoverso del punto 6.2.2 (INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA) del D.M. 17/01/2018: "Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali".

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (NTC 2018):

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove ST assume il valore massimo riportato nella Tab. 3.2.V, fino alla base dove ST assume valore unitario.

Gli interventi in progetto sono ubicati in corrispondenza di una superficie pianeggiante; pertanto, può essere assunto un valore di ST pari a 1.0. La progettazione delle fondazioni riguarda generalmente anche la verifica nei confronti della liquefazione e della stabilità globale. Nel caso in questione, tuttavia, vista la struttura litostratigrafica del sito, la verifica nei confronti della liquefazione può essere omessa non avendo riscontrato la presenza di terreni granulari sabbiosi saturi.

L'azione sismica di progetto viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito d'intervento, elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni a_g e delle relative forme spettrali. Queste ultime previste dalle stesse NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri, a_g accelerazione orizzontale massima del terreno, F_0 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.

8. CONCLUSIONI

Nell'ambito dello studio geologico relativo al progetto ESECUTIVO di **"Conversione della rete di distribuzione a canaletta del distretto a gravità di Pesaria in rete tubata"** - CAT P0520 – CUP G17H2000304002, relativo a opere infrastrutturali a valere sulle risorse relative alla programmazione del Fondo Sviluppo e Coesione (FSC) 2021-2027 per interventi immediatamente cantierabili, si è predisposto un inquadramento geologico ottenuto dalla raccolta di dati bibliografici e dal rilevamento di campagna. L'analisi svolta ha permesso di evidenziare un contesto geologico stabile e poco problematico, in relazione alle opere in progetto, non prevedendo, in tal senso, nessuna indagine geologica aggiuntiva.

Anche gli aspetti stratigrafici, geomorfologici ed idrogeologici esaminati non hanno dato luogo a particolari problematiche rispetto ai lavori da realizzare.

Nell'area interessata dall'intervento sono state rilevate, nello specifico, le formazioni alluvionali recenti e attuali rappresentate dai limi, limi sabbiosi, limi argillosi, dalle sabbie argilloso-limose che, nell'insieme, non comportano fenomeni di instabilità e che hanno caratteristiche tali da essere facilmente scavabili con i mezzi meccanici convenzionali. Nelle opere di scavo superiori al metro di profondità, nei terreni in prevalenza limo-argillosi, la tenuta degli stessi, a breve e a lungo termine sarà da considerare scarsa, mentre nelle facies più francamente sabbioso-limose, la tenuta sarà assai bassa e in falda praticamente nulla. Dovranno pertanto essere adottati gli specifici accorgimenti in relazione a possibili fenomeni di "sgrottamento" e di instabilità delle pareti di scavo, oltre alle interferenze della falda idrica.

Dallo studio risulta che la soggiacenza della falda si attesta mediamente intorno a 1.33 metri dal p.c., ma è prevedibile una discreta oscillazione.

Essendo la zona pianeggiante, non si evidenziano fenomeni franosi in evoluzione o di instabilità, come pure non esiste una copertura pedologica che possa essere compromessa dalla realizzazione delle opere.

Sull'intero percorso del tracciato delle nuove condotte, dal P.A.I. (art. 8 c.2) emerge una pericolosità idraulica alta Hi_4 , ad eccezione di alcuni tratti dello stesso, con pericolosità idraulica che in taluni settori diventa bassa sino ad Hi_1 .

Sulla base di quanto sopra specificato si ritiene che le opere previste dal Progetto ESECUTIVO siano fattibili sotto il profilo geologico e idrogeologico.

RELAZIONE GEOTECNICA

Sommario

1. PREMESSA	23
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	24
3. NORMATIVA VIGENTE	24
4. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO.....	27
5. DESCRIZIONE DELLE OPERE	29
6. VERIFICHE GEOTECNICHE	29
7. CONCLUSIONI	31
ALLEGATO - VERIFICHE GEOTECNICHE.....	33

1. PREMESSA

La relazione che segue fa parte integrante del Progetto ESECUTIVO dei lavori di **“Conversione della rete di distribuzione a canaletta del distretto a gravità di Pesaria in rete tubata”** - CAT P0520 – CUP G17H2000304002, relativo a opere infrastrutturali a valere sulle risorse relative alla programmazione del Fondo Sviluppo e Coesione (FSC) 2021-2027 per interventi immediatamente cantierabili.

La rete di distribuzione del distretto di Pesaria è suddivisa tra linee principali (canali generali H e G), di lunghezza pari a circa 8.500 metri, con diametri tra il DN 1200 e il DN 700 e linee secondarie, di lunghezza di circa 19.700 metri con diametri DN 500, DN 400 e DN 300.

Lo studio geotecnico ingloba la totalità del territorio coinvolto dalla rete di distribuzione del distretto di Pesaria (Progetto generale), mentre questa specifica attività progettuale, che rappresenta il I Lotto funzionale, prevede la sostituzione delle attuali condotte irrigue a canaletta e a gravità (fuori terra), in calcestruzzo, con tubazioni interrate in PEAD (polietilene ad Alta Densità), del Canale generale G, di lunghezza pari a 1004,88 metri e diametri tra il DN 1200 e il DN 800, e secondarie, di lunghezza di 8.698,40 metri, con diametri dal DN 700 al DN 300.

Verranno analizzate le interazioni opera-terreno, facendo riferimento al modello geologico sviluppato in questa fase e che consente di caratterizzare i terreni attraversati. Non è stata prevista nessuna indagine geotecnica aggiuntiva in quanto si è ritenuto sufficiente, per la tipologia di opere da realizzare e per le formazioni geologiche riscontrate nell'area, il rilevamento di campagna, la fotointerpretazione e i dati bibliografici esistenti (compresi accertamenti geognostici e geotecnici relativi ad altri lavori eseguiti) e riferiti alla stessa zona.

In particolare, i risultati di precedenti indagini geognostiche realizzate nello stesso territorio, consentono di avere un quadro attendibile circa la conformazione dei terreni di fondazione presenti in corrispondenza delle opere da realizzare, con l'analisi di parametri che hanno permesso di determinare le caratteristiche stratigrafiche e fisico-meccaniche dei terreni interessati.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'intervento del progetto generale riguarda la messa in opera di condotte irrigue nel territorio Comunale di Oristano e più precisamente nella parte periferica della città, compreso tra il settore nord-occidentale (vasca di Pesaria) e quello sud-occidentale, quest'ultimo compreso tra il Canale di San Giovanni e il Canale di Pesaria.

Dal punto di vista cartografico gli interventi si inquadrano nella seguente documentazione ufficiale:

- tavolette I.G.M.I, in scala 1:25.000, Foglio 528 sez. I "Oristano Nord" e sez. II "Oristano Sud";
- C.T.R. Carta Tecnica Regionale, in scala 1:10.000, Foglio 528070 "Cabras" e 528110 "Foce del Tirso".



Stralcio da ortofoto con il tracciato delle nuove condotte

3. NORMATIVA VIGENTE

Le principali condizioni vincolanti che interessano la progettazione o la sostituzione di reti idriche e fognarie urbane e reti di sottoservizi di qualsiasi tipo, sono contenute nel D.M. 11.03.88, sostitutivo e integrativo del D.M.

21.01.81 e le relative circolari Ministeriali, che prevedono lo studio geotecnico della zona di possibile influenza degli interventi previsti (punto H1 lettera b del D.M. 11.03.88 Fattibilità geotecnica di opere su grandi aree).

In particolare, la circolare ministeriale raccomanda l'analisi del contesto in cui è compresa l'opera, considerando tutte le possibili interazioni che la stessa avrà con il sistema naturale in cui sarà inserita.

Gli interventi in progetto ricadono nelle aree individuate nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), elaborato dalla Regione Sardegna ai sensi della L. 18.05.1989 n° 183 e della L. 03.08.1998 n° 267 e in particolare nel sub bacino n. 2 "Tirso", settore a rischio idraulico inquadrato dalla tavola n° 8 G.F..

Gli ambiti interessati dalla progettazione non ricadono tra quelli perimetrati dal P.A.I. come aree a pericolosità geomorfologica, mentre a seguito di studio eseguito dal Comune di Oristano, ai sensi dell'art. 8 c. 2 delle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I. (Delibera n. 02 del 03.07.2018 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna), la nuova mappatura di pericolosità idraulica risultante dal predetto studio si estende su tutto il tracciato delle condotte con un livello di pericolosità alto H_{i4} (aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 50 anni), ad eccezione di alcuni tratti del tracciato, con pericolosità idraulica che in taluni settori diventa bassa sino ad H_{i1} . (vedere Carta dei Vincoli idrologici – allegato 2.3).

Il Piano Stralcio Fasce Fluviali (PSFF) individua l'intero territorio interessato dal progetto come *fascia geomorfologica C*, quale "regione fluviale potenzialmente oggetto di inondazione nel corso delle piene caratterizzate da un elevato tempo di ritorno (500 anni) e comunque di eccezionale gravità".

Nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A), aggiornato al 2021, l'ampio sito di interesse è mappato secondo le tre classi di pericolo P1, P2 e P3 (vedere Carta dei Vincoli idrologici – allegato 2.3).

Le Norme Tecniche di Attuazione del Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.) approvato con Legge Regionale n°8 del 25.11.2004 e allegato alla Delibera G.R. n° 36/07 del 5.09.2006 inseriscono l'area nell'ambito n. 9 Golfo di Oristano, nei Fogli 528 I e 528 II in scala 1:25000 (vedere Carta dei Vincoli paesaggistici – allegato 2.1).

Il Piano Urbanistico Comunale, infine, inquadra il territorio oggetto degli interventi in progetto nelle zone C2 e G2 (quest'ultima con una fascia destinata a Parco e aree di connessione ambientale) nella zonizzazione urbana, mentre in quella extraurbana nella quale si trova la maggior parte dell'area, il PUC prevede una destinazione urbanistica di zonizzazione agraria compresa tra E1 ed E3 (vedere Carta dei Vincoli urbanistici – allegato 2.2).

In dettaglio si riporta la seguente normativa di riferimento:

D.M. LL.PP. del 11/03/1988 e relative Circolari Ministeriali.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Circolare n. 617 Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009

Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008

Decreto Ministero Infrastrutture e Trasporti 17 Gennaio 2018

Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»

Circolare n. 7 C.S.LL.PP. del 21 Gennaio 2019

Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018.

Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica

Ordinanza P.C.M. n. 3341 del 3.5.2005

Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006

Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone

DPCM 29/09/1998 e relativi allegati

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, c.1 e 2 del D.L. 11 Giugno 1998, n.180

P.A.I. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico e relative Norme di attuazione

Regione Autonoma della Sardegna (N.A. Aggiornamento Del. C.I. n.15 del 22/11/2022)

Piano Stralcio della Fasce Fluviali (PSFF)

Regione Autonoma della Sardegna

Circolare 9 Gennaio 1996 n. 218/24/3 Ministero dei Lavori Pubblici

Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica

D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii.

Norme in materia ambientale

Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.) vigente del Comune di Oristano

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (P.R.G.A) – II ciclo di pianificazione 2022-2027 (Agg. Del. C.I. n. 14 del 21/12/2021)

4. MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

Le litologie in affioramento nel settore attraversato dalle opere in progetto sono legate al grande sistema dei sedimenti quaternari compresi tra il fiume Tirso e lo stagno di Santa Giusta.

Nel settore sono presenti formazioni alluvionali recenti e attuali costituite da limi, limi sabbiosi, limi argillosi, sabbie argilloso-limose che costituiscono il substrato delle piane alluvionali dei corsi d'acqua i cui alvei sono stati spesso modificati o sistemati da opere di bonifica. Si tratta di depositi alluvionali eterogenei sciolti, sabbioso-limosi o sabbioso-ghiaiosi in profondità (OLOCENE), di media qualità geotecnica, passanti a depositi di ambiente palustre, costituiti da limi ed argille limose, talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi (OLOCENE), di mediocre qualità geotecnica, non visibili nel sito in esame.

Nel rilevamento, considerata la conformazione completamente pianeggiante o sub-pianeggiante dell'intero territorio, si sono analizzate le suddette formazioni lungo i canali di scolo consortili o nelle ridotte sezioni stradali mostrando i depositi alluvionali attuali nelle diverse facies descritte.

Il modello geologico descritto ed esaminato nel dettaglio nella relazione geologica, è chiaro lungo il tracciato delle condotte dove questi depositi di piana alluvionale sono palesemente alterati dalle attività antropiche di bonifica idraulica attraverso spianamenti, livellamenti, riporti e canalizzazioni artificiali.

Tali formazioni alluvionali sono caratterizzate da diverse unità deposizionali, impostate a quote differenti e che, dal punto di vista morfologico, rappresentano l'azione di processi deposizionali ed erosivi causati dalle variazioni eustatiche del livello marino e dei fattori paleoclimatici. Questi terreni, ad esclusione del livello superficiale, costituito da suolo vegetale

rimaneggiato misto a sabbia limosa, hanno una discreta omogeneità, tipica dei depositi di origine alluvionale e riconducibili ai depositi alluvionali recenti fluvio-lacustri e palustri, prevalentemente argillosi.

Con esclusione dello strato superficiale, di spessore generalmente compreso tra 20 e 40 centimetri, formato dal terreno vegetale e da sottili coperture eluviali, i terreni che ritroviamo nell'area attraversata dalle condotte, sono rappresentati da depositi alluvionali a granulometria finissima di tipo argilloso (generalmente coesivi e plastici) e sabbioso-limosi, di norma con basso grado di addensamento.

I terreni interessati dalle opere possono essere definiti, dunque, come un unico strato litologico, costituito in modo variabile da livelli francamente argillosi, mediamente compressibili e a comportamento esclusivamente coesivo e da livelli più sabbiosi, a comportamento prevalentemente attritivo, anche se dotati di una minima coesione legata alla possibile presenza della frazione limosa. Le proprietà geotecniche dei livelli litologici così descritti, ottenute dall'analisi dei dati bibliografici esistenti, hanno permesso classificazioni granulometriche riferite a campioni rappresentativi dei primi 5 metri dal p.c. che confermano quanto rilevato dalle osservazioni macroscopiche in merito alla composizione prevalentemente argillosa e sabbioso-limosa dei terreni dell'area studiata. Il valore del Limite Liquido [LL] per i campioni prelevati tra 0,5 e 1,0 metri dal p.c. è pari al 42%, il Limite Plastico [LP] al 16% e l'Indice Plastico [IP] al 26%. Le prove di taglio diretto mostrano valori di angolo di attrito interno $[\varphi]$ compresi tra $23,09^\circ$ (profondità di prelievo dei campioni 2,30-2,70 metri) e $23,15^\circ$ (profondità di prelievo dei campioni 6,40-8 metri), mentre la coesione $[c']$ è compresa rispettivamente tra 5,09 e 29,62 KPa. I terreni interessati dai lavori per la posa delle nuove tubazioni del Distretto di *Pesaria* sono rappresentati, dunque, in prevalenza, da limi, limi sabbiosi, limi argillosi, sabbie argilloso-limose e si possono ritenere, in generale, idonei per una sufficiente tenuta degli scavi, soprattutto se sopra la falda acquifera. Al contrario, la presenza della falda o dei livelli più francamente sabbiosi/ghiaiosi, potrebbe dar luogo ad interferenze durante le fasi di scavo e di posa delle tubazioni. In tal caso dovrà essere posta la massima attenzione nel corso dei lavori da parte dell'impresa esecutrice, adottando tutte le prescrizioni legate alla sicurezza previste dalla normativa

vigente. Le suddette litologie hanno caratteristiche tali da essere facilmente scavabili con delle terne convenzionali. La falda idrica è stata rilevata a profondità di circa 2 metri dal p.c..

5. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il progetto del I lotto funzionale prevede la sostituzione delle condotte principali e secondarie, attualmente a canaletta (a gravità) in calcestruzzo con tubazioni interrate plastiche in Polietilene ad Alta Densità (PEAD), del Canale generale G, di lunghezza pari a 1004,88 metri e diametri tra il DN 1200 e il DN 800, e secondarie, di lunghezza di 8.698,40 metri, con diametri dal DN 700 al DN 300. Dalle nuove condotte secondarie verranno diramati i gruppi di consegna alle utenze.

6. VERIFICHE GEOTECNICHE

Le verifiche geotecniche relative al carico ammissibile secondo le relazioni di Hansen, Terzaghi, Meyerhof, Vesic e Brinch-Hansen sono state eseguite utilizzando i parametri ricavati in letteratura relativi a lavori svolti nello stesso ambito territoriale. Le stesse sono state eseguite considerando le Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 e affrontando l'approccio 2 con la combinazione (A1+M1+R3) nella quale i coefficienti parziali sui parametri di resistenza del terreno (M1) sono unitari, i coefficienti parziali sulle azioni (A1) pari all'unità e la resistenza globale del sistema è ridotta tramite i coefficienti γ_R del gruppo R3 (2,3 per la capacità portante). Nelle verifiche si è ipotizzata la condizione peggiore, di una fondazione posta a -2.80 metri di profondità, con pressioni di contatto pari a 0.51 Kg/cm². Per semplicità di calcolo si è assunto come strato fondale quello di base costituito da materiale grossolano su cui va a poggiare la fondazione.

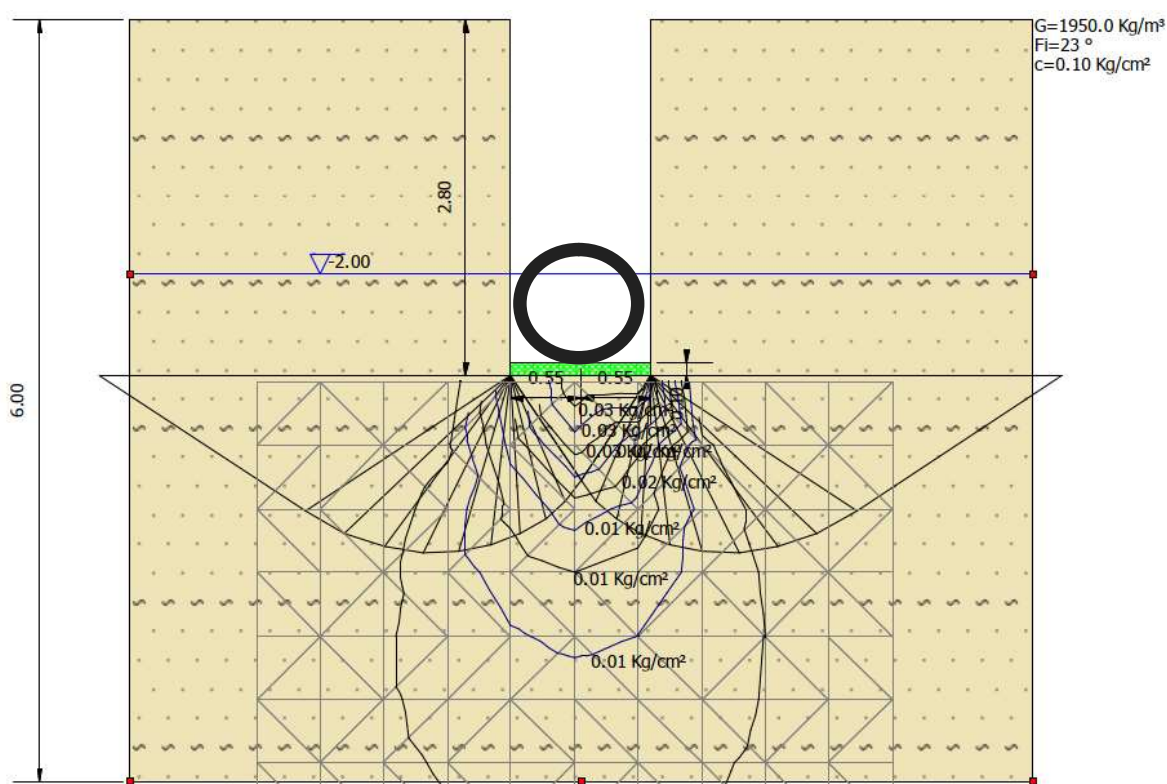
NTC 2018	HANSEN	TERZAGHI	MEYEROF	VESIC	BRINCH-HANSEN
Resistenza di progetto R_d	5,06 kg/cm ²	4,14 kg/cm ²	5,49 kg/cm ²	5,26 kg/cm ²	5,17 kg/cm ²

Le condizioni nei confronti degli SLU (Stati Limiti Ultimi) sono sempre verificate con la resistenza di progetto **$R_d \geq E_d$** (valore di progetto dell'effetto delle azioni).

Le entità delle opere che esercitano forze sovradimensionate, dato il comportamento monolitico della tubazione, sono state verificate abbondantemente con valori di sicurezza sempre superiori a 8.

Considerate le premesse geologiche e definite le forze esercitate dai manufatti, si evidenzia che le opere sono abbondantemente verificate. Gli stessi cedimenti si ritengono trascurabili e nell'ordine del centimetro, distribuiti in maniera abbastanza uniforme data la sostanziale uniformità litologica areale.

Si allegano i particolari dei calcoli di verifica.



Dal punto di vista della stabilità dei fronti di scavo si raccomanda l'adozione dei sistemi di sicurezza in particolare laddove i terreni si presentino di tipo sabbioso e in falda e possano essere privi di quel fattore coesivo che permette alle pareti verticali un minimo grado di stabilità.

La presenza della falda non implica nessuna problematica di tipo geotecnico, ma dovranno essere valutate in fase esecutiva dei lavori eventuali problematiche di tipo operativo.

7. CONCLUSIONI

Nell'ambito del Progetto ESECUTIVO degli interventi di **"Conversione della rete di distribuzione a canaletta del distretto a gravità di Pesaria in rete tubata"** - CAT P0520 - CUP G17H2000304002, relativo a opere infrastrutturali a valere sulle risorse relative alla programmazione del Fondo Sviluppo e Coesione (FSC) 2021-2027 per interventi immediatamente cantierabili, è stato svolto uno studio geotecnico ai sensi della normativa vigente.

Non è stata prevista nessuna indagine geotecnica aggiuntiva in quanto si è ritenuto sufficiente, per la tipologia di opere da realizzare e per le formazioni geologiche riscontrate nell'area, il rilevamento di campagna, la fotointerpretazione e i dati bibliografici esistenti, delineando in tal modo un contesto geologico stabile e poco problematico in relazione alle opere in progetto. Il profilo stratigrafico e geotecnico di riferimento del terreno risulta essere formato da strati a comportamento prevalentemente coesivo (depositi a granulometria finissima poco consistenti), mentre il grado di addensamento, in genere, risulta assai scarso e crescente con l'aumentare della profondità. La valutazione di tutti gli elementi raccolti nell'area in esame, integrata da dati già noti e riferiti ad indagini geognostiche in situ ed in laboratorio in ambiti limitrofi, confermano nel territorio in esame la presenza di terreni con scarse/mediocri caratteristiche geomeccaniche.

Nelle fasi operative di scavo, la presenza della falda o dei livelli più francamente sabbiosi/ghiaiosi, potrebbe dar luogo ad interferenze durante le stesse lavorazioni di posa delle tubazioni. In tal caso dovrà essere posta la massima attenzione in corso d'opera da parte dell'impresa esecutrice, adottando tutte le prescrizioni legate alla sicurezza previste dalla normativa vigente.

In relazione all'intervento progettuale previsto e sulla base di quanto esposto, si ritiene che le analisi e le verifiche geotecniche non abbiano evidenziato particolari criticità nel modello geotecnico, tali che possano influire sull'esecuzione delle opere in progetto.

Allegato - Verifiche Geotecniche
