

Regione Puglia

COMUNE DI GUAGNANO(LE) - SALICE SALENTINO(LE) - CAMPI SALENTINO(LE)
SAN DONACI(BR) - CELLINO SAN MARCO(BR)

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI,
NONCHE' OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE, DI POTENZA
NOMINALE PARI A 36 MW ALIMENTATO DA FONTE EOLICA,
CON ANNESSO SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DI POTENZA
PARI A 24 MW, PER UNA POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 60MW
DENOMINATO IMPIANTO "NEXT1"**

PROGETTO PARCO EOLICO "NEXT1"

Codice Regionale AU: O3Q5NM4

Tav.:	Titolo:
R23	RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
s.c.	A4	O3Q5NM4_NPDI2_GUA_R23_RelazioneGeologica

Progettazione:	Committente:
QMSOLAR s.r.l. Via Guglielmo Marconi scala C n.166 - Cap 72023 MESAGNE (BR) P.IVA 02683290742 - qmsolar.srls@pec.it Amm.re unico Ing. Francesco Masilla Gruppo di progettazione: MSC Innovative Solutions s.r.l.s - Via Milizia 55 - 73100 LECCE (LE) P.IVA 05030190754 - msc.innovativesolutions@gmail.com Ing. Santo Masilla - Responsabile Progetto	NPD Italia Il s.r.l. Galleria Passarella, 2, Cap - 20122 MILANO P.IVA 11987560965 - email: npditalia@legalmail.it
Indagini Specialistiche : Geologo Dott. Marcello De Donatis	

Data Progetto	Motivo	Redatto:	Controllato:	Approvato:
15/06/2023	Prima versione	F.M.	S.M.	NPD Italia Il srl

INDICE

PREMESSA	2
INDIVIDUAZIONE DEL SITO.....	3
CARATTERI E MORFOLOGICI	5
RISCHIO SISMICO DEI COMUNI DI INDAGINE.....	7
CARATTERI GEOLOGICI.....	9
IDROGEOLOGIA E PERMEABILITA' DEL SEDIME DI FONDAZIONE	15
CARTA IDROGEOLOGICA DELLA REGIONE PUGLIA	18
COMPATIBILITÀ CON IL PAI	20
COMPATIBILITÀ CON IL PPTR.....	21
INDAGINE GEOGNOSTICA.....	25
Sondaggi geognostici a carotaggio continuo	25
Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio.....	32
<i>Sismica con metodologia Masw.....</i>	<i>36</i>
<i>STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE</i>	<i>48</i>

PREMESSA

Su incarico di QM Solar s.r.l.s. il sottoscritto, nel mese di giugno 2023, ha eseguito dei rilievi in campo ed uno studio geologico, morfologico ed idrogeologico per la realizzazione di un impianto di produzione di energia da fonte eolica "NEXT1", costituito da 6 aerogeneratori, oltre impianti di accumulo e connessione alla RTN, che interessa i territori comunali di Guagnano, Salice Salentino (prov di Lecce) e Cellino San Marco (provincia di Brindisi).

Il lavoro svolto a tal fine si è articolato attraverso:

- a) un rilievo geo-morfologico finalizzato alla ricostruzione delle caratteristiche litologiche e stratigrafiche dell'area interessata dal progetto e censimento di tutte le forme morfologiche di particolare interesse paesaggistico;
- b) rilievo idrogeologico dell'area;
- c) consultazione delle cartografie che meglio permettano di inquadrare il contesto idrogeomorfologico e vincolistico dell'area, e quindi il PAI, la Carta Idrogeomorfologica ed il PPTR.

Si riportano inoltre risultanze delle indagini geognostiche eseguite nell'area (sebbene parte integrante dell'elaborato "Relazione geotecnica").

Al termine delle consultazioni delle cartografie geo-idro-morfologiche esistenti e dei rilievi geo-idro-morfologici di superficie, è stata redatta la presente relazione dove viene valutata la compatibilità del progetto con il contesto vincolistico e territoriale.

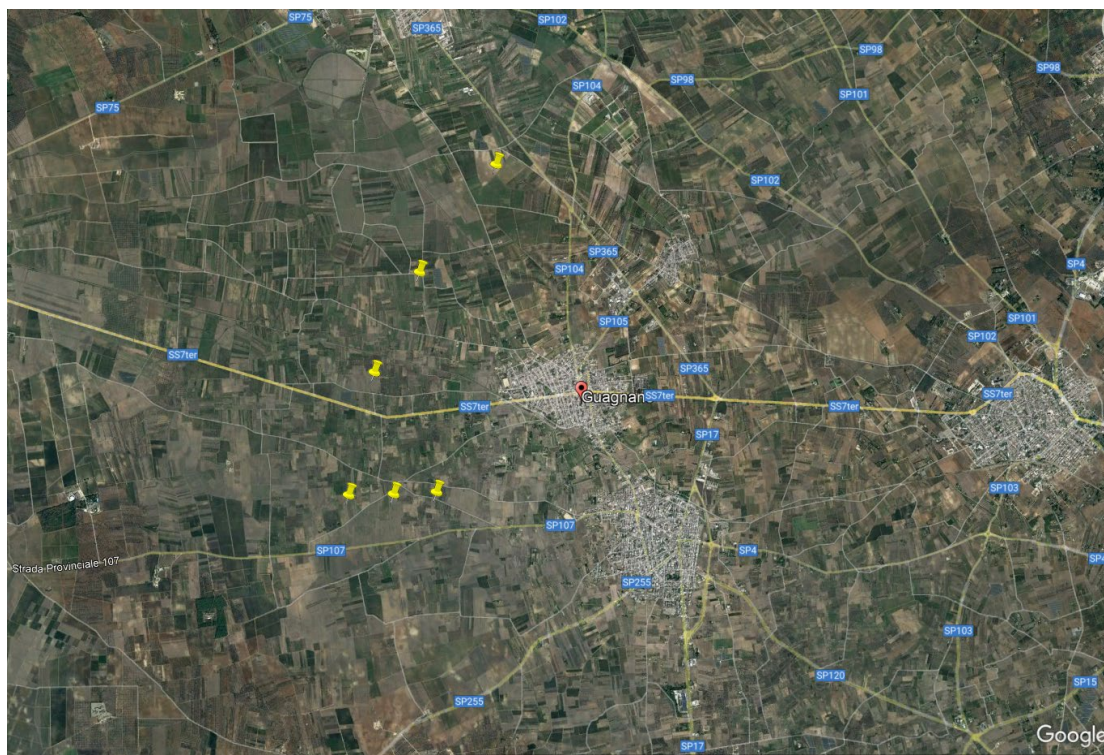
INDIVIDUAZIONE DEL SITO

L'area indagata è ubicata nei territori comunali di territori comunali di Guagnano, Salice Salentino (prov di Lecce) e Cellino San Marco (provincia di Brindisi).

La quota topografica è vaurabile da 44 a 49 m s.l.m. e la morfologia è pianeggiante, sebbene leggermente degradante verso nord.

L'area di indagine si trova a cavallo della SS7 ter ad ovest dell'abitato di Guagnano; essa è individuata dalle seguenti coordinate geografiche (esprese come punto centrale):

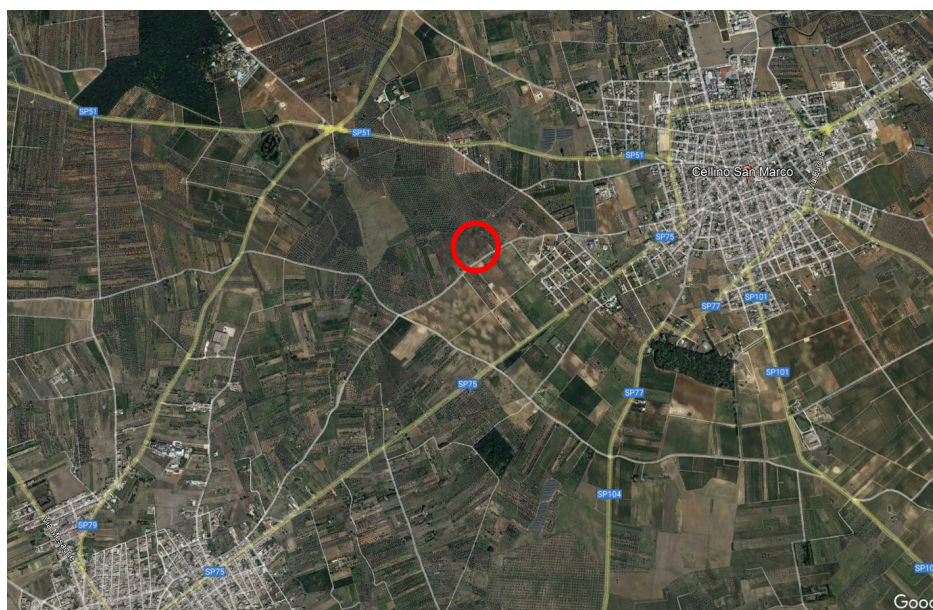
- Latitudine : 40° 24' 18" N
- Longitudine : 17° 55' 19" E



Area di indagine, immagine da Google Earth ®

L'area dove è prevista la realizzazione della cabina si trova ad una quota topografica di 60.0 m s.l.m.; essa è individuata dalle seguenti coordinate geografiche (esprese come punto centrale):

- Latitudine : 40° 28' 03" N
- Longitudine : 17° 56' 45" E



Area di indagine, immagine da Google Earth ®

CARATTERI E MORFOLOGICI

L'area indagata rientra nel foglio 203 "Brindisi" della Carta Geologica d'Italia scala 1: 100.000 e si trova ad una quota topografica di circa 60.0 metri s.l.m. l'area interessata dalla realizzazione delle SSE, la morfologia poi degrada verso sud, dolcemente e conservando una morfologia pianeggiante; laddove saranno installati gli aerogeneratori le quote topografiche variano da 46 a 40 m s.l.m. procedendo verso sud.

A partire dalla fine del Mesozoico l'area in esame è stata interessata da più fasi di sedimentazione con la deposizione di sedimenti oligocenici, miocenici e pliocenici.

Da un punto di vista geologico-strutturale, l'area risulta essere stata soggetta a fenomeni di tipo distensivo, con un sistema di faglie ad andamento prevalentemente NW-SE, le quali hanno dislocato i *Calcari* dando luogo a strutture tipo Horst e Graben e delineando così dorsali (note con il nome di Serre) e depressioni tettoniche.

Dal rilievo eseguito, risulta che nell'area di progetto non sono presenti emergenze morfologiche rilevanti o che possano interferire con la realizzazione di impianto eolico e stazione elettrica, infatti siamo in presenza di superfici pianeggianti con assenza di orli di scarpata o versanti.

Le aree non sono interessate da fenomeni carsici (inghiottitoi, cavità e voragini) che sono tipici di aree rocciose di natura calcarea le quali tuttavia sono presenti solo a notevole profondità.

Nelle immediate vicinanze della SE, inoltre, non sono presenti emergenze idrogeologiche.

Alla luce di quanto detto risulta che l'area di progetto non è interessata da emergenze morfologiche e/o idrogeologiche da far pregiudicare l'assetto naturale dell'area e strutturale del progetto.

Categorie topografiche

Le categorie topografiche individuate dal Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018, recante "Norme Tecniche per le costruzioni" sono le seguenti:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

NTC 2017 – Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

L'area di interesse ricade nella categoria T1 di Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Regione Puglia

COMUNE DI GUAGNANO(LE) - SALICE SALENTINO(LE) - CAMPI SALENTINO(LE)
SAN DONACI(BR) - CELLINO SAN MARCO(BR)

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI,
NONCHE' OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE, DI POTENZA
NOMINALE PARI A 36 MW ALIMENTATO DA FONTE EOLICA,
CON ANNESSO SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DI POTENZA
PARI A 24 MW, PER UNA POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 60MW
DENOMINATO IMPIANTO "NEXT1"**

PROGETTO PARCO EOLICO "NEXT1"

Codice Regionale AU: O3Q5NM4

Tav.:	Titolo:
R23	RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
s.c.	A4	O3Q5NM4_RelazioneGeologica_R23

Progettazione:	Committente:
QMSOLAR s.r.l. Via Guglielmo Marconi scala C n.166 - Cap 72023 MESAGNE (BR) P.IVA 02683290742 - qmsolar.srls@pec.it Amm.re unico Ing. Francesco Masilla Gruppo di progettazione: MSC Innovative Solutions s.r.l.s - Via Milizia 55 - 73100 LECCE (LE) P.IVA 05030190754 - msc.innovativesolutions@gmail.com Ing. Santo Masilla - Responsabile Progetto	NPD Italia II s.r.l. Via San Marco 21 - Cap 20121 MILANO P.IVA 11987560965 - email: npditaliiai@legalmail.it Società del Gruppo: Starlight Energy LP Londra - Cavendish Square Chandos Street 7/10 (Gran Bretagna)
Indagini Specialistiche : Geologo Dott. Marcello De Donatis	

Data Progetto	Motivo	Redatto:	Controllato:	Approvato:
15/06/2023	Prima versione	F.M.	S.M.	NPD Italia II srl

RISCHIO SISMICO DEI COMUNI DI INDAGINE

La **classificazione sismica** del territorio nazionale ha introdotto **normative tecniche** specifiche per le costruzioni di edifici, ponti ed altre opere in aree geografiche caratterizzate dal medesimo rischio sismico.

In basso è riportata la **zona sismica** per il territorio di indagine, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Puglia n. 153 del 2.03.2004.

Zona sismica 4	Zona con pericolosità sismica molto bassa. E' la zona meno pericolosa dove le possibilità di danni sismici sono basse.
---------------------------------	---

I criteri per l'aggiornamento della mappa di **pericolosità sismica** sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido o pianeggiante **ag**, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.

<i>Zona sismica</i>	<i>Fenomeni riscontrati</i>	<i>Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni</i>
1	Zona con pericolosità sismica alta . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$ag \geq 0,25g$
2	Zona con pericolosità sismica media , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq ag < 0,25g$
3	Zona con pericolosità sismica bassa , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq ag < 0,15g$
4	Zona con pericolosità sismica molto bassa . E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$ag < 0,05g$

CARATTERI GEOLOGICI

Il rilevamento di dettaglio eseguito sull'area interessata dal progetto, integrato dallo studio delle foto aeree, ha permesso di ricostruire la stratigrafia dell'area che in tutta l'area interessata dall'impianto ed anche in corrispondenza della cabina di connessione è costituita da un'unità a prevalente componente sabbioso-siltosa e/o arenitica. Tuttavia la successione stratigrafica dell'area è caratterizzata dalla presenza, dal basso verso l'alto, delle seguenti formazioni:

- *Calcari di Altamura* (Cretaceo)
- *Calcareniti Del Salento* (Pleist.inf)
- *Formazione di Gallipoli:*
 - *Argille grigio-azzurre* (Pleistocene medio);
 - *Sabbie* (Pleistocene medio-sup)

Calcare di Altamura

La formazione si rinviene in profondità; si presenta con una stratificazione variabile ed è interessata da una fratturazione sub-verticale, con diaclasi e leptoclasie che, avendo un andamento normale ai piani di strato talvolta rendono la roccia brecciata e scomponibile in solidi di forma geometrica che conferiscono alla formazione suddetta un generale permeabilità in grande.

Sono presenti inoltre, strutture fisico-meccaniche secondarie dovute all'azione del carsismo, con fratture e saccature riempite di materiale residuale (Terra Rossa).

La Formazione di Altamura è costituita da calcari e calcari dolomitici: calcari bioclastici, bianchi o grigiastri di norma sub-cristallini e tenaci, a

luoghi laminari, nei quali si intercalano livelli di calcari dolomitici e dolomie grigio-scure o nocciola. La percentuale di dolomia aumenta in genere gradualmente con la profondità.

Essa si presenta con un grado di fratturazione e carsificazione da elevato a basso.

Il contenuto di carbonato di calcio nei calcari subisce in genere deboli oscillazioni e può arrivare al 98-99%, mentre nelle dolomie calcaree la percentuale scende a 60% circa.

Da un punto di vista petrografico questi calcari sono costituiti in prevalenza da micriti più o meno fossilifere ed intraclastiche, raramente da biomicriti.

In queste ultime il contenuto in macrofossili è rappresentato da frammenti di molluschi e da Rudiste anche di notevole dimensioni.

In alcuni campioni, nella massa di fondo micritica sono evidenti plaghe chiare dovute a calcite cristallina a grana fine o finissima.

La stratificazione è sempre evidente con strati di spessore variabile da 20 a 50 cm, talora si rinvengono banchi fino a 1.5 metri, mentre le pendenze sono estremamente basse con angoli che raramente superano i 10°. Lo stile è caratterizzato da un andamento a pieghe ad ampio raggio di curvatura.

L'origine è biochimica per i calcari e secondaria per le dolomie.

Per quanto riguarda il suo ambiente deposizionale, esso è di mare poco profondo o più esattamente di piattaforma continentale. Inoltre, data la presenza di spessori abbastanza potenti, appare chiaro che l'ambiente di sedimentazione ha potuto mantenersi pressoché immutato nel tempo per effetto di una costante subsidenza.

Calcareniti del Salento

Litologicamente si tratta di una calcarenite più o meno compatta, grigio chiara, cui si associano sabbioni calcarei (bianchi e giallastri) talora parzialmente cementati. Verso la base dell'unità si rinvengono alle volte delle brecce e conglomerati con estensione e potenza variabile.

Per quanto riguarda la stratificazione è spesso indistinta e quando essa appare si hanno strati poco potenti da qualche centimetro ad oltre un metro.

Il passaggio di essa verso le formazioni sottostanti avviene per trasgressione, lo testimoniano le brecce e i conglomerati che troviamo alla base di essa.

Le microfaune rinvenute nella formazione sono abbastanza indicative: alla presenza di individui planctonici si aggiunge quella dei bentonici, che indicano un ambiente neritico, passante localmente e soprattutto verso l'alto al litorale.

Nella parte alta, le calcareniti sono costituite da sabbie poco cementate e con intercalati orizzonti centimetrici di calcareniti ben diagenizzate.

I depositi colluviali ricoprono le calcareniti e mascherano la primitiva morfologia.

Argille grigio-azzurre e Sabbie (Pleistocene medio)

E' la formazione affiorante in tutta l'area in esame: il deposito sabbioso è presente in superficie e si correla sia dal punto di vista stratigrafico che litologico con le formazioni sabbiose del Ciclo plio-pleistocenico su menzionato.

In quest'ultima area, l'articolazione e la frammentazione dei bacini di sedimentazione, ha prodotto la differente costituzione litologica, con

riferimento alla presenza e alla frequenza di livelli arenacei, limosi e/o argillosi, calcarenitici, nell'ambito dei depositi sabbiosi.

Per quanto riguarda specificatamente l'area rilevata, tale deposito è costituito da sabbie sciolte con frequenti intercalazione di orizzonti di sabbia ben cementata.

Il colore è giallo-paglierino, la grana prevalentemente fine ed uniforme.

In profondità si passa a delle argille, che sia dal punto di vista litologico che stratigrafico sono correlabili alle argille subappennine plio-pleistoceniche o alle argille grigio-azzurre Calabriane, rinvenibili in diverse zone della Puglia, dal Tavoliere alla fascia premurgiana della Fossa, alle Murge e al Salento.

Sostanzialmente i caratteri di tali argille sono largamente confrontabili lungo tutte le aree di affioramento.

Stratigraficamente si pongono nella parte mediana del Ciclo sedimentario Plio-pleistocenico.

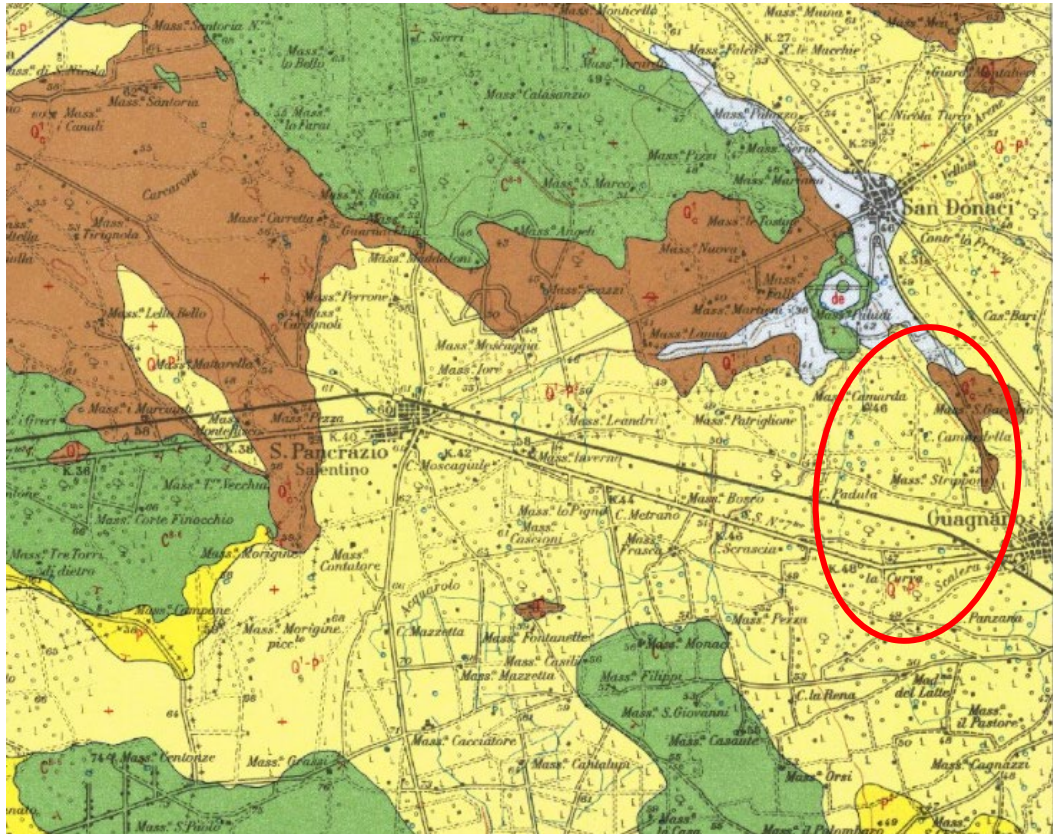
Esse poggiano in continuità di sedimentazione sulle calcareniti plio-pleistoceniche (Calcareniti di Gravina).

Superiormente passano gradualmente, in linea generale, a depositi sabbiosi o calcarenitici calabriani, costituenti i termini di chiusura di detto Ciclo.

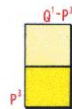
Nell'area in esame, i rilievi effettuati hanno messo in evidenza che il deposito, poggiante su Calcareniti di Gravina, è costituito da argille marnose più o meno siltose, di colore grigio-azzurro e giallo-grigiastro, quest'ultimo dovuto sia ad un aumento della frazione sabbiosa che a fenomeni di ossidazione da parte degli agenti atmosferici.

Il passaggio alle successive formazioni risulta generalmente di carattere trasgressivo rispetto ai depositi post-calabriani calcarenitici.

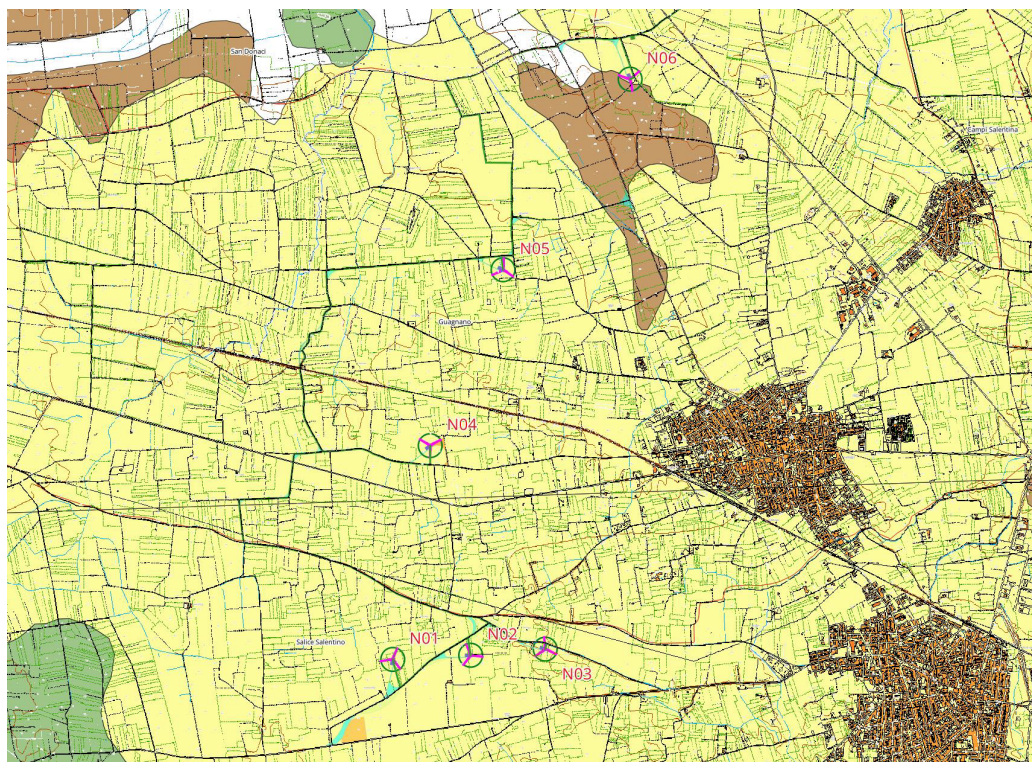
Stralcio della Carta Geologica 1:100.000 "203 – Brindisi"



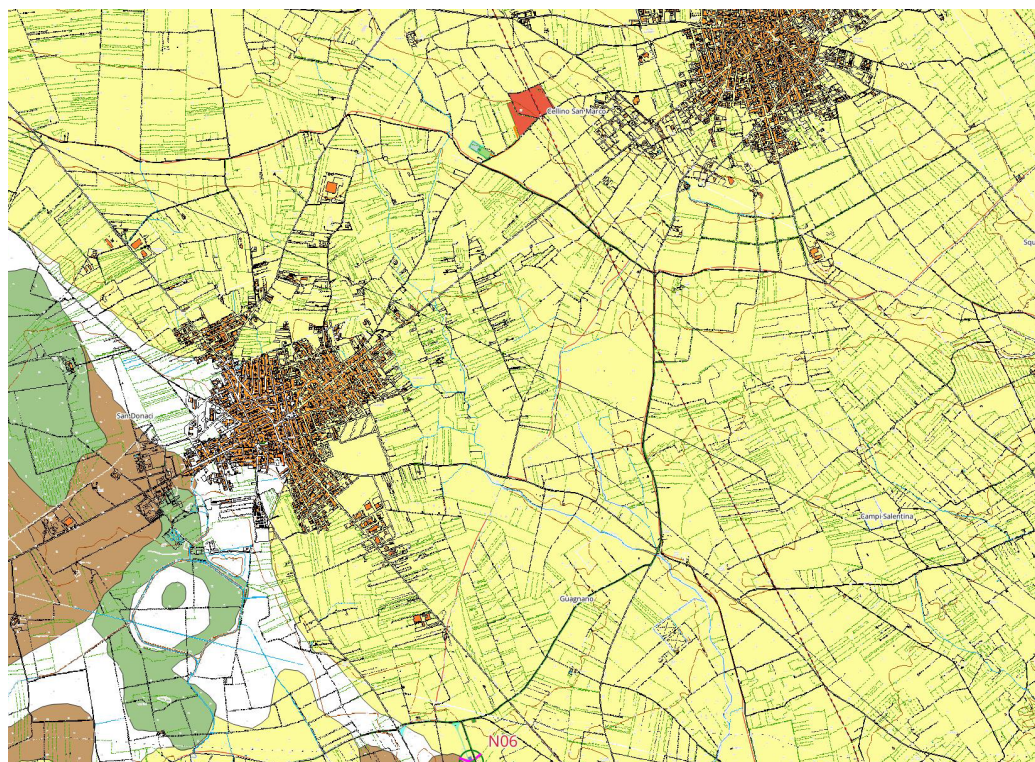
(Q¹-P¹) Sabbie calcaree poco cementate, con intercalati banchi di panchina; sabbie argillose grigio-azzurre. Verso l'alto associazione calabriana: *Hyalinea balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Bulimina marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN) (CALABRIANO-PLIOCENE SUP.?) In trasgressione sulle formazioni più antiche.



(P¹) Calcareniti, calcari tipo panchina, calcareniti argillose giallastre. Macrofauna e Coralli, Cirripedi, Molluschi, Echinidi, Crostacei tra cui *Cancer simondai* MEY. var. *antiatina* MAX. Microfauna ad Ostracodi e Foraminiferi: *Bulimina marginata* D'ORB., *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Discorbis orbicularis* (TERQ.), *Cibicides ungerianus* (D'ORB.), *C. lobatulus* (WALK. e JAC.), *Globigerinoides ruber* (D'ORB.), *G. sacculifer* (BRADY), *Orbulina universa* D'ORB., *Hastigerina aequilateralis* (BRADY) (PLIOCENE SUP.-MEDIO?). In trasgressione sulle formazioni più antiche.



*Carta Geologica 1:100.000 "203 – Brindisi" su base CTR
(impianto e cabina di connessione)*



IDROGEOLOGIA E PERMEABILITA' DEL SEDIME DI FONDAZIONE

Dal rilievo idrogeologico e dallo studio delle foto aeree si è appurata la presenza di una falda acquifera profonda conosciuta come falda costiera o carsica.

Si tratta di un acquifero sostenuto alla base dalle acque marine di invasione continentale e delimitato al tetto da una superficie irregolare coincidente all'incirca con il livello marino.

Questa falda circola a pelo libero nelle rocce calcareo-dolomitiche fessurate e carsificate del Cretaceo. Quando i livelli praticamente impermeabili, rappresentati dalle Calcareniti marnose giacenti sui calcari mesozoici, si rinvengono in corrispondenza o sotto il livello del mare, tale falda risulta in pressione.

In base ai caratteri litologici delle formazioni, alle loro caratteristiche giaciture e ai rapporti di posizione, la circolazione idrica si esplica attraverso un livello localizzato nei calcari cretacei denominato "acquifero di base" in quanto la falda in esso contenuta è sostenuta dall'acqua marina di invasione continentale.

Il gradiente idraulico è di circa 1.5 metri e tende progressivamente a ridursi verso nordest con una cadente piezometrica dell'ordine dello 0.015 %, fino ad annullarsi del tutto sulla costa dove dà vita ad una serie di sorgenti sottomarine.

In condizioni di equilibrio lo spessore della falda d'acqua dolce è legato dalla legge di Ghyben-Hensberg con la sottostante acqua salata di intrusione continentale, ponendo

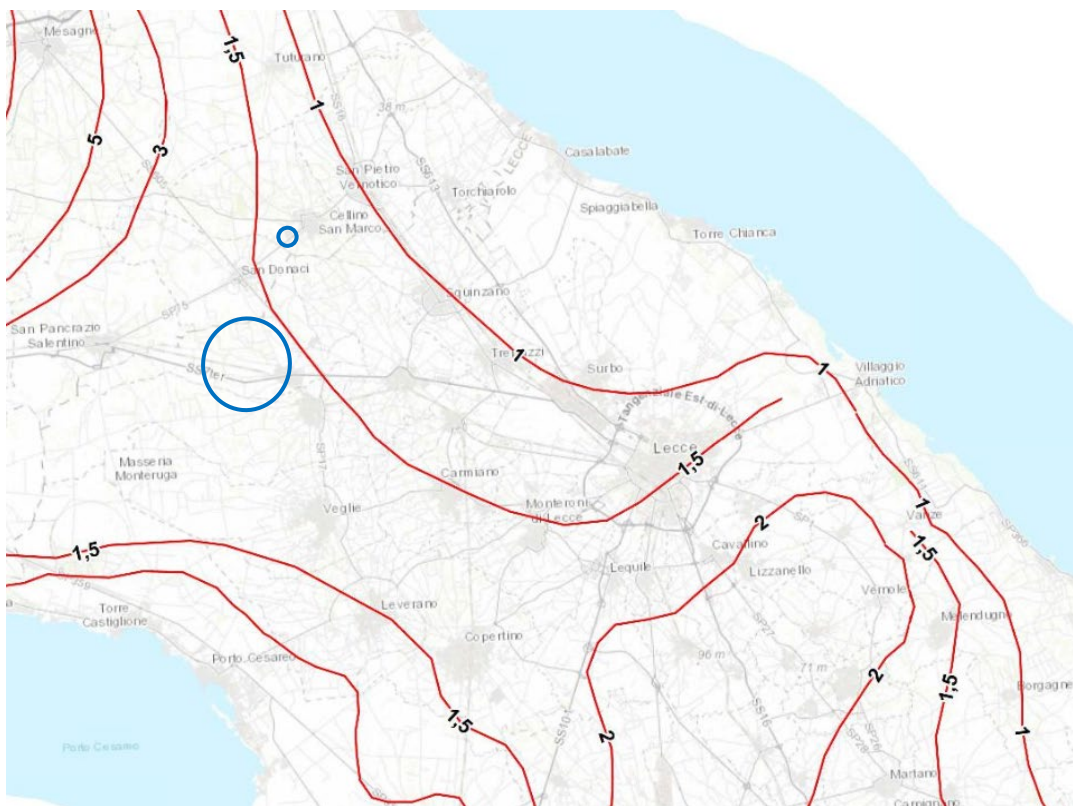
H = spessore della falda

h = gradiente idraulico

abbiamo:

$$H = 37 * h$$

La profondità di rinvenimento della falda profonda è maggiore di 40 metri; in corrispondenza della cabina è a circa 60.



Stralcio del Piano di Tutela delle Acque – Regione Puglia - AGGIORNAMENTO
“Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento”

La natura geologico-stratigrafica dell'area fa sì che le sabbie siano sede di falda superficiale che si trova a 5.0-7.0 metri di profondità ma che risente del regime pluviometrico dell'area.

Si tratta in ogni caso di falde a carattere stagionale e quindi soggette ad oscillazioni.

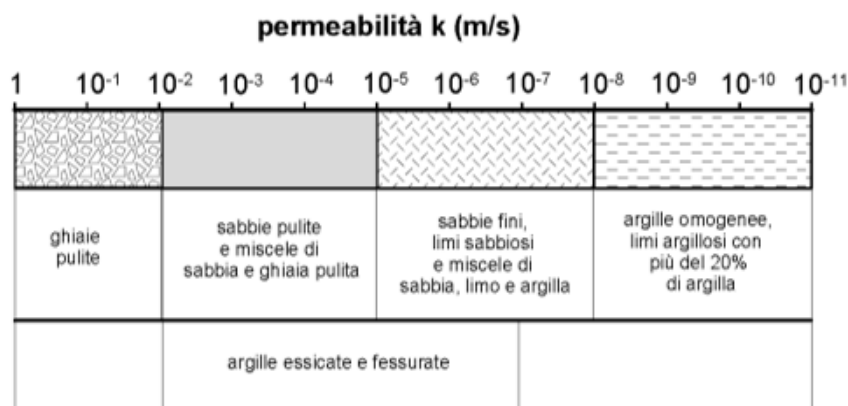
La falda superficiale che circola nei depositi sabbioso-ghiaiosi quaternari ha potenzialità estremamente variabili da zona a zona, anche in base alle modalità del ravvenamento che avviene prevalentemente dove sono presenti in affioramento materiali sabbioso-ghiaiosi.

Nell'area su cui è prevista la realizzazione della SSE una falda superficiale si trova a circa 6.0 metri di profondità.

Al fine di valutare il grado di permeabilità di tale formazione si è fatto riferimento a dati di bibliografia supportati da numerose prove di permeabilità a carico variabile eseguite all'interno di fori di sondaggi eseguiti con penetrometro superpesante nelle vicinanze e sullo stesso litotipo.

Indagini fatte ritengono che le sabbie limose in questione siano caratterizzate da un valore medio di permeabilità pari a $K = 2.7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$.

TIPO DI TERRENO	k (m/s)
Ghiaia pulita	$10^{-2} - 1$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia	$10^{-5} - 10^{-2}$
Sabbia molto fine	$10^{-6} - 10^{-4}$
Limo e sabbia argillosa	$10^{-9} - 10^{-5}$
Limo	$10^{-8} - 10^{-6}$
Argilla omogenea sotto falda	$< 10^{-9}$
Argilla sovraconsolidata fessurata	$10^{-8} - 10^{-4}$
Roccia non fessurata	$10^{-12} - 10^{-10}$



CARTA IDROGEOMORFOLOGICA DELLA REGIONE PUGLIA

La Giunta Regionale della Puglia, con delibera n. 1792 del 2007, ha affidato all'Autorità di Bacino della Puglia il compito di redigere una nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), adeguato al Decreto Legislativo 42/2004. La nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia, in scala 1:25.000, ha come principale obiettivo quello di costituire un quadro di conoscenze, coerente e aggiornato, dei diversi elementi fisici che concorrono all'attuale configurazione del rilievo terrestre, con particolare riferimento a quelli relativi agli assetti morfologici ed idrografici dello stesso territorio, delineandone i caratteri morfografici e morfometrici ed interpretandone l'origine in funzione dei processi geomorfici, naturali o indotti dall'uomo.

La Carta Idrogeomorfologica intende costituire anche il punto di partenza per gli opportuni approfondimenti di dettaglio di carattere sia scientifico che applicativo ed è giustificata anche dalla specifica vulnerabilità geoambientale posseduta dal territorio pugliese.

La redazione della Carta Idrogeomorfologica della Puglia ha seguito un percorso strettamente definito e cadenzato che ha previsto un approfondimento continuo e costante del quadro conoscitivo fisico del territorio, sulla base anche della nuova cartografia tecnica e delle immagini disponibili e di conseguenti elaborazioni e valutazioni.

Risulta quindi tale cartografia sicuramente più aggiornata e precisa rispetto alla serie n.10 geomorfologia del PUTT, considerata la scala di elaborazione del piano stesso.

Come si può osservare dallo stralcio della Carta Idrogeomorfologica allegato, nell' area oggetto di studio non è censito alcun orlo di terrazzo morfologico o emergenza morfologica o idrogeologica.

COMPATIBILITÀ CON IL PAI

Il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Distretto dell'Appennino Meridionale, è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologia necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distretto dell'Appennino Meridionale.

Alla luce della nuova normativa, l'area interessata dall'intervento ***non ricade in alcuna area a pericolosità idraulica*** (si rimanda alla cartografia allegata).

Dalla stessa cartografia emerge inoltre che l'area interessata dall'intervento ***non risulta perimetrata a pericolosità geomorfologia*** (PG1, PG2, PG3).

COMPATIBILITÀ CON IL PPTR

Con delibera n. 176 del 16 febbraio 2015, pubblicata sul BURP n. 40 del 23.03.2015, la Giunta Regionale ha approvato il Piano Paesaggistico Territoriale della Regione Puglia.

L'impostazione del PPTR risponde alla volontà di affrontare e superare i diversi limiti maturati nell'attuazione del PUTT/P.

Ai sensi dei principi stabiliti dalla Convenzione europea del paesaggio la pianificazione paesaggistica ha innanzitutto il compito di tutelare il paesaggio (non soltanto "il bel paesaggio") quale contesto di vita quotidiana delle popolazioni, e fondamento della loro identità; oltre alla tutela, deve tuttavia garantire la gestione attiva dei paesaggi, garantendo l'integrazione degli aspetti paesaggistici nelle diverse politiche territoriali e urbanistiche, ma anche in quelle settoriali.

Il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR) persegue, quindi, la promozione e la realizzazione di uno sviluppo socioeconomico autosostenibile, con l'obiettivo di recupero degli aspetti e dei caratteri peculiari dell'identità sociale, culturale e ambientale, la tutela della biodiversità, la realizzazione di nuovi paesaggi integrati, coerenti e rispondenti a criteri di qualità e sostenibilità.

In particolare il PPTR analizza:

- a) la ricognizione del territorio regionale, mediante l'analisi delle sue caratteristiche paesaggistiche impresse dalla natura, dalla storia e dalle loro interrelazioni;
- b) la ricognizione degli immobili e delle aree dichiarati di notevole interesse pubblico ai sensi dell'articolo 136 del Codice, loro delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione, nonché determinazione delle specifiche prescrizioni d'uso ai sensi dell'art. 138, comma 1, del Codice;
- c) la ricognizione delle aree tutelate per legge, di cui all'articolo 142, comma 1, del Codice, la loro delimitazione e rappresentazione in scala idonea alla identificazione, nonché determinazione di prescrizioni d'uso intese ad assicurare la conservazione dei caratteri distintivi di dette aree e, compatibilmente con essi, la valorizzazione;
- d) la individuazione degli ulteriori contesti paesaggistici, da ora in poi denominati ulteriori contesti, diversi da quelli indicati all'art. 134 del Codice, sottoposti a specifiche misure di salvaguardia e di utilizzazione;
- e) l'individuazione e delimitazione dei diversi ambiti di paesaggio, per ciascuno dei quali il PPTR detta specifiche normative d'uso ed attribuisce adeguati obiettivi di qualità;
- f) l'analisi delle dinamiche di trasformazione del territorio ai fini dell'individuazione dei fattori di rischio e degli elementi di vulnerabilità del paesaggio, nonché la comparazione con gli altri atti di programmazione, di pianificazione e di difesa del suolo;
- g) l'individuazione delle aree gravemente compromesse o degradate, perimetrale ai sensi dell'art. 93, nelle quali la realizzazione degli

interventi effettivamente volti al recupero e alla riqualificazione non richiede il rilascio dell'autorizzazione di cui all'articolo 146 del Codice;

- h) l'individuazione delle misure necessarie per il corretto inserimento, nel contesto paesaggistico, degli interventi di trasformazione del territorio, al fine di realizzare uno sviluppo sostenibile delle aree interessate;
- i) le linee-guida prioritarie per progetti di conservazione, recupero, riqualificazione, valorizzazione e gestione di aree regionali, indicandone gli strumenti di attuazione, comprese le misure incentivanti;
- l) le misure di coordinamento con gli strumenti di pianificazione territoriale e di settore, nonché con gli altri piani, programmi e progetti nazionali e regionali di sviluppo economico.

Nella presente relazione vengono trattati i caratteri del paesaggio che il PPTR definisce in tre strutture, a loro volta articolate in componenti, ciascuna delle quali è soggetta a specifica disciplina:

- a) Struttura idrogeomorfologica
 - componenti geomorfologiche
 - componenti idrologiche

- b) Struttura eco sistemica e ambientale
 - componenti botanico-vegetazionali
 - componenti delle aree protette e dei siti naturalistici

c) **Struttura antropica e storico-culturale**

- componenti culturali e insediative
- componenti dei valori percettivi

Dall'analisi delle componenti idro-geo-morfologiche si può osservare come nell'area in esame, non è censita alcuna componente geomorfologica ed idrogeologica di peculiarità ambientale che possa interferire con la realizzazione sia dell'impianto eolico, sia della SSE.

Le emergenze rilevate nell'area siano esse di carattere geomorfologico e/o idrogeomorfologico sono tutte a notevole distanza da SSE ed aerogeneratori.

INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine è stata effettuata in conformità al D.M. 17.01.2018 ed è stata finalizzata alla raccolta di tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti per la previsione del comportamento dell'opera dopo la realizzazione dell'intervento.

L'indagine ha mirato alla caratterizzazione meccanica e sismica del terreno fondale ed è consistita nell'esecuzione di:

- N. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo profondo 30.0 metri;
- prelievo ed analisi di laboratorio geotecnico eseguiti su n. 2 campioni;
- n. 1 indagine sismica di superficie con metodologia Masw per il calcolo delle Vs, eq.

Sondaggi geognostici a carotaggio continuo

In data 24 maggio 2023 è stato eseguito un sondaggio geognostico a carotaggio continuo in corrispondenza dell'aerogeneratore N04.

La terebrazione è stata eseguita impiegando una trivella della CMV, mod. MK 600, realizzando un foro di sondaggio del diametro di ϕ 101 mm, consentendo di ricostruire l'intera stratigrafia del sottosuolo.

Il metodo utilizzato per l'esecuzione del perforo è stato quello a rotazione con carotaggio continuo. In pratica la macchina perforatrice è dotata di una testa idraulica che fornisce alla batteria d'aste di perforazione un movimento rotatorio. La spinta necessaria all'attrezzo di perforazione per "tagliare" il terreno è invece prodotto da pistoni idraulici.

Il funzionamento consiste nell'infiggere nel terreno un tubo di acciaio (carotiere), munito al fondo di un utensile tagliente (corona), collegato in superficie mediante una batteria di aste cave; l'infissione avviene ruotando e spingendo contemporaneamente le aste in superficie mediante sonda. Il metodo di avanzamento è manuale, dato che la pressione è applicata e regolata dall'operatore.

Con la perforazione a rotazione si può attraversare qualsiasi tipo di terreno, con diametro di perforazione di 101 mm.

Il tipo di utensile di perforazione più comunemente impiegato consiste in un carotiere la cui estremità inferiore è costituita da una corona tagliente provvista di elementi di metallo duro diamantato.

Durante la perforazione, per evitare fenomeni franosi del materiale da non poter eseguire una dettagliata ricostruzione stratigrafica del terreno investigato, il foro è stato rivestito con tubi sottili in acciaio, in giunti filettati, che dopo l'esecuzione del sondaggio sono stati rimossi.

Il materiale perforato è stato conservato in cassette catalogatrici, in PVC della lunghezza di un metro, munite di scomparti divisorii (1 m di lunghezza con 5 compartimenti) e di coperchio. Sulle cassette è stato indicato il numero di sondaggio e le profondità.

Le cassette sono state documentate da foto allegate alla presente relazione.

Di seguito si allegano: la restituzione grafica della stratigrafia, nella quale sono riportate anche le profondità di prelievo dei campioni sottoposti ad analisi di laboratorio; si allegano inoltre la documentazione fotografica ed una planimetria con l'ubicazione.

SONDAGGIO S1

Riferimento: Aerogeneratore N04	Data: 24/05/2023
Quota s.l.m.: 46 m s.l.m.	

Caratteristiche generali e modalità di perforazione

Sonda perforatrice	MK 600 della CMV
Diametro del foro	Ø 101
Profondità raggiunta	30.0 m
Inclinazione del foro di sondaggio	verticale
Tecnica di scavo	A rotazione a carotaggio continuo
Tubo di rivestimento	0.0 m - 30.0 m
Cassette catalogatrici	6



Postazione ed Esecuzione sondaggio S1 – aerogeneratore N04



Cassetta n. 1 (0.00 m - 5.00 m)



Cassetta n. 2 (5.00 m - 10.00 m)



Cassetta n. 3 (10.0 m – 15.0 m)



Cassetta n. 4 (15.0 m – 20.0 m)



Cassetta n. 5 (20.0 m – 25.0 m)



Cassetta n. 6 (25.0 m – 30.0 m)



Committente: Masilla	Sondaggio: S1
Riferimento: Guagnano (LE)	Data: 24/05/2023
Perforazione: Carotaggio Continuo	

SCALA 1:155		LOG STRATIGRAFICO				Pagina 1/1		
R v	Ø mm	metri	LITOLOGIA	prof. m	Spess. m	DESCRIZIONE	Campioni	Cass
		1		1.1	1.1	Terreno vegetale		
		2				Sabbie limose argillose di colore variabile dal marrone al beige.		
		3						1
		4					C1) Ind < 4.00 4.50	
		5						
		6						
		7						
		8						2
		9						
		10						
		11						
		12						
		13						
		14						
		15						
		16						
		17						
		18		18.0	16.9			
		19				Argilla sabbiosa grigio chiara.		4
		20		20.0	2.0			
		21				Argilla limose di colore beige grigia.		
		22						
		23		22.6	2.6			
		24				Argilla debolmente sabbiosa grigio scura.		5
		25						
		26						
		27						
		28		28.0	5.4			
		29				Argilla limosa nocciola beige.		6
		30		30.0	2.0			
101								

Prelievo dei campioni e analisi di laboratorio

Durante la perforazione del sondaggio geognostico sono stati prelevati 2 campioni a diverse profondità: 4.00 m e 13.5 m.

Sui campioni indisturbati è stata apposta un'etichetta con indicati cantiere, committente, designazione del sondaggio, numero campione, profondità di prelievo, data di prelievo.

I campioni dopo essere stati prelevati, sono stati sigillati e conservati in ambienti umidi, per evitare che venga espulsa l'acqua presente all'interno del campione.

I campioni sono poi stati portati in laboratorio e conservati in celle, che consentono di mantenere una temperatura di 20 °C ed una umidità del 90%.

I campioni di terra, di forma cilindrica, sono stati identificati con due codici rappresentativi del sondaggio e del campione.

Su tutti i campioni di terra sono state ricavate le proprietà indice e le proprietà fisiche, peso di volume, contenuto d'acqua, grado di saturazione, peso specifico, porosità, indice dei vuoti ecc; su tutti i campioni sono inoltre state eseguite le analisi granulometriche e determinati i limiti di Atterberg (liquido, plastico e di ritiro). Su ognuno è stata poi eseguita una prova di consolidazione edometrica ed una prova di compressione ad espansione laterale libera e al fine di determinare angolo di attrito e coesione sono state eseguite delle prove di resistenza meccanica: prove di taglio diretto.

Per i campioni è stato realizzato un quadro riassuntivo delle Prove Geotecniche di Laboratorio, operando, perciò, una sintesi delle principali caratteristiche geotecniche.

Proprietà fisiche

Sui campioni sono state ricavate le proprietà fisiche, peso di volume, contenuto d'acqua, grado di saturazione, peso specifico, porosità, indice dei vuoti ecc. di cui si allega prospetto con le risultanze.

Riferimento			Caratteristiche fisiche							
Sond. n°	Camp. n°	Profondità m	W %	γ kN/m ³	γ_{sec} kN/m ³	γ_{sat} kN/m ³	γ_s kN/m ³	Indice vuoti	Poros. %	Sat. %
S1	C1	4.00 - 4.50	23.8	18.1	14.6	19.0	26.4	0.81	44.6	79.6
S1	C2	13.50 - 14.00	24.4	19.0	15.3	19.3	26.0	0.70	41.1	92.6

Analisi granulometriche

L'analisi granulometrica serve ad individuare la costituzione fisica del terreno. In laboratorio si ricorre generalmente a due metodologie:

- ✓ vagliatura attraverso una serie di setacci di apertura via via decrescente;
- ✓ sedimentazione per la frazione fine passante al setaccio n°200 con apertura 0.075 mm.

Si determinano le percentuali in peso di ciascuna classe granulometrica e si rappresentano i dati su un diagramma semilogaritmico: % passante- log Diametro, per ottenere la curva granulometrica dalla quale si ricava la classificazione del terreno in esame.

I campioni sottoposti ad analisi sono risultati una sabbia argillosa e limosa il campione C1, più superficiale, ed un'argilla con limo sabbiosa il campione C2 prelevato a 13.50 m.

Limiti di Atterberg

Sono stati eseguiti per determinare il limite di liquidità, il limite di plasticità, il limite di ritiro, l'indice di plasticità e l'indice di consistenza. Attraverso l'analisi statistica, inseriti nell'Abaco di Plasticità di Casagrande, si può osservare graficamente nell'Abaco allegato, in quale campo ricadono.

Come si può leggere nell'abaco di plasticità si ha che i campioni sono risultati dei limi inorganici o argille e limi inorganici a medio-alta compressibilità.

Per le esatte percentuali dei limiti di consistenza si rimanda ad i certificati allegati.

Edometrica

La prova eseguita su tutti i campioni ha permesso di ottenere i moduli edometrici per diversi carichi di applicazione, in particolare a 24.5 kPa, a 49.0 kPa, a 98.1 kPa, a 196.1 kPa, a 392.3 kPa, a 784.5 kPa, a 1569.1 kPa.

Per una lettura completa delle misure effettuate si rimanda al certificato allegato.

Prove di compressione

Sui campioni sono state eseguite delle prove di compressione ad espansione laterale libera che hanno permesso di calcolare il valore di resistenza a compressione e di risalire (indirettamente) al valore di coesione non drenata, pari a metà del primo.

Per i campioni si hanno i seguenti risultati:

Campione	σ (kPa)	c_u (kPa)
S1-C1	234	117
S1-C2	210	105

Prove di taglio

Dal punto di vista delle prove di resistenza meccanica al fine di determinare angolo di attrito e coesione sono state condotte n. 2 prove di taglio diretto.

Esse hanno fornito i seguenti risultati:

Campione	φ (°)	c_d (kPa)
S1-C1	29.8	12.7
S1-C2	22.6	29.4

Sismica con metodologia Masw

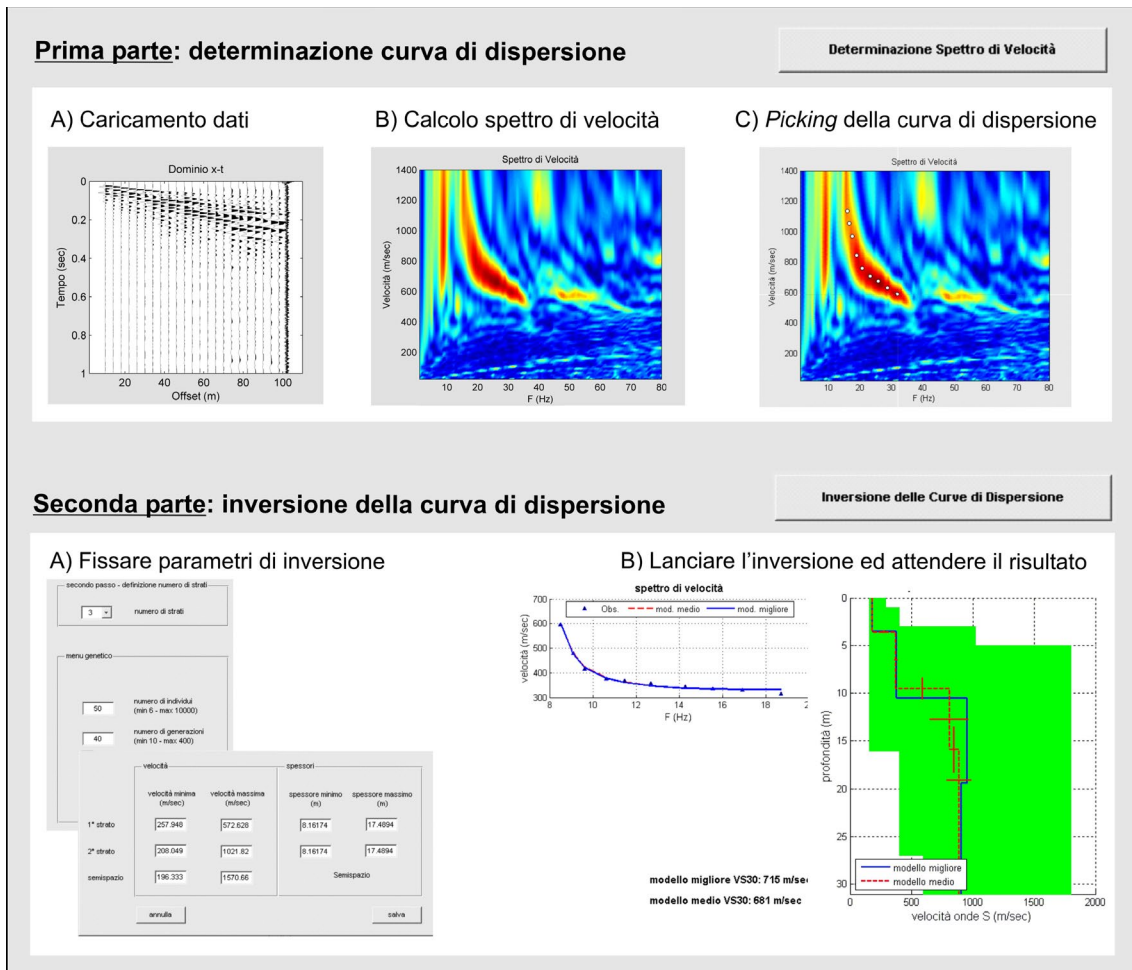
Le prove MASW sono molto utili per ricavare il parametro V_{seq} , richiesto dalla nuova normativa sismica, in maniera semplice ed economica ma decisamente affidabile.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva (non è necessario eseguire perforazioni o scavi), che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo.

Le onde superficiali di Rayleigh, durante la loro propagazione vengono registrate lungo lo stendimento di geofoni (DA 4.5 Hz) e vengono successivamente analizzate attraverso complesse tecniche computazionali basate su un approccio di riconoscimento di modelli multistrato di terreno.

La metodologia per la realizzazione di una indagine sismica MASW prevede almeno i seguenti passi:

- Acquisizioni multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo di sorgente-geofoni
- Estrazione dei modi dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh;
- Inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali delle VS.



Gli algoritmi genetici rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global-search methods o soft computing).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta infatti ad attrarre il

modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi genetici (come altri analoghi) offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

Le NTC18 effettuano la classificazione del sottosuolo in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

Con:

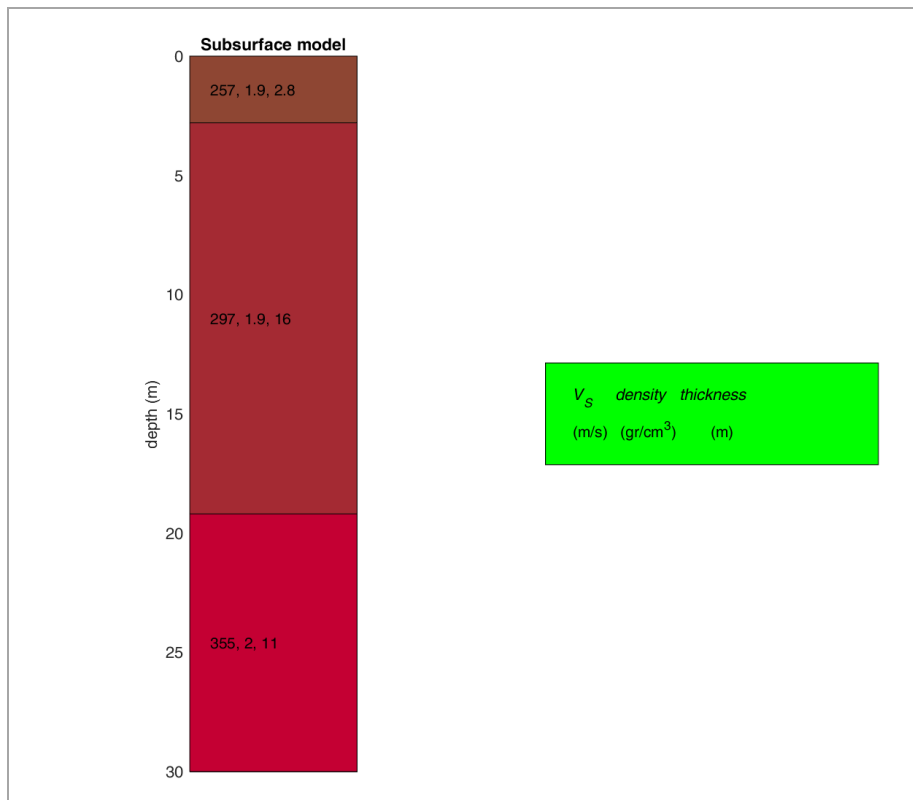
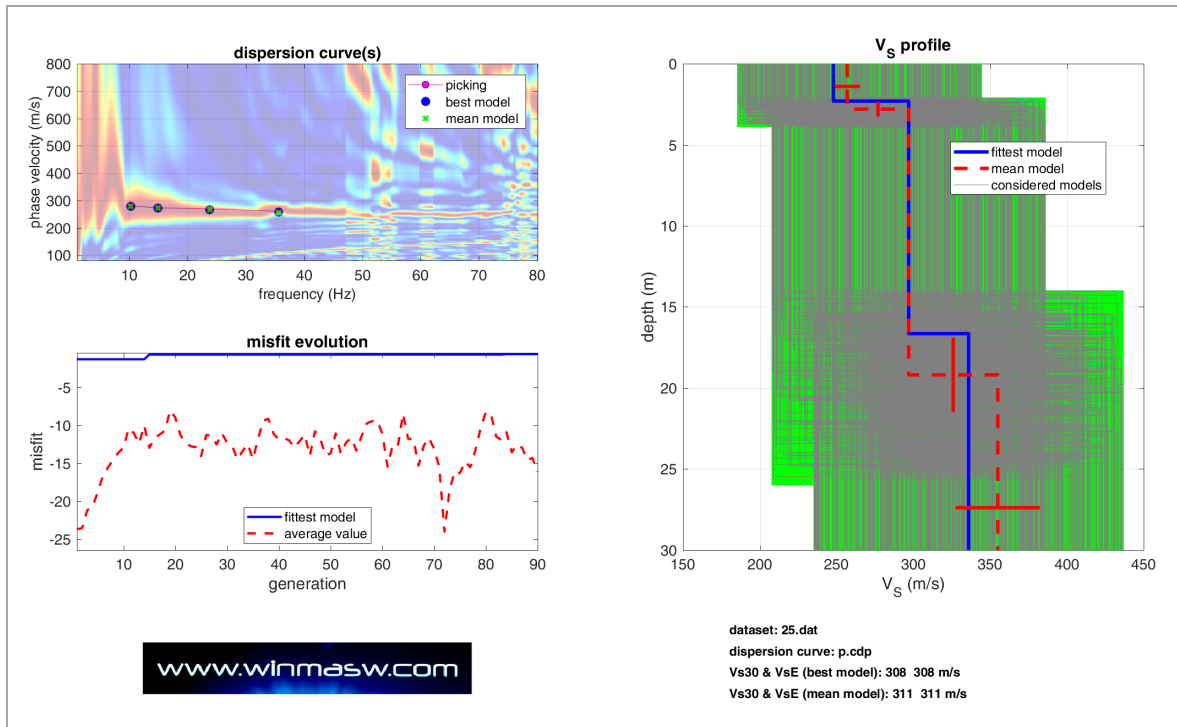
h_i spessore dell' i -esimo strato; $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato; N numero di strati; H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Dall'indagine Masw eseguita è stato ricavato l'andamento delle V_S e da qui calcolato il valore della $V_{S,eq}$.

L'indagine effettuata in corrispondenza dell'aerogeneratore N04 ha fornito il valore di V_{S30} & $V_{S,eq} = 311 \text{ m/s} \rightarrow$ categoria C

Indagine Masw c/o N04



CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Le categorie di sottosuolo individuate dal Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018, recante "Norme Tecniche per le costruzioni" sono le seguenti:

- A) ***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.
- B) ***Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti***, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
- C) ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*** con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
- D) ***Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti***, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
- E) ***Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D***, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Alla luce dei risultati ottenuti si ha che il suolo di fondazione rientra nella categoria sismica di suolo C con valori di $180 < V_{seq} < 360$ m/sec di ***Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti.***

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 100 [anni]
 Classe d'uso: IV
 Coefficiente d'uso (Cu): 2
 Periodo di riferimento (Vr): 200 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 120 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 201 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 1898 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 2475 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 40.4020958 [°]
 Longitudine (WGS84): 17.9248524 [°]
 Latitudine (ED50): 40.4030800 [°]
 Longitudine (ED50): 17.9256363 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	34810	40.398770	17.888970	3141.52
2	34811	40.396180	17.954510	2562.64
3	34589	40.446110	17.957940	5511.02
4	34588	40.448700	17.892370	5801.83

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.015	2.322	0.158
	50	0.020	2.340	0.229
	72	0.025	2.283	0.296
	101	0.029	2.342	0.334
SLO	120	0.031	2.368	0.349
	140	0.033	2.392	0.363
SLD	201	0.037	2.454	0.388

	475	0.050	2.495	0.469
	975	0.061	2.609	0.525
SLV	1898	0.071	2.729	0.547
SLC	2475	0.076	2.779	0.556

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.015	2.342	0.156
	50	0.020	2.337	0.222
	72	0.024	2.274	0.288
	101	0.028	2.319	0.330
SLO	120	0.030	2.349	0.345
	140	0.032	2.376	0.359
SLD	201	0.036	2.437	0.384
	475	0.049	2.470	0.471
	975	0.060	2.566	0.532
SLV	1898	0.072	2.670	0.557
SLC	2475	0.077	2.712	0.567

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.014	2.339	0.155
	50	0.019	2.333	0.218
	72	0.023	2.285	0.284
	101	0.027	2.315	0.327
SLO	120	0.029	2.348	0.342
	140	0.031	2.378	0.355
SLD	201	0.035	2.429	0.381
	475	0.048	2.465	0.467
	975	0.059	2.561	0.528
SLV	1898	0.071	2.663	0.551
SLC	2475	0.076	2.705	0.561

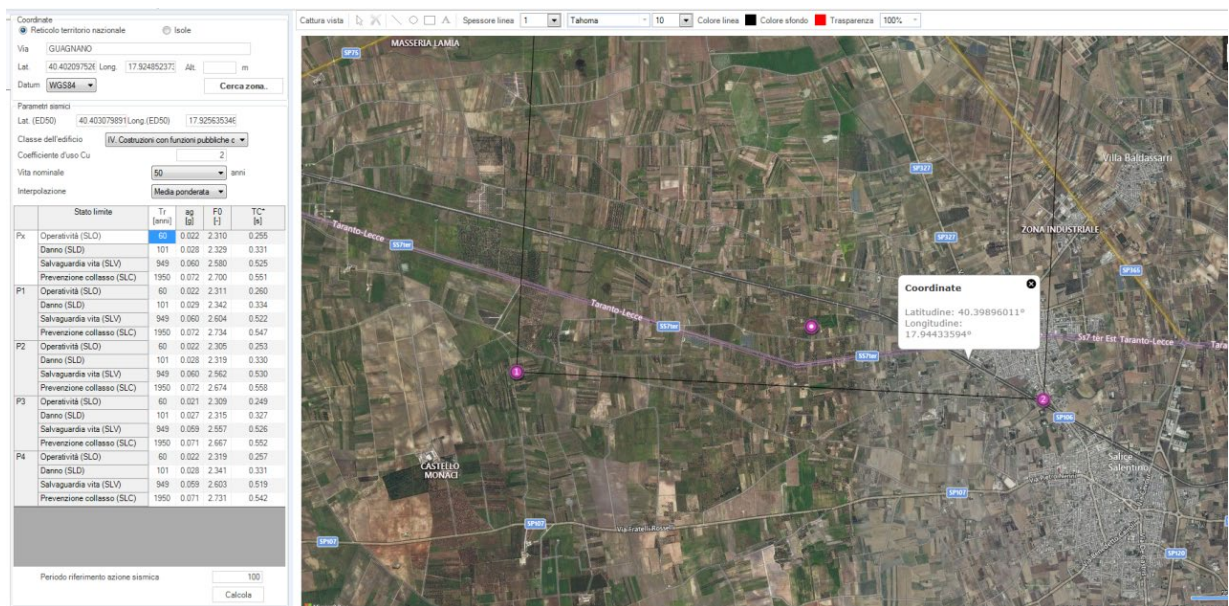
Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
	30	0.015	2.318	0.157
	50	0.020	2.350	0.226
	72	0.024	2.289	0.292
	101	0.028	2.341	0.331
SLO	120	0.030	2.368	0.346
	140	0.032	2.392	0.359
SLD	201	0.036	2.451	0.385
	475	0.049	2.498	0.466

	975	0.060	2.607	0.521
SLV	1898	0.070	2.726	0.541
SLC	2475	0.075	2.775	0.549

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	120	0.030	2.358	0.346
SLD	201	0.036	2.443	0.385
SLV	1898	0.071	2.695	0.550
SLC	2475	0.076	2.741	0.560



PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000

Categoria sottosuolo: C

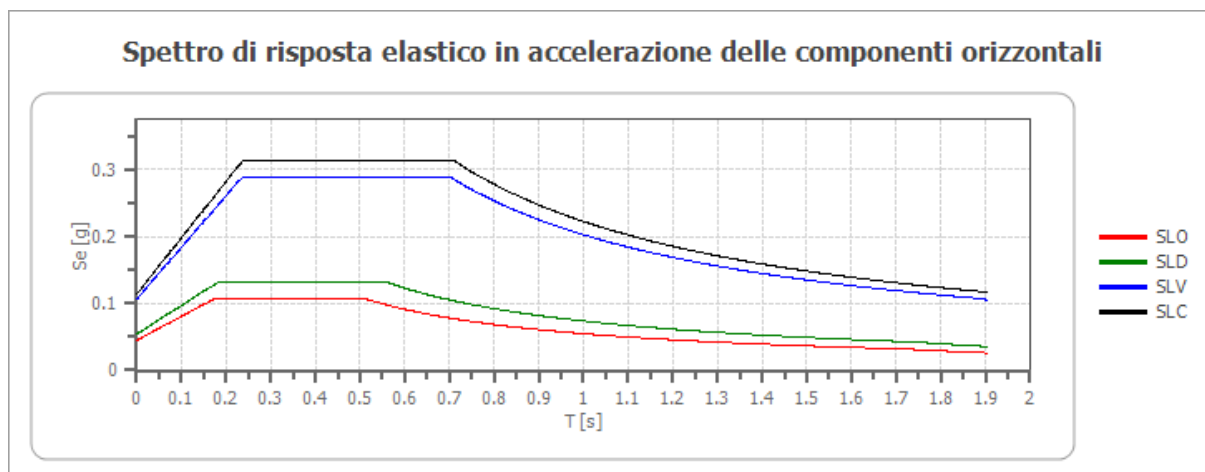
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.009	0.011	0.021	0.023
kv	0.005	0.005	0.011	0.011
amax [m/s ²]	0.442	0.534	1.047	1.121
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

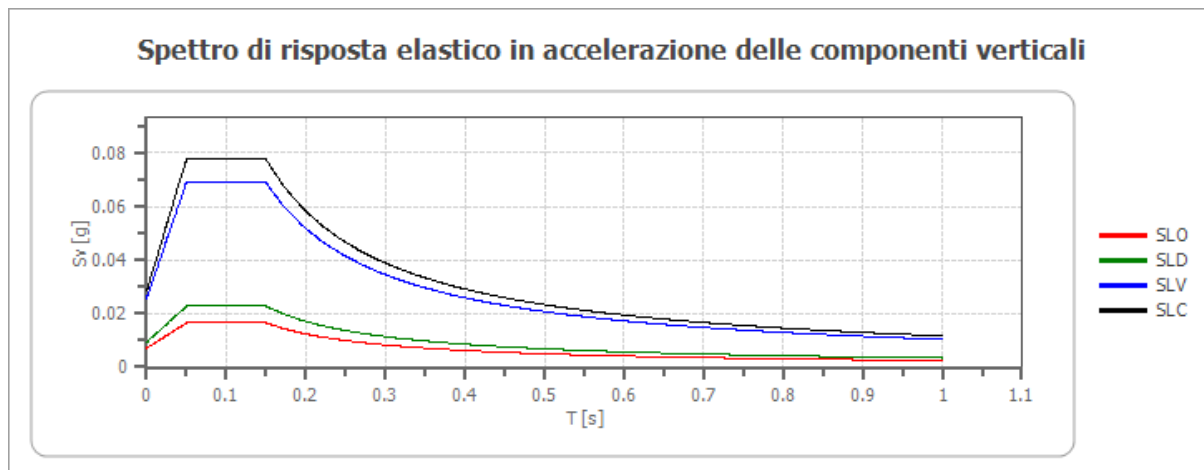
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2.0	0.030	2.358	0.346	1.500	1.490	1.000	1.500	1.000	0.172	0.515	1.720	0.045	0.106
SLD	2.0	0.036	2.443	0.385	1.500	1.440	1.000	1.500	1.000	0.185	0.555	1.745	0.054	0.133
SLV	2.0	0.071	2.695	0.550	1.500	1.280	1.000	1.500	1.000	0.235	0.704	1.885	0.107	0.288
SLC	2.0	0.076	2.741	0.560	1.500	1.270	1.000	1.500	1.000	0.237	0.711	1.905	0.114	0.313

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000



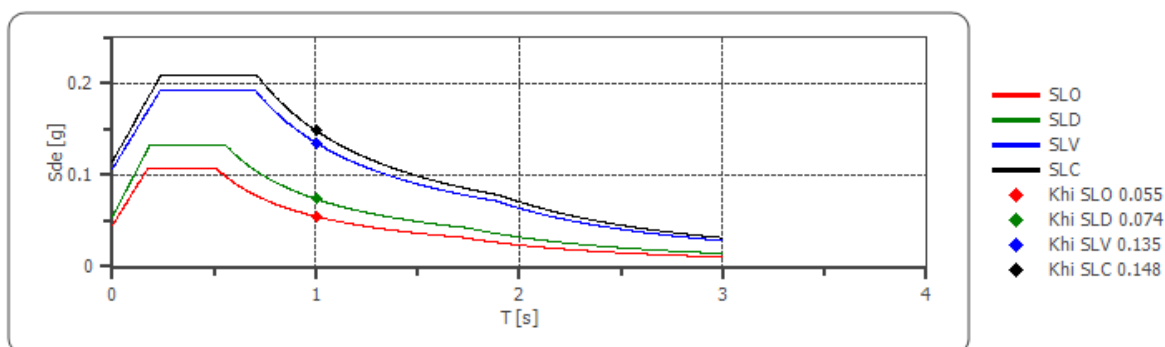
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	2.0	0.030	2.358	0.346	1	1.490	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.007	0.017
SLD	2.0	0.036	2.443	0.385	1	1.440	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.009	0.023
SLV	2.0	0.071	2.695	0.550	1	1.280	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.026	0.069
SLC	2.0	0.076	2.741	0.560	1	1.270	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.028	0.078

Spettro di progetto

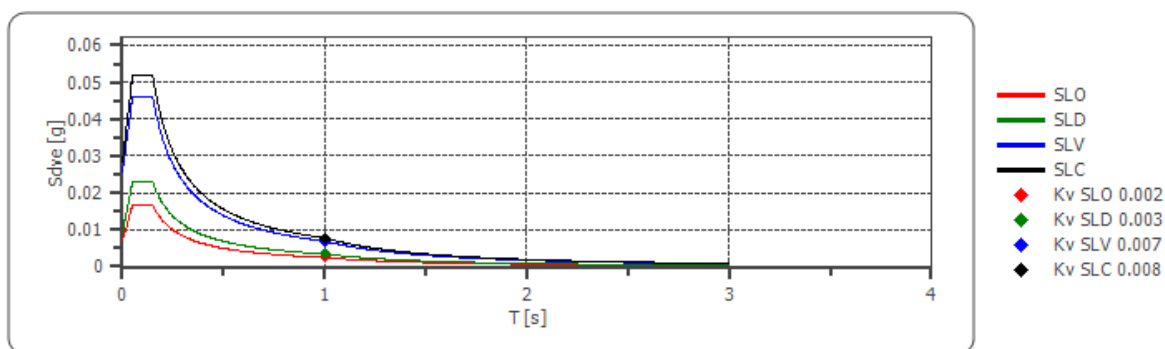
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50
 Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
k _{hi} = S _d e(T) Orizzontale [g]	0.055	0.074	0.135	0.148
k _v = S _d v _e (T) Verticale [g]	0.002	0.003	0.007	0.008

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	2.0	0.030	2.358	0.346	1.500	1.490	1.000	1.500	1.000	0.172	0.515	1.720	0.045	0.106
SLO verticale	2.0	0.030	2.358	0.346	1.500	1.490	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.007	0.017
SLD orizzontale	2.0	0.036	2.443	0.385	1.500	1.440	1.000	1.500	1.000	0.185	0.555	1.745	0.054	0.133
SLD verticale	2.0	0.036	2.443	0.385	1.500	1.440	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.009	0.023
SLV orizzontale	2.0	0.071	2.695	0.550	1.500	1.280	1.000	1.500	1.500	0.235	0.704	1.885	0.107	0.192
SLV verticale	2.0	0.071	2.695	0.550	1.500	1.280	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.026	0.046
SLC orizzontale	2.0	0.076	2.741	0.560	1.500	1.270	1.000	1.500	1.500	0.237	0.711	1.905	0.114	0.209
SLC verticale	2.0	0.076	2.741	0.560	1.500	1.270	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.028	0.052

STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

La liquefazione è un fenomeno che comporta la perdita di resistenza dei terreni saturi sotto sollecitazioni statiche e dinamiche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di una massa viscosa. Il fenomeno interessa i terreni incoerenti saturi, che nel corso di un evento sismico subiscono una forte riduzione della resistenza al taglio, a seguito del quale il terreno può scorrere o fluire, nel caso di un pendio, o assestarsi, nel caso di una giacitura orizzontale. Ciò avviene quando, sotto l'azione delle sollecitazioni cicliche indotte da un sisma, la pressione interstiziale dell'acqua aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento, cioè quando gli sforzi efficaci si riducono a zero. La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende dalle proprietà geotecniche, dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso, nonché dalle caratteristiche delle vibrazioni sismiche e loro durata. Tanto minore è il grado di addensamento del materiale (elevato indice dei vuoti e bassa densità relativa), tanto maggiore è la probabilità che, a parità di altre condizioni, un deposito raggiunga lo stato di liquefazione. Anche la distribuzione, la forma delle particelle e il grado di uniformità influenzano notevolmente il fenomeno, per le implicazioni che questi fattori hanno sulla resistenza al taglio e per il modo di dissiparsi della pressione interstiziale in eccesso. Per quanto riguarda la storia delle sollecitazioni sismiche su un deposito si può affermare che precedenti deformazioni moderate influiscano positivamente sulla resistenza del

deposito, mentre una storia caratterizzata da alti livelli di deformazione (deposito già soggetto a liquefazione) ha effetti negativi sul potenziale di liquefazione. I depositi sabbiosi con più alto potenziale di liquefazione sono i più recenti. A parità di composizione e di altre condizioni lo stesso deposito, se più antico, avrà sviluppato legami intergranulari e cementazioni sempre più forti con il tempo.

Inoltre la struttura di un deposito antico sarà resa più stabile ed omogenea per gli effetti delle vibrazioni indotte da precedenti terremoti di piccola entità.

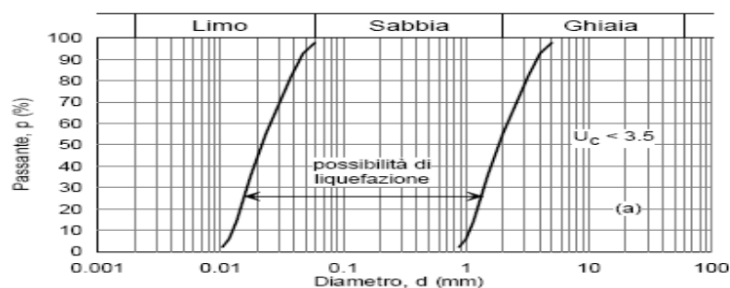
L'NTC2018, al § 7.11.3.4, stabiliscono che "Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate". Le stesse NTC2018, al § 7.11.3.4.2 "Esclusione della verifica a liquefazione", contengono le linee guida per valutare la suscettibilità alla liquefazione sismica dei terreni.

La verifica a liquefazione può essere omessa (NTC2018, § 7.11.3.4.2) quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) **accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;**
- 2) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 3) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore

della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

- 4) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



U_c rapporto D_{60}/D_{10} , dove D_{60} e D_{10} sono il diametro delle particelle corrispondenti rispettivamente al 60% e al 10% del passante sulla curva granulometrica cumulativa

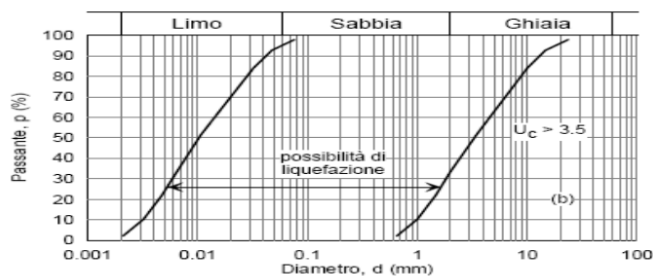


Figura 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione.

Quando la condizione 1 non risulti soddisfatta, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 2, 3 e 4.

Nel caso in esame risulta soddisfatta la condizione 1 poiché si ha un'accelerazione di picco in superficie (SLV) pari a 0.071 g che è minore di 0.1 g.

Secondo quanto dettato dalle NTC2018 (§ 7.11.3.4.2), quindi, **la verifica a liquefazione può essere omessa.**

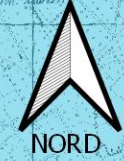
Nell'area interessata dal progetto, in presenza di sisma l'accelerazione di gravità è così bassa che non si avrebbe il fenomeno della liquefazione.

Alla luce di quanto detto, l'area di studio ricade all'interno di una zona con accelerazione $a_g < 0.1 \text{ m/s}^2$ ed inoltre la natura litologico-stratigrafica dell'area fa sì che la distribuzione granulometrica sia esterna alle zone in cui si potrebbe verificare liquefazione.



La verifica a liquefazione può essere omessa (NTC2018, § 7.11.3.4.2).

Ruffano, giugno 2023





Dott. Geol. Marcello De Donatis

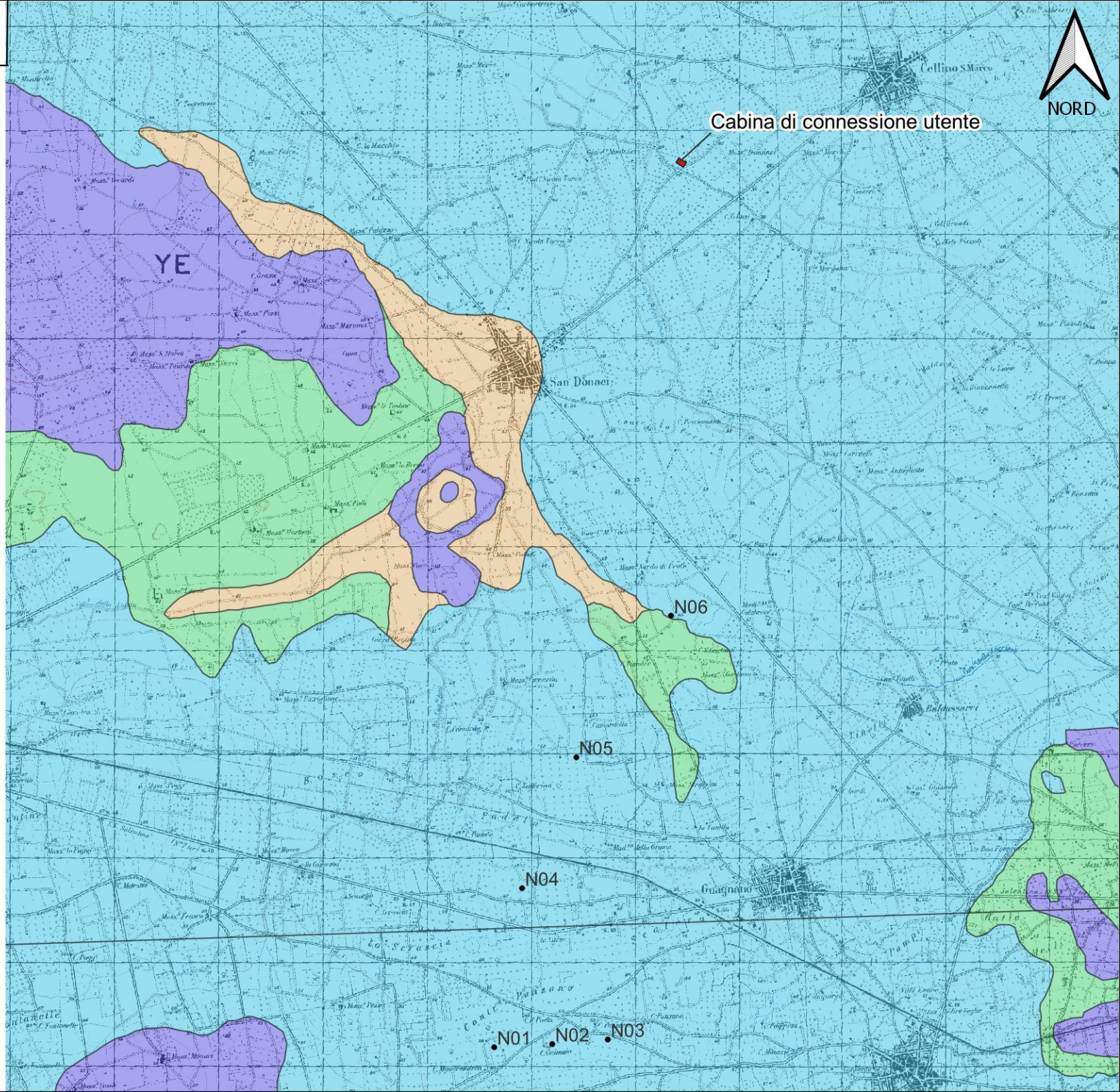


LEGENDA:

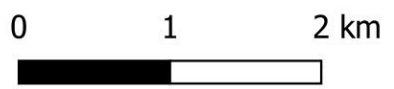
-  Cabina di connessione utente
-  Aerogeneratori NEXT 1

Litologia

-  Depositi sciolti a prevalente componente peltica
-  Unità a prevalente componente arenitica
-  Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica
-  Unità prevalentemente calcarea o dolomitica



SCALA




CARTA GEOMORFOLOGICA

LEGENDA:

 Cabina di connessione utente

 Aerogeneratori NEXT 1

 Grotte

 discariche controllate

Cave

 Area di cava attiva

 Cava riqualificata (agricoltura)

 Discarica di residui di cava


 Cava abbandonata


Bacini idrici

 Stagno, acquitrino, zona palustre

 ripe erosione fluviale

Reticolo

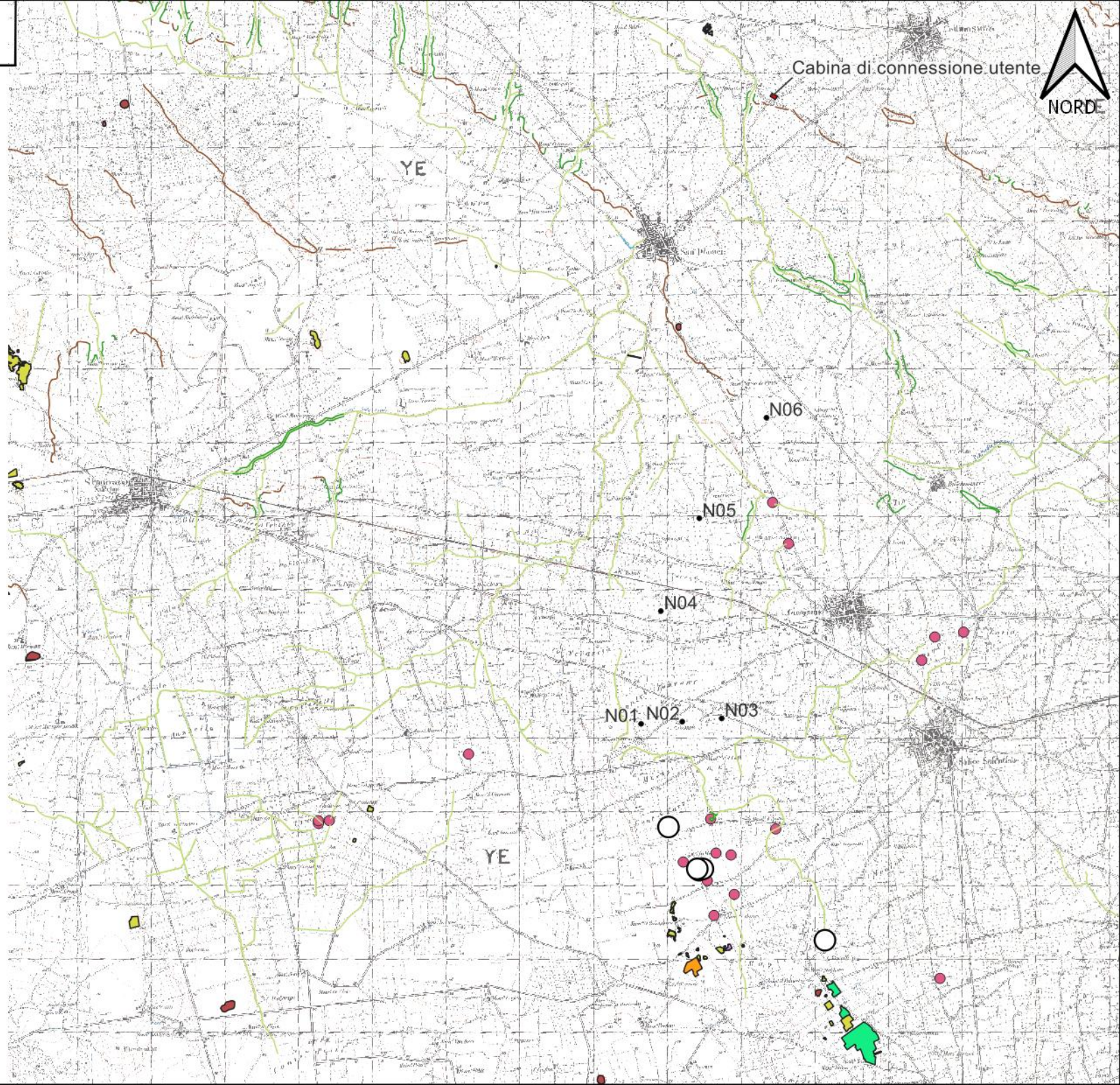
 Corso d'acqua episodico

 Corso d'acqua obliterato

 Orli di terrazzo morfologico

 Vore

 Doline



Cabina di connessione utente


NORDE

SCALA

0 1 2 km

CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA

LEGENDA:

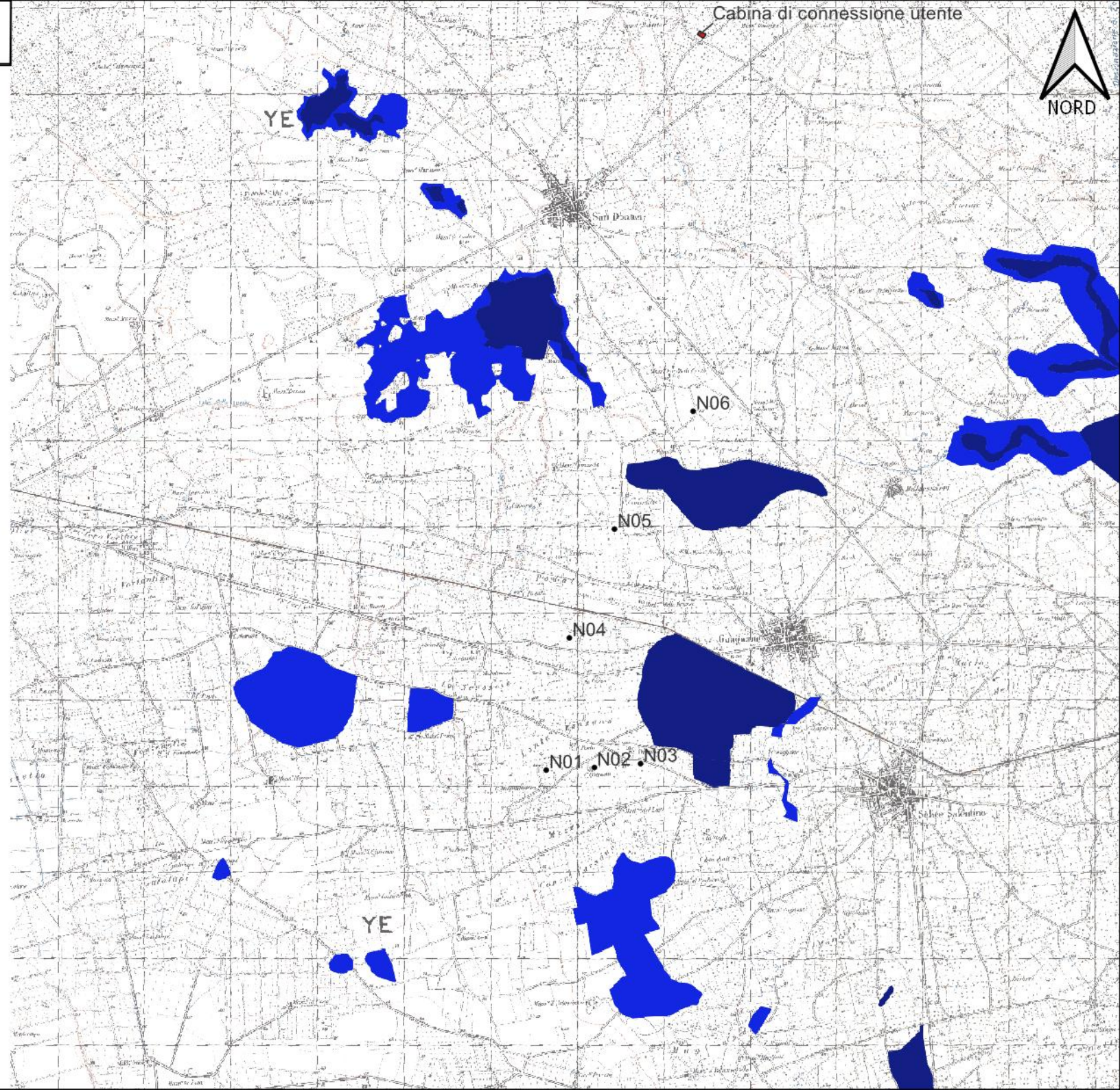
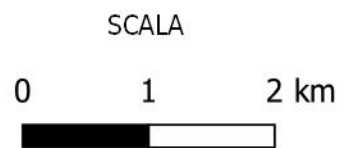
 Cabina di connessione utente

 Aerogeneratori NEXT 1

PERICOLOSITA' IDRAULICA

 MOLTO ELEVATA

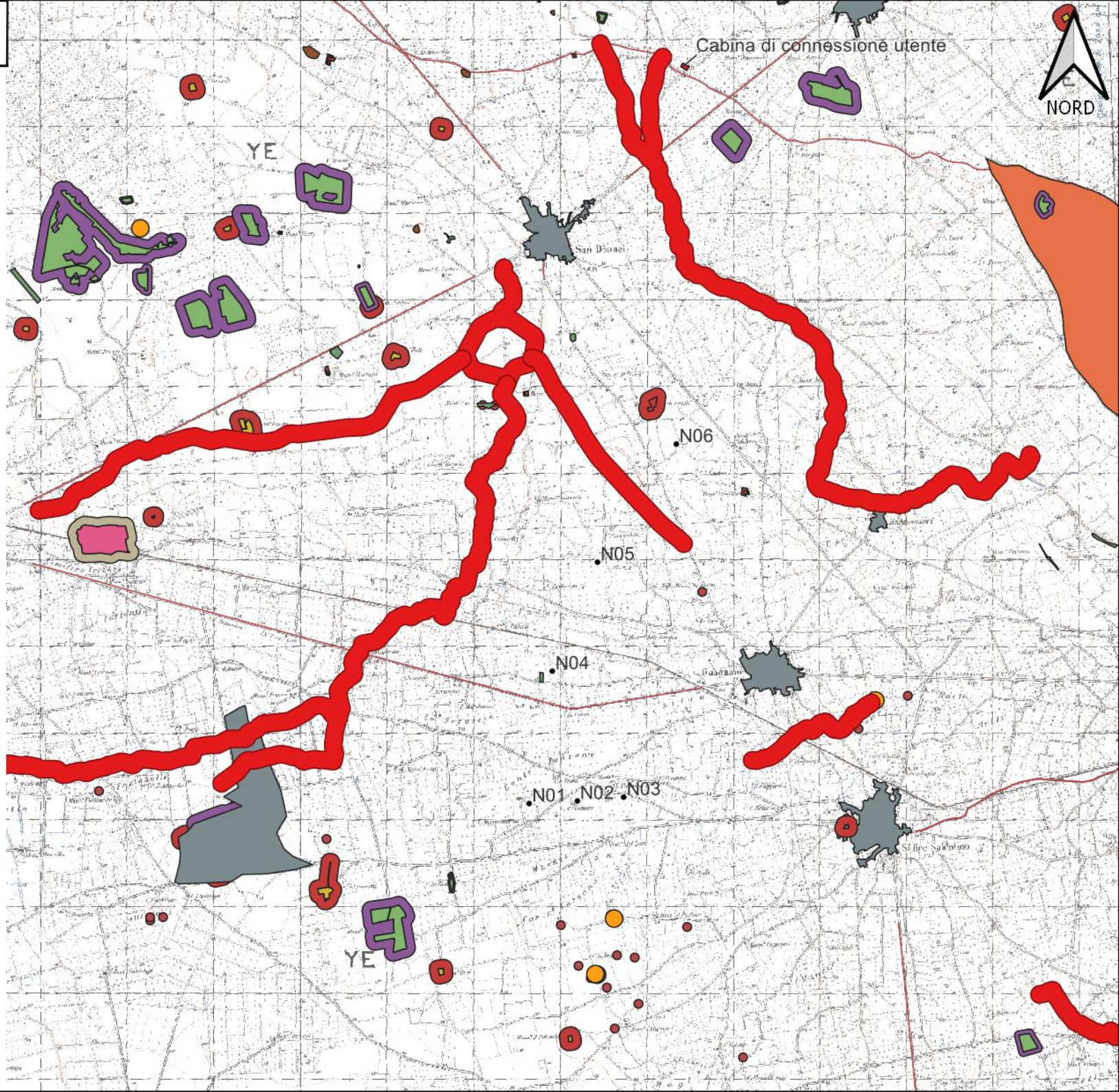
 ELEVATA



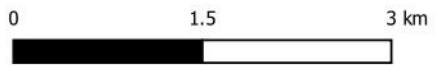


LEGENDA:

- Cabina di connessione utente
- Aerogeneratori NEXT 1
- COMPONENTI IDROLOGICHE**
- UCP_connesioneRER_100m
- UCP_Vincolo idrogeologico
- COMPONENTI BOTANICO VEGETAZIONALI**
- BP_142_G
- UCP_Formazioni arbustive
- UCP_rispetto boschi
- UCP_Doline
- COMPONENTI CULTURALI**
- BP_136
- BP_142_M
- UCP_area_rispetto_siti storico culturali
- UCP_area_rispetto_zone interesse archeologico
- UCP_aree_a_rischio_archeologico
- UCP_citta consolidata
- UCP_stratificazione insediativa_siti storico culturali
- UCP_Grotte_100m
- COMPONENTI PERCETTIVE**
- UCP_strade valenza paesaggistica
- UCP_Inghiottoi_50m



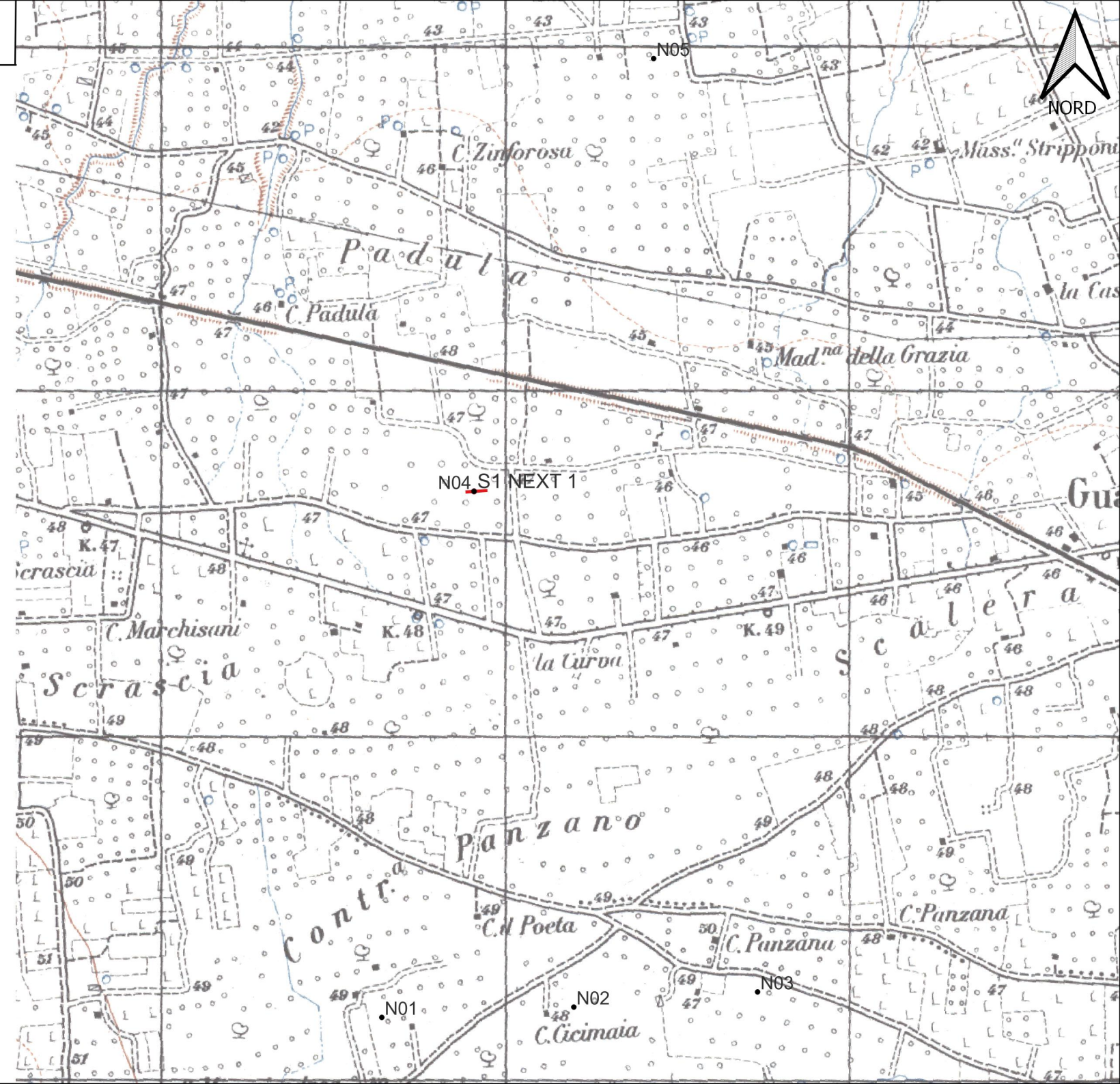
SCALA



UBICAZIONE SONDAGGIO GEONOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO

LEGENDA:

- Aerogeneratori NEXT 1
- Sondaggio S1 Next 1
- MASW



SCALA

0 250 500 m

