

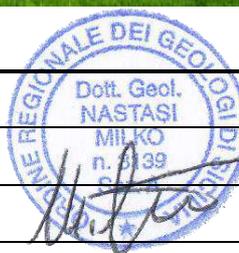
REGIONE SARDEGNA

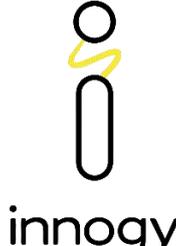
Provincia di Sassari (SS)

COMUNI DI NULE E BENETUTTI



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
1	EMMISSIONE PER ENTI ESTERNI	22/07/20	NASTASI M.	FURNO C.	NASTASI A.
1	RIEMMISSIONE PER COMMENTI	09/07/20	NASTASI M.	FURNO C.	NASTASI A.
0	EMMISSIONE PER COMMENTI	06/06/20	NASTASI M.	FURNO C.	NASTASI A.



Committente:				 innogy Ingegneria & Innovazione	
INNOGY ITALIA S.p.A.					
Sede legale in Milano, via F. Restelli, 3/1 – 20124 Milano. Codice Fiscale e P. IVA 0259064021				Via Pippo Fava, 1 – 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1813283 Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it	
Società di Progettazione:					
Progetto:		PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		Livello: DEFINITIVO	
Elaborato:		RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA		Progettista/Resp. Tecnico  Dott. Ing. Furno Cesare	
Scala:	Nome DIS/FILE:	Allegato:	F.to:	 	
NA	C 19023S05-PD-RT-04-02	1/1	A4		
<small>Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.</small>					

INDICE

1. PREMESSA	3
2. FASI DI LAVORO	4
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	6
4. INQUADRAMENTO STRUTTURALE	7
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO	10
5.1. Morfologia	10
5.2. Idrologia e idrogeologia	11
6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	13
7. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO SECONDO LE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC 2018)	15
7.1. Pericolosità sismica	17
8. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE	20
8.1. Qualità dell'ammasso roccioso	21
9. PERICOLOSITA' GEOLOGICA E IDRAULICA	23
9.1. Carte rischi e pericolosità PAI	24
10. CONSIDERAZIONE SULLA VIABILITA' E LE PIAZZOLE IN PROGETTO	25
10.1. Piazzole e rilevati	25
10.2. Viabilità esterna	27
11. OPERE IDRAULICHE	27
12. SOTTOSTAZIONE	29
13. CONCLUSIONI	30

	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA	 Ingegneria & Innovazione	
		22/07/2020	REV: 2

1. PREMESSA

Su incarico di INNOGY ITALIA SpA, la società ANTEX GROUP Srl ha redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto eolico nei comuni di Nule e Benetutti, nella provincia di Sassari.

Il progetto prevede l'installazione di n. 11 nuovi aerogeneratori con potenza unitaria di 5,7 MW, per una potenza complessiva di impianto di 62,7 MW.

Nel dettaglio il progetto prevede l'installazione di n.8 aerogeneratori nei terreni del Comune di Nule (SS) e di n.3 aerogeneratori nei terreni del Comune di Benetutti (SS).

Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel comune di Buddusò (SS), tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 30 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 30 kV e la eleverà alla tensione di 150 kV.

Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV, in GIS denominata "Buddusò", già in iter nel Piano di Sviluppo di Terna.

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria ANTEX Group Srl.

ANTEX Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali, gestionali, legali e di finanza agevolata.

Sia ANTEX che INNOGY pongono a fondamento delle attività e delle proprie iniziative, i principi della qualità, dell'ambiente e della sicurezza come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

Difatti, le Aziende citate, in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti e fornitori, posseggono un proprio Sistema di Gestione Integrato Qualità-Sicurezza-Ambiente.

2. FASI DI LAVORO

Per adempiere alle considerazioni fatte nella premessa, in questa fase di progetto definitivo, sono stati eseguiti sopralluoghi, ricerche bibliografiche, consultata la cartografia P.A.I. vigente e le carte tematiche della zona, al fine di accertare le condizioni geologiche della zona e cercare di definire, a grandi linee, il modello geologico.

A corredo dello studio effettuato sono stati prodotti i seguenti allegati, dividendo l'area in settore nord e settore sud:

- All. 1 - Corografia, scala 1:25000;
- All. 2 - Carta Geologica settore Nule, scala 1:5000;
- All. 3 - Carta Geologica settore Benetutti, scala 1:5000;
- All. 4 - Carta idrogeologica settore Nule, scala 1:5000;
- All. 5 - Carta idrogeologica settore Benetutti, scala 1:5000;
- All. 6 - Carta geomorfologica settore Nule, scala 1:5000;
- All. 7 - Carta geomorfologica settore Benetutti, scala 1:5000;
- All. 8 - Carta del vincolo idrogeologico ex art.1 del R.D.L.3267/1923 settore Nule, 1:10000;
- All. 9 - Carta del vincolo idrogeologico ex art.1 del R.D.L.3267/1923 settore Benetutti, 1:10000;
- All.10 - Carta del pericolo geomorfologico Rev. 42 settore Nule, scala 1:10000;
- All.11 - Carta del pericolo geomorfologico Rev. 42 settore Benetutti, scala 1:10000;
- All.12 - Carta del rischio geomorfologico Rev. 42 settore Nule, scala 1:10000;
- All.13 - Carta del rischio geomorfologico Rev. 42 settore Benetutti, scala 1:10000;
- All.14 - Carta del pericolo idraulico Rev. 41 settore Nule, scala 1:10000;
- All.15 - Carta del pericolo idraulico Rev. 41 settore Benetutti, scala 1:10000;
- All.16 - Carta del rischio idraulico Rev. 41 settore Nule, scala 1:10000;
- All.17 - Carta del rischio idraulico Rev. 41 settore Benetutti, scala 1:10000;
- All.18 - Carta del pericolo alluvioni (Art.8) settore Nule, scala 1:10000;
- All.19 - Carta del pericolo alluvioni (Art.8) settore Benetutti, scala 1:10000;

La caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni in questa fase è stata eseguita consultando dati di letteratura e di pubblico dominio.

Questi dati sono stati ricavati da litotipi con le stesse caratteristiche di quelli presenti nell'area di

studio sul quale saranno ubicate le turbine.

Si sottolinea che il seguente approccio è sufficientemente esaustivo in questa fase progettuale. Nella fase successiva, ai fini della ricostruzione di un modello geologico ben definito, sarà necessario ottenere dati certi da indagini geognostiche dirette ed indirette al fine di caratterizzare al meglio i primi 5-6 metri di terreno sul quale saranno collocate le fondazioni delle turbine.

Le norme alla quale si è fatto riferimento sono elencate di seguito:

- le norme vigenti in tema di LL.PP. e in particolare dal D.M. del 17.01.2018 (NTC) e ss.mm.ii. e relativa circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.
- le linee guida edite dall’A.R.T.A. nell’ambito del Piano per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.).
- **D.M LL.PP. 11.03.1988** “Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione in applicazione della Legge 02.02.1974 n°64.
- **Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988** – Istruzioni per l’applicazione del D.M. LL.PP.11.03.1988.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Al fine di verificare la fattibilità del progetto in esame e definire il modello geologico in fase di progetto definitivo, è stato eseguito uno studio geologico, geomorfologico e idrogeologico delle aree in esame, per un intorno utile a definire le caratteristiche sopra menzionate.

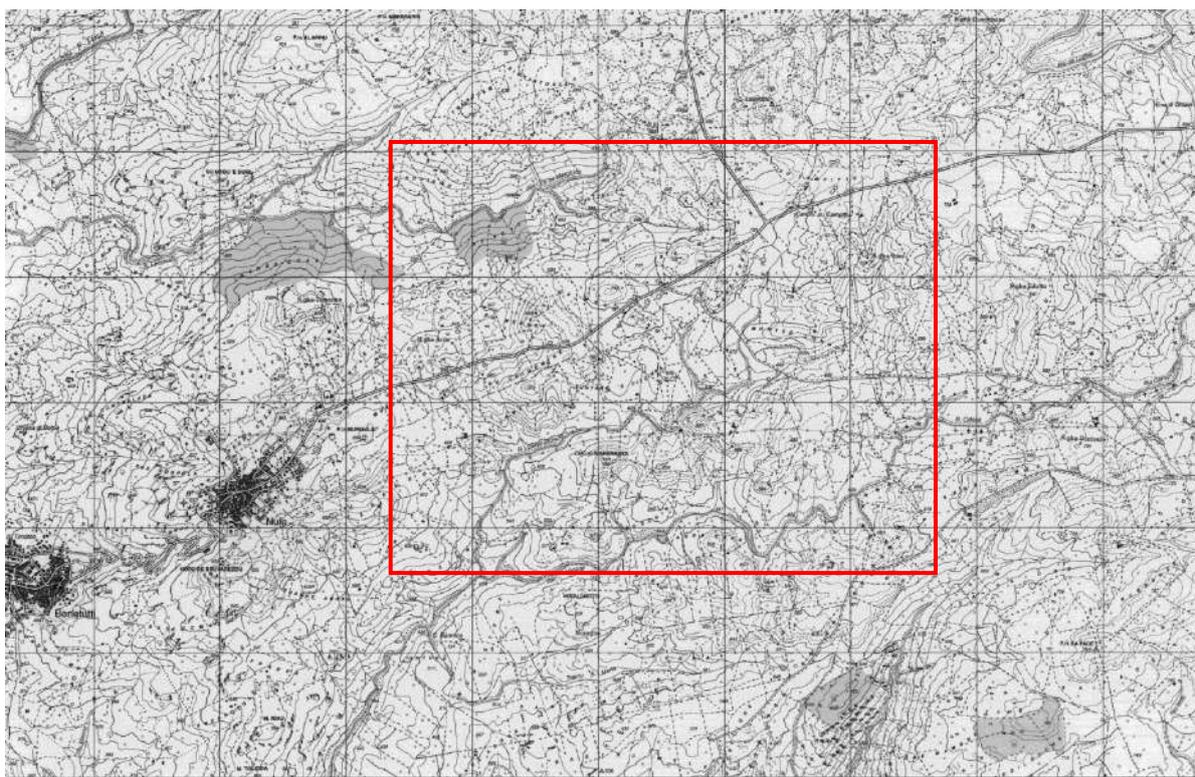


Figura 1 - Corografia della zona in scala 1:25000

L'area sulla quale verranno installate le turbine ricade nel Foglio 481 sez. II Benetutti (fig.1) all'interno dei Comuni di Nule e Benetutti, entrambi in provincia di Sassari (SS), mentre la sottostazione ricade nel territorio di Buddusò, sempre in provincia di Sassari (SS).

Le quote relative all'impianto eolico vanno dai 624 m.s.l.m ai 718 m.s.l.m. Esso si troverà a circa 4 km ad est degli abitati di Nule e Benetutti.

Per una più semplice distinzione delle considerazioni da fare sullo studio geologico, è stata suddivisa l'area in settore Nule e settore Benetutti, fig. 2.

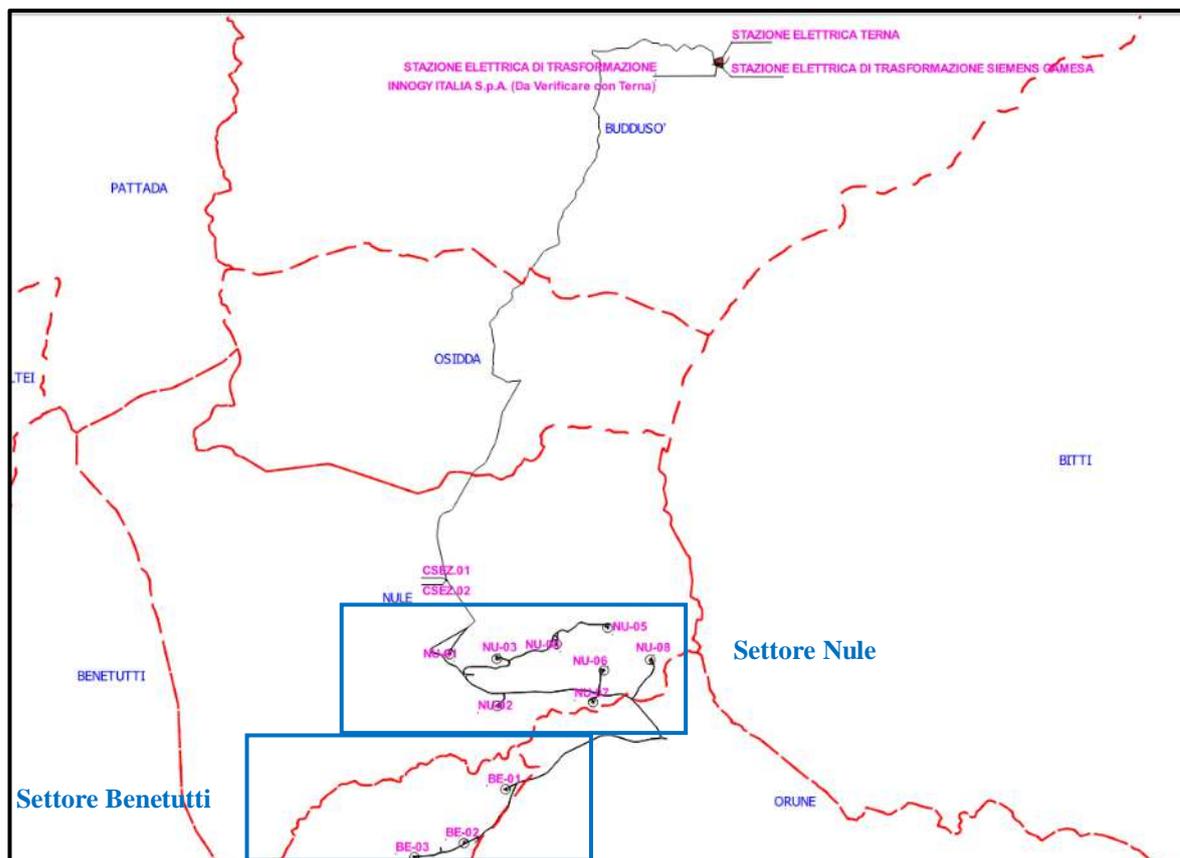


Figura 2 - Mappa dei vari siti degli impianti presenti

4. INQUADRAMENTO STRUTTURALE

Il basamento metamorfico sardo è un segmento della catena ercinica europea, separatosi dall'Europa solo nel Miocene inferiore (Burdigaliano).

La geometria della catena ercinica pre-mesozoica è caratterizzata da una cintura orogenica arcuata che dalla Spagna giunge al Massiccio centrale francese (arco iberico-armoricano).

L'orogenesi ercinica ha interessato tutto il basamento della Sardegna con intense deformazioni, con un metamorfismo sincinemico e un importante magmatismo post-collisionale.

Il basamento sardo è caratterizzato da falde vergenti verso SW interposte tra il complesso metamorfico prevalentemente in facies anfibolitica della Sardegna settentrionale e una zona esterna a thrust e pieghe intensamente deformata, che affiora nella parte SW dell'Isola.

Falde cristalline interne del Massiccio Centrale, affiorano nella Sardegna settentrionale lungo la linea Posada-Asinara, che separa il complesso migmatitico ercinico dal complesso metamorfico ercinico prevalentemente in facies anfibolitica.

La linea Posada-Asinara rappresenta una paleo-sutura oceanica di due placche saldate assieme durante l'orogenesi ercinica costituite da crosta dell'Armorica rappresentata dal complesso migmatitico e da coperture del margine continentale di Gondwana, impilate nella zona a falde della catena (Cappelli et al. 1992 e Carmignani et al. 1994).

La geometria collisionale della catena ercinica in Sardegna è caratterizzata dal complesso migmatitico che affiora nella Sardegna NE e in Corsica che sovrascorre il complesso metamorfico ercinico prevalentemente in facies anfibolitica e dal complesso metamorfico in facies degli scisti verdi e anchimetamorfico che affiorano nella Sardegna centrale e centro-orientale, a loro volta caratterizzati da numerose unità tettoniche impilate una sull'altra e separate da importanti zone di taglio milonitiche (Casini et al., 2010).

Nella Sardegna centro-settentrionale, è molto ben espressa una tettonica trascorrente terziaria di età oligo-aquitaniense (Carmignani et al., 1992a; 1994a; Oggiano et al., 1995; 2009; Pasci, 1997; Pasci et al., 1998), dove sono presenti estesi lineamenti morfo-strutturali ben distinguibili. Questi lineamenti interessano sia il basamento paleozoico, rappresentato da metamorfiti di basso e medio grado e rocce granitoidi, che le sue coperture mesozoiche (costituite da una potente successione carbonatica di età giurassico-cretacica) e cenozoiche (principalmente depositi clastici e rocce vulcaniche).

Tutta l'area centro-settentrionale è interessata da due principali sistemi di faglie trascorrenti, ai quali localmente si associano strutture transpressive, con sovrascorrimenti del basamento paleozoico sulla copertura post-ercinica e bacini transtensivi. (Fig.3).

Il primo sistema, più sviluppato, è orientato NE-SW (faglie di Nuoro, Tavolara, Olbia e quelle della Gallura) ed è caratterizzato da rigetti trascorrenti sinistri; mentre l'altro, con direzione circa E-W, è contraddistinto da movimenti trascorrenti destri (faglie di Trinità d'Agultu, Posada, Cedrino, ecc.). L'entità dei rigetti orizzontali delle faglie maggiori è plurichilometrica, mentre i rigetti verticali, subordinati rispetto a quelli trascorrenti, raggiungono alcune centinaia di metri.

Alle stesse zone di taglio trascorrenti NE-SW sono spesso associate anche strutture transpressive rappresentate da bacini di pull-apart (Bacino di Ottana, Chilivani-Berchidda, Benetutti, ecc.), riempiti da prodotti vulcano-sedimentari sintettonici di età compresa tra l'Oligocene medio-superiore e

l'Aquitano. Questi bacini si sviluppano lungo i releasing bend. (Fig.3b). A questi bacini ed alle faglie che li strutturano sembrano essere correlate le effusioni vulcaniche oligo-mioceniche. Il limite cronologico superiore per l'attività delle faglie trascorrenti è dato dallo sviluppo delle fosse estensionali del Burdigaliano superiore che le intercettano e dai loro depositi trasgressivi che le suturano.

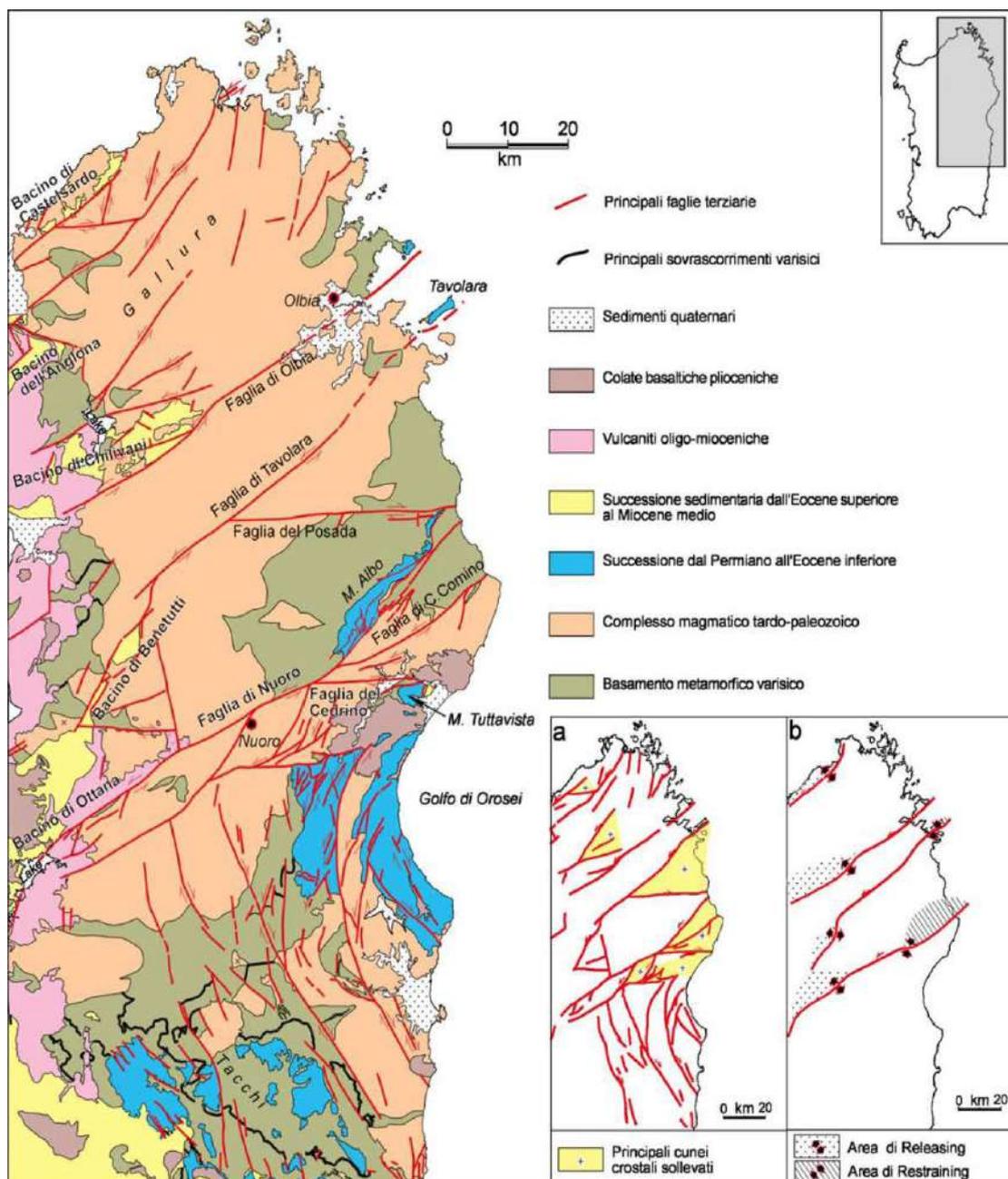


Figura 3 - Schema tettonico della Sardegna NE (da Oggiano et al., 2009)

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO

5.1. Morfologia

L'area di intervento è individuata sulla cartografia tecnica della Regione Autonoma della Sardegna in scala 1:10000, più precisamente all'interna delle CTR n° 481030; 481040; 481070; 481080; 481110; 481120; 481150; 481160.

Tale zona appartiene ad un contesto geomorfologico di collina, caratterizzato dalla presenza di un altopiano cosparso di incisioni torrentizie e piccoli rilievi tondeggianti. La vasta area di studio risulta caratterizzata da terreni coltivati, praterie e piccole macchie di arbusti, e la roccia caratteristica del luogo è spesso affiorante, il tutto ben rappresentato nella cartografia dell'uso del suolo della Regione Autonoma della Sardegna.

È stata redatta una carta geomorfologica che mette in evidenza le caratteristiche del territorio, evidenziando solo qualche vallecchia ad U e le aree in prossimità dei crinali dove sorgeranno le turbine (fig.4).

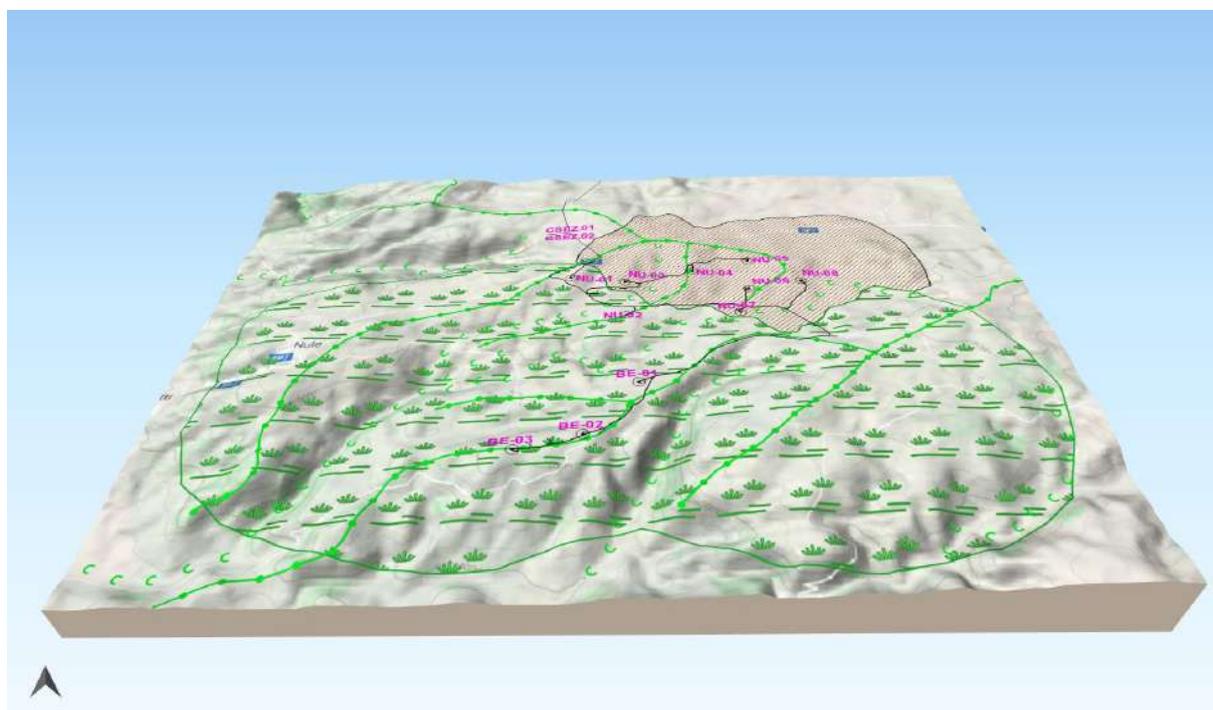


Figura 4 - Modello 3d dell'area con le evidenze geomorfologiche, Allegato 6-7 in allegato

5.2. Idrologia e idrogeologia

Il reticolo idrografico della zona in esame è influenzato dall'assetto strutturale e dalla litologia affiorante.

Poiché i settori indagati sono rappresentati dai rilievi costituenti le testate dei bacini idrografici presenti, l'idrografia superficiale della zona è poco sviluppata: i bacini idrografici che alimentano i corpi idrici sono di modeste dimensioni e non sono presenti corsi d'acqua naturali.

Gli impluvi presenti nell'area circostante sono essenzialmente a carattere torrentizio legati principalmente alle piogge stagionali.

Lungo i versanti a maggiore pendenza, ad ovest dell'area indagata, i corsi d'acqua assumono un potere erosivo più cospicuo, mentre solamente a valle, in corrispondenza di aste di ordine intermedio sono evidenti fenomeni di deposizione interessanti coltri alluvionali di spessore rilevante (Riu Minore e Riu Beranosusule).

Complessivamente, le forti pendenze dei versanti non sono favorevoli alla ritenzione delle acque meteoriche: la circolazione idrica profonda è di modesta entità, e si riflette nello scarso numero di sorgenti in tutta l'area.

Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico, i fattori che condizionano la circolazione delle acque nel sottosuolo sono essenzialmente legati alle caratteristiche di permeabilità delle coltri (poco potenti nell'area di studio) e delle rocce ed ai rapporti stratigrafici e tettonici esistenti tra complessi a diversa permeabilità relativa. Nell'area in esame si può ipotizzare una permeabilità medio alta nelle coltri e una permeabilità da bassa a nulla nelle rocce di substrato.

Dall' Archivio Nazionale delle Indagini nel Sottosuolo (legge 464/1984) è stato trovato un sondaggio nell'area di interesse, dalla quale si evince che la profondità della falda si attesta intorno ai 50 m.

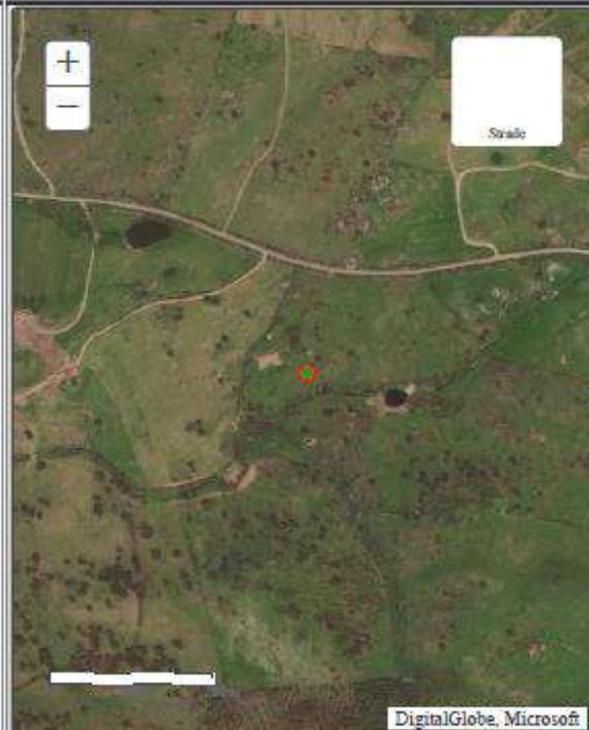
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 171042
 Regione: SARDEGNA
 Provincia: SASSARI
 Comune: NULE
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Opera: POZZO PER ACQUA
 Profondità (m): 65,00
 Quota pc slm (m): 670,00
 Anno realizzazione: ND
 Numero diametri: 1
 Presenza acqua: SI
 Portata massima (l/s): 0,500
 Portata esercizio (l/s): ND
 Numero falde: 1
 Numero filtri: 0
 Numero piezometrie: 0
 Stratigrafia: SI
 Certificazione(*): SI
 Numero strati: 3
 Longitudine WGS84 (dd): 9,264586
 Latitudine WGS84 (dd): 40,468719
 Longitudine WGS84 (dms): 9° 15' 52.51" E
 Latitudine WGS84 (dms): 40° 28' 07.40" N

(*Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	65,00	65,00	165

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	50,00	65,00	15,00

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE
2	1,00	20,00	19,00	ERCINICO	GRANITO DEGRADATO
3	20,00	65,00	45,00	ERCINICO	GRANITO

Le turbine BE-02 e BE-03 ricadono all'interno dell'area sottoposta a vincolo idrogeologico secondo il R.D.L.3267/1923 (fig.5)

Il vincolo ha come scopo principale quello di preservare l'ambiente fisico e quindi di impedire forme di utilizzazione che possano determinare denudazione, innesco di fenomeni erosivi, perdita di stabilità, turbamento del regime delle acque ecc., con possibilità di danno pubblico.

Per cui nulla vieta la possibilità di costruire in quei luoghi, purché non vengano intaccati i principi sopradetti.

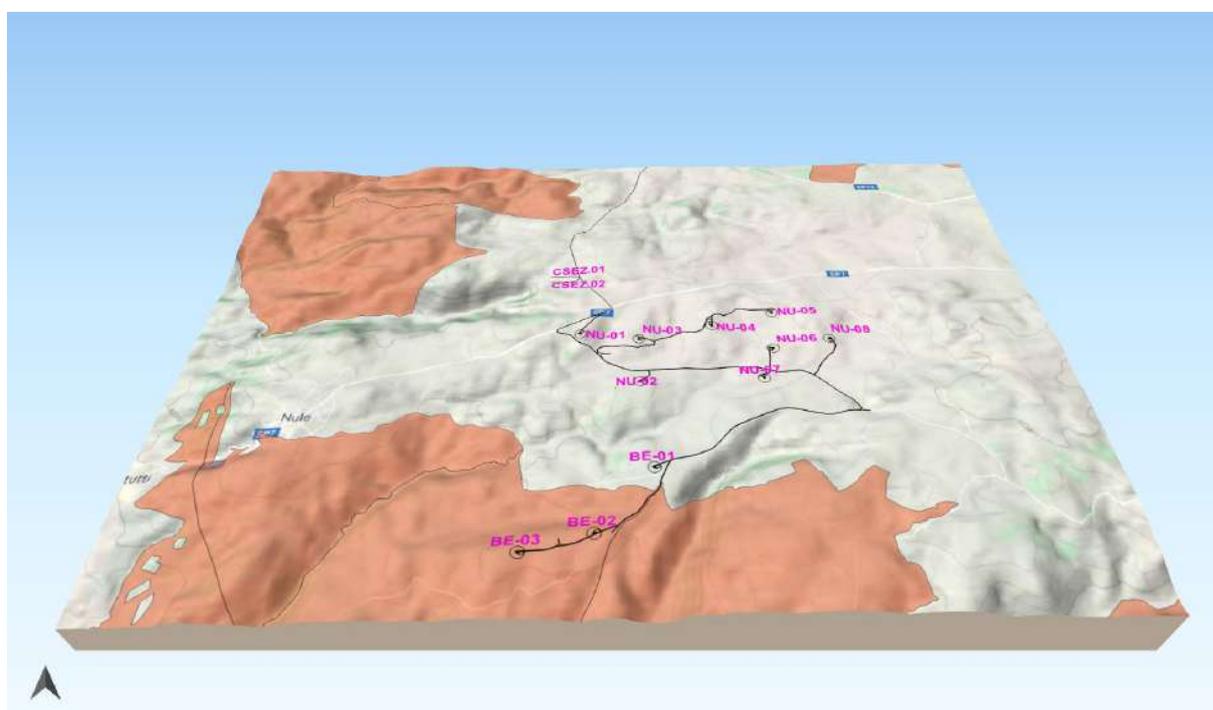


Figura 5 - Modello 3d dell'area con le zone a vincolo idrogeologico

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le caratteristiche geologiche di questa porzione di territorio sono prettamente di origine metamorfiche associate al complesso granitoide del Goceano-Bittese (CarbiniferoSup.-Perniano).

La zona dunque è caratterizzata da:

	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA	 Ingegneria & Innovazione	
		22/07/2020	REV: 2

Terreno vegetale:

Rappresenta l'orizzonte superficiale dall'originario piano campagna, non sempre presente e con spessori estremamente diversificati (da pochi cm a poco più di 1 metro) derivante dall'alterazione in posto degli orizzonti superficiali delle formazioni affioranti.

Depositi alluvionali.

Sono presenti, in esigui spessori, lungo i fondivalle laddove l'energia di trasporto è tale da permetterne il deposito. OLOCENE.

Coltri eluvio-colluviali.

Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE

Facies Orune (unità intrusiva di Benetutti).

Granodioriti monzogranitiche, biotitiche, a grana medio-grossa, inequigranulari per Kfs biancastri di taglia 8-10 cm; tessitura orientata per flusso magmatico.

CARBONIFERO SUP. – PERMIANO

Facies Punta Gomoretta (unità intrusiva di sos canales).

Graniti a cordierite, andalusite e muscovite, a grana media, inequigranulari, porfirici per rari fenocristalli di Kfs biancastri di taglia fino a 3-4 cm, tessitura isotropa. CARBONIFERO SUP. – PERMIANO

Filoni e ammassi di micrograniti. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO

Dalla figura 6, si può notare come le turbine sono ubicate tutte all'interno della stessa formazione (Facies di Orune), ad eccezione della NU01 che insiste sulla Facies di Bultei, ma che comunque fa parte del complesso granitoide del Goceano-Bettese.

Mapa ben evidente nelle tavole 2 e 3 allegate, riferite alla carta geologica dell'area in esame.

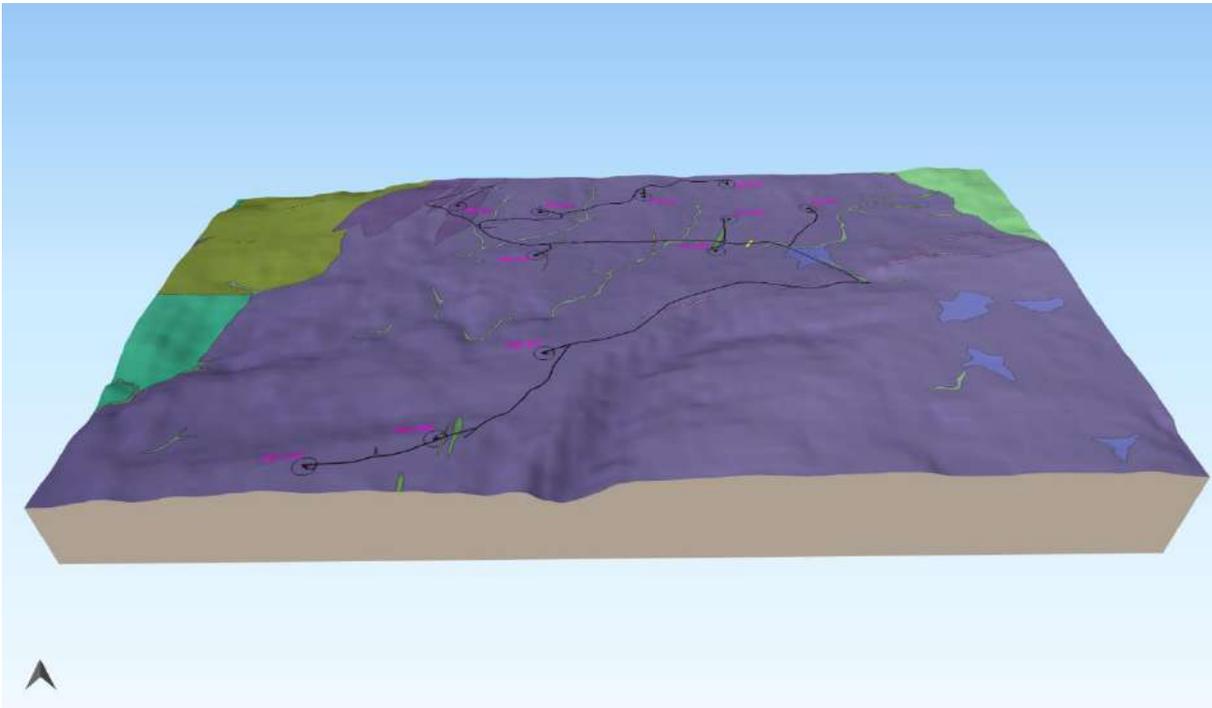


Figura 6 - Modello 3d dell'area con litologia e turbine in evidenza

7. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO SECONDO LE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC 2018)

Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle presenti norme.

Vista la costruzione in oggetto, l'opera è soggetta alle considerazioni della seguente tabella, seguendo le indicazioni scritte nelle N.T.C. 2018.

S.L.U. <i>stati limite ultimi</i> (2.1 NTC)	Capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
VITA NOMINALE (2.4.1 NTC)	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale ≥ 50 (punto 2 della tab. 2.4.I NTC)

CLASSI D'USO (2.4.2 NTC)	Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.
COEFFICIENTE C_U (2.4.3 NTC)	2 (Tab. 2.4.II)
Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): (3.2.1 NTC)	A seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (3.2.2 NTC)	T2: Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ (Tabella 3.2.IV NTC)

Inoltre c'è da dire che la **verifica della sicurezza** nei confronti degli **stati limite ultimi (SLU)** di resistenza si ottiene con il “*Metodo semiprobabilistico dei Coefficienti parziali*” di sicurezza tramite l'equazione

$$E_d \leq R_d$$

con:

E_d = valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto nelle varie combinazioni di carico.

R_d = resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale N_V per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

7.1. Pericolosità sismica

A completamento delle elaborazioni relative a MPS04 eseguite dall' INGV ed il dipartimento di protezione civile è stata redatta una **valutazione standard (10%, 475 anni) di amax (16mo, 50mo e 84mo percentile) per le isole rimaste escluse nella fase di redazione di MPS04.**

Per cui per quanto concerne il territorio Sardo viene riportato quanto segue:

Sardegna. Per la valutazione della pericolosità sismica di un territorio esteso come quello della Sardegna occorrerebbe: a) poter definire una o più ZS; b) in alternativa, utilizzare un approccio a sismicità diffusa. Entrambe queste ipotesi sono percorribili ma producono risultati poco stabili data la bassissima sismicità dall'isola e aree circostanti. Il catalogo CPTI04 riporta solo due eventi di magnitudo $\leq 5M_w$ (1924 e 1948). In occasione dell'evento del 1948 sono state osservate intensità pari a 6MCS in alcune località della Sardegna nordoccidentale. I terremoti più recenti (avvenuti nel 2000, 2004 e 2006), tutti di $M_w < 5$ e localizzati in mare, hanno prodotto in terraferma effetti di modesta entità.

Tenendo conto del fatto che:

- la sismicità è bassa, anche a livello strumentale (fig.7);
- i dati storici non segnalano danni significativi, si ritiene ragionevole assumere per l'intera isola un valore di default pari a 0.050g.

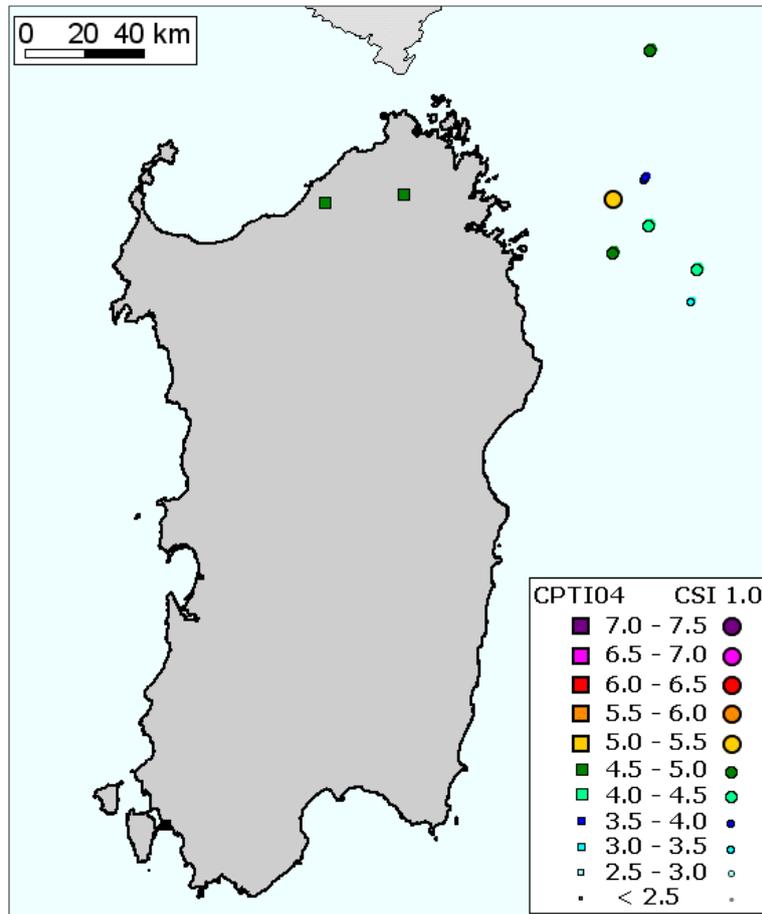


Figura 7 - Distribuzione dei terremoti in Sardegna e nei mari adiacenti

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
N. nodo	Località	Longitud.	Latitud.	Prop. di riclass. (1998)	amax in MPS04 50mo (g)	amax in MPS04 84mo (g)	Zona sismica secondo OPCM 3274	Valore di ancoraggio secondo OPCM 3274	amax in questo studio 50mo (g)	amax in questo studio 84mo (g)	Valore di amax adottato (g)	Spettro suggerito
42096	Stromboli N	15.2204	38.8214		0.0777	0.0866			0.1956	0.2290	0.1956	ad hoc
42318	Stromboli S	15.2191	38.7714	2	0.0802	0.0898	2	0.25	0.2024	0.2391	0.2024	ad hoc
42982	Panarea E	15.0875	38.6234		0.1041	0.1170			0.2034	0.2423	0.2034	ad hoc
42981	Panarea O	15.0236	38.6243	2	0.1185	0.1302	2	0.25	0.1969	0.2340	0.1969	ad hoc
43196	Filicudi	14.5758	38.5796	2	0.0936	0.1031	2	0.25	0.1960	0.1961	0.25	zona 2
43415	Alicudi E	14.3836	38.5314		0.0698	0.0779			0.2439	0.2491	0.25	zona 2
43414	Alicudi O	14.3199	38.5319	2	0.0660	0.0740	2	0.25	0.2471	0.2519	0.25	zona 2
42508	Ustica N	13.1708	38.7345		0.0388	0.0437			0.1198	0.1281	0.15	zona 3
42730	Ustica S	13.1711	38.6845	NC	0.0407	0.0462	2	0.25	0.1407	0.1492	0.15	zona 3
50924	Pantelleria	11.9365	36.8234		0.0177	0.0204						zona 4
50925		11.9987	36.8243		0.0187	0.0214						zona 4
51146		11.9376	36.7734		0.0166	0.0195						zona 4
51147		11.9998	37.7743	NC	0.0177	0.0204	4	0.05			0.05	zona 4
51148		12.0619	36.7752		0.0186	0.0213						zona 4
51369		12.0008	36.7243		0.0165	0.0194						zona 4
51370		12.0629	36.7252		0.0175	0.0203						zona 4
56706	Lampedusa	12.5760	35.5308	NC	<0.025		4	0.05			0.05	zona 4
55157	Linosa	12.8779	35.8831	NC	<0.025		4	0.05			0.05	zona 4
	Sardegna Nord	-	-	NC	<0.025		4	0.05			0.05	zona 4
	Sardegna Sud	-	-	NC	<0.025		4	0.05			0.05	zona 4
43646	Lipari	14.9565	38.4752	2	0.1829	0.2053	2	0.25			0.1829	ad hoc
43868	Vulcano (Vulcanello)	14.9554	38.4252	2	0.1880	0.2112	2	0.25			0.1880	ad hoc
43200	Salina (Malfa)	14.8310	38.5768	2	0.1626	0.1805	2	0.25			0.1805	ad hoc

Riepilogo dei dati relativi alle isole: valori di amax proposti da MPS04, da questo studio, e valori finali adottati; spettri suggeriti.

Per quanto riguarda la categoria di sottosuolo ci baseremo, anche in questo caso, su dati bibliografici e su progetti eseguiti nei dintorni dell'area in esame in condizioni litostratigrafiche simili.

Considerando che i litotipi presenti sono di tipo roccioso ci si aspetta un Vs30 compreso tra 360 m/s e 800 m/s, considerando anche che i primi metri sono molto fratturati, per cui, in questa fase si può ipotizzare un suolo di **categoria B**:

” Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero N_{SPT,30} >50 nei terreni a grana grossa e c_{u30}>250 kPa nei terreni a grana fina) ”.

Queste valutazioni dovranno essere confermate in fase di progetto esecutivo con una campagna sismica atta a definire al meglio il valore di V_{s30eq} misurato e le caratteristiche sismiche dell'area in esame.

8. CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE

Nella zona oggetto di studio, dai rilevamenti eseguiti, si è potuto constatare la natura dei vari litotipi è prettamente lapidea, per cui è stato eseguito lo studio dell'ammasso roccioso descritto di seguito.



Figura 8 - Immagine di roccia in posto in cui sono ben evidenti le fratture dell'ammasso

8.1. Qualità dell'ammasso roccioso

In generale tutta la zona, come rilevato anche in altri progetti limitrofici, è caratterizzata da uno strato più o meno spesso di terreno agricolo, uno strato sottostante molto alterato dell'ordine di circa un metro che verrebbe comunque asportato del tutto, ed uno strato molto fratturato che verrebbe indicato come bedrock per la posa delle fondazioni.

Nel campo della progettazione d'infrastrutture d'ingegneria civile, siano esse legate alla stabilità di un versante o alla stabilità di un'opera in sotterraneo, difficilmente si possono avere informazioni dettagliate sulle caratteristiche di resistenza e di deformabilità dell'ammasso roccioso interessato alla progettazione.

Per far fronte a ciò, è stato utilizzato uno schema che possa soddisfare e risolvere, secondo un metodo empirico, i problemi dovuti alla scarsa conoscenza o esperienza di una determinata area.

Il metodo utilizzato è la classificazione di Beniawsky, basata sul rilievo geostrutturale in campagna, di sei parametri:

A1 = resistenza a compressione uniassiale;

A2 = Rock Quality Designation Index (Indice RQD);

A3 = spaziatura delle discontinuità;

A4 = condizioni delle discontinuità;

A5 = condizioni idrauliche;

A6 = orientamento delle discontinuità.

Da questi sei parametri si ricava l'Rock Mass Rating (RMR, Beniawsky) che, nella pratica, viene differenziato come:

$$\text{RMR di base} = \text{RMRb} = \text{A1} + \text{A2} + \text{A3} + \text{A4} + \text{A5}$$

$$\text{RMR corretto} = \text{RMRc} = (\text{A1} + \text{A2} + \text{A3} + \text{A4} + \text{A5}) + \text{A6}$$

Tabella riepilogativa del rilievo strutturale, eseguito con applicativo Geostru sulle **vulcaniti plio-pleistoceniche**:

Resistenza a compressione uniassiale (Su) dallo STANDARD ISRM						
Si frattura solo dopo molti colpi di martello				Su (MPa)	100-200	
				A1	12	
RQD ottenuto dalla percentuale di recupero di una carota estratta da un sondaggio						
Numero medio di giunti per metro n				6		
Rock Quality Designation RQD (%)				87		
				A2	17	
Spaziatura delle discontinuità						
Spaziatura delle discontinuità s (m)				0.60		
Valore derivato dalla spaziatura delle discontinuità				A3	10.55	
Condizioni delle discontinuità						
Persistenza (continuità) del giunto			V1	m	1-3	
Apertura giunto			V2	mm	0.1-1 mm	
Rugosità del giunto			V3	rugosa		
Alterazione delle pareti			V4	non alterate		
Riempimento delle discontinuità			V5	Compatto > 5mm		
V1	V2	V3	V4	V5		
4	1	5	6	4	A4	20
Condizioni idrauliche						
Condizioni idrauliche su un fronte di 10 metri				umida		
				A5	10	
Orientamento delle discontinuità						
Applicazione				Fondazioni		
Orientamento delle discontinuità				Favorevole		
				A6	-2	

I risultati mediante uso del software sono i seguenti:

Rock Mass Rating (Beniawsky)	
RMR base	70
RMR corretto	70
Coesione c (KPa)	350
Angolo di attrito ϕ	40
Mod. di deformaz. E (GPa)	39
Classe	Seconda
Descrizione	Buono

Per una maggiore sicurezza ed in base ai dati bibliografici ottenuti da una approfondita ricerca, sono stati indicati i seguenti dati:

Facies di Orune			
$\gamma =$	2,5-2.90	T/m³	Peso di volume
$\phi' =$	36	°	(angolo di attrito)
C' =	0	Kg/cm²	(coesione)
E =	11-133	Kg/cm²	(modulo di deformazione)

Tali dati sono ricavati empiricamente, utili in questa fase progettuale e che, in una fase successiva saranno implementate da indagini geognostiche utili a soddisfare a pieno il concetto di modello geotecnico indicato nelle NTC 2018.

9. PERICOLOSITA' GEOLOGICA E IDRAULICA

Per pericolosità geologica s'intende il complesso di fenomeni geologici, (morfologici, tettonici, idrogeologici, sismici, ecc.,) la cui evoluzione induce un rischio o un danno per l'ambiente antropico.

Ne deriva che, a parità di fenomeno che induce il rischio, la pericolosità è anche funzione dell'ambiente in cui essa si sviluppa: in aree molto antropizzate (alta densità abitativa), il rischio

	REALIZZAZIONE PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA	 Ingegneria & Innovazione		
		22/07/2020	REV: 2	Pag.24

assume valori massimi, mentre in aree non antropizzate (scarsa densità abitativa), lo stesso fenomeno acquista pericolosità bassa o, addirittura, nulla.

La pericolosità geologica può incidere sul territorio con rischi diretti, come ad esempio, nel caso di fenomeni franosi in aree antropizzate, o con rischi indiretti, quali quelli provocati dall'inquinamento delle falde idriche, che costituiscono un pericolo per la salute pubblica.

9.1. Carte rischi e pericolosità PAI

In virtù di quanto detto sopra e osservando la cartografia PAI, visionata scaricando i dati WMS del geoportale della Regione Sardegna, la zona interessata dall'impianto in progetto è scevra da qualsiasi forma di dissesto che possa mettere a rischio le strutture o addirittura le persone.

Questo perché ci troviamo in presenza di terreni permeabili che non generano frane rotazionali o di scivolamento.

Dunque, geomorfologicamente e idraulicamente, l'area risulta stabile e senza forme di dissesti.

Aree a rischio di vulnerabilità delle falde idriche:

La falda si aggira intorno ai 50 m di profondità, per cui visto l'oggetto del progetto, non sussistono rischi per un eventuale inquinamento della falda.

Vie preferenziali di drenaggio:

Le incisioni secondarie permettono un ottimo deflusso delle acque generando fenomeni di erosione incanalata e soprattutto quando si verificano piogge di una certa intensità.

10. CONSIDERAZIONE SULLA VIABILITA' E LE PIAZZOLE IN PROGETTO

10.1. Piazzole e rilevati

L'esecuzione dei corpi di rilevato e delle sovrastrutture (ossatura di sottofondo) per strade e per le piazzole di alloggiamento degli aerogeneratori deve avvenire coerentemente ai disegni ed alle prescrizioni di progetto.

È richiesta particolare attenzione nella preliminare “gradonatura” dei piani di posa, nella profilatura esterna dei rilevati e nella conformazione planimetrica delle sovrastrutture, specie nelle piazzole.

Ove queste ultime si posano su sottofondo ottenuto mediante scavo di sbancamento, allorché la compattazione del terreno in sito non raggiunga il valore prefissato, si dovrà provvedere alla bonifica del sottofondo stesso mediante sostituzione di materiale.

I materiali da utilizzare per la formazione dei rilevati delle strade e/o delle piazzole dovranno appartenere alle categorie A1, A2.1, A2.2, A2.3, A2.4, A2.5, A3 secondo la classificazione della norma UNI CNR 10006:2002.

Tabella 1.1 Classificazione delle terre secondo la norma UNI-CNR 10006.

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%						Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri A8	
	A1		A3	A2			A4	A5	A6	A7			
Gruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Sottogruppo													
Analisi granulometrica													
Frazione passante allo Staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	-	-	≤ 40	> 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10 max	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	> 10	> 10
Indice di gruppo	0		0	0			≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20		

Un parametro per caratterizzare la portanza del sottofondo è il “modulo resiliente” MRdi progetto, valutabile sulla base di prove sperimentali; la scelta di tale parametro è dettata, come riportato dal

Bollettino CNR n. 178, dal fatto che esso meglio rappresenta il comportamento del sottofondo, in quanto consente di tener conto anche della componente viscosa reversibile della deformazione.

Tale valore può ricavarsi da prove sperimentali o da correlazioni teorico-sperimentali tra l'indice di portanza CBR ed il modulo di reazione k.

Il metodo di dimensionamento, ed in questo caso di verifica delle pavimentazioni stradali utilizzato, prevede tre categorie di terreno di sottofondo di buona, media e scarsa portanza rappresentate dai valori del modulo resiliente MR riportati nella tabella seguente:

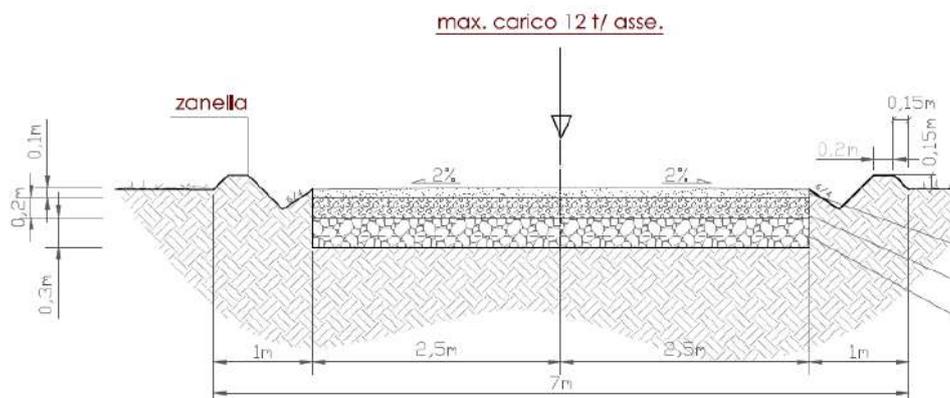
modulo resiliente del sottofondo	Indice CBR	Modulo di reazione
$M_R = 150 \text{ N/mm}^2$	CBR = 15%	$k = 100 \text{ [kPa/mm]}$
$M_R = 90 \text{ N/mm}^2$	CBR = 9%	$k = 60 \text{ [kPa/mm]}$
$M_R = 30 \text{ N/mm}^2$	CBR = 3%	$k = 20 \text{ [kPa/mm]}$

Per soddisfare queste caratteristiche, potrebbe essere usato come sottofondo il materiale di risulta ottenuto dallo scavo delle fondazioni delle turbine.

Per quanto riguarda invece la parte della sovrastruttura dovranno essere scavate e rimosse le terre presenti (non idonee) fino alla quota di posa prevista negli elaborati grafici.

Successivamente verranno realizzati la massiciata e il sottofondo stradale mediante riporti con materiale di cava per uno spessore complessivo di 30-40 cm.

La profondità del piano di posa è di 60 cm sopra il quale verranno posizionati 3 strati di materiale descritti nella sezione seguente in progetto



10.2. Viabilità esterna

Tra le specifiche dettate dal Committente dell'opera riveste un ruolo importante la volontà di preservare l'“*habitus naturale*” mediante l'adozione di tutte le possibili tecniche di bioingegneria ambientale.

Tali interventi di ingegneria naturalistica, intrapresi per la salvaguardia del territorio, dovranno avere lo scopo di:

- intercettare i fenomeni di ruscellamento incontrollato che si verificano sui versanti per mancata regimazione delle acque;
- ridurre i fenomeni di erosione e di instabilità dei versanti;
- regimare in modo corretto le acque su strade, piste e sentieri;
- ridurre il più possibile l'impermeabilizzazione dei suoli creando e mantenendo spazi verdi e diffondendo l'impiego della vegetazione nella sistemazione del territorio.

Pertanto, si prevede l'utilizzo del materiale vegetale vivo e del legname come materiale da costruzione, in abbinamento in taluni casi con materiali inerti come pietrame.

Nell'area di intervento non sono previste opere di bioingegneria per la stabilità di versanti, in quanto essendo terreni rocciosi non sono previsti possibili dissesti.

Per quanto riguarda la viabilità esterna, è possibile ritrovarsi versanti che hanno bisogno di interventi per migliorarne la sicurezza.

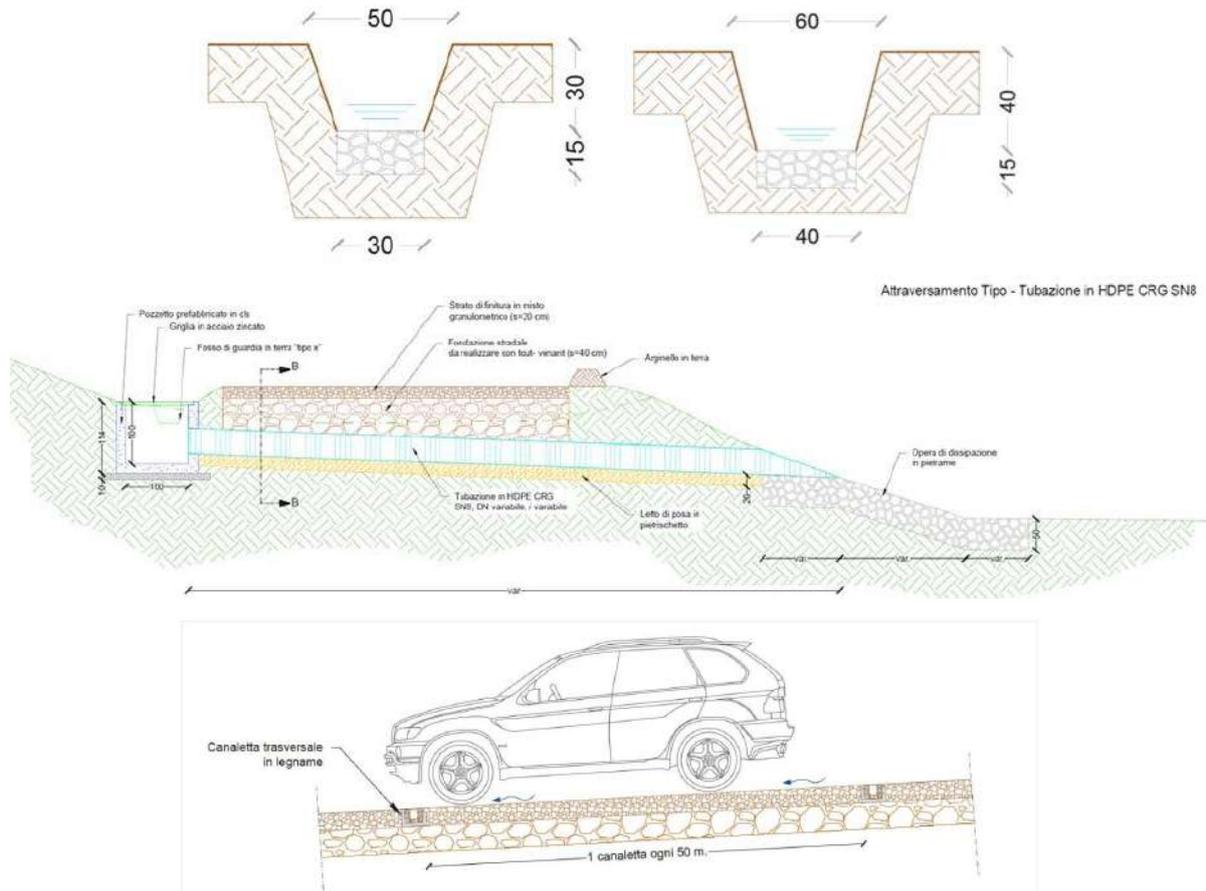
In fase esecutiva verrà analizzato lo stato di fatto dei punti ritenuti critici e sarà individuata la soluzione migliore da attuare, caso per caso.

11. OPERE IDRAULICHE

La durabilità delle strade e delle piazzole di un parco eolico è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

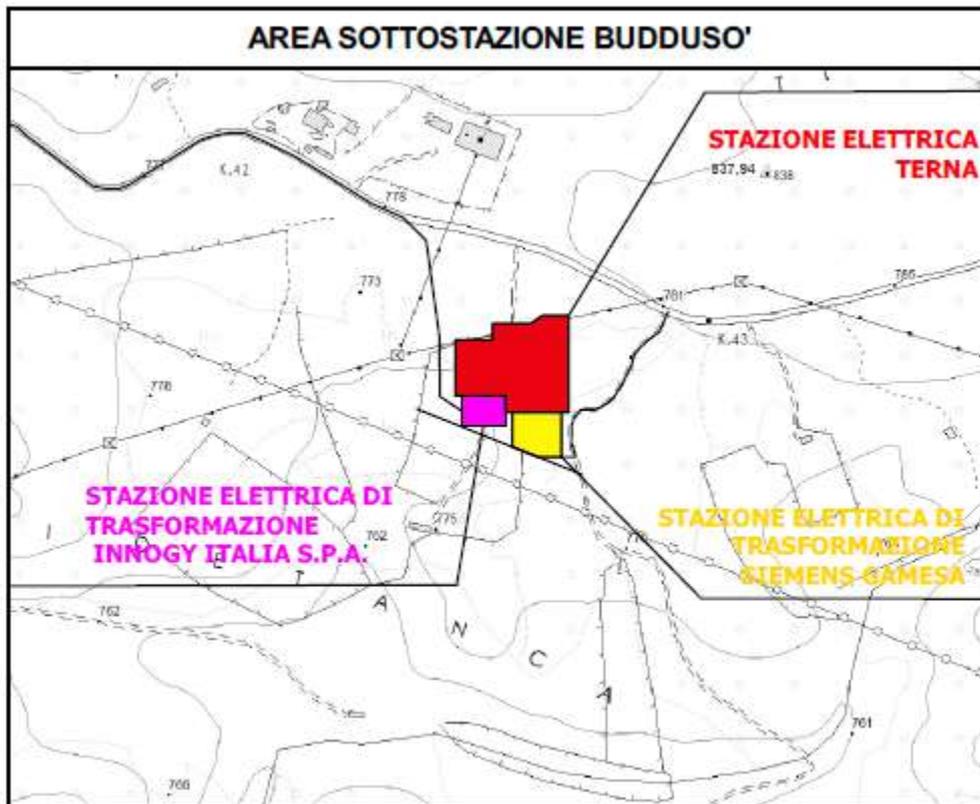
La viabilità esistente sarà interessata da un'analisi dello stato di consistenza delle opere idrauliche già presenti: laddove necessario, tali opere idrauliche verranno ripristinate e/o riprogettate per garantire la corretta raccolta ed allontanamento delle acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti.

In fase di esecuzione, così come per le opere di bioingegneria, saranno scelte le opere migliori per il drenaggio delle acque meteoriche, come ad esempio:



12. SOTTOSTAZIONE

L'energia prodotta dalle turbine confluirà nella sottostazione di Buddusò (stazione di trasformazione lato produttore).



Quest'area insiste su un'area con pendenze lievi e non presenta zone a rischio geomorfologico o idraulico, la litologia presente è appartenente al complesso granitoidale del bittese (facies S.riparata) quindi con caratteristiche simili alle aree interessate dalle turbine in progetto.

13. CONCLUSIONI

Al fine di dare un giudizio sulla fattibilità del progetto in oggetto e definire le condizioni per realizzare al meglio il modello geologico e geotecnico in ottemperanza alle NTC 2018, in questa fase è stato eseguito uno studio geologico, geomorfologico e idrogeologico delle aree in esame.

Dopo aver eseguito rilievi geologici in loco, aver visionato i dati geognostici di letteratura pubblicati online, si è potuto stabilire che:

Geomorfologicamente il sito non presenta criticità. Si riscontrano rilievi con creste arrotondate, già erose nel corso della loro età geologica con pendenze, in alcuni casi, maggiori di 15°.

Dal punto di vista **idrogeologico**, la falda rilevata nell'escavazione di pozzi nelle vicinanze (vedi paragrafo 5.2.) si attesta intorno ai 50 m.

Visto l'opera in oggetto, non c'è alcun rischio di inquinamento della falda, per cui non sussistono vincoli di sorta alla realizzazione del parco.

La permeabilità dei litotipi è variabile a seconda del litotipo attraversato, si passa da permeabilità alta per porosità nei depositi alluvionali a medio-bassa per fratturazione in quasi tutta l'area interessata dalle turbine in progetto; l'eventuale acqua in eccesso ruscella lungo le tante incisioni presenti, andando ad alimentare a valle il fiume Tirso.

Idraulicamente la zona è caratterizzata da numerose incisioni più o meno rilevanti, ma comunque a carattere prettamente torrentizio.

Le incisioni più rilevanti che attraversano l'area in esame sono il Riu Beranososule, affluente del Riu minore e che, a sua volta, sfocia nel fiume Tirso.

Si tratta di incisioni prettamente ad U, tranne nella parte a valle dove diventano leggermente più strette, e a V, per poi percorrere gli ultimi km in pianura prima di sfociare nel Tirso.

Idraulicamente, dunque, l'area si presenta stabile.

Geologicamente l'area è caratterizzata da litotipi prettamente metamorfici associate al complesso granitoide del Goceano-Bittese (CarbiniferoSup.-Perniano).

Da studi geologici eseguiti nelle vicinanze si è constatato che i primi decimetri sono caratterizzati da terreno agrario, poi vi è uno strato di 1-2 metri di roccia metamorfica molto fratturata e poi si passa ai graniti sottostanti anch'essi fratturati ma più stabili.

Cumuli di roccia metamorfica affiorano nelle immediate vicinanze delle turbine BE1, BE2 e BE3 (vedi fig.8) dalle quali è stata fatta una sommaria caratterizzazione geomeccanica delle rocce stesse, che, però, non danno indicazioni esaustive e complete del modello geotecnico, ma che in questa fase possono dare delle indicazioni utili.

Sismicamente ci troviamo in zone a sismicità molto bassa, per i quali l'INGV ha dato una *valutazione standard (10%, 475 anni) di amax (16mo, 50mo e 84mo percentile) per le isole rimaste escluse nella fase di redazione di MPS04*, vedi paragrafo 7.1.

Dai dati di letteratura ci dovremmo trovare di fronte a suoli di categoria tra A e B.

Per ottemperare alle NTC 2018, in una fase successiva, questi dati verranno implementati con indagini sismiche, nel quale non dovranno mancare le indagini MASW, Dohn Hole e RSL per ogni turbina in modo da misurare la risonanza del suolo ed evitare che vi sia il fenomeno della doppia risonanza che causerebbe seri problemi strutturali alle turbine.

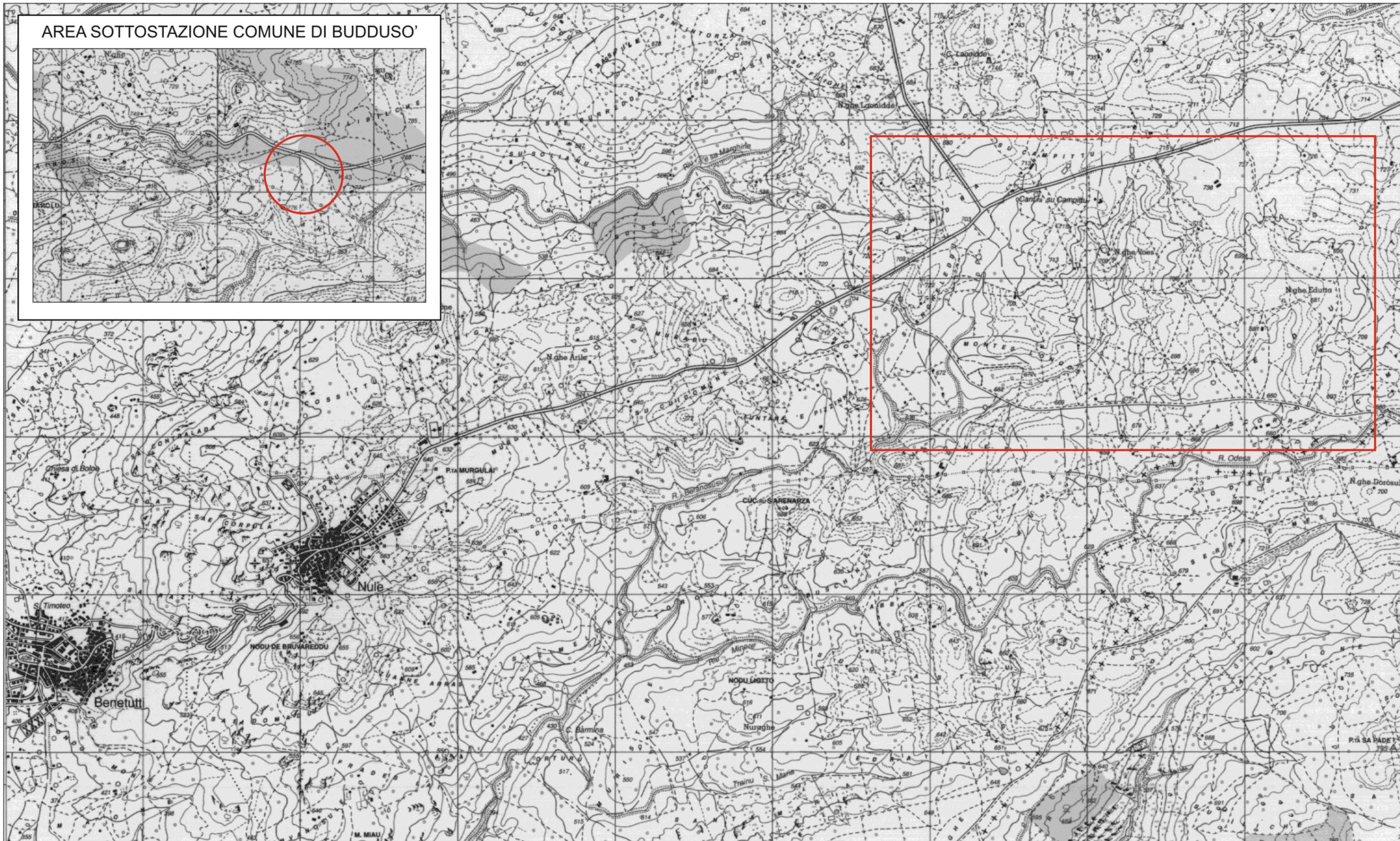
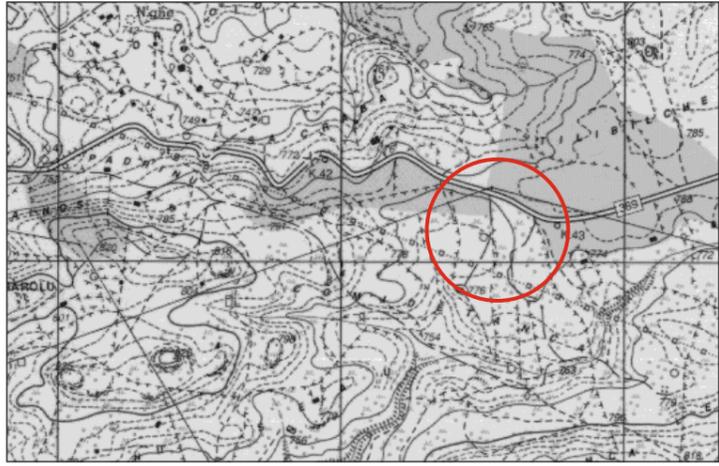
Geotecnicamente parlando, in questa fase ci basiamo su dati di letteratura e su dati ottenuti dal rilievo geomeccanico eseguito, vedi capitolo 8.

I dati in questa fase progettuale sono utili a definire genericamente il sito oggetto di studio. In una fase successiva sarà prevista una campagna geognostica utile ad implementare i dati geotecnici ottenuti in laboratorio, per ottemperare alle NTC 2018.

Quindi, alla luce di quanto detto nei paragrafi precedenti, il parco eolico in oggetto non presenta nessuna limitazione e nessun vincolo alla sua realizzazione.

Stabilità che viene confermata anche dalla cartografia PAI in cui non sono presenti rischi e pericolosità di nessun genere all'interno delle aree interessate.

AREA SOTTOSTAZIONE COMUNE DI BUDDUSO'



Carta d'Italia
Foglio N° 481 SEZ. II - BENETUTTI

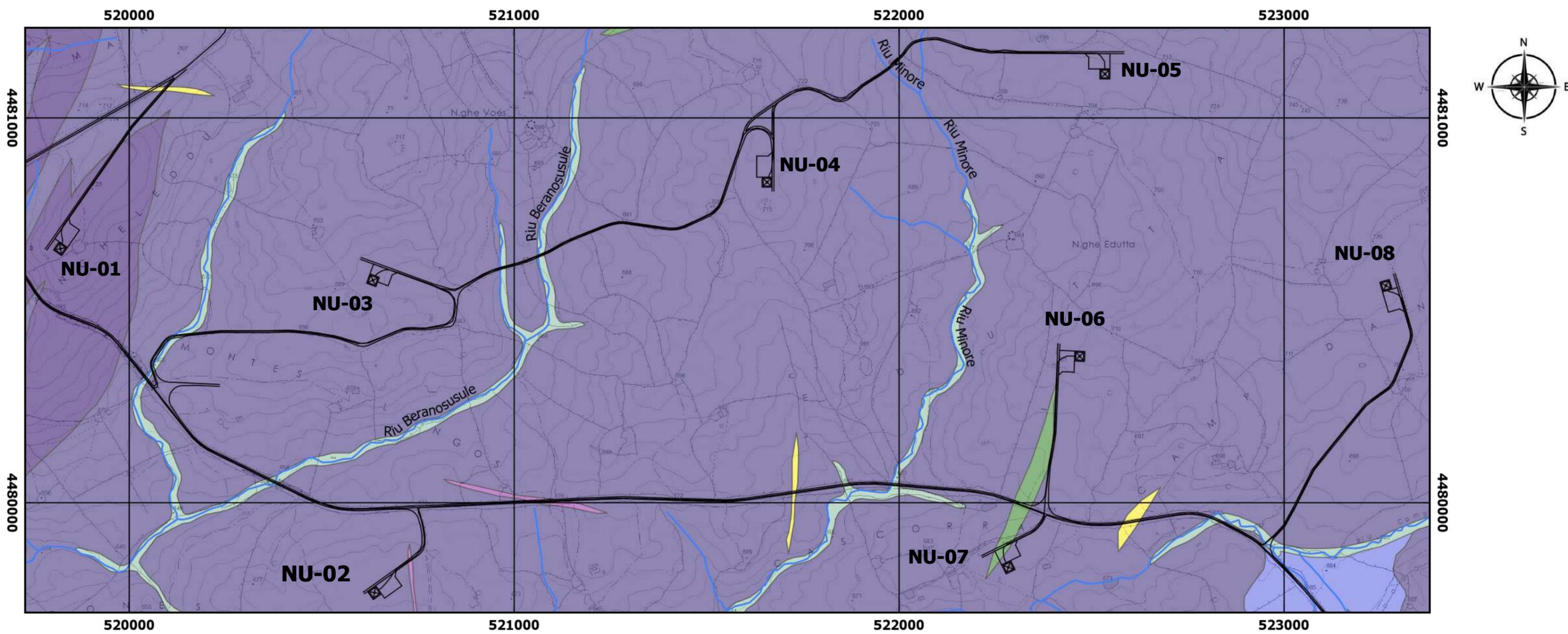
PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI

Corografia

Allegato:
1

Scala:
1:25000

Rev.
0

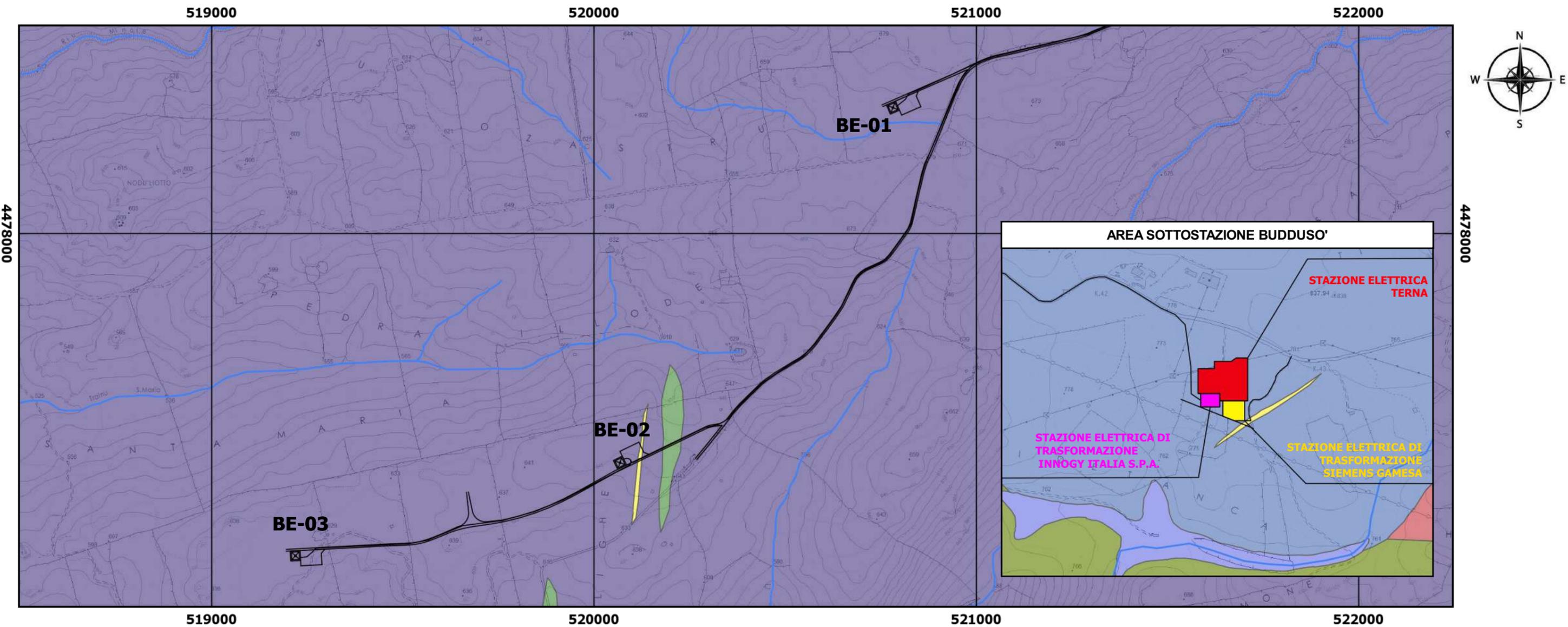


Legenda

- lineare strade e turbine
- Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE
- Depositi alluvionali. OLOCENE
- Facies Bultei (UNITA' INTRUSIVA DI SOS CANALES). Leucograniti a due miche, a grana medio-fine, equigranulari, talora porfirici per fenocristalli subcentimetrici di Qtz globulare e Kfs. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- Facies Orune (UNITA' INTRUSIVA DI BENETUTTI). Granodioriti monzogranitiche, biotitiche, a grana medio-grossa, inequigranulari per Kfs biancastri di taglia 8-10 cm tessitura orientata per flusso magmatico. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- Filoni basaltici a serialità transizionale, di composizione basaltica olivinica e trachibasaltica, a struttura porfirica per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx, tessitura intersertale-ofitica. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- Filoni e ammassi di micrograniti. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- Filoni idrotermali a prevalente quarzo, spesso mineralizzati a barite e fluorite, talora anche con solfuri metallici (Pb, Zn, Cu, Fe, etc). CARBONIFERO SUP. - PERMIANO

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta geologica settore Nule</i>		
Allegato: 2	Scala: 1:10000	Rev. 0

Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegna.geoportale.it>

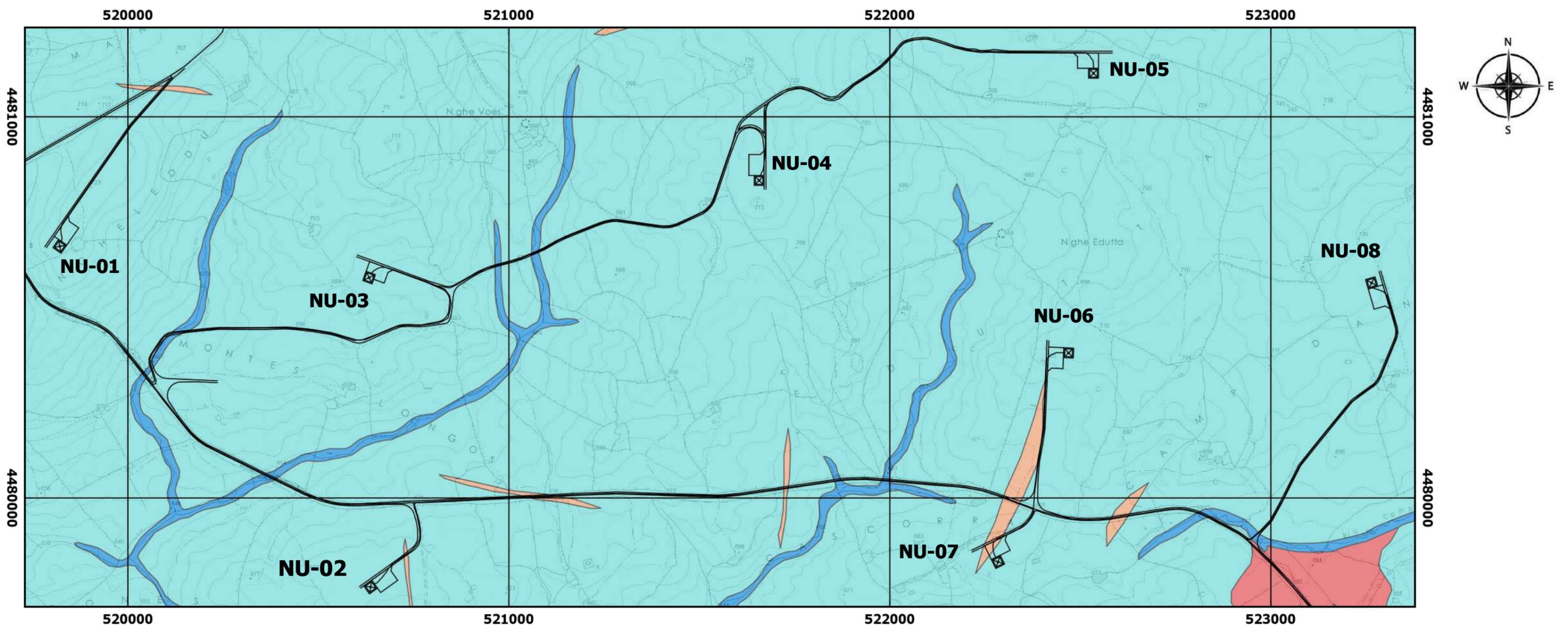


Legenda

- lineare strade e turbine
- reticolo corsi acqua
- Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE
- Facies Punta Gomoretta (UNITA' INTRUSIVA DI SOS CANALES). Graniti a cordierite, andalusite e muscovite, a grana media, inequigranulari, porfirici per rari fenocristalli di Kfs biancastri di taglia fino a 3-4 cm, tessitura isotropa. CARBONIFERO SUP. - PE
- Facies S. Reparata (UNITA' INTRUSIVA DI BUDDUSO'). Monzograniti equigranulari, a marcata tendenza leucocrata, a grana da media a medio-fine, tessitura orientata. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- Filoni basaltici a serialità transizionale, di composizione basaltica olivinica e trachibasaltica, a struttura porfirica per fenocristalli di Pl, Ol, Cpx, tessitura intersertale-ofitica. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
- Miscascisti e paragneiss indifferenziati. ?PRECAMBRIANO-?PALEOZOICO

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta geologica settore Benetutti</i>		
Allegato: 3	Scala: 1:10000	Rev. 0

Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegna.geoportale.it>

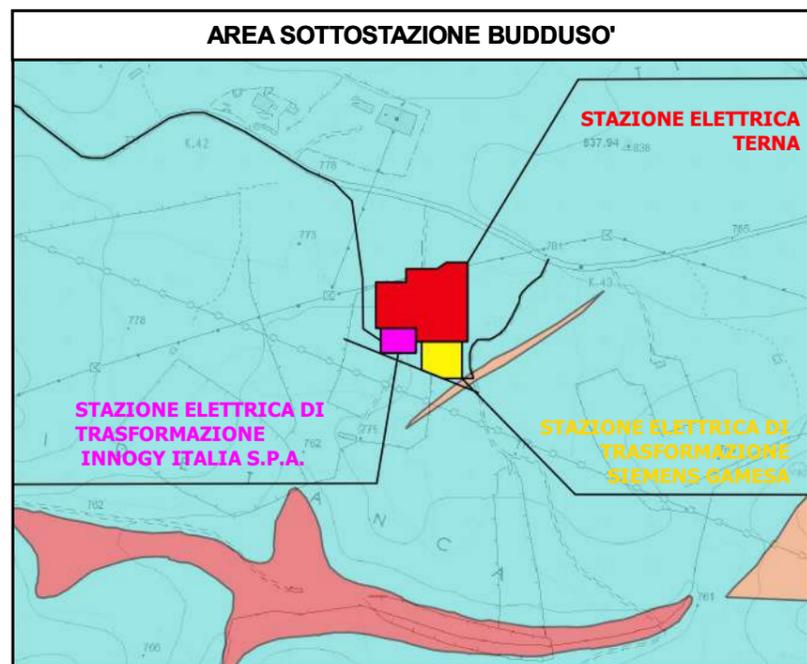
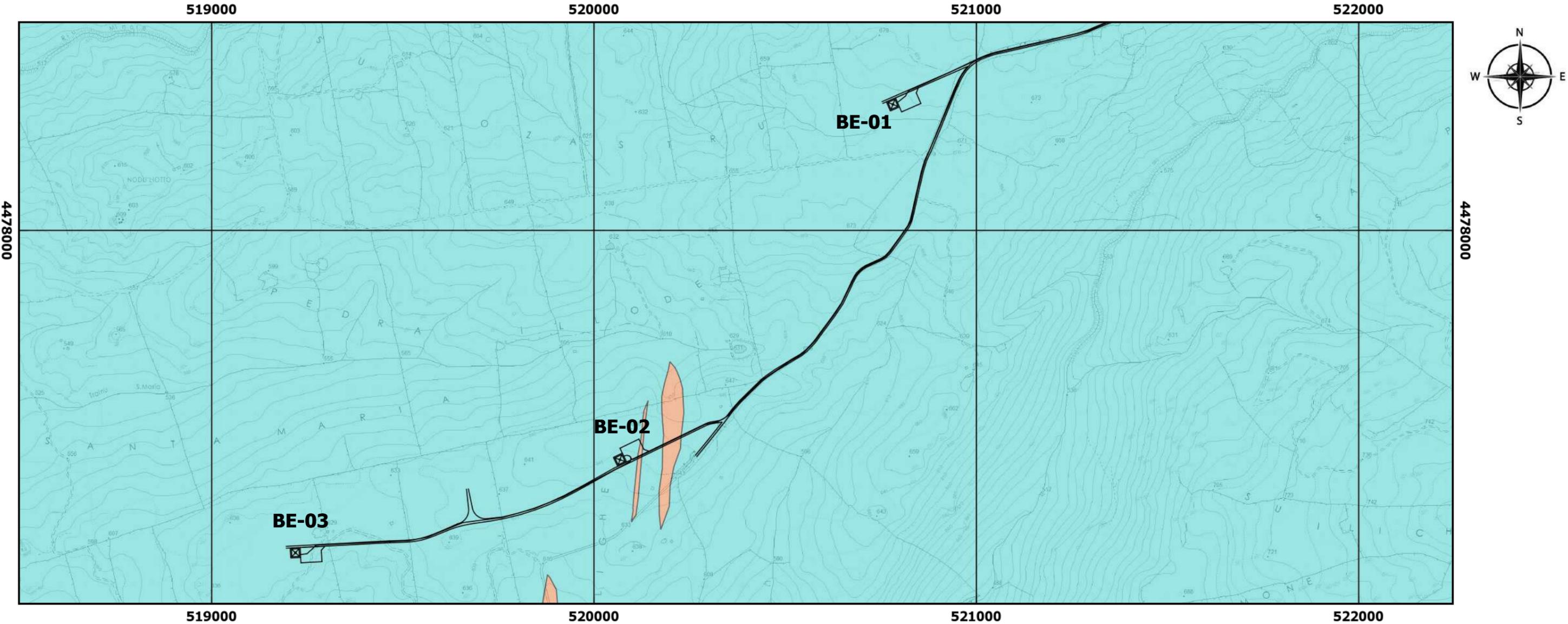


Legenda

- lineare strade e turbine
- Permeabilità alta per porosità
- Permeabilità bassa per fratturazione
- Permeabilità medio alta per porosità
- Permeabilità medio bassa per fratturazione

Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegnageoportale.it>

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta Idrogeologica settore Nule</i>		
Allegato: 4	Scala: 1:10000	Rev. 0

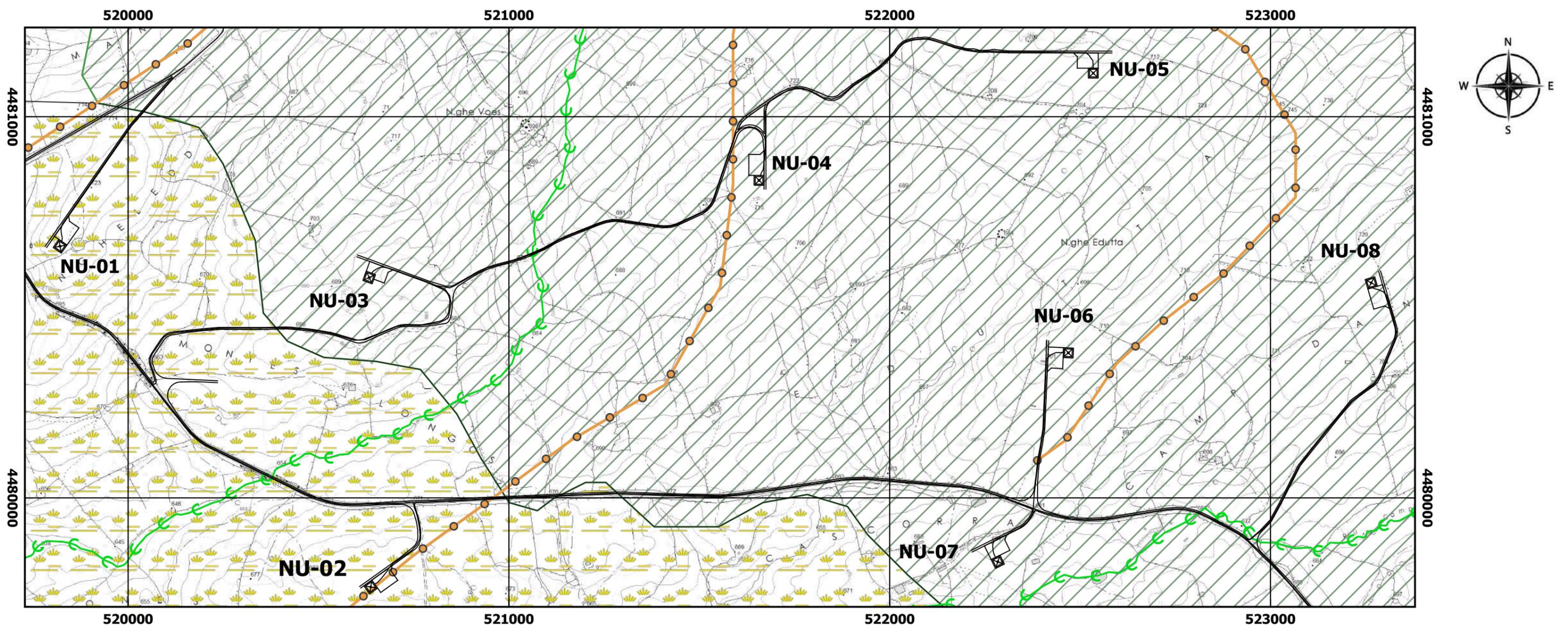


Legenda

- lineare strade e turbine
- Permeabilità bassa per fratturazione
- Permeabilità medio alta per porosità
- Permeabilità medio bassa per fratturazione

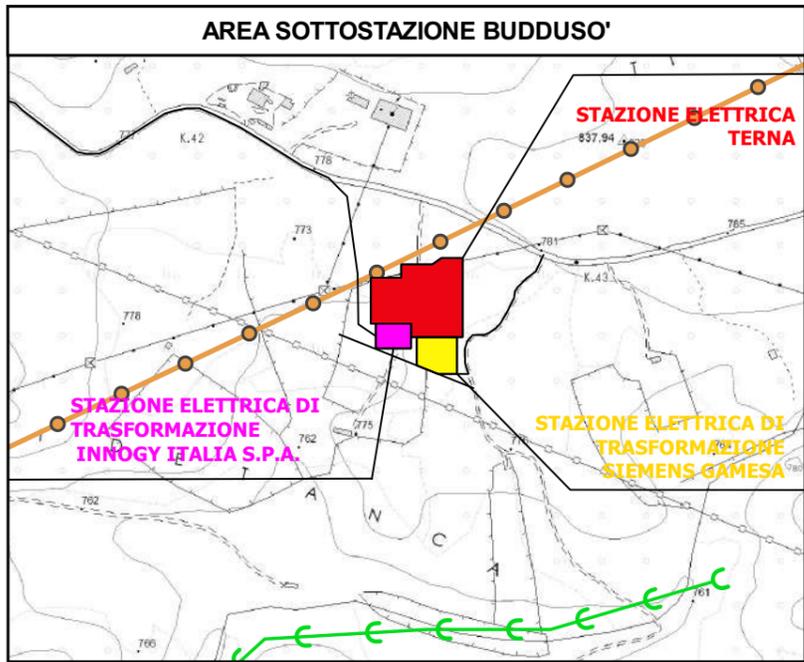
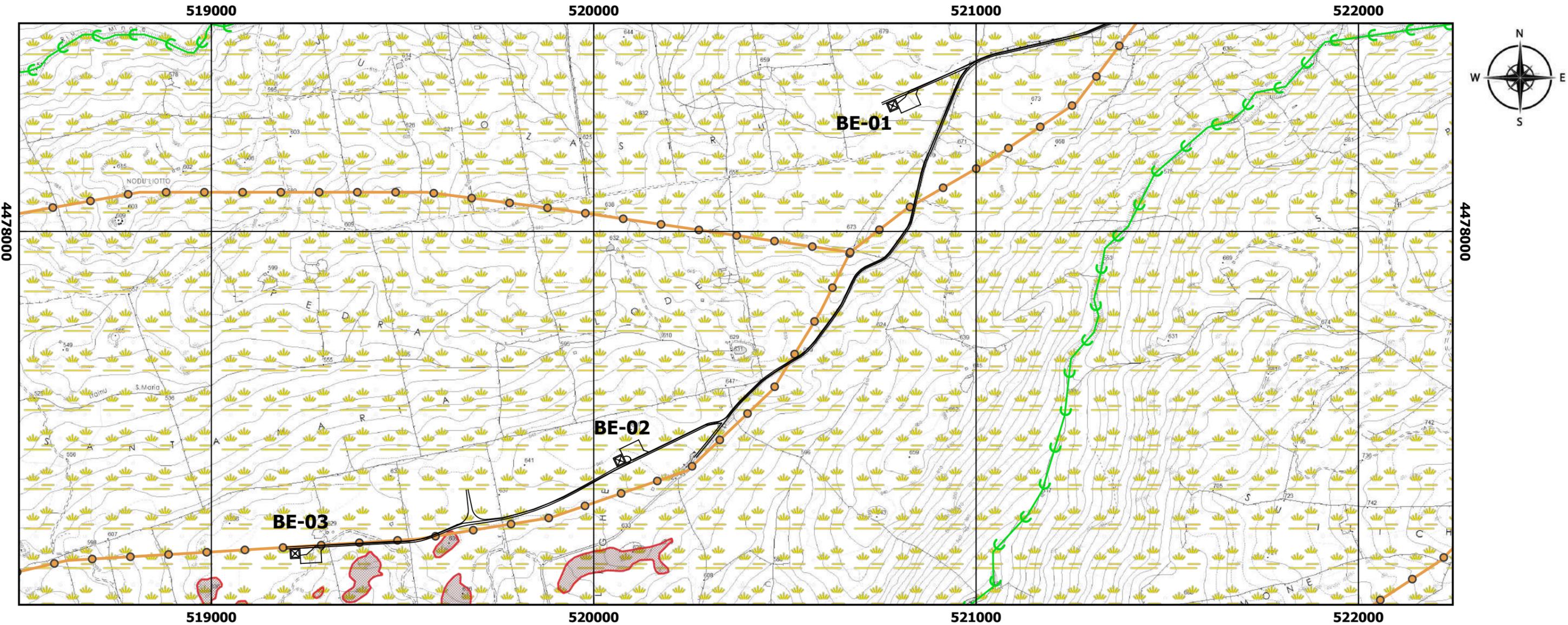
Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegna.geoportale.it>

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta idrogeologica settore Benetutti</i>		
Allegato: 5	Scala: 1:10000	Rev. 0



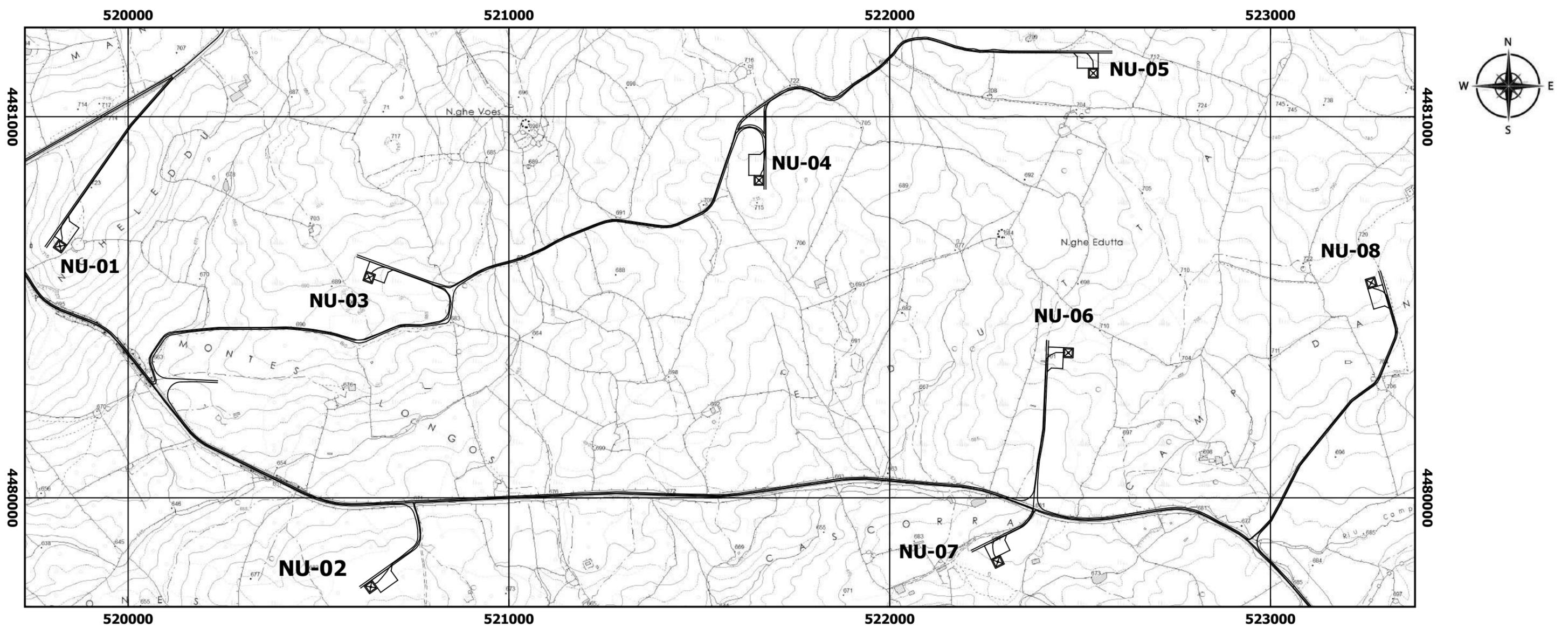
- Legenda**
- area a pascolo
 - area antropizzata a seminativo
 - linea di cresta
 - vallecola a U
 - lineare strade e turbine

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta geomorfologica settore Nule</i>		
Allegato: 6	Scala: 1:10000	Rev. 0



- Legenda**
- area a pascolo
 - cumuli di roccia in affioramento
 - linea di cresta
 - vallecola a U
 - lineare strade e turbine

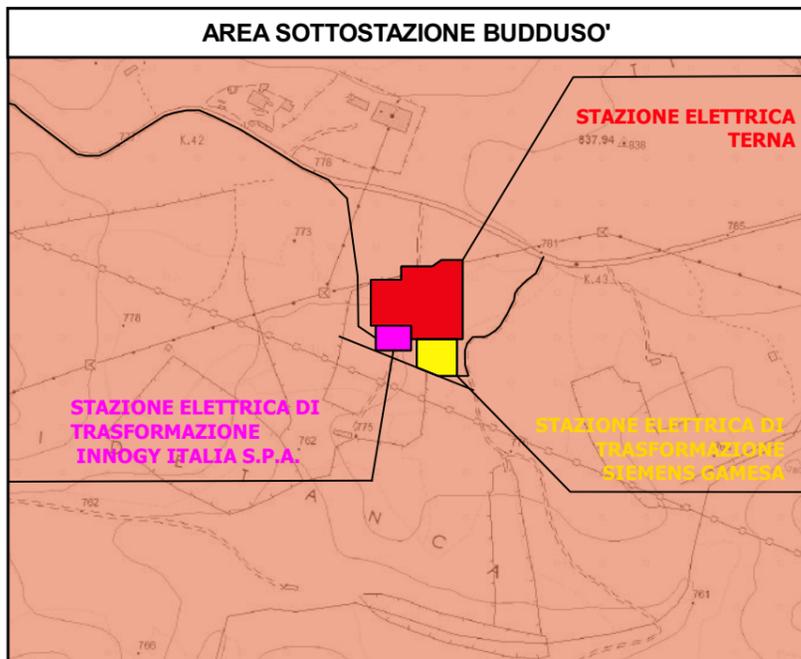
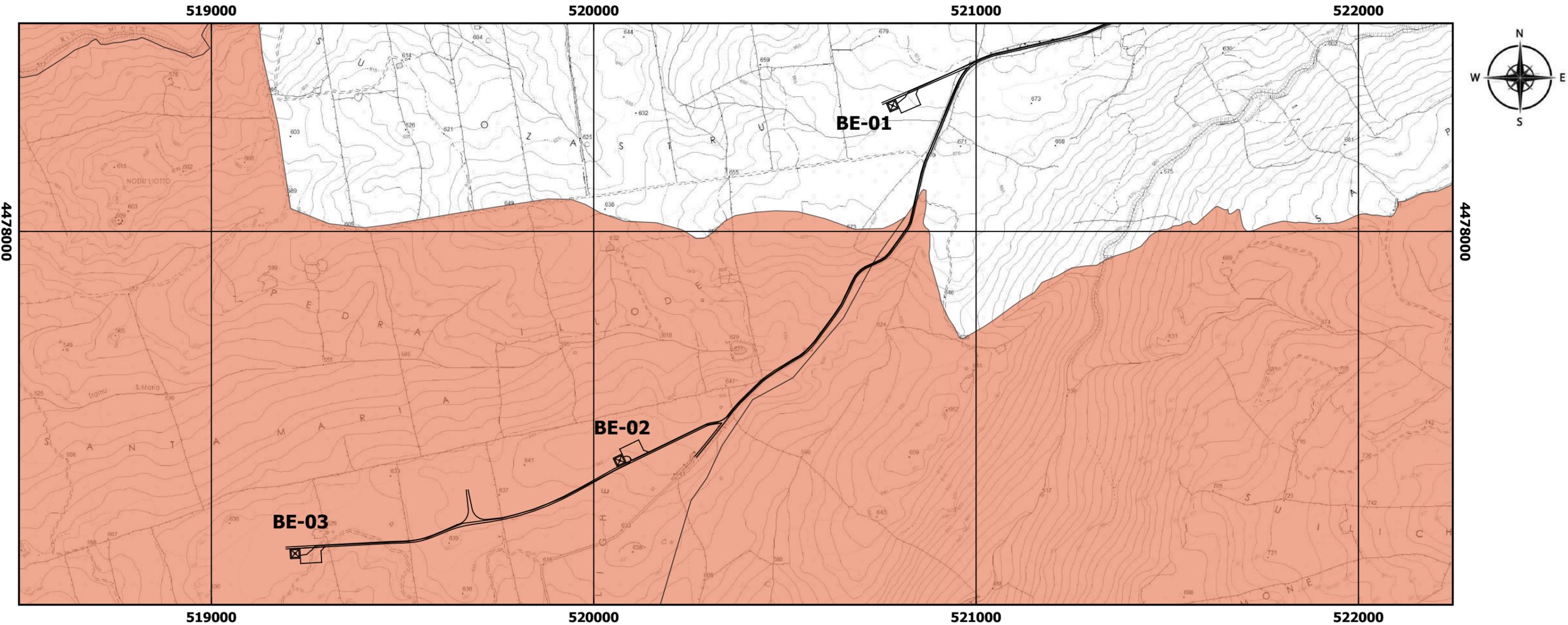
PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta geomorfologica settore Benetutti</i>		
Allegato: 7	Scala: 1:10000	Rev. 0



Legenda

—— lineare strade e turbine

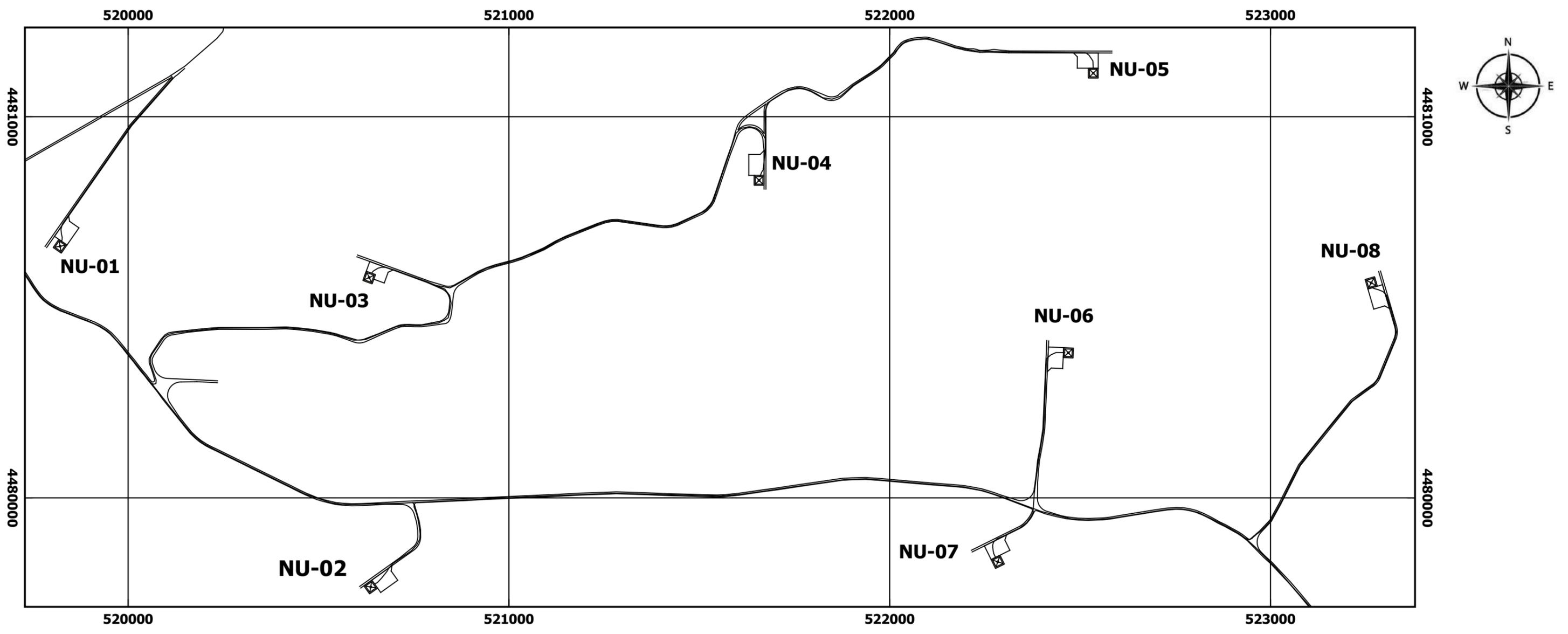
PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta del vincolo idrogeologico ex art.1 del R.D.L.3267/1923 settore Nule</i>		
Allegato: 8	Scala: 1:10000	Rev. 0



Legenda

- lineare strade e turbine
- vincolo idrogeologico ex art.1 del R.D.L.3267/1923

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta del vincolo idrogeologico ex art.1 del R.D.L.3267/1923 settore Benetutti</i>		
Allegato: 9	Scala: 1:10000	Rev. 0



Legenda

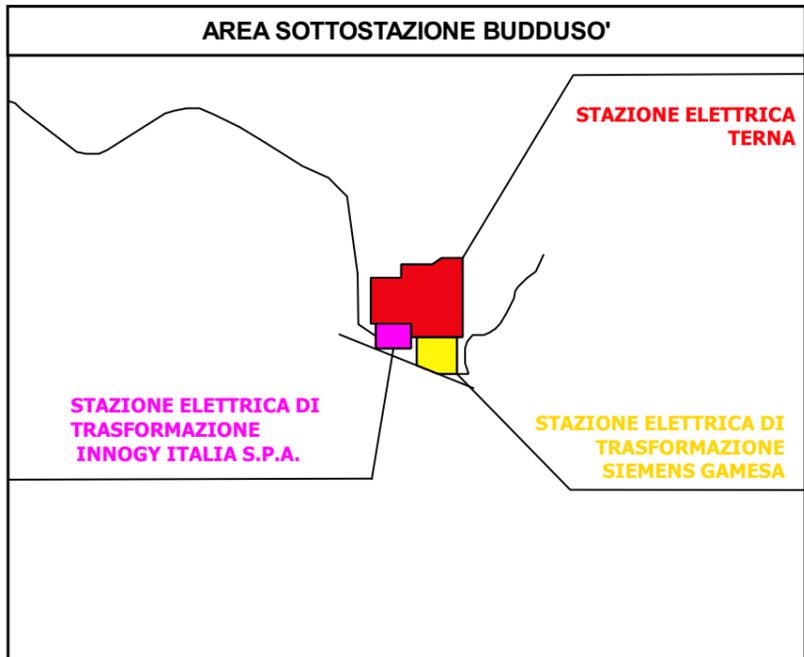
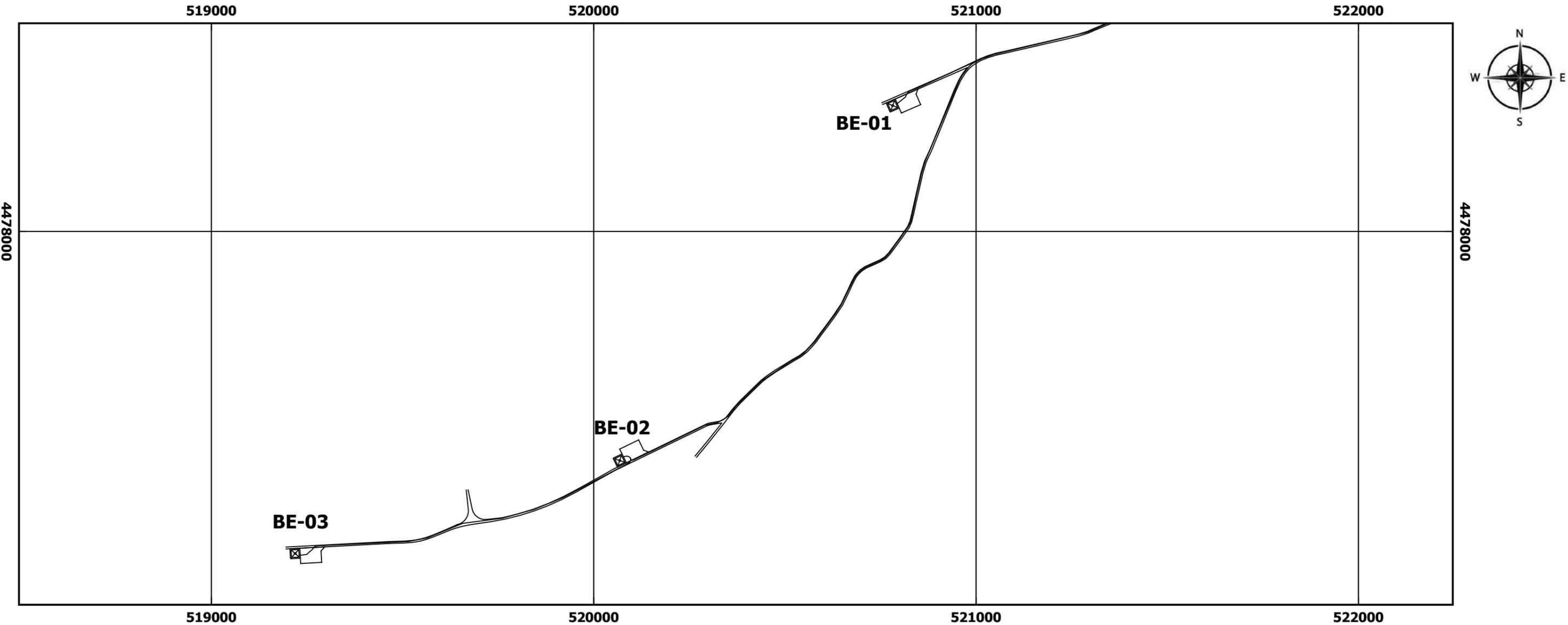
— lineare strade e turbine

Pericolo Geomorfologico Rev. 42 (Pericolo Frana PAI)

- Hg0
- Hg1
- Hg2
- Hg3
- Hg4

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta del pericolo geomorfologico Rev 42 settore Nule</i>		
Allegato: 10	Scala: 1:10000	Rev. 0

Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegnageoportale.it>



Legenda

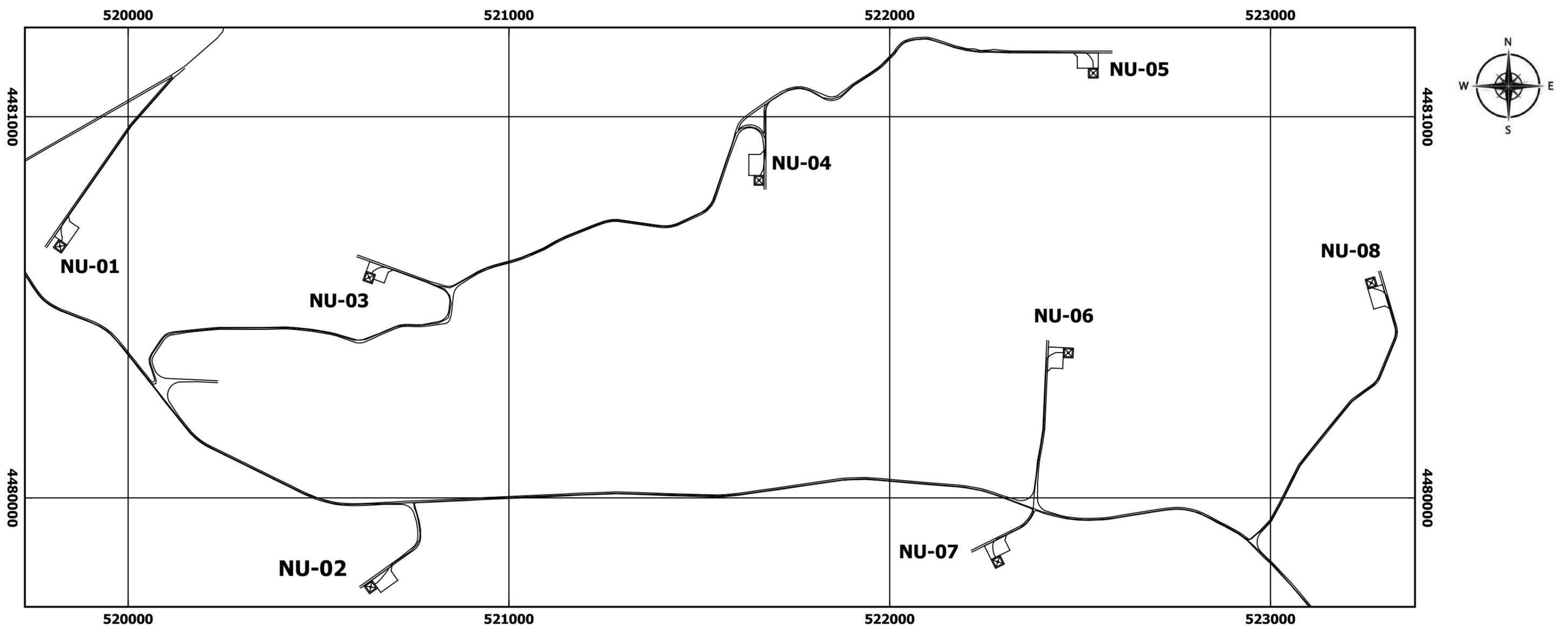
— lineare strade e turbine

Pericolo Geomorfologico Rev. 42 (Pericolo Frana PAI)

- Hg0
- Hg1
- Hg2
- Hg3
- Hg4

Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegnameoportale.it>

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta del pericolo geomorfologico Rev 42 settore Benetutti</i>		
Allegato: 11	Scala: 1:10000	Rev. 0



Legenda

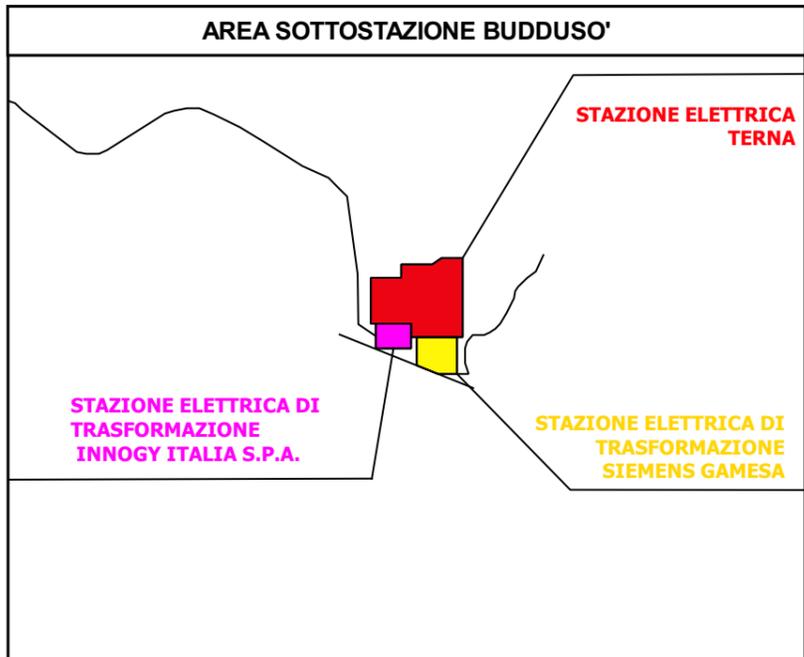
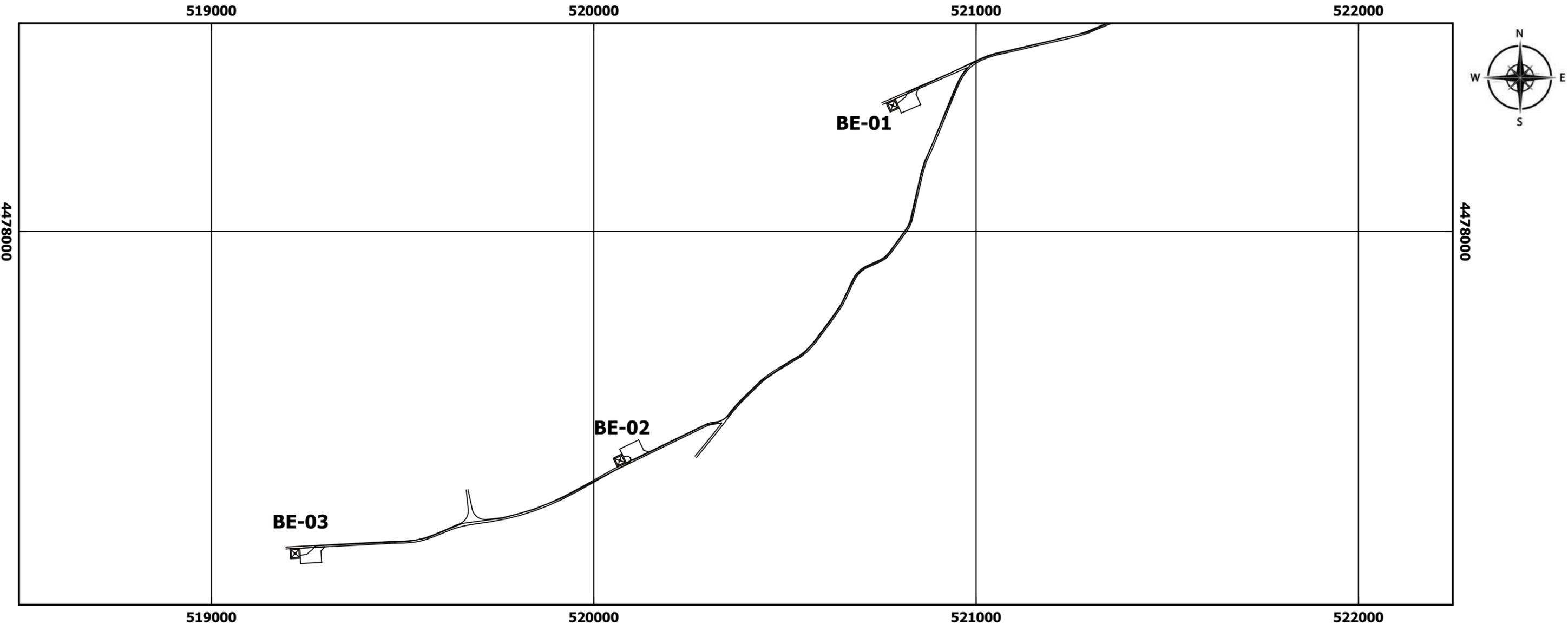
— lineare strade e turbine

Rischio Geomorfologico Rev. 42 (Rischio Frana PAI)

- Rg0
- Rg1
- Rg2
- Rg3
- Rg4
- V

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta del rischio geomorfologico Rev 42 settore Nule</i>		
Allegato: 12	Scala: 1:10000	Rev. 0

Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegnageoportale.it>



Legenda

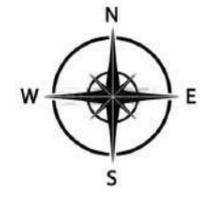
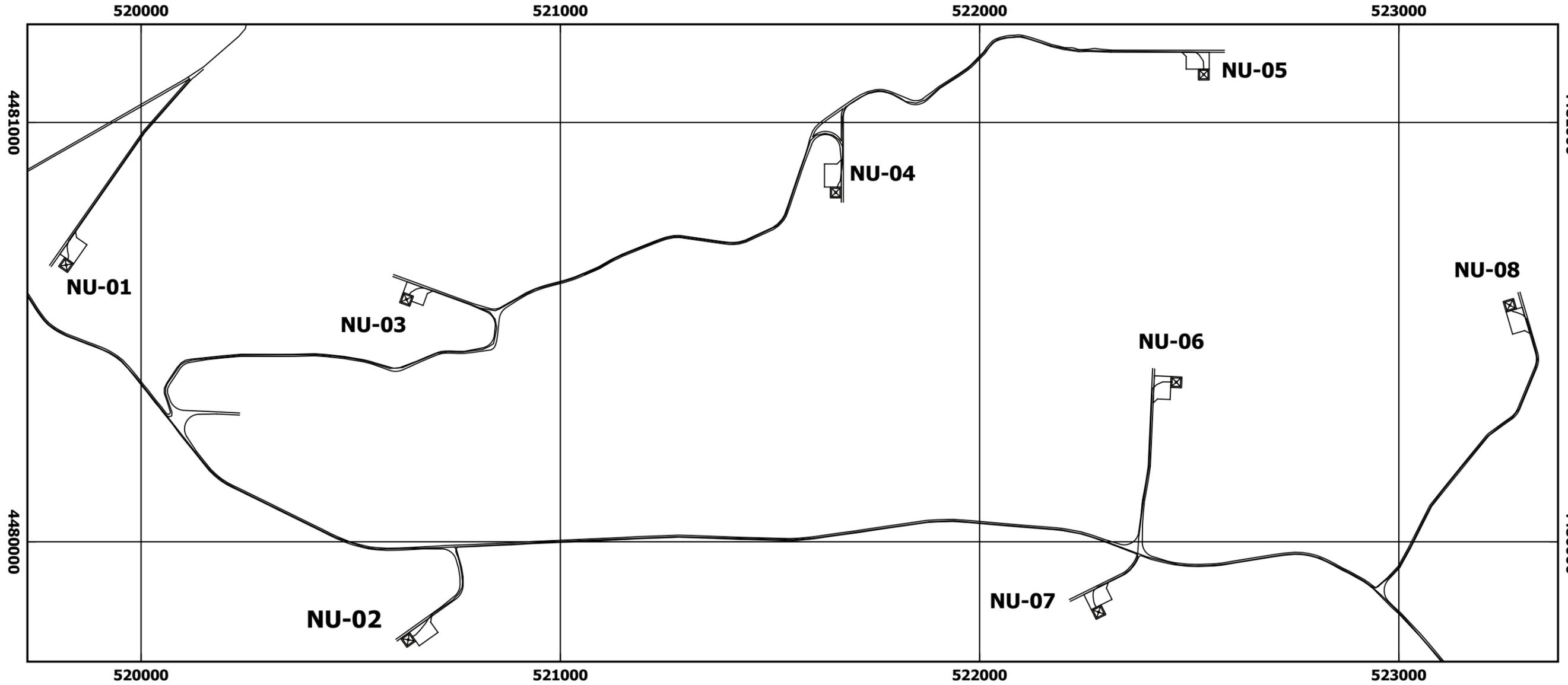
— lineare strade e turbine

Rischio Geomorfológico Rev. 42 (Rischio Frana PAI)

- Rg0
- Rg1
- Rg2
- Rg3
- Rg4
- V

Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegna.geoportale.it>

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta del rischio geomorfológico Rev 42 settore Benetutti</i>		
Allegato: 13	Scala: 1:10000	Rev. 0



Legenda

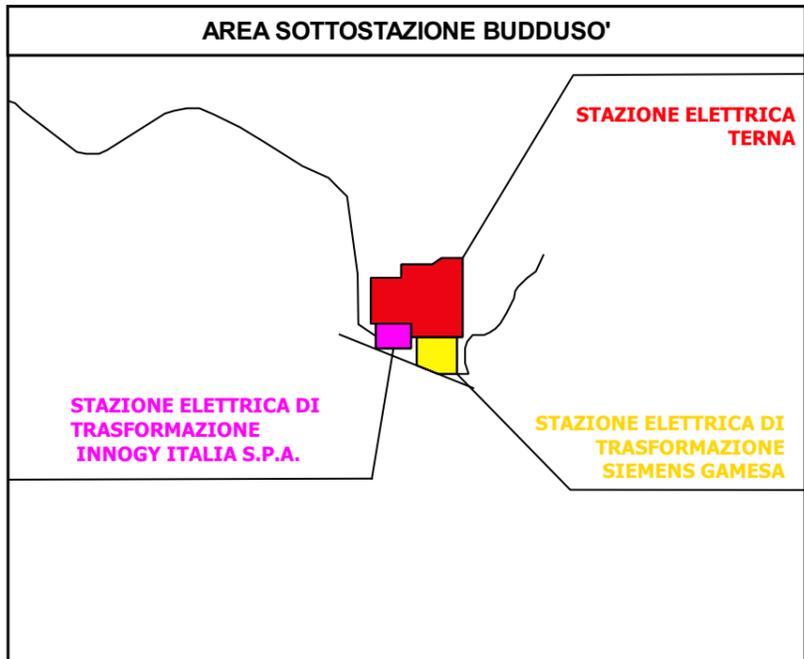
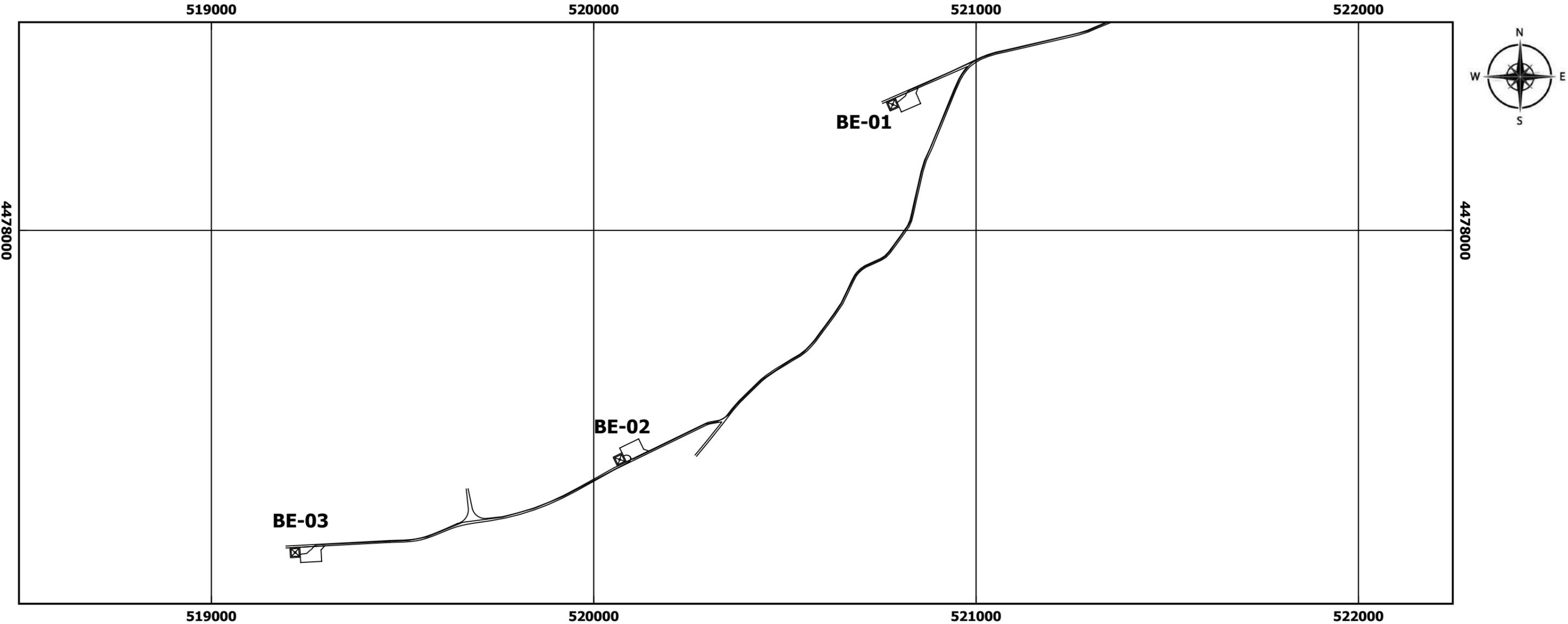
— lineare strade e turbine

Pericolo Idraulico Rev. 41 (Pericolo Alluvioni PAI)

- Hi1
- Hi2
- Hi3
- Hi4

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta del pericolo idraulico Rev 41 settore Nule</i>		
Allegato: 14	Scala: 1:10000	Rev. 0

Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegnaegeoportale.it>



Legenda

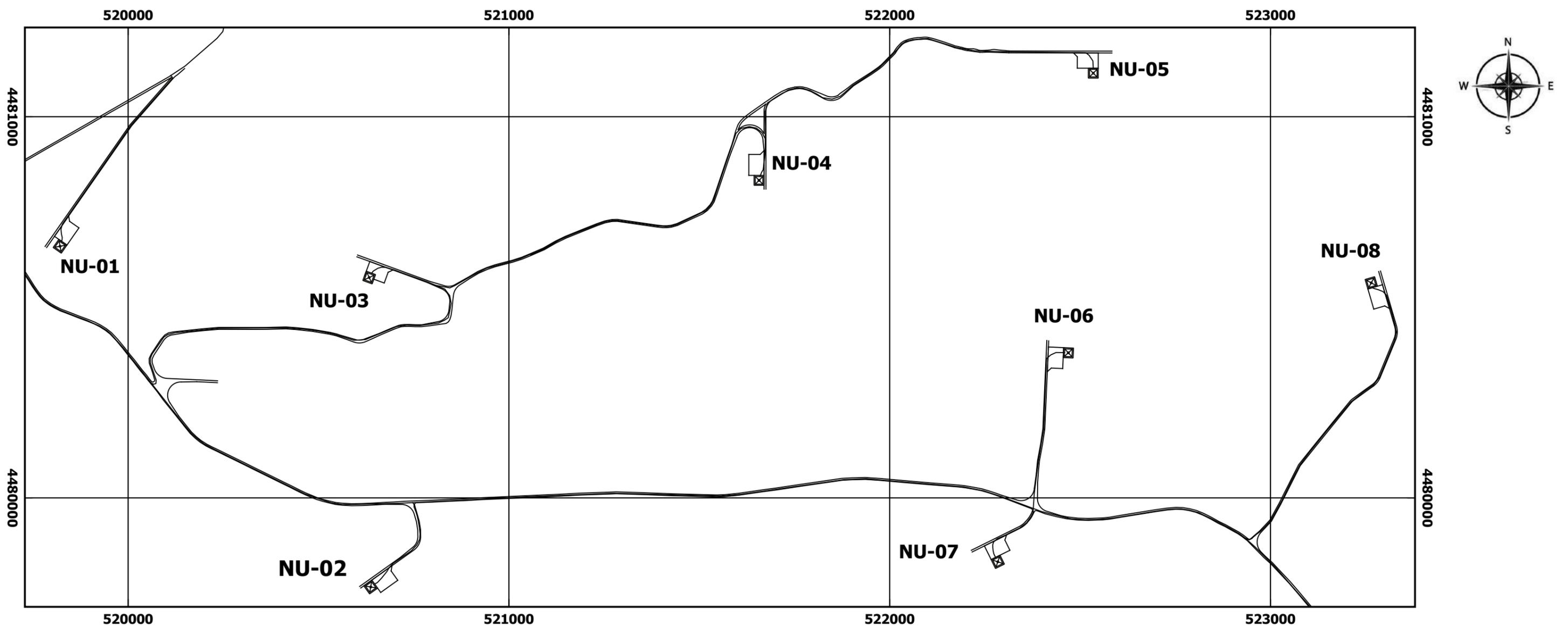
— lineare strade e turbine

Pericolo Idraulico Rev. 41 (Pericolo Alluvioni PAI)

- Hi1
- Hi2
- Hi3
- Hi4

Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegnageoportale.it>

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta del pericolo idraulico Rev 41 settore Benetutti</i>		
Allegato: 15	Scala: 1:10000	Rev. 0



Legenda

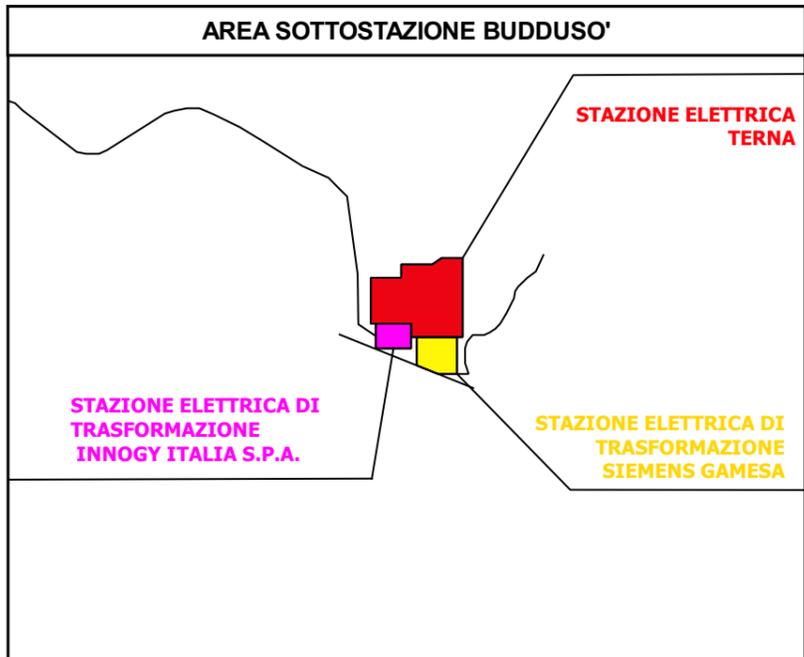
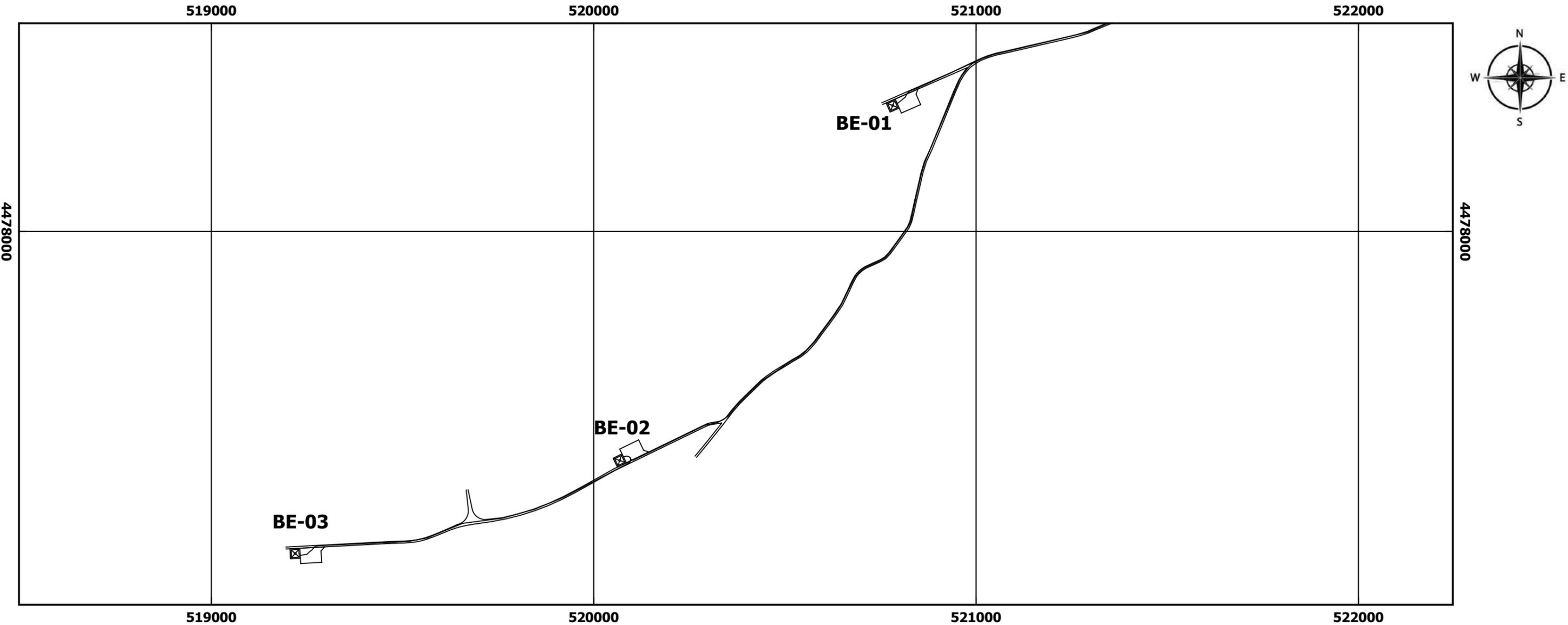
— lineare strade e turbine

Rischio Idraulico Rev. 41 (Rischio Alluvioni PAI)

- Ri1
- Ri2
- Ri3
- Ri4

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta del rischio idraulico Rev 41 settore Nule</i>		
Allegato: 16	Scala: 1:10000	Rev. 0

Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegnaeoportale.it>



Legenda

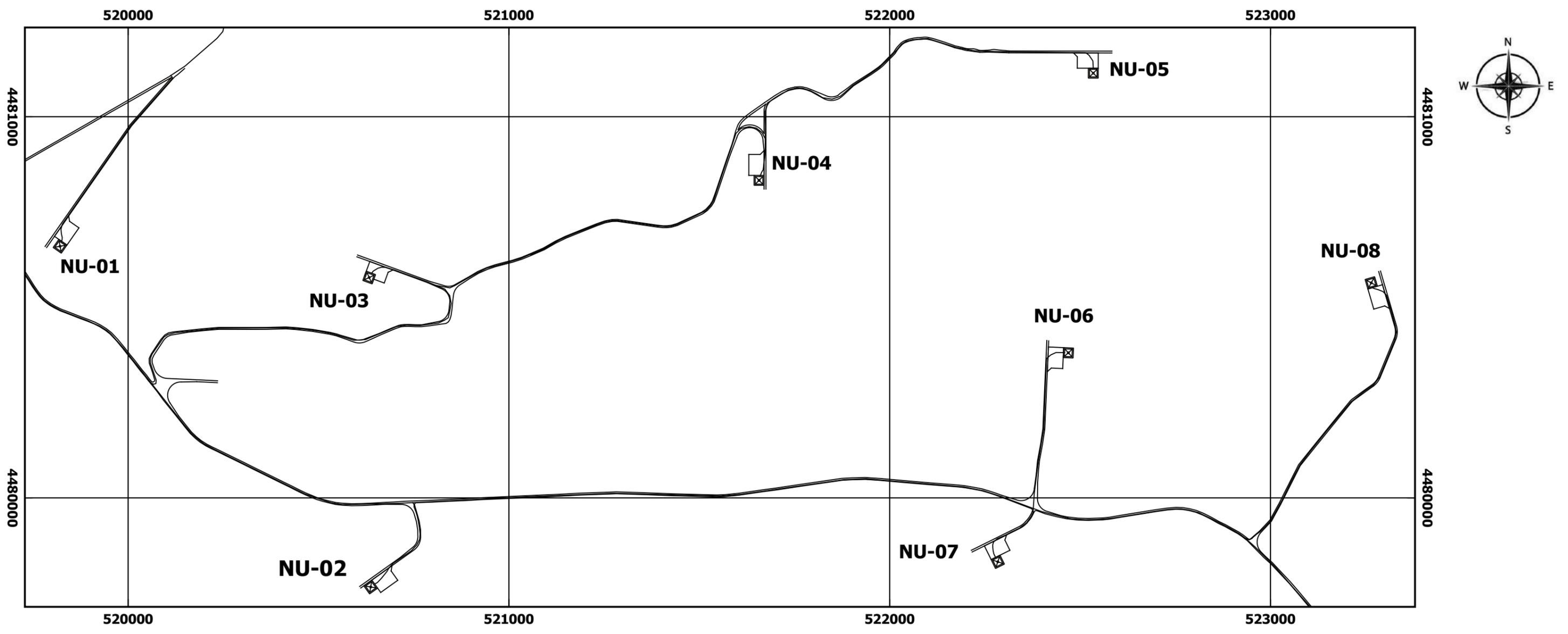
— lineare strade e turbine

Rischio Idraulico Rev. 41 (Rischio Alluvioni PAI)

- Ri1
- Ri2
- Ri3
- Ri4

Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegnageoportale.it>

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta del rischio idraulico Rev 41 settore Benetutti</i>		
Allegato: 17	Scala: 1:10000	Rev. 0



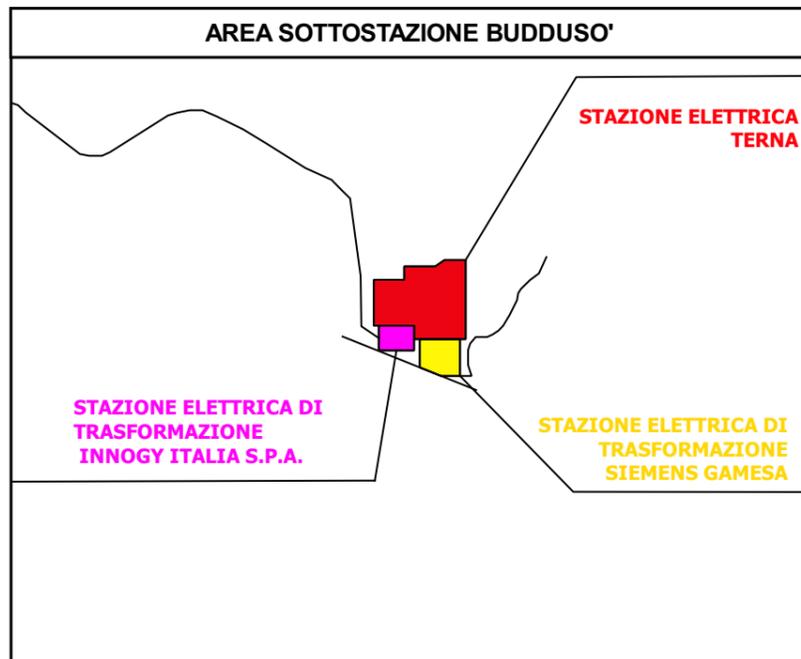
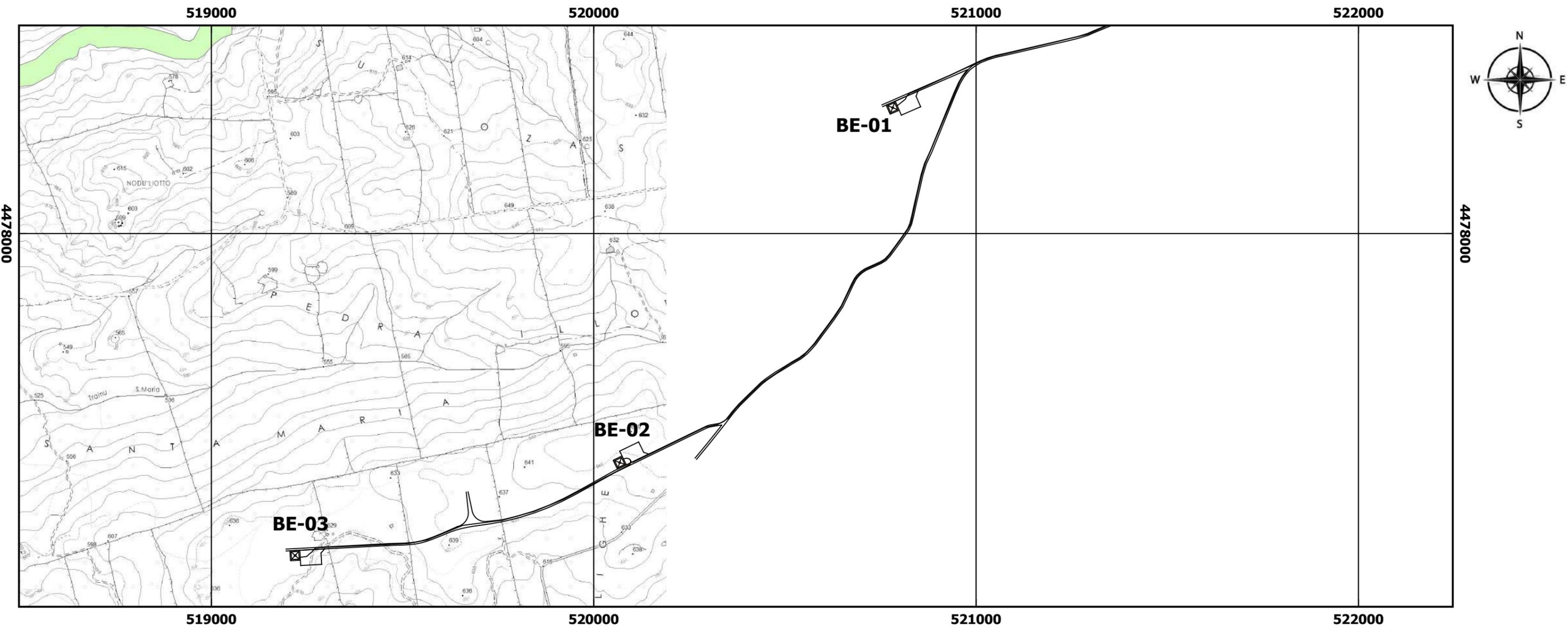
Legenda

— lineare strade e turbine
 Art. 8 Hi V.09 (Pericolo Alluvioni Art.8)

- Hi1
- Hi2
- Hi3
- Hi4

Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegnageoportale.it>

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta del pericolo alluvioni (art. 8) settore Nule</i>		
Allegato: 18	Scala: 1:10000	Rev. 0



Legenda

— lineare strade e turbine

Art. 8 Hi V.09 (Pericolo Alluvioni Art.8)

- Hi1
- Hi2
- Hi3
- Hi4

Dati ottenuti dal sito <http://www.sardegnageoportale.it>

PARCO EOLICO DI NULE E BENETUTTI		
<i>Carta del pericolo alluvioni (art. 8) settore Benetutti</i>		
Allegato: 19	Scala: 1:10000	Rev. 0