

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
 PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
 NEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - NEMETUN ISLAND
 63 WTG – 945 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progettazione e Studio di Impatto Ambientale



Indagini ambientali e studi specialistici



Studio misure di mitigazione e compensazione

Supervisione scientifica



1. ELABORATI GENERALI

REV.	DATA	DESCRIZIONE
------	------	-------------

00	02/24	1° emissione

R.1.3.1 Relazione geologica onshore



COMUNE DI CERIGNOLA

PROVINCIA DI FOGGIA

OGGETTO

**PROGETTO ONSHORE DEL PARCO EOLICO MARINO
DENOMINATO WOF001_NEMETUN ISLAND DA ESEGUIRSI NEL
COMUNE DI CERIGNOLA**

CODICE

ELABORATO

01

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE



COMMITTENTE

Nemetun Island srl

RILIEVI E INDAGINI

APOGEO s.r.l.

Via della Roverella, 20 - 70022 Altamura (BA) Cod. Fisc. e P. IVA 01037210778
Tel.: 080/3143324 www.apogeo.biz - OS20A Class. I OS20B Class. IV
Email: apogeo.altamura@libero.it - PEC: apogeo.altamura@pec.it

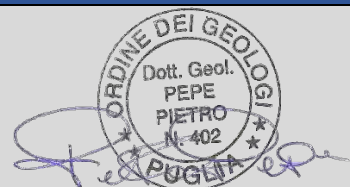
PROGETTISTA ARCHITETTONICO



L'AMMINISTRATORE UNICO

APOGEO S.r.l.
L'Amministratore Unico
Vito Moramarco

IL GEOLOGO INCARICATO



REV.	DATA	RIFERIMENTO REVISIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
Rev.01	Febbraio 2024		PEPE P.	PEPE P.	MORAMARCO V.

SCALA

CODICE COMMESSA

2024_015

ELENCO ALLEGATI

SOMMARIO

1	RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI	2
2	PREMESSA	3
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
4.1	Assetto geologico e strutturale	5
4.2	Unità litologiche del territorio in esame	8
4.3	Inquadramento Morfologico e Idrografico	9
4.4	Inquadramento Idrogeologico	10
4.4.1	Rocce permeabili per porosità interstiziale	10
4.4.2	Terreni impermeabili	10
5	ANALISI DEI VINCOLI PAESAGGISTICI	10
5.1	PPTR - Ambiti Territoriali Distinti	11
5.2	Inquadramento dell'area rispetto al Piano di Assetto Idrogeologico	12
6	INQUADRAMENTO SISMICO DELL'AREA	13
6.1	Aspetti generali.....	13
6.2	Caratteristiche sismiche di riferimento del territorio	13
6.3	Individuazione della pericolosità del sito	16
7	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	18
7.1	Considerazioni conclusive.....	18

1 RIFERIMENTI NORMATIVI E BIBLIOGRAFICI

- *Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata – Piano di Bacino Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico (PAI);*
- *Foglio e Note illustrative della Carta Geologica D'Italia, scala 1:100000;*
- *Ciaranfi N et al (1983) - "Carta Neotettonica dell'Italia Meridionale", Consiglio Nazionale delle Ricerche, Progetto finalizzato Geodinamica, Pubbl. n. 515 del P.F. Geodinamica, Bari;*
- *AA.VV (1999) – "Guide Geologiche Regionali – Puglia e Monte Vulture", Società Geologica Italiana.*
- *Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia (Testo A)" - Art. 89 (L) - Parere sugli strumenti urbanistici (Legge 3 febbraio 1974, n. 64, art. 13);*
- *Decreto Ministero LL.PP.11/03/88 "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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".*
- *Ordinanza PCM 3274 (20/03/2003) "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche" (G.U. n.105 del 08/05/2003).*
- *Ordinanza PCM 3519 (28/04/2006) "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" (G.U. n.108 del 11/05/2006).*
- *Gruppo di Lavoro MPS (2004) – "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003". Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.*
- *Convenzione INGV-DPC 2004 – 2006 "Progetto S1 Proseguimento della assistenza al DPC per il completamento e la gestione della mappa di pericolosità sismica prevista all'Ordinanza PCM 3274 e progettazione di ulteriori sviluppi".*
- *Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006 - All. 1b "Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale".*
- *Delibera D.G.R. n. 1626 del 15.09.2009 della Giunta Regionale - Regione Puglia: "Progettazione antisismica anche per progettazioni ricadenti in zona 4 ...Omissis...";*
- *Delibera D.G.R. n. 1214 del 31.05.2011 della Giunta Regionale - Regione Puglia: "O.P.C.M. n. 3274/03 – D.P.C.M. n. 3685/03 – D.G.R. n. 153/04 – Allegato 2 – D.M. 14.01.2008, Punto 2.4.2 (Classi III-IV)" – Individuazione degli "Edifici di interesse strategico e opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile".....*
- *"Norme Tecniche per le Costruzioni D. Min. Infrastrutture" del 17 gennaio 2018 (Suppl Ord. G. U. 20.2.2018, n. 8);*
- *Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;*
- *Classificazione sismica del territorio italiano – marzo 2022.*

2 PREMESSA

Nell'ambito della realizzazione del **Progetto Onshore del Parco Eolico-Marino denominato WOF001_Nemetun Island da eseguirsi nel Comune di Cerignola** è stato condotto uno studio geologico atto a delineare le caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e litologico-stratigrafiche dell'area in esame nonché a fornire la caratterizzazione geotecnica dell'ammasso terroso.

La relazione è stata redatta al fine di:

- verificare la vincolistica paesaggistica gravante sul territorio relativamente alle perimetrazioni, nonché le prescrizioni di base fissate dal PPTR della Regione Puglia e dal PAI dell'Autorità Interregionale di Bacino della Puglia;
- dare informazioni sulle caratteristiche geologico-stratigrafiche e geotecniche del sito investigato;
- evidenziare i livelli interessati dalle fondazioni e verificare la presenza di situazioni stratigrafiche anomale che possano infirmare la sicurezza delle opere in fase di realizzazione;
- rilevare la eventuale presenza della falda idrica e analizzare eventuali fenomeni di interferenza con la struttura in elevazione;
- dare informazioni utili al fine di determinare la capacità portante ammissibile del terreno di fondazione;
- stimare il valore del $V_{S,eq}$ e determinare la categoria del suolo di fondazione ai sensi delle *"Norme Tecniche per le Costruzioni D. Min. Infrastrutture"* del 17 gennaio 2018 (Suppl Ord. G. U. 20.2.2018, n. 8).

In questa prima analisi sono stati eseguiti dei sopralluoghi sul sito in esame al fine di tracciarne i caratteri geologici di superficie, inquadrare l'area in oggetto nel contesto geologico regionale ed ottenere così un quadro generale della situazione ed è stata consultata anche la biblio-cartografia esistente; non essendoci dati geognostici a disposizione ottenuti da alcuni lavori professionali con annesse indagini sismiche, eseguite in aree adiacenti e geologicamente analoghe, la ricostruzione del modello geologico e della caratterizzazione sismica e geotecnica si è basata su informazioni di letteratura.

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in esame è ubicata a cavallo dei territori dei comuni di Cerignola (Fg) e Zapponeta (Fg), ad una quota compresa tra -1.0m e 30m (fig. 1).

Fig.1 - Ubicazione dell'area in esame su ortofoto



4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

4.1 Assetto geologico e strutturale

L'area di intervento ricade a cavallo dei fogli 164 "Foggia" e 165 "Trinitapoli" della Carta Geologica d'Italia, in scala 1:100.000 (Fig. 2), in cui affiorano in larga parte i depositi alluvionali terrazzati recenti, e in minima parte i da sabbiosi, localmente cementati.

Fig 2 – Str. delle Carte Geologiche d'Italia, (scala 1:100.000) Fogli 164 "Foggia" e 165 "Trinitapoli" con ubicazione dell'area in esame



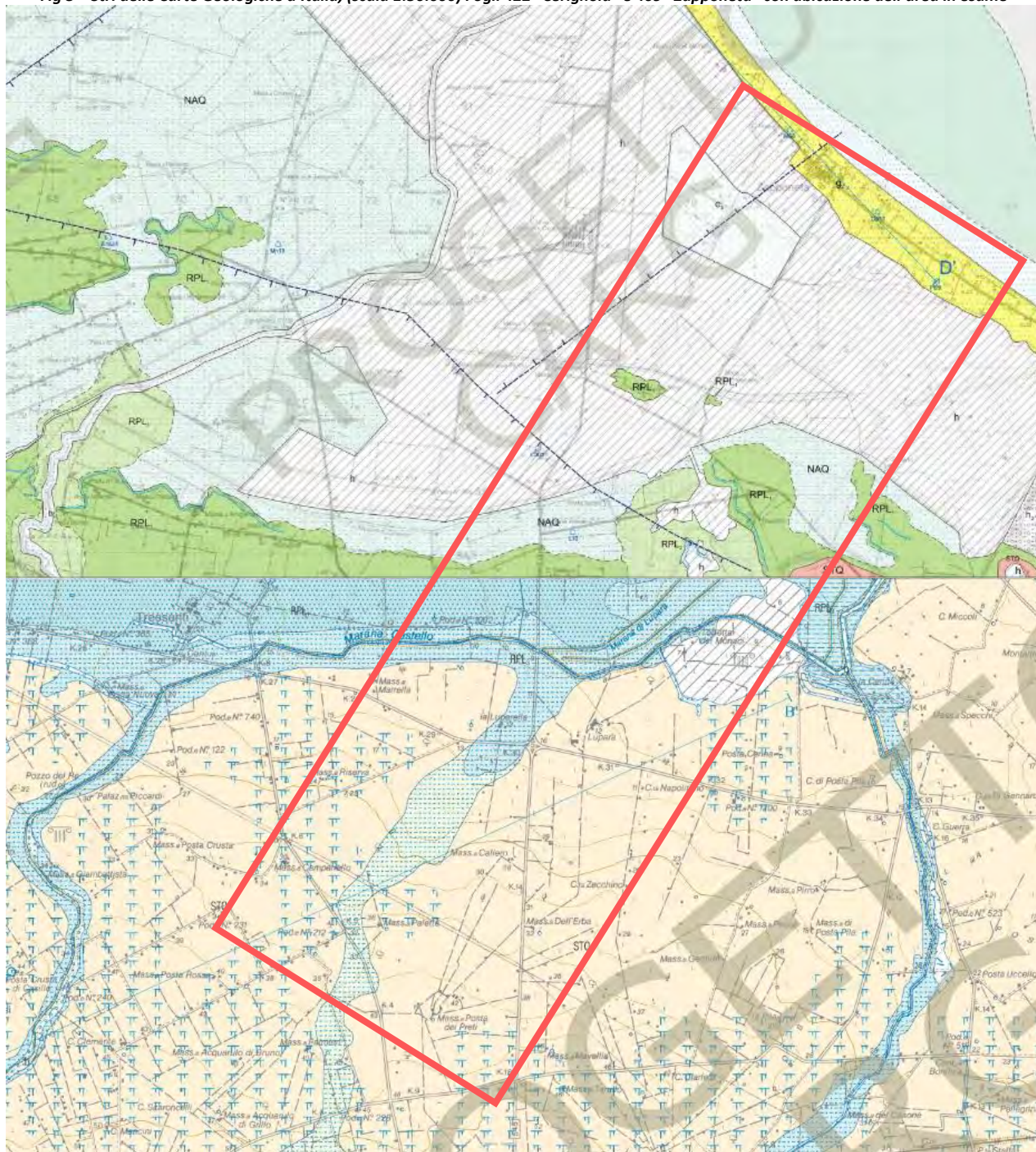
Legenda

- 
ac
 Alluvioni per colmete.
- 
Q
 Alluvioni recenti e attuali (Q); conoidi di deiezione. Detriti di [alde idt].
- 
Q¹
 Alluvioni terrazzate recenti, poco superiori agli alvei attuali, di ciottoli, sabbie e subordinatamente argille sabbiose. Talora con crostoni calcarei evaporitici.
- 
Q²
 Sabbie giallastre, pulverulente, con concrezioni calcaree e molluschi marini di foecies litorale. Quasi dovunque coperte da un crostone calcareo-sabbioso straterellato.

La stessa zona in esame è stata ubicata anche sulla più recente cartografia geologica redatta dal Progetto CARG, rilevata in scala 1:50.000 non ancora pubblicata e/o stampata, la quale non solo restituisce un maggiore dettaglio ma tiene conto anche delle sostanziose opere di bonifica effettuate nei tempi più recenti. Le sezioni geologiche allegate alla presente relazione si basano sulla cartografia al 50.000.

La zona in esame, ricade a cavallo dei due fogli: **Foglio 422 "Cerignola"** e **Foglio 409 "Zapponeta"** – Fig. 3.

Fig 3 – Str. delle Carte Geologiche d'Italia, (scala 1:50.000) Fogli 422 "Cerignola" e 409 "Zapponeta" con ubicazione dell'area in esame



Legenda

UNITA' QUATERNARIE NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI APPARTENENZA



Depositi antropici

Depositi di spessore non trascurabile dovuti ad attività antropica in genere, comprendono depositi di colmata storici e depositi storico-archeologici. I depositi di colmata storici sono costituiti da argille da grigio chiaro a grigio scuro, deposte in seguito ad interventi di deviazione di corsi d'acqua per il colmamento e la bonifica della piana costiera del Tavoliere. I depositi storico - archeologici sono caratterizzati dalla stratificazione di manufatti di interesse archeologico di età compresa fra l'Eta del Ferro e il Medio Evo.

HISTORICI

Depositi palustri

Depositi costituiti da sedimenti argillosi e torbosi di colore dal marrone scuro al nero, riferibili a paludi attuali e subattuali, che occupano aree residue non interessate da bonifiche per colmata.

OLOCENE

Depositi di spiaggia

Sabbie grigiastre con contenuto faunistico riconducibile alle attuali biocenosi delle dune Sabbie Fini Ben Calibrate e delle Sabbie Argillose in Ambiente Calmo (PERES, 1967), depositate in ambiente di piattaforma prossimale. Queste sabbie sono sommontate da sabbie grigie d'ambiente variabile dalla spiaggia emersa alla duna costiera. Unità riferibile allo stazionamento alto attuale (HST).

OLOCENE

SUPERSISTEMA DEL TAVOLIERE DI PUGLIA (TP)

Comprende i depositi alluvionali riferibili a tutti i corsi d'acqua che solcano il Tavoliere di Puglia compresi fra il fiume Fortore ed il fiume Ofanto, nonché depositi marini terrazzati affioranti nella stessa area.

SISTEMA DI MASSERIA INACQUATA

Sistema deposizionale risalente all'ultima risalita del livello del mare (cfr. unità b del Foglio 408 Foggia). E' costituito da depositi alluvionali passanti verso la costa a dune costiere e depositi di spiaggia emersa e sommersa. I depositi alluvionali sono costituiti prevalentemente da argille, sabbie e silt di colore dal bruno scuro, al grigio, al giallastro, spesso con lamine da piano-parallele ad ondulato, presenti soprattutto nei livelli sabbiosi e limosi; contengono fauna continentale rappresentata da gasteropodi terrestri, tra cui: *Cornuella virgata* (DA COSTA) e *C. cisalpina* (ROSSMÄSSLER). I depositi di spiaggia sono costituiti da sabbie marine grigiastre con contenuto faunistico riconducibile alle attuali biocenosi delle sabbie fini ben calibrate e delle sabbie argillose di mare calmo (PERES, 1967), sommontate da sabbie di spiaggia emersa o duna costiera. Il limite inferiore è costituito da una superficie di discordanza coincidente con il letto di RPL, TPF, a, b., il limite superiore coincide con la base di h o di e, o con la superficie topografica. Lo spessore massimo, in perforazione, è di circa 15 metri. Datazioni effettuate col metodo ¹⁴C hanno fornito età comprese tra 7.150±40 e 2.100±30 anni BP.

OLOCENE



SISTEMA DEI TORRENTI CARAPELLE E CERVARO (RPL)

Depositi alluvionali ghiaioso-sabbioso-limosi, terrazzati e sopraelevati rispetto all'alveo attuale del Torrente Carapelle. Il limite inferiore del sistema è costituito da una superficie inconfondibile di tipo erosivo e di significato regionale localmente affiorante sul sistema di Cerignola (RGL). Il limite superiore coincide con la superficie topografica; spessore massimo 10-15 metri. Il sistema del Torrente Carapelle è stato suddiviso in subsistemi.

PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE

Subsistema delle Marane La Pidocchiosa-Castello

Depositi ghiaioso-sabbioso-limosi. Sono presenti livelli di proccastili riconducibili all'eruzione vesuviana di Avellino. A sud prevalgono le facies ghiaiose, mentre a nord, prevalgono le facies sabbiose-limosi. Sono sopraelevati di pochi metri rispetto all'alveo attuale in aree inondabili, lo spessore massimo è di 25-30 metri. Localmente è presente fauna di acqua dolce: *Bithynia leachi* (SHERER) e *Pleurobema pleurobema* (LINNEO). Una datazione assoluta effettuata su un esemplare di *Bithynia leachi* ha fornito un'età radiocarbónica di 4150 ± 40 anni BP.

OLOCENE

Subsistema dell'Incoronata

Depositi sabbiosi con intercalazioni di livelli argillosi-limosi e ghiaiosi, questi ultimi normalmente alla base, i ciottoli sono di piccole e medie dimensioni ben arrotondati. Lo spessore è di 5-10 metri. La fauna è costituita da gasteropodi collegati a corpi vicini *Pleurobema pleurobema* (LINNEO), *Lymnaea palustris* (MÜLLER), *Clytoma elegans* (PISANI) e *Fabiana vermiculata* (MILLET). Un'indicazione cronologica relativa alla cronologia del deposito è di 6731 ± 160 anni BP, datazione effettuata, con metodo AMS, su un esemplare di *Fabiana vermiculata*.

PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE



Subsistema delle Marane la Pidocchiosa-Castello

Depositi prevalentemente sabbioso-limosi-argillosi color grigio cenere, con laminazione fitta da piano parallela ad ondulata, indicanti ambiente di pianura alluvionale. Lo spessore massimo è valutabile attorno i 10 metri. Indicazioni cronologiche relative al subsistema delle Marane La Pidocchiosa - Castello sono fornite da datazioni assolute e da tefrostratigrafia effettuata nel vicino Foglio 422 "Cerignola". Entrambe forniscono un'età olocenica: 4150 ± 40 anni BP e circa 3500-3600 anni BP per la presenza delle pomice di Avellino.

OLOCENE

Subsistema dell'Incoronata

Unità costituente un sistema deposizionale di pianura alluvionale ad ovest, passante verso est ad ambiente da lagunare ad infralitorale. La parte continentale è costituita da sabbie, silt, argille, con rare intercalazioni ghiaiose e locali strati di arenaria. Nell'angolo sud occidentale del foglio, in località Passo Breccioso, l'unità è prevalentemente ghiaiosa con intercalazioni di sabbie e silt. La parte mariana, non affiorante, è costituita da sabbie giallastre, sabbie argillose o siltose grigiastre, argille e silt grigio-azzurri, in cui è presente una bioerma a *Cladocera caespitosa* (LINNEO) situata a circa -22 m s.l.m. Lo spessore massimo, in perforazione, è di circa 35 metri. Datazioni con il metodo della racemizzazione degli amminocidi su ostracodi e con il metodo ¹⁴C su gasteropodi continentali hanno restituito, per questa unità, un'età compresa tra 134±56 e 1654 ka BP (MIS 5-3).

PLEISTOCENE SUPERIORE

UNITA' DELL'AVANFOSSA BRADANICA

SISTEMA DI CERIGNOLA (RGL)

E' costituito da due unità litostratigrafiche tra loro eteropiche (DDN ed STQ) che nell'insieme formano un sistema progrediente. Il limite superiore è rappresentato da una superficie di erosione fluviale coincidente con la base del supersistema del Fiume Ofanto ovvero con la base del supersistema dei Tavoliere di Puglia; il limite inferiore è rappresentato da una superficie erosiva che separa il sistema di Cerignola dalle argille subappennine o dalle unità sabbioso-conglomeratiche non affioranti nell'area del Foglio 422 Cerignola ma rinvenute in sottosuolo ed affioranti nelle aree limitrofe (sabbie di Monte Marano o conglomerato di Isinia Auct.).

PLEISTOCENE MEDIO

Sabbie di Torre Quarto

Sabbie medie e fini di colore giallo ocra generalmente poco cementate in strati di spessore variabile da pochi centimetri a 50 centimetri con intercalazioni di livelli centimetrici e decimetrici di arenarie, argille e silt di colore giallastro a luochi massosi. Lo spessore massimo è di circa 55 metri. Presenti laminazione piano parallela e incrociata e, nella parte superiore, paleosol. Le macrofaune forniscono indicazioni di ambienti molto variabili che vanno dall'infralitorale, *Spisula subtruncatula* (DA COSTA), *Pitar rudis* (POLI), *Chamaelea gallina* (LINNEO), alle aree di transizione comprensive di ambienti di spiaggia, lagunari, *Cerastoderma glaucum* (BRUGUIERE), *Hydrobiae* spp., *Abra segmentum* (HECQUZ) e retrudunari. Le associazioni a foraminiferi (*Frotella* e *Ephidium*) e a nannofossili calcarei non forniscono indicazioni cronologiche.

PLEISTOCENE MEDIO



SOVRASSEGNI TESSITURALI

Depositi alluvionali



Argilla



Sabbia e ghiaia



Argilla e ghiaia



Sabbia



Sabbia e limo



Limo e ghiaia

Entrambi i fogli, in generale, sono occupati per lo più dai sedimenti plio-quadernari che hanno colmato la parte orientale dell'avanfossa appenninica compreso tra la Daunia e il promontorio garganico; solo nella parte settentrionale del foglio "Foggia", affiorano i calcari mesozoici che costituiscono la porzione più meridionale del sollevamento del Gargano: questi calcari caratterizzano una zona di retroscogliera. Nel complesso le formazioni mesozoiche di retroscogliera formano due gruppi con facies distinta. Nella parte più orientale si trovano formazioni caratterizzate da calcari detritici ed oolitici, che costituiscono il

substrato della zona di intervento, che sono verosimilmente legati ad una vicina scogliera; mentre nella parte più occidentale più compatti.

Per quanto riguarda i sedimenti plio-pleistocenici sono largamente rappresentati e son in continuità con gli stessi cartografati nei fogli limitrofi.

Soltanto nel foglio Foggia si riconoscono due panorami tettonici distinti. I sedimenti pleistocenici non presentano in generale, evidenti deformazioni e costituiscono nel loro insieme una monoclinale immersa in media verso l'Adriatico. Le deboli inclinazioni rilevate riflettono per lo più l'originale inclinazione del fondo marino su cui i sedimenti stessi si sono depositi. La Serie Mesozoica, invece, è interessata da una tettonica disgiuntiva, a faglie normali a prevalente direzione ONO-ESE.

4.2 Unità litologiche del territorio in esame

L'area in esame è contraddistinta da una situazione geologica complessa e da numerosi materiali. Seguendo il tracciato del cavidotto, partendo dal mare e andando verso l'interno vi sono:

- I depositi di spiaggia: sabbie grigiastre con contenuto faunistico depositatosi in ambiente di piattaforma prossimale. Tali sabbie sono sormontate da sabbie grigie di ambiente variabile dalla spiaggia emersa alle dune costiere;
- Un'ampia fascia che compresa tra la costa e i canali che conducono alle saline è costituita da Depositi antropici: depositi di spessore non trascurabile dovuta all'attività antropica in generale, comprendendo depositi di colmata storici e depositi storico-archeologici. I depositi di colmata storici sono costituiti da argille deposte in seguito ad interventi di deviazione di corsi d'acqua per il colmamento e la bonifica della piana costiera del tavoliere; i depositi storico-archeologici sono caratterizzati dalla stratificazione di manufatti di interesse archeologico di età compresa fra l'Età del Ferro e il Medio Evo;
- Depositi palustri: depositi costituiti da sedimenti argillosi e torbosi di colore dal marrone scuro al nero, riferibili a paludi attuali e sub attuali, che occupano aree residue non interessate da bonifica per colmata;
- Depositi alluvionale passanti verso costa a dune costiere e depositi di spiaggia emersa e sommersa: costituiti prevalentemente argille sabbie e silt di colore dal bruno scuro al grigio, al giallastro, spesso con lamine da piano-parallele ad ondulate, presenti soprattutto nei livelli sabbiosi e limosi;
- Depositi sabbiosi siltoso-argillosi: unità costituita da ambiente di deposizione di piana alluvionale ad ovest passante verso est ad ambiente da lagunare ad infralitorale. Localmente sono presenti intercalazioni ghiaiose e strati di arenaria;
- Depositi sabbioso- calcarenitici, depositatisi in ambiente di avanfossa, è costituito da sabbie medie e fini giallastre, poco cementate in strati di spessore variabile con intercalazioni di livelli centimetrici e decimetrici di arenarie, argille e silt di colore giallastro, a luoghi marnosi; nella parte alta si rinvencono sabbie rossastre grossolane con laminazione incrociata. Lo spessore massimo dell'unità, in perforazione è 30m circa.

Per l'individuazione della stratigrafia è stato consultato il Data Base dell'Ispra riguardo i pozzi eseguiti nel territorio in esame, di seguito si riporta la successione stratigrafica di un pozzo eseguito nei pressi dell'area dell'impianto:

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p>Codice: 155691 Regione: PUGLIA Provincia: FOGGIA Comune: CERIGNOLA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 70,00 Quota pc slm (m): 25,00 Anno realizzazione: 2004 Numero diametri: 2 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 6,000 Portata esercizio (l/s): ND Numero falde: 0 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 3 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 7 Longitudine WGS84 (dd): 15,901989 Latitudine WGS84 (dd): 41,372889 Longitudine WGS84 (dms): 15° 54' 07.17" E Latitudine WGS84 (dms): 41° 22' 22.40" N</p> <p>(*):Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	70,00	70,00	350

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
apr/2004	37,00	40,00	3,00	4,000
apr/2004	37,00	38,00	1,00	2,000
apr/2004	37,00	52,00	15,00	6,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE
2	2,00	3,00	1,00		CROSTA CALCAREA
3	3,00	20,00	17,00		SABBIA GIALLA
4	20,00	29,00	9,00		ARGILLA GIALLA
5	29,00	34,00	5,00		ARGILLA BLU
6	34,00	57,00	23,00		SABBIA BLU CON PRESENZA DI ACQUA
7	57,00	70,00	13,00		ARGILLA BLU

Dunque l'idrografia della regione è rappresentata da tre principali corsi d'acqua (Candelaro, Cervero e Carapelle) ad andamento torrentizio e stagionale. Essi sono stati regimentati per buona parte del loro corso e sfruttati per la bonifica costiera.

4.3 Inquadramento Morfologico e Idrografico

Nell'area del Foglio "Foggia" sono distinguibili due zone dove l'azione modellatrice delle forze esogene ha risentito delle diverse situazioni geologiche. A sud del corso d'acqua Candelaro la morfologia è quella propria di tutta la Capitanata e cioè con vaste spianate inclinate debolmente verso il mare, interrotte da valli ampie con fianchi alquanto ripidi. L'area è solcata da tre importanti torrenti: il Candelaro, il Cervero e il Carapelle e da tutta una rete di tributari che hanno spesso un deflusso esclusivamente stagionale.

La generale pendenza verso oriente della spianata rappresenta, molto probabilmente, l'originaria inclinazione della superficie di regressione del mare pleistocenico e dei depositi fluviali che su essa si sono adagiati.

Sulla spiaggia, limitatamente, all'area del Foglio Trinitapoli si osservano cordoni dunari, di pochi metri d'altezza, paralleli alla linea di costa. Inoltre, in tale foglio l'antico Lago di Salpi, attuali saline di Margherita di Savoia, si sarebbe stabilito in seguito alla formazione dei cordoni litoranei, in seguito elevati in dune.

Infine

Come è possibile osservare dalla Carta Idro-geomorfologica allegata, l'area d'intervento, ricade in una zona non urbanizzata, e per la maggior parte si sviluppa su una superficie sub-orizzontale ad una quota compresa tra 30m (nel territorio di Cerignola) e quote prossime allo 0 e anche al di sotto di esso; infatti, in un'ampia fascia a ridosso della costa, sono state eseguite in alcune zone opere di bonifica convogliando le acque in canali che sfociano in mare, in altre è stata sfruttata la possibilità di creare saline per la produzione del sale marino; infine, altre zone non sono state incluse in alcuna opera di bonifica e pertanto risultano essere zone paludose.

. in cui pur non essendoci un vero e proprio sistema idrografico di tipo fluviale, il territorio è interessato da numerose incisioni erosive riguardanti l'ammasso calcareo, originatesi da fratturazione della roccia per cause tettonica e successivamente interessate dal breve scorrimento delle acque superficiali le quali hanno eroso ed approfondito tali incisioni alcune dei quali terminano in bacini endoreici (zone maggiormente depresse che mettono in comunicazione le acque superficiali con quelle profonde), altre raggiungono e sfociano in mare.

4.4 Inquadramento Idrogeologico

Per quanto riguarda l'idrologia sotterranea si possono distinguere tre diversi tipi di acque: freatiche, artesiane e carsiche.

Tutta la porzione del Tavoliere racchiusa tra il promontorio del Gargano, il Golfo di Manfredonia e il Fiume Ofanto è interessata da acque freatiche dolci e acque salmastre distribuite in modo saltuario e di difficile delimitazione.

Pozzi perforati nei calcari, nella zona di Manfredonia, hanno rilevato la presenza di acque di origine carsica, dolci e salmastre mentre sempre nella zona di Manfredonia sgorga la sorgente di natura salina e fredda la quale viene alla luce naturalmente.

Nella zona specifica oggetto delle indagini, come si evince dalla carta idrogeologica allegata e dalle sezioni geo-litotecniche, è emersa sia la presenza della falda superficiale freatica (Acquifero Detritico) e sia la presenza della falda profonda la quale considerate le quote dell'area in esame, si trova a profondità comprese tra 25.0m s.l.m.m. e -35.0m al di sotto del livello del mare.

4.4.1 Rocce permeabili per porosità interstiziale

Rientrano all'interno di tale categoria i Depositi alluvionali e i Depositi sabbioso-calcarenitici, per i depositi alluvionali, per quanto riguarda la porzione ghiaioso-sabbiosa, si può assumere una permeabilità **K** compresa tra $1 \cdot 10^{-3} \text{m/sec}$ e $1 \cdot 10^{-4} \text{m/sec}$, mentre per i depositi sabbioso-calcarenitici il valore della permeabilità **K** compresa tra $1 \cdot 10^{-4} \text{m/sec}$ e $1 \cdot 10^{-5} \text{m/sec}$.

4.4.2 Terreni impermeabili

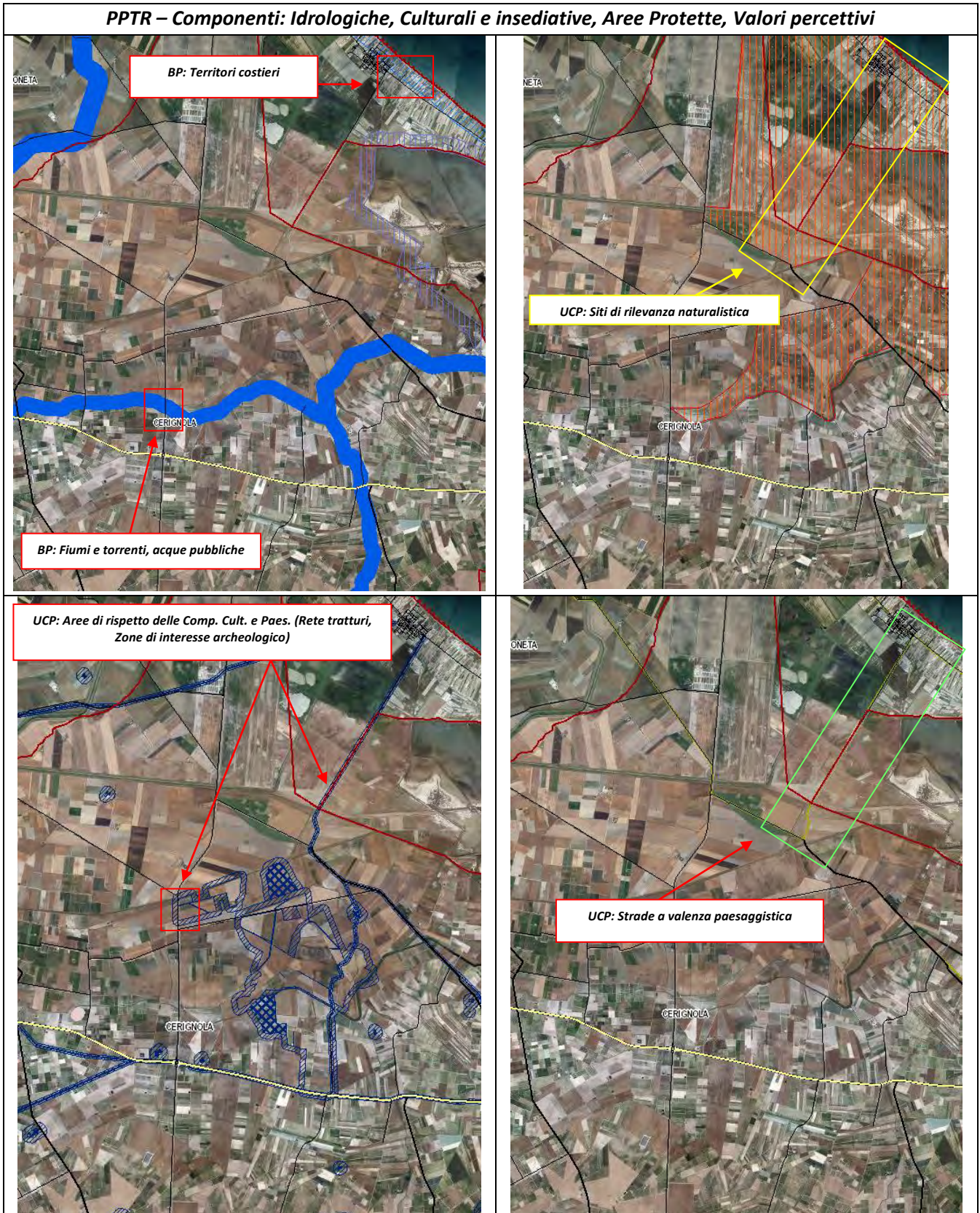
Rientrano all'interno di tale categoria la porzione argillosa dei Depositi alluvionali e i Depositi antropici, essendo di natura argillosa, a cui si può dare una permeabilità **K** compresa tra $1 \cdot 10^{-6} \text{m/sec}$ e $1 \cdot 10^{-7} \text{m/sec}$.

5 ANALISI DEI VINCOLI PAESAGGISTICI

5.1 PPTR - Ambiti Territoriali Distinti

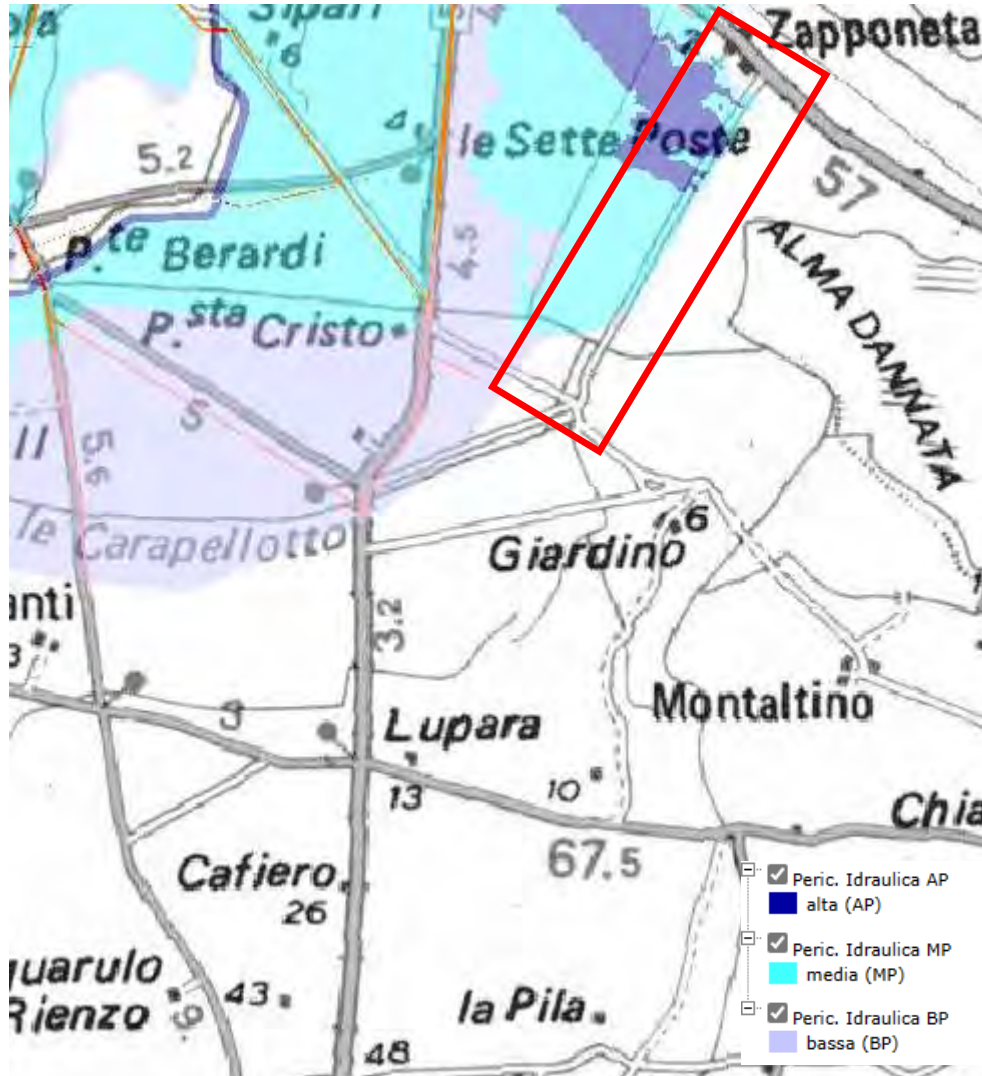
Com'è possibile osservare dagli stralci del PPTR Puglia riportati di seguito l'area in esame, poiché è molto estesa, è interessata per alcune parti, da perimetrazioni come di seguito riportate.

PPTR – Componenti: Idrologiche, Culturali e insediative, Aree Protette, Valori percettivi



5.2 Inquadramento dell'area rispetto al Piano di Assetto Idrogeologico

Dalla Consultazione della "Carta del Rischio" del Piano stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale della Puglia, è emerso che nell'area in esame sono presenti perimetrazioni PAI con grado basso, medio e alto relativamente alla pericolosità Idraulica.



6 INQUADRAMENTO SISMICO DELL'AREA

6.1 Aspetti generali

I Comuni di Cerignola e Zapponeta (Fg) con D.G.R. n. 1626 del 15.09.2009, confermato dalla nuova classificazione sismica del territorio italiano (marzo 2022) ricade in **zona sismica 2** (livello di pericolosità basso – zone in cui si possono verificare terremoti abbastanza forti).

Classificazione sismica 2022 - Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003



6.2 Caratteristiche sismiche di riferimento del territorio

Sulla base delle caratteristiche litologiche del sottosuolo che caratterizza il sito in esame, depositi alluvionali sabbioso limosi e depositi sabbioso-calcarenici, si ipotizza, da un punto di vista sismico, che il sottosuolo su cui insisteranno le opere, è contraddistinto:

- nel caso in cui sono presenti i depositi alluvionali pressochè sciolti, da valori di $180\text{m/s} < V_s < 360\text{m/s}$, per cui si ipotizza la categoria di suolo di fondazioni di classe “C”, definita secondo le NTC 2018, nel seguente modo: **“Depositi di terra a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiore a 30m, caratterizzato da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180m/s e 360m/s”**;
- nel caso in cui sono presenti i depositi sabbioso-calcarenici, da valori di $360\text{m/s} < V_s < 800\text{m/s}$, per cui si ipotizza la categoria di suolo di fondazioni di classe “B”, definita secondo le NTC 2018, nel seguente modo: **“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con profondità del substrato superiore a 30m, caratterizzato da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180m/s e 360m/s”**.

Alla luce delle attuali conoscenze si ritiene che non si pongono particolari problemi alla realizzazione dell’opera in oggetto. Naturalmente si terrà conto di quanto riportato nelle Norme Tecniche delle Costruzioni del Gennaio 2018 che all’opera si deve attribuire un’accelerazione massima orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni compreso tra 0.15g e 0.25g, pari ad un’accelerazione

orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico sulla formazione di base (suoli di categoria "A") pari ad $a_g=0.25g$.

In particolare, le recenti Norme Tecniche per le Costruzioni (17/01/2018) e l'OPCM del 28 aprile 2006 n. 3519 superano il concetto della classificazione del territorio in zone, imponendo nuovi e precisi criteri di verifica dell'azione sismica nella progettazione delle nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante una analisi della risposta sismica locale. In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" e della definizione di una "pericolosità di base" fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T^*C). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Secondo le NTC l'area in questione è caratterizzata da un'accelerazione compresa tra 0.125 - 0.150 g, come evidenziato nella figura a, in cui è riportata la mappa di pericolosità sismica per il sito in questione, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi (categoria A, $V_s > 800m/sec$).

Pericolosità sismica della Puglia (Fonte: INGV, Mappa della pericolosità sismica, 2004)

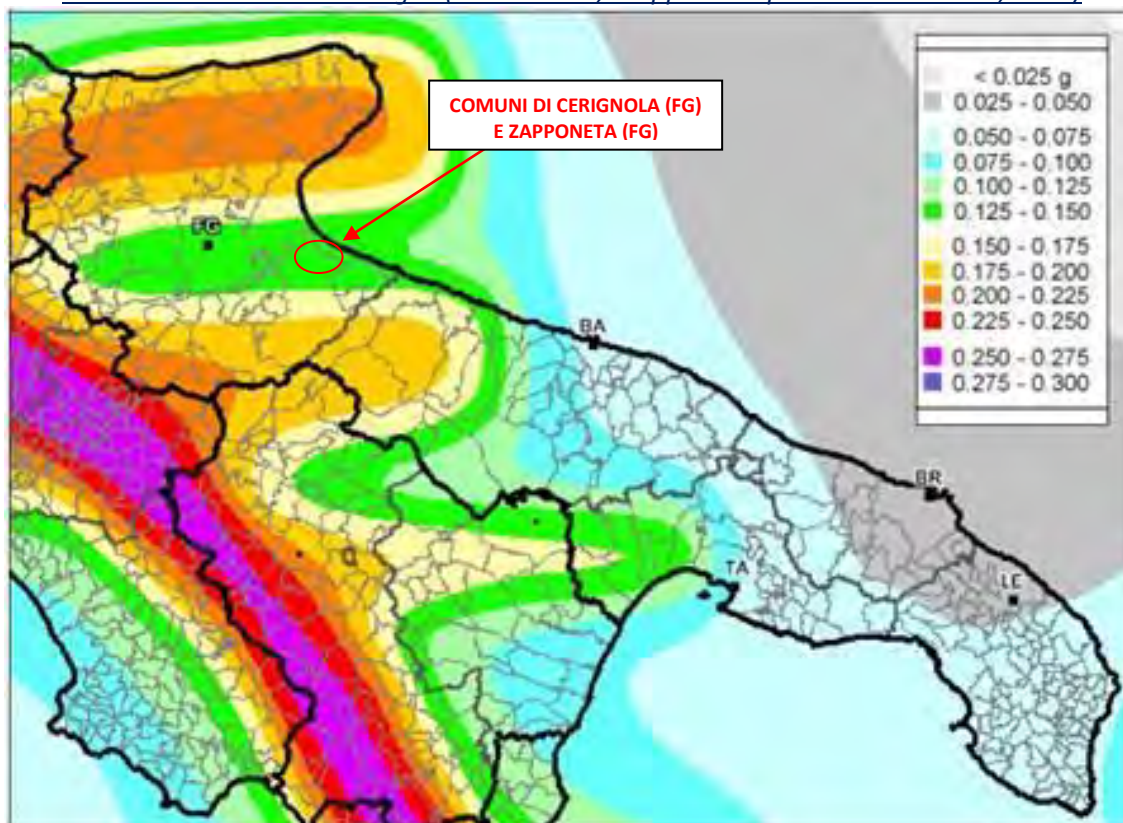
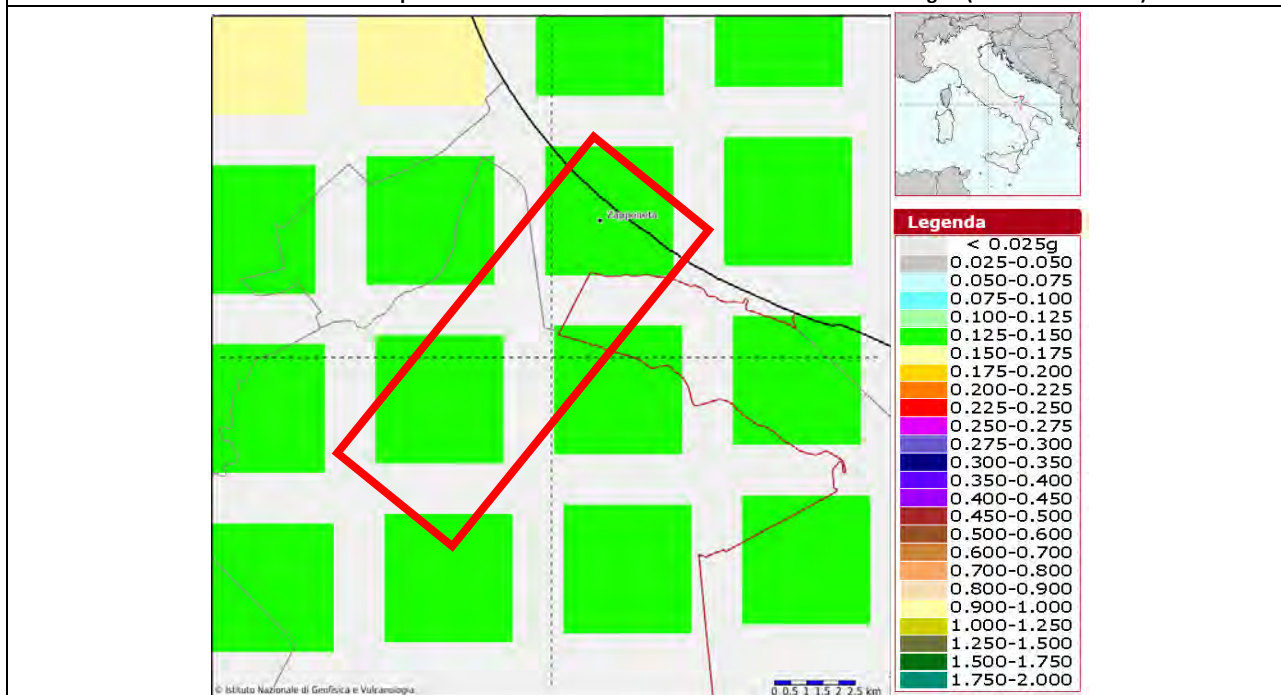


Fig.a - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi (Ordinanza 3519-06)



Alla luce della recente normativa “Norme Tecniche per le Costruzioni D. Min. Infrastrutture” 17 gennaio 2018 (Suppl Ord. G. U. 20.2.2018, n. 42) di seguito si riportano i parametri di pericolosità sismica dell’area in esame, rispetto all’opera fuori terra:

Latitudine (WGS84)	41.36751604	Longitudine (WGS84)	15.89717106
Latitudine (ED50)	41.369214	Longitudine (ED50)	15.898063
Altitudine (mt)	29		
Classe dell'edificio	II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti. ▼		
Vita Nomiale Struttura	50 ▼		
Periodo di Riferimento per l'azione sismica	50		

Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	T_r [anni]	a_g/g [-]	F_o [-]	T^*_c [s]
Operatività	30	0.042	2.517	0.280
Danno	50	0.053	2.555	0.315
Salvaguardia Vita	475	0.140	2.585	0.427
Prevenzione Collasso	975	0.186	2.557	0.437

Secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni del D.M. 17.01.2018 (NTC 18), all. A, l’azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla pericolosità di base, che costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica deve essere compatibile con le NTC, dotata di sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali. Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dai parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- "ag" accelerazione orizzontale massima al terreno;
- "Fo" valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- "Tc*" periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

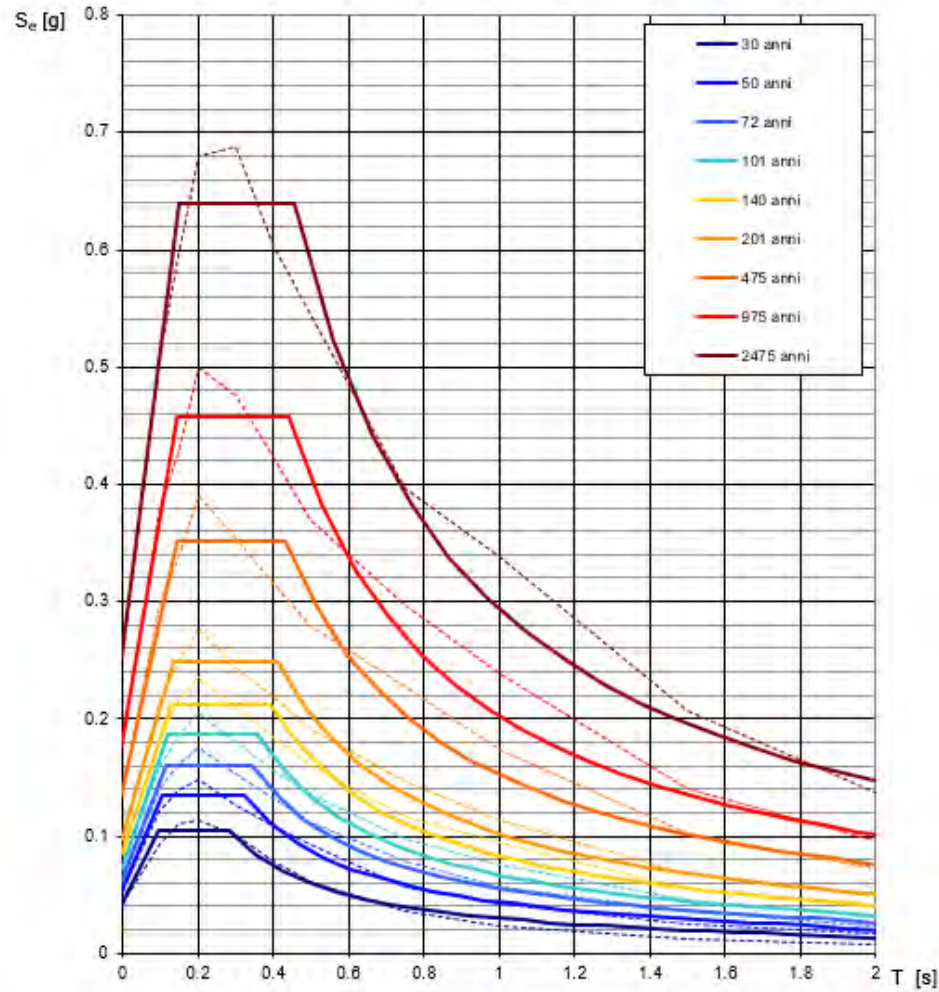
6.3 Individuazione della pericolosità del sito

Le NTC18 (Norme Tecniche delle Costruzioni) ridefiniscono il concetto di pericolosità sismica di riferimento e di conseguenza sono state ridefinite le azioni sismiche di progetto-verifica. Tramite il programma sperimentale (Spettri-NTC ver.1.03) è possibile determinare i relativi spettri di risposta, in funzione del sito e del tipo di costruzione, per ciascuno degli stati limite previsti dalla normativa. La pericolosità sismica è lo strumento di previsione delle azioni sismiche attese in un determinato sito. Può essere definita in termini statistici e/o probabilistici. Dal punto di vista statistico la severità di un evento sismico è descritta dalle curve di pericolosità. Ogni sito del territorio nazionale è caratterizzato da proprie curve di pericolosità che presentano in ascissa una misura della severità del terremoto come ad esempio accelerazione di picco del terreno o S_e (ordinata della risposta spettrale in accelerazione) ed in ordinata la frequenza media annua di ricorrenza $\lambda=1/T_r$ (T_r è il periodo di ritorno del sisma espresso in anni) in scala logaritmica.

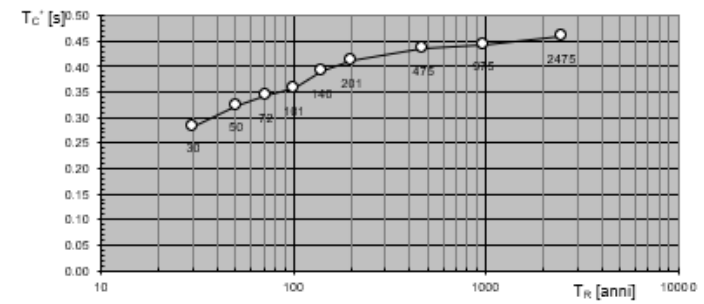
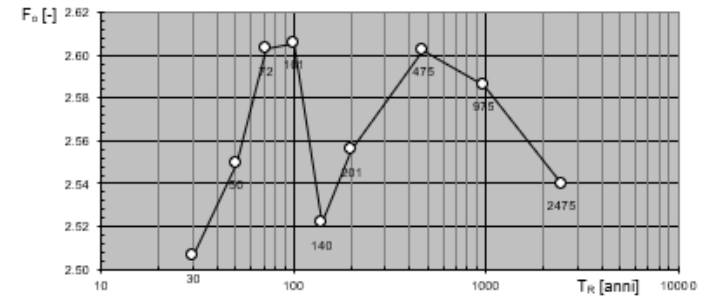
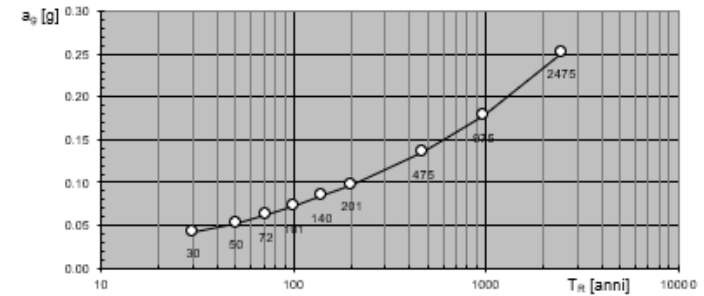
Una volta individuati tutti i parametri geografici (longitudine, latitudine, ecc.) sono visualizzati i quattro nodi del reticolo che circoscrivono il sito stesso. I primi dati che si possono rilevare durante questa prima fase sono:

- i grafici degli spettri di risposta ottenuti in corrispondenza di ciascuno dei nove periodi di ritorno considerati in S1;
- i grafici che rappresentano la variabilità dei parametri ag, Fo, Tc* in funzione dl periodo di ritorno T_r .

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C' : variabilità col periodo di ritorno T_R



Segue una tabella riassuntiva dei valori degli stessi parametri a_g , F_o , T_c^* per ciascuno dei nove periodi di ritorno considerati in S1

Valori dei parametri a_g , F_o , T_c^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
30	0.042	2.506	0.283
50	0.053	2.550	0.323
72	0.062	2.603	0.343
101	0.072	2.606	0.356
140	0.084	2.521	0.391
201	0.097	2.556	0.411
475	0.135	2.602	0.434
975	0.177	2.586	0.443
2475	0.252	2.540	0.458

7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Dal rilevamento di superficie dell'area destinata alla realizzazione delle opere in progetto si evince che buona parte di essa è caratterizzata da depositi alluvionali di natura sabbioso limosa ma anche da depositi terrosi rimaneggiati dall'attività antropica e di bonifica mentre solo una minima parte è interessata dalla presenza di depositi sabbiosi mediamente cementati intercalati a livelli argillosi.

Di seguito, a titolo puramente indicativo, si riporta una schematica classificazione dei principali parametri geotecnici avendo riconosciuto due principali unità litotecniche: *Unità litotecnica "Depositati alluvionali e Depositati antropici"* e *Unità litotecnica "Depositati sabbioso-calcarenitici con livelli argillosi"*

- ***Depositati alluvionali e depositati antropici***
 - ✓ Peso di Volume (γ) $1.65 \div 2.0 \text{ gr/cm}^3$
 - ✓ Angolo di attrito (φ) $21 - 23^\circ$
 - ✓ Coesione (c) $0.00 \div 0.3 \text{ Kg/cm}^2$
- ***Depositati sabbioso-calcarenitici con livelli argillosi***
 - ✓ Peso di Volume (γ) 1.9 gr/cm^3
 - ✓ Angolo di attrito (φ) $24 - 25^\circ$
 - ✓ Coesione (c) $1.5 - 2.0 \text{ Kg/cm}^2$

Si precisa che i depositi Alluvionali sono generalmente costituiti da materiali granulari e da materiali coesivi, pertanto, per i parametri considerati sono stati valutati gli intervalli dei valori e non i valori unitari.

Nella Tavola 1 – Sezioni Geo-litotecniche, sono evidenziati i parametri geotecnici per ogni singola formazione e lo stazionamento della falda.

7.1 Considerazioni conclusive

Alla luce di quanto ricavato dal rilevamento geologico e dalla cartografia ufficiale a disposizione, per il sottosuolo in esame si riportano di seguito alcune considerazioni:

- il terreno di fondazione è che buona parte di essa è caratterizzata da depositi alluvionali di natura sabbioso limosa ma anche da depositi terrosi rimaneggiati dall'attività antropica e di bonifica mentre solo una minima parte è interessata dalla presenza di depositi sabbiosi cementati;
- il terreno di fondazione è da ritenersi permeabile per porosità, e considerato le quote della maggior parte del territorio in oggetto, si ipotizza la presenza di falda superficiale anche entro i primi 3.0m dal p.c.;
- dal rilevamento di dettaglio non sono state rilevate evidenze di instabilità (piccoli smottamenti o crolli).

Dal punto di vista morfologico, il sito di interesse, si presenta generalmente sub-pianeggiante, localmente occupa in entrambi i luoghi una posizione sommitale di piccoli rilievi tabulari, delimitati da scarpate più o meno pronunciate.

Tali scarpate sono rappresentate dalle pareti delle incisioni erosive (lame) frutto dell'attività tettonica prima e dell'azione erosiva successivamente.

Dal punto di vista dell'idrografia, l'area d'intervento, ricade in una zona non urbanizzata, in cui sono presenti diffuse ramificazioni idrografiche naturali e canali artificiali che sfociano in mare. La vicinanza dell'area al mare e le bassissime quote rispetto allo stesso, hanno fatto sì che lungo costa si sono formate zone paludose e zone antropicamente modificate per la produzione del sale marino (Saline di Santa Margherita).

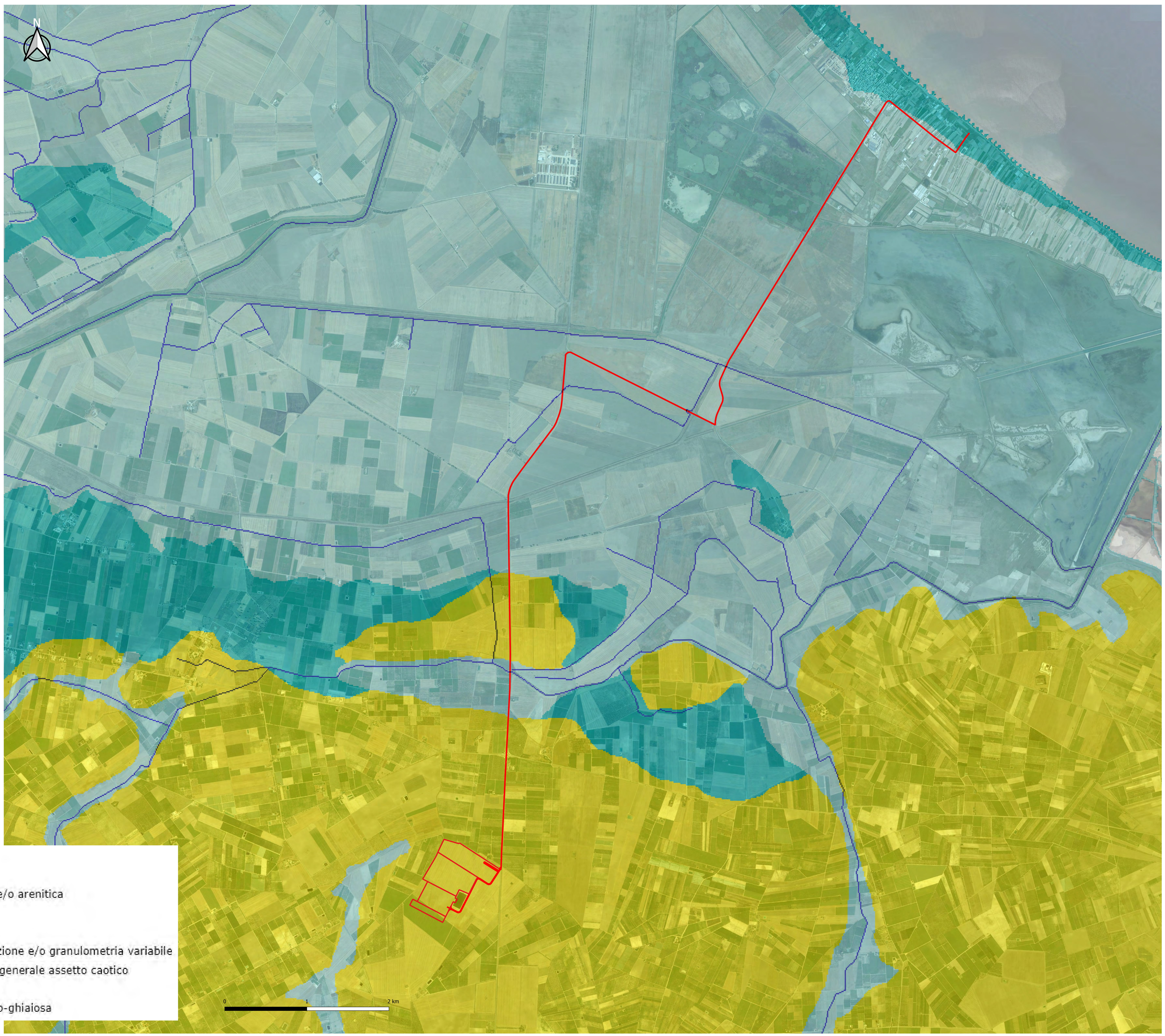
Dal punto di vista idrogeologico, al di sotto dell'area in esame è presente sia la falda profonda che la falda superficiale definita come Acquifero detritico, quest'ultima probabilmente avrà interferenza con le opere in progetto e con la fase di escavazione.

Dalla Consultazione della "Carta del Rischio" del Piano stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale della Puglia, è emerso tutta la zona a ridosso della costa ricade in perimetrazioni con Pericolosità Idraulica di Basso (BP), Medi (MP) e Alto (AP) grado.

vi sono aree di progetto che ricadono in perimetrazioni del PAI.

Infine dall'analisi della cartografia Gis del PPTR, l'area in esame rientra, anche se in parte, nella perimetrazione delle Componenti delle Idrologiche, Culturali e Insediative, Aree Protette e Componenti dei Valori Percettivi.

Poiché le categorie di suolo in cui rientrerebbero i terreni interessati dalle opere sono state ipotizzate essere la "C" dove vi sono i depositi alluvionali e antropici, e la "B" dove vi sono i depositi sabbioso-calcarenitici, è opportuno effettuare in sito prove di tipo sismico; stessa cosa per la determinazione dei parametri geotecnici, è opportuno effettuare prove del tipo DPSH anche per valutare l'eventuale potenziale di suscettibilità alla liquefazione.



LEGENDA

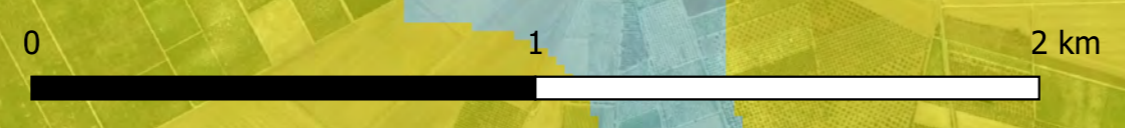
- WOF001_SE380 kV_ampliamento
- WOF001_SE380 kV
- WOF001_SE380 kV_strada
- WOF001_rifasamento e stazione
- WOF001_OnshoreCable_V4
- WOF001_Buca Giunti_V1

GEOLOGIA

— CORSO D'ACQUA

ELEMENTI GEOSTRUTTURALI

- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica
- Unità a prevalente componente argillosa
- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
- Unità a prevalente componente arenitica
- Unità a prevalente componente ruditica
- Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile
- Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico
- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica
- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-gliaiosa





LEGENDA

- ▭ WOF001_SE380 kV_ampliamento
- ▭ WOF001_SE380 kV
- WOF001_SE380 kV_strada
- ▭ WOF001_rifasamento e stazione
- WOF001_OnshoreCable_V4
- ▭ WOF001_Buca Giunti_V1

GEOMORFOLOGICA

MODELLAMENTO CORSO D'ACQUA

- Ciglio di sponda
- Ripa di erosione

ELEMENTI LEGATI ALL'IDROGRAFIA SUPERFICIALE

- Corso d'acqua
- Corso d'acqua episodico
- Corso d'acqua obliterato
- Corso d'acqua tombato

BACINI IDRICI

- ▭ Lago naturale
- ▭ Lago artificiale
- ▭ Laguna costiera
- ▭ Salina
- ▭ Stagno, acquitrino, zona palustre

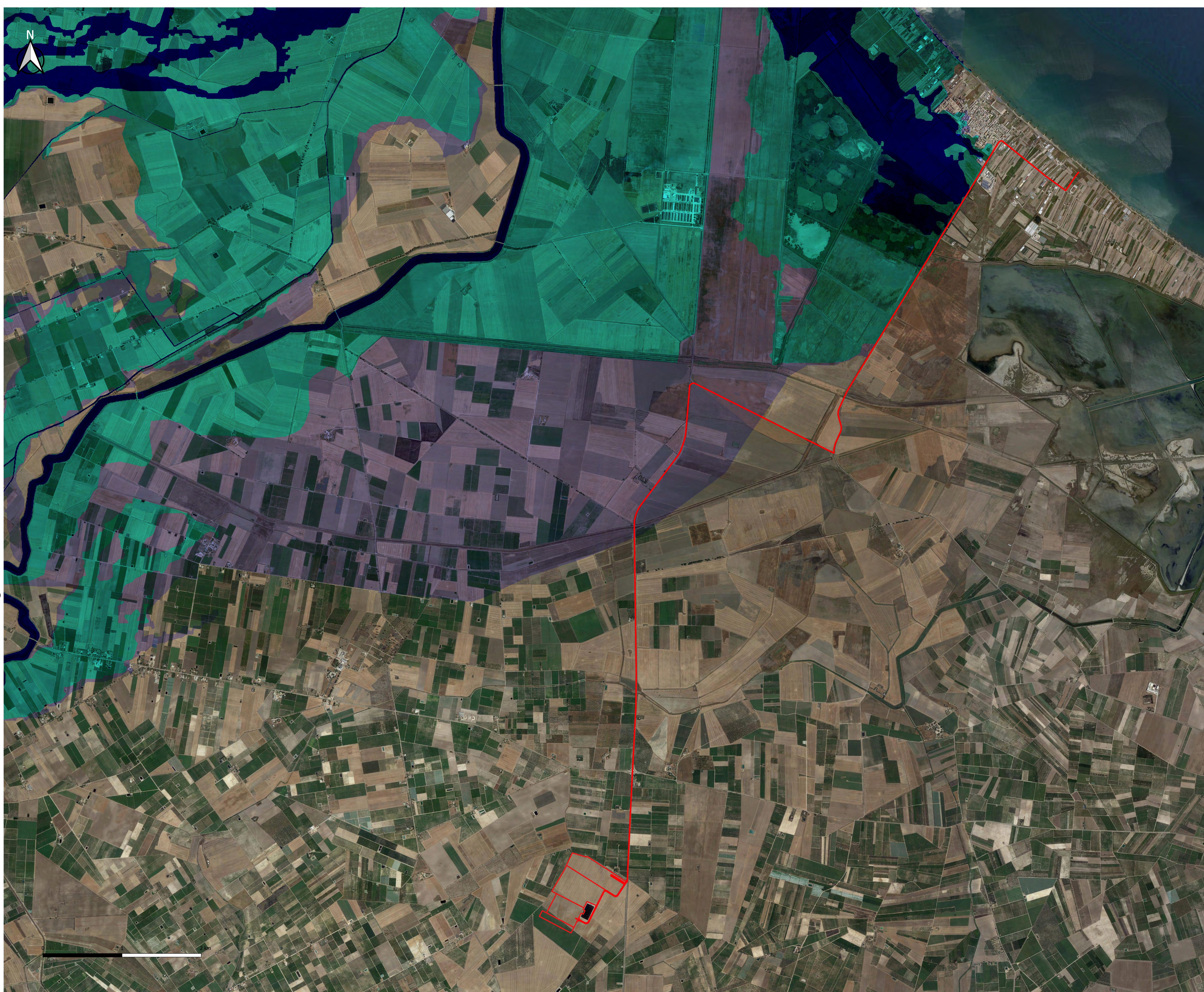
ELEMENTI DI ORIGINE ANTROPICA

- ▭ Argine
- ▭ Traversa fluviale
- ▭ Opera di difesa costiera
- ▭ Diga
- ▭ Opera ed infrastruttura portuale
- ▭ Discarica controllata
- ▭ Area di cava attiva
- ▭ Cava abbandonata
- ▭ Cava riqualificata
- ▭ Cava rinaturalizzata
- ▭ Discarica di residui di cava
- ▭ Miniera abbandonata
- ▭ Discarica di residui di miniera



LEGENDA

- WOF001_SE380 kV_ampliamento
- WOF001_SE380 kV
- WOF001_SE380 kV_strada
- WOF001_rifasamento e stazione
- WOF001_OnshoreCable_V4
- WOF001_Buca Giunti_V1
- DISTRIBUZIONE MEDIA DEI CARICHI PIEZOMETRICI ACQUIFERTI- GIUGNO 2019
- COMPLESSO IDROGEOLOGICO DETRITICO-TAVOLIÈRE



LEGENDA

- ▬ WOF001_SE380 kV_ampliamento
- ▬ WOF001_SE380 kV
- ▬ WOF001_SE380 kV_strada
- ▬ WOF001_rifasamento e stazione
- ▬ WOF001_OnshoreCable_V4
- ▬ WOF001_Buca Giunti_V1

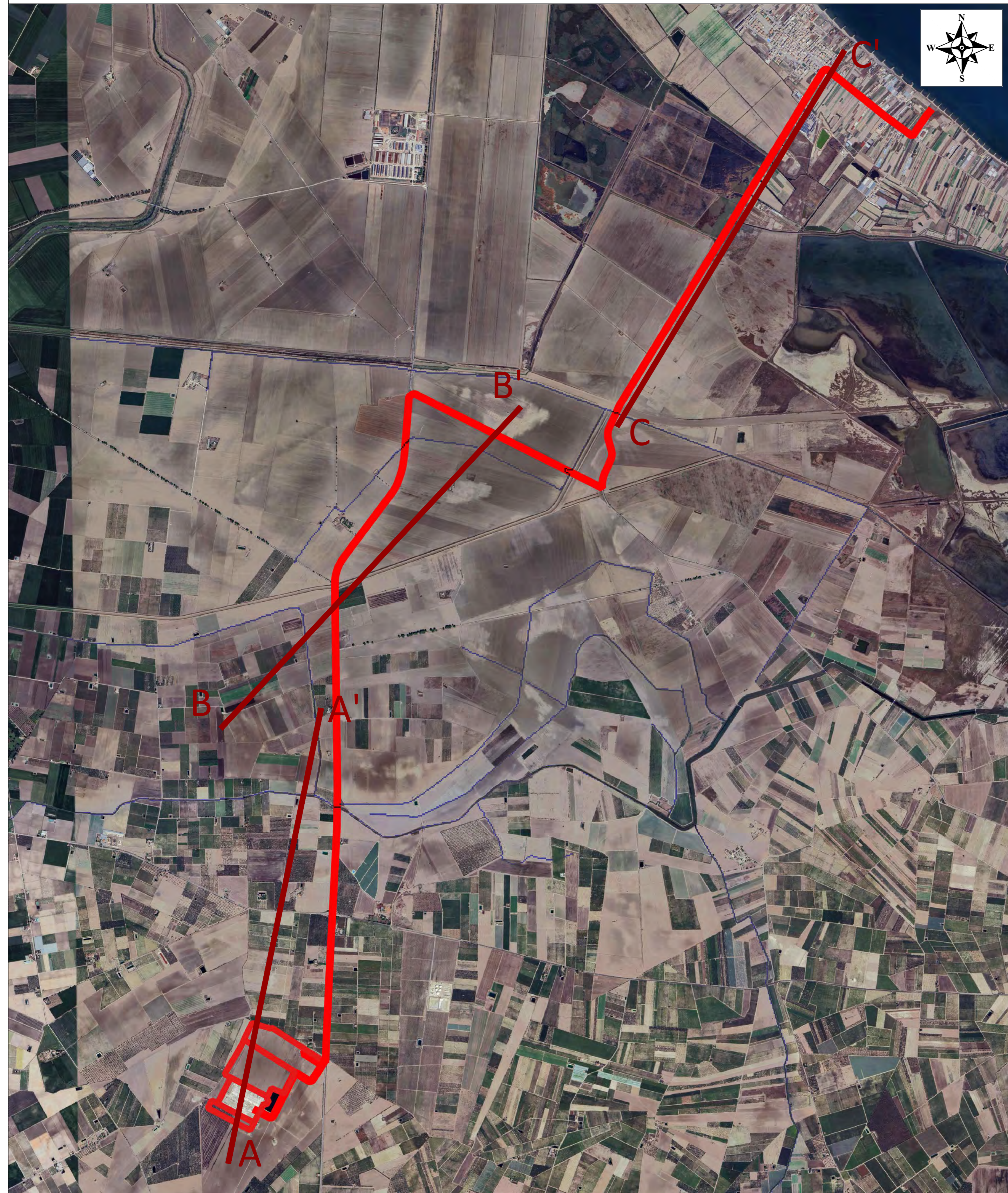
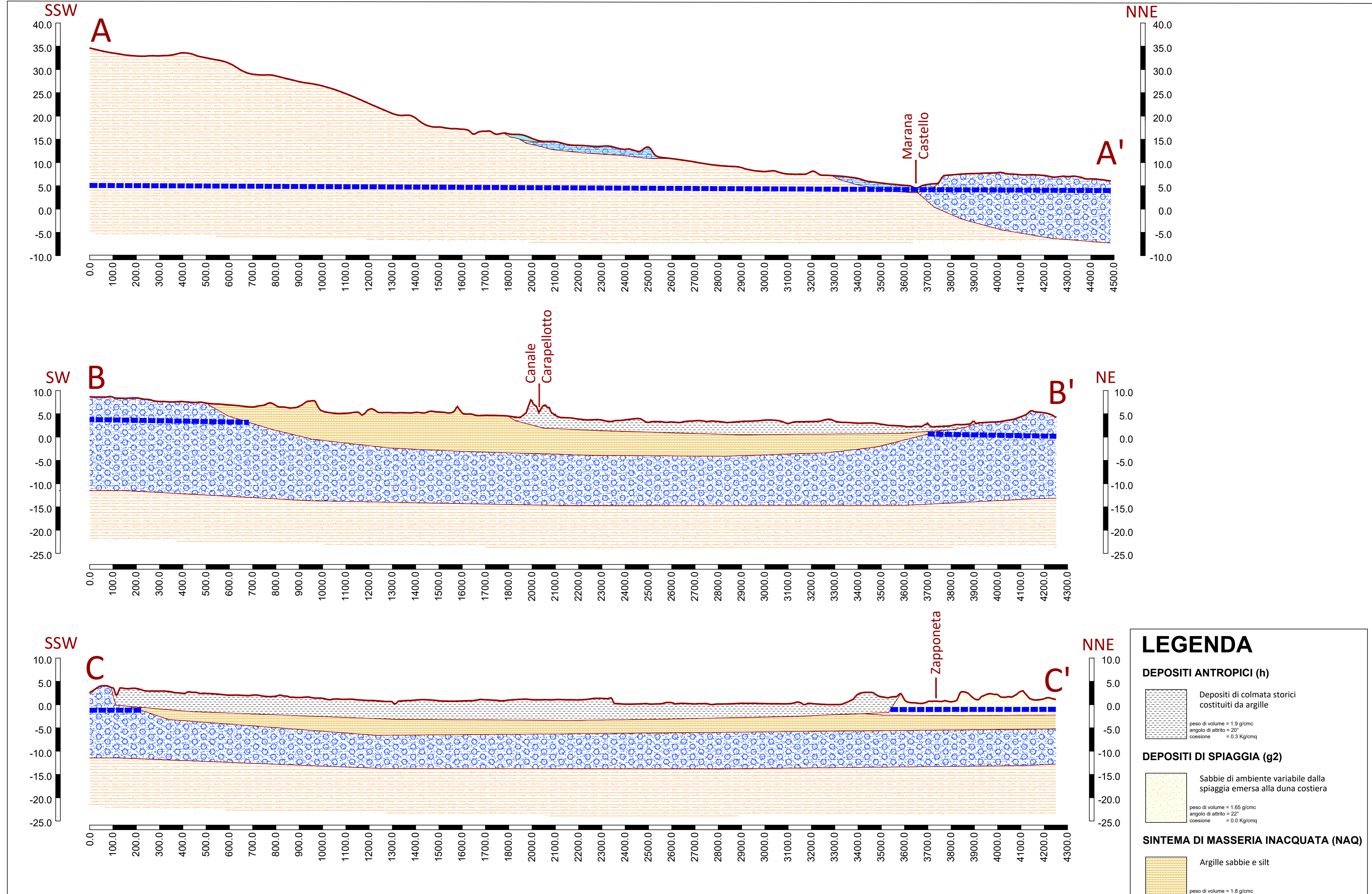
PAI

PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

- MEDIA E MODERTA (PG1)
- ELEVATA (PG2)
- ELEVATA (PG3)

PERICOLOSITA' IDRAULICA

- BASSA (BP)
- MEDIA (MP)
- ALTA (AP)



COMUNI DI CERIGNOLA E ZAPPONETA PROVINCIA DI FOGGIA					
OGGETTO					
PROGETTO ONSHORE DEL PARCO EOLICO MARINO DENOMINATO WOF001_NEMETUN ISLAND DA ESEGUIRSI NEL COMUNE DI CERIGNOLA					
CODICE	ELABORATO				
02	TAVOLA 01 - SEZIONI GEO-LITOTECNICHE				
			COMMITTENTE		
			Hope Engineering srl Via Lanzone, 31 – 20123 - Milano		
RILIEVI E INDAGINI			PROGETTISTA ARCHITETTONICO		
APOGEO s.r.l. Via della Roverella, 20 - 70022 Altamura (BA) Cod. Fisc. e P. IVA 01037210778 Tel.: 080/3143324 www.apogeo.biz - OS20A Class. I OS20B Class. IV Email: apogeo.altamura@libero.it - PEC: apogeo.altamura@pec.it					
		L'AMMINISTRATORE UNICO	IL GEOLOGO INCARICATO		
REV.	DATA	RIFERIMENTO REVISIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
	Febbraio 2024		MORAMARCO M.	PEPE P.	MORAMARCO V.
SCALA			CODICE COMMESSA		
			2024_015		
ELENCO ALLEGATI					