

- biogas
- biometano
- eolico
- fotovoltaico
- efficienza energetica

Relazione idrologica

Progetto definitivo

Impianto eolico in agro di Matera

Comune di Matera (MT)

Località "Annunziata"

N. REV.	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	
a	Immissione	Raffaele Sassone	Raffaele Sassone	Asja Ambiente S.p.A.	IT/EOL/E-MATE/PDF/C/RS/24-a 20/08/2022 Via Ivrea, 70 (To) Italia T +39 011.9579211 F +39 011.9579241 info@asja.energy



Dott. Raffaele SASSONE
Via dei Mori, 22 -70023 Gioia del Colle BA
E-mail: r.sassone@yahoo.it
PEC: r.sassone@pec.epap.it
Ordine Regionale dei Geologi della Puglia
sezione A n. 664

INDICE

1. Premessa	pag. 1
2. Normativa di riferimento	pag. 1
3. Bibliografia	pag. 2
4. Identificazione delle formazioni presenti nel sito	pag. 2
5. Inquadramento idrogeologico generale	pag. 3
6. Caratterizzazione idrogeologica di dettaglio	pag. 5
7. Permeabilità dei terreni affioranti	pag. 6
8. Verifica di compatibilità tra opere in progetto e PRTA (Piano Regionale di Tutela delle Acque)	pag. 8
9. Conclusioni	pag. 9

Allegato 1: Report verifica stabilità di versante per gli aerogeneratori WTG1 e WTG 2

1. Premessa

Lo scopo del presente lavoro è fornire delle conoscenze idrogeologiche di base per una porzione di territorio in agro di Matera, situata a nord ovest della cittadina lucana, sulla quale lo studio STIM ENGINEERING s.r.l. intende progettare un impianto eolico per conto di ASJA AMBIENTE ITALIA S.P.A (Figg.1.1, 1.2, 2.1, 2.2 e 2.3).

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa in cui vengono indicate le coordinate geografiche (UTM 33N WGS84), la quota sul livello del mare e il riferimento IGM delle opere in progetto (Tab.1).

Tabella 1 - Ubicazione dell'opera in progetto		
WTG 1	Riferimento IGM	Foglio 189 - Tav. III SO "Madonna di Picciano"
	Quota media s.l.m.	425 m
	Coordinate geografiche WGS84 UTM 33N	Long.: 16.498804 Lat.: 40.738124
WTG 2	Riferimento IGM	Foglio 189 - Tav. III SO "Madonna di Picciano"
	Quota media s.l.m.	424 m
	Coordinate geografiche WGS84 UTM 33N	Long.: 16.501038 Lat.: 40.729432
WTG 3	Riferimento IGM	Foglio 189 - Tav. III SO "Madonna di Picciano"
	Quota media s.l.m.	420 m
	Coordinate geografiche WGS84 UTM 33N	Long.: 16.508344 Lat.: 40.728456
WTG 4	Riferimento IGM	Foglio 189 - Tav. III SO "Madonna di Picciano"
	Quota media s.l.m.	423 m
	Coordinate geografiche WGS84 UTM 33N	Long.: 16.51715 Lat.: 40.731664
WTG 5	Riferimento IGM	Foglio 189 - Tav. III SO "Madonna di Picciano"
	Quota media s.l.m.	425 m
	Coordinate geografiche WGS84 UTM 33N	Long.: 16.523057 Lat.: 40.733301
WTG 6	Riferimento IGM	Foglio 189 - Tav. III SO "Madonna di Picciano"
	Quota media s.l.m.	412 m
	Coordinate geografiche WGS84 UTM 33N	Long.: 16.516566 Lat.: 40.741422
WTG 7	Riferimento IGM	Foglio 189 - Tav. III SO "Madonna di Picciano"
	Quota media s.l.m.	425 m
	Coordinate geografiche WGS84 UTM 33N	Long.: 16.495605 Lat.: 40.746415
WTG 8	Riferimento IGM	Foglio 189 - Tav. III NO "Altamura"
	Quota media s.l.m.	425 m
	Coordinate geografiche WGS84 UTM 33N	Long.: 16.500853 Lat.: 40.760653

2. Normativa di riferimento

I dati esposti in questo elaborato sono stati riscontrati direttamente nell'area i cui è prevista la realizzazione delle opere in progetto. Le conoscenze acquisite sono state integrate con quanto già noto sul territorio di Matera (D.M. del 11/3/88 punto H).

D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207: Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».

PIANO DI GESTIONE ACQUE - Direttiva Comunitaria 2000/60/CE, D.L.vo 152/06, L. 13/09, D.L. 194/09.

3. Bibliografia

- C. Conedera et alii (1971) Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 189, Altamura.
- G. Merla e A. Ercoli (1971) - Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000. Foglio 189, Altamura.
- RSDI Geoportale Basilicata : Cartografie tematiche : <https://rsdi.regione.basilicata.it/ppr/>;
- Cartografia del PPR Basilicata (approvato con D. Lgs. n. 42/2004)
webgis: <http://rsdi.regione.basilicata.it/viewGis/?project=5FCEE499-0BEB-FA86-7561-43913D3D1B65>;
- Piano di tutela delle acque della Regione Basilicata - Articolo 121 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Delibera di Giunta 4 agosto 2009, n. 1441)".
- Autorità di Bacino dell'Appennino Meridionale sede Basilicata – cartografia PAI Alluvioni e PAI frane

4. Identificazione delle formazioni presenti nel sito

L'area in studio ricade nel Foglio 189 "Altamura", scala 1:100000 (Fig. 3) della Carta Geologica d'Italia. La successione stratigrafica, riferita alle formazioni affioranti nell'area in studio, è la seguente:

- a²: depositi alluvionali attuali (Olocene);
- af: depositi alluvionali terrosi e ciottolosi sul fondo dei solchi erosivi (Pleistocene-Olocene);
- fl: depositi alluvionali terrazzati di ambiente fluvio lacustre siltosi sabbiosi (Pleistocene);
- l: depositi alluvionali terrazzati di ambiente fluvio lacustre sabbioso ciottolosi (Pleistocene);
- q¹_{cg}: conglomerato di Irsina (Pleistocene);
- q¹_s: sabbie dello staturò (Pleistocene);
- q¹_a: argille calcigne (Pleistocene);
- Q^c_s: sabbie di M. Marano (Pleistocene);
- Q^c_{cs}: calcareniti di M. Castiglione (Pleistocene);
- Q^c_a: argille di Gravina (Pleistocene);
- Q^c_c: tufo di Gravina (Pleistocene);
- Q^c_{ca}: tufi delle Murge (Pleistocene).

Su tutta l'area destinata all'impianto eolico prossima all'abitato di Matera affiorano delle unità argillose limose grigio-azzurre più o meno sabbiose relative alla Formazione delle Argille calcigne (q¹_a, Villafranchiano) con sottili inclusioni delle sabbie dello staturò (q¹_s, Villafranchiano) dei conglomerati di Irsina (q¹_{cg}, Villafranchiano) (cfr. figura 3 - Carta Geologica d'Italia 189 "Altamura" e figure 4.1, ..., 4.8 – carta geolitologica di dettaglio scala 1:2000).

Nelle aree immediatamente limitrofe al luogo in studio non sono state osservate discontinuità correlabili a faglie attive.

5. Inquadramento idrogeologico generale

Le differenti successioni stratigrafiche che costituiscono le unità stratigrafico-strutturali dei settori di catena affioranti nel territorio del Distretto Idrografico possono essere raggruppate in complessi idrogeologici caratterizzati da differente tipo e grado di permeabilità:

- *complesso calcareo* ad elevata permeabilità per fratturazione e carsismo, in cui sono comprese le successioni calcaree mesozoico-terziarie;
- *complesso dolomitico*, a permeabilità da media ad alta in relazione allo stato di fratturazione, in cui sono comprese le successioni dolomitiche mesozoico-terziarie;
- *complesso calcareo-marnoso argilloso* a permeabilità media, ma variabile in relazione allo stato di fratturazione e alla presenza di intercalazioni pelitiche;
- *complesso argilloso-marnoso*, a permeabilità bassa o nulla (in quest'ultimo caso tali successioni svolgono un ruolo di impermeabile relativo a contatto con le strutture idrogeologiche carbonatiche);
- *complesso arenaceo-argilloso*, permeabilità da media a bassa in relazione alla prevalenza di termini pelitici;
- *complesso arenaceo-conglomeratico*, a permeabilità da medio-alta a medio-bassa variabile in relazione allo stato di fratturazione ed alla presenza di intercalazioni pelitiche;

All'interno dei complessi arenaceo-argilloso e arenaceo-conglomeratici, la circolazione idrica è modesta e avviene in corrispondenza dei livelli a permeabilità maggiore. Questo complesso litologico, a contatto con le strutture idrogeologiche carbonatiche svolge un ruolo di impermeabile.

- *complessi delle Unità Bacinali interne*: argillosciti (a permeabilità molto bassa o nulla) e metacalcari (a permeabilità da media a bassa);
- *complesso delle metamorfiti*, a permeabilità medio-bassa, in cui sono incluse rocce metamorfiche rappresentate da gneiss, serpentiniti, metabasalti appartenenti alle unità erciniche calabresi;
- *complessi dei depositi marini plio-quadernari*: *complesso argilloso* dei depositi di ricoprimento della fossa Bradanica a permeabilità da bassa a nulla e *complesso sabbiosoconglomeratico*, a permeabilità da medio-alta a medio-bassa variabile in relazione allo stato di addensamento e/o cementazione del deposito, alle caratteristiche granulometriche ed in relazione allo stato di fratturazione per i depositi cementati. Questi complessi litologici presentano una circolazione idrica in genere modesta, frammentata in più falde con recapito in sorgenti di importanza locale.
- *complessi dei depositi alluvionali costieri e detritici*, a permeabilità variabile da medio-bassa a medio-alta in relazione alle caratteristiche granulometriche dei depositi ed allo stato di addensamento del deposito (in questi complessi sono incluse rispettivamente le successioni sabbioso-ghiaiose ed argilloso-sabbiose di riempimento delle piane dei principali corsi d'acqua e i depositi sabbioso-ghiaiosi costieri).

Il deflusso idrico ha luogo in corrispondenza dei livelli a permeabilità maggiore. Questi complessi, quando sono a contatto con idrostrutture carbonatiche possono ricevere cospicui travasi da queste ultime.

- *Complessi dei depositi vulcanici*: *complessi delle lave*, a permeabilità in genere alta in relazione al grado di fessurazione; *complesso delle piroclastici da flusso*, a permeabilità variabile da bassa a medio-bassa in

relazione allo stato di fessurazione e/o allo stato di addensamento; *complesso delle piroclastici da caduta*, permeabili per porosità e variabile da bassa a media;

Le strutture idrogeologiche, costituite da successioni che includono complessi calcarei, dolomitici e calcareo-silicei, risultano significativamente produttive per l'elevata potenzialità idrica, quindi sono sede di acquiferi di importanza nazionale e regionale, in quanto soggette a trasferimenti di risorse idriche verso altre regioni (ad es. M. Mainarde –Venafro, M. Terminio Tuoro, M. Pollino).

In corrispondenza dei complessi vulcanici, sono allocati acquiferi di importanza regionale o locale (es. Roccamonfina).

Altri acquiferi di importanza locale sono allocati in idrostrutture costituite da successioni calcareo-marnose-argillose (ad es. Monte Moschiatturo, M.Calvello, M.Difesa, Monte Sirino), da successioni conglomeratiche e sabbiose (idrostrutture dell'area di Ariano Irpino di M. S.Stefano, dell'area a nord-est della Basilicata, Acquiferi superficiali del Salento).

Acquiferi di importanza regionale e locale sono anche quelli contenuti nei depositi clastici più permeabili presenti nel sottosuolo delle aree di piana.

Gli acquiferi (Strutture Idrogeologiche ed aree di Piana) individuati e delimitati nell'ambito del Distretto, presentano potenzialità idrica variabile in funzione delle caratteristiche fisiche quali l'estensione, la litologia, la permeabilità, l'alimentazione, diretta e/o indiretta (travasi idrici), ecc..

Esse, possono essere raggruppate in "sistemi acquiferi", essenzialmente sulla base della litologia prevalente e della tipologia di acquifero.

Di seguito si riporta una breve sintesi dei sistemi acquiferi individuati:

Sistemi carbonatici: costituiti da complessi calcarei ed in subordine da complessi dolomitici. I primi sono contraddistinti da elevata permeabilità per fratturazione e per carsismo, i secondi da permeabilità medio-alta per fratturazione. Tali sistemi comprendono idrostrutture carbonatiche caratterizzate dalla presenza di falde idriche di base e falde sospese; gran parte delle idrostrutture carbonatiche presentano notevole estensione ed "alta potenzialità idrica" (sistemi di tipo A);

Sistemi di tipo misto: costituiti prevalentemente da complessi litologici calcareo-marnosoargillosi; essi presentano permeabilità variabile da media ad alta laddove prevalgono i termini carbonatici in relazione al grado di fratturazione e di carsismo, da media a bassa ove prevalgono i termini pelitici. In quest'ultimo caso le successioni svolgono un ruolo di impermeabile relativo a contatto con le strutture idrogeologiche carbonatiche. Tali sistemi comprendono acquiferi a "potenzialità idrica variabile da medio-bassa a bassa"; presentano falde idriche allocate in corrispondenza dei livelli a permeabilità maggiore, spesso sovrapposti (sistemi di tipo B);

Sistemi silico-clastici: costituiti da complessi litologici conglomeratici e sabbiosi, caratterizzati da permeabilità prevalente per porosità da media a bassa in relazione alla granulometria ed allo stato di addensamento e/o di cementazione del deposito. Tali sistemi comprendono acquiferi a "potenzialità idrica variabile da medio-bassa a bassa"; presentano una circolazione idrica in genere modesta, frammentata in più falde, spesso sovrapposte (sistemi di tipo C);

Sistemi clastici di piana alluvionale e di bacini fluvio-lacustri intramontani: costituiti da complessi litologici delle ghiaie, sabbie ed argille alluvionali e fluvio-lacustre; a luoghi sono presenti anche complessi detritici. La permeabilità è prevalentemente per porosità ed il grado è estremamente variabile da basso ad alto in relazione alle caratteristiche granulometriche, allo stato di addensamento e/o di cementazione del deposito; il deflusso idrico ha luogo in corrispondenza dei livelli a permeabilità maggiore, spesso sovrapposti ed interponessi. Tali sistemi comprendono acquiferi di piana con *“potenzialità idrica medio-bassa”*. Questi, allorché sono a contatto con idrostrutture carbonatiche possono ricevere cospicui travasi da queste ultime (sistemi di tipo D);

Sistemi dei complessi vulcanici quaternari: costituiti dai complessi delle lave, dei tufi e delle piroclastiti. I complessi delle lave sono contraddistinti da permeabilità da medie ad alte in relazione al grado di fessurazione; nei complessi dei tufi e delle piroclastici la permeabilità assume valori da bassi a medio bassi in relazione allo stato di fessurazione e/o allo stato di addensamento.

Tali sistemi comprendono acquiferi vulcanici con *“potenzialità idrica variabile da medio-alta a medio-bassa”*; le falde idriche sono allocate in corrispondenza dei livelli a permeabilità maggiore, spesso sovrapposti e, talora, interconnessi (sistemi di tipo E).

Sistemi degli acquiferi cristallini e metamorfici: costituiti dai complessi ignei e metamorfici. Tali complessi sono contraddistinti da permeabilità per porosità nella parte superficiale dell'acquifero e da permeabilità per fratturazione in profondità. Il grado di permeabilità è variabile da medio a basso in relazione al grado di fessurazione. Tali sistemi comprendono acquiferi con *“potenzialità idrica medio-bassa”*; la circolazione delle acque sotterranee avviene nella parte relativamente superficiale (fino alla profondità massima di 40-50 metri), dove le fratture risultano anastomizzate (sistemi di tipo F).

In particolare, il numero di idrostrutture e porzioni di esse, e di acquiferi di piana che afferiscono al Distretto Idrografico è riportato nella tabella successiva per sistema di appartenenza.

6. Caratterizzazione idrogeologica di dettaglio

Le caratteristiche idrogeologiche del territorio in studio sono condizionate dalla natura litologica delle formazioni interessate, dal loro grado di permeabilità e di pendenza. La presenza di terreni superficiali degradati e allentati favorisce, almeno nell'ambito dei primi metri, l'infiltrazione delle acque meteoriche. La permeabilità medio bassa dei termini sottostanti favorisce l'accumulo di modesti quantitativi e l'istaurarsi di falde idriche superficiali di scarsa valenza idrogeologica, a marcato carattere stagionale, e direttamente influenzate dall'andamento delle precipitazioni meteoriche.

Tali acque vengono spesso intercettate con opere di captazione rudimentali o alimentano piccole sorgenti vallive. La presenza di terreni a diversa granulometria e a diverso grado di permeabilità comporta la possibilità di rinvenire falde idriche sospese a varie profondità in quanto, i termini più argillosi fungono da limite impermeabile favorendo l'accumulo delle acque infiltratesi nei litotipi relativamente più permeabili.

La continuità e lo spessore delle falde in tal modo instauratesi, nonché lo schema della circolazione idrica sotterranea, è dipendente dai rapporti stratigrafici e giacitureali tra litotipi a diversa permeabilità. In genere si tratta di orizzonti idrici sovrapposti di modeste entità, incapaci di produrre amplificazioni sismiche locali apprezzabili.

Dalla consultazione della Tav.13.2 "Individuazione dei corpi idrici sotterranei" del Piano di Gestione Acque 2010 della Regione Basilicata (Fig. 6) non è stato possibile verificare la presenza di falde idriche note e ritenute significative, e di escludere la presenza di eventuali falde superficiali e/o sospese a profondità mediamente non inferiori a circa 150 m.

Nell'Allegato 3 "*Caratterizzazione Geologica e Idrogeologica*" – "*Identificazione degli Acquiferi*" del PIANO DI GESTIONE della Regione Basilicata, l'area in studio ricade nelle Idrostrutture ricadenti a ridosso della Regione Basilicata e della Regione Puglia:

- *Idrostruttura del Arco Ionico-Tarantino*: ricade all'interno dei bacini dei fiumi Bradano, Lato e Lenne. L'acquifero riceve alimentazione nel settore nord dall' idrostruttura delle Murge; la falda di base ha recapito verso il gruppo sorgivo Tara, ubicato a nord-ovest di Taranto (fig. 7).

L'idrostruttura dell'Arco Ionico-Tarantino appartiene al "Sistema Acquifero di Tipo A"- carbonatico, in quanto risulta costituita per la sua interezza dal complesso calcareo, che risulta contraddistinto da elevata permeabilità per fratturazione e per carsismo. Presenta una superficie di 315 Km² ed una potenzialità idrica totale stimata di circa 22 mc/s.

La porzione orientale dell'idrostruttura (circa il 69% della superficie totale) appartiene alla regione Puglia, mentre la porzione occidentale appartiene alla regione Basilicata (circa il 31%). Riricade all'interno dei bacini dei fiumi Bradano, Lato e Lenne.

L'acquifero carbonatico riceve alimentazione mediante travasi idrici sotterranei dall'acquifero delle Murge. Al di sopra della formazione di base è presente una copertura argillosa, che fa sì che le acque di falda circolano in pressione fino al recapito a mare, dove una discontinuità tettonica ha innalzato il substrato e l'acquifero carbonatico da origine ad emergenze sorgive (gruppo delle sorgenti Tara ubicate a nord-ovest di Taranto, utilizzate a scopo industriale ed agricolo). Per queste sorgenti è stata stimata una portata di circa 400 l/s.

7. Permeabilità dei terreni affioranti

E' possibile suddividere i terreni affioranti nell'area in esame e le unità sottostanti in 4 unità idrogeologiche differenti, distinte in funzione della loro permeabilità e le cui caratteristiche sono ben documentate in bibliografia. Essendo terreni eteropici con prevalenza di litologia argillosa ma con presenza di livelli importanti di sabbie e conglomerati, si è preferito utilizzare, per questa suddivisione, il modello geologico descritto nella relazione geologica.

Unità idrogeologiche differenti				
Profondità (dal p.c.)		Litologia	Tipologia di permeabilità	Valore del coefficiente di permeabilità
da 0,00 m	a -0,50 m	terreno vegetale	La permeabilità per porosità è dovuta alla presenza nella roccia di spazi vuoti di una certa dimensione che formano una rete continua per cui l'acqua può passare "filtrando" da uno spazio all'altro. Nelle superfici dove la porosità cambia, in presenza di livelli più stratificati e con percentuali limoso/sabbiose più elevate la permeabilità aumenta limitatamente a questi livelli.	$k = 1 \times 10^{-4} \div 10^{-5}$ m/s
da -0.50 m	a -2,00 m	argille debolmente alterate, addensate e compatte		$k = 1 \times 10^{-5} \div 10^{-6}$ m/s
da -2,00 m	a -5,00 m	argille poco alterate, molto compatte e ben addensate		$k = 1 \times 10^{-6} \div 10^{-7}$ m/s
da -5,00 m	in poi	argille molto compatte e ben addensate		$k = 1 \times 10^{-6} \div 10^{-8}$ m/s

8. Verifica di compatibilità tra opere in progetto e PRTA (Piano Regionale di Tutela delle Acque)

Dalla consultazione della documentazione relativa al Piano Regionale di Tutela delle Acque della Regione Basilicata si evince che:

Descrizione	Vincolo
Zone a rischio desertificazione	Media
Zone vulnerabili da nitrati	Zone agricole non vulnerabili
Aree di salvaguardia: Aree Naturali Protette e Siti Natura 2000	NO
Vincolo Idrogeologico	SI

In particolare in merito a alla Deliberazione di Giunta Regionale n. 412/2015 è stato possibile verificare che:

- l'area in studio non è gravata da misure di tutela e di salvaguardia legate alle aree naturali protette ed ai siti Natura 2000;
- Gli aerogeneratori WTG1 e WTG2 ricadono nella perimetrazione del vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923 (figg. 8.1 e 8.2).

Quindi, sono stati eseguiti delle simulazioni di stabilità del versante ante- e post-opera per i due aerogeneratori (allegato 1). Sono stati utilizzati i dati ottenuti in questa prima fase di investigazione geologica.

Le simulazioni sono state condotte utilizzando i profili topografici che individuano le aree di versante di massima pendenza. I dati utilizzati sono:

- Assenza di una falda idrica importante nei terreni di fondazione;
- il seguente modello geologico (fig. 10):

Modello geologico di riferimento per il parco eolico			
Descrizione	Profondità (dal p.c.)		Litologia
Unità A	da 0,00 m	a -0,50 m	terreno vegetale
Unità B	da -0.50 m	a -2,00 m	argille debolmente alterate, addensate e compatte
Unità C	da -2,00 m	a -5,00 m	argille poco alterate, molto compatte e ben addensate
Unità D	da -5,00 m	in poi	argille molto compatte e ben addensate

- Il seguente modello geotecnico:

Descrizione	Mod. di Poisson	Mod. di Bulk [MPa]	Mod. di Young [MPa]	Mod. di shear [MPa]	Peso unità di volume [m]	Angolo di attrito (°)	Coesione (KPa)
Unità A	0,46	200	40	15	1500	20	---
Unità B	0,44	450	200	70	1600	37	15
Unità C	0,45	900	300	100	1650	29	30
Unità D	0,45	2000	550 1	90	1700	32	40

- È stato utilizzato il software di simulazione "SLOPE" dell'azienda GEOSTRU.
- In fine, l'area di interesse, attraverso l'analisi delle ultime perimetrazioni del PAI aggiornate al 2022 su cartografia ufficiale non ricade in nessuna delle quattro zone a rischio frana (R1, R2, R3 e R4), come definite dal PAI Basilicata (figg. 11.1 e 11.2).

I risultati delle simulazioni per i due aerogeneratori sono di seguito riportati:

Per il WTG1 in condizioni ante-opera:

Dai dati delle verifiche eseguite è risultato che la stabilità globale del versante è verificata.

Infatti, il valore minimo del coefficiente di sicurezza è pari a $FS_{min} = 2,809$ che risulta maggiore di $F_s = 1,1$ (valore minimo prefissato nel caso in esame).

Per il WTG1 in condizioni post-opera:

Dai dati delle verifiche eseguite è risultato che la stabilità globale del versante è verificata.

Infatti, il valore minimo del coefficiente di sicurezza è pari a $FS_{min} = 2,734$ che risulta maggiore di $F_s = 1,1$ (valore minimo prefissato nel caso in esame).

Per il WTG2 in condizioni ante-opera:

Dai dati delle verifiche eseguite è risultato che la stabilità globale del versante è verificata.

Infatti, il valore minimo del coefficiente di sicurezza è pari a $FS_{min} = 2,437$ che risulta maggiore di $F_s = 1,1$ (valore minimo prefissato nel caso in esame).

Per il WTG2 in condizioni post-opera:

Dai dati delle verifiche eseguite è risultato che la stabilità globale del versante è verificata.

Infatti, il valore minimo del coefficiente di sicurezza è pari a $FS_{min} = 2,427$ che risulta maggiore di $F_s = 1,1$ (valore minimo prefissato nel caso in esame).

9. Conclusioni

Lo scopo del presente lavoro è fornire delle conoscenze idrogeologiche di base per una porzione di territorio in agro di Matera in cui i progettisti STIM ENGINEERING s.r.l. intendono realizzare un impianto eolico per conto di ASJA AMBIENTE ITALIA S.P.A situato a sud della cittadina.

Su tutta l'area destinata all'impianto eolico prossima all'abitato di Matera affiorano delle unità argilloso limose grigio-azzurrastrae più o meno sabbiose relative alla Formazione delle Argille calcigne (q^1_a , Villafranchiano) con sottili inclusioni delle sabbie dello staturo (q^1_s , Villafranchiano) dei conglomerati di Irsina (q^1_{cg} , Villafranchiano).

Nelle aree immediatamente limitrofe al luogo in studio non sono state osservate discontinuità correlabili a faglie attive.

Lo sviluppo del reticolo idrografico riflette la permeabilità locale delle unità geologiche affioranti, Infatti a permeabilità basse corrisponde un reticolo ben ramificato, mentre in aree a permeabilità elevata le acque si infiltrano rapidamente senza incanalarsi. Il reticolo idrografico presente, perciò, risulta mediamente ramificato; ciò indicherebbe l'affioramento di terreni con una medio-bassa permeabilità d'insieme.

Dai sopralluoghi effettuati e dalla conseguente verifica morfologica eseguita, è possibile asseverare che il tipo di intervento è idoneo con una morfologia poco ondulata, priva di elementi critici che contrasterebbero con il tipo di intervento.

In conclusione, il progetto dell'impianto eolico proposto non modificherebbe in maniera sostanziale la situazione geomorfologica delle aree.

Pertanto gli interventi non andranno ad incrementare in alcun modo il livello di pericolosità geomorfologica per le aree adiacenti e per l'area stessa.

Dalla consultazione della documentazione relativa al Piano Regionale di Tutela delle Acque della Regione Basilicata è possibile evincere che:

Descrizione	Vincolo
Vincolo Idrogeologico	SI

Gli aerogeneratori WTG1 e WTG2 ricadono nella perimetrazione del vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.

Quindi, sono stati eseguiti delle simulazioni di stabilità del versante ante- e post-opera per i due aerogeneratori. Sono stati utilizzati i dati ottenuti in questa prima fase di investigazione geologica.

I risultati delle simulazioni per i due aerogeneratori sono di seguito riportati:

- Per il WTG1 in condizioni ante-opera:
Dai dati delle verifiche eseguite è risultato che la stabilità globale del versante è verificata.
Infatti, il valore minimo del coefficiente di sicurezza è pari a $FS_{min} = 2,809$ che risulta maggiore di $F_s = 1,1$ (valore minimo prefissato nel caso in esame).
- Per il WTG1 in condizioni post-opera:
Dai dati delle verifiche eseguite è risultato che la stabilità globale del versante è verificata.
Infatti, il valore minimo del coefficiente di sicurezza è pari a $FS_{min} = 2,734$ che risulta maggiore di $F_s = 1,1$ (valore minimo prefissato nel caso in esame).
- Per il WTG2 in condizioni ante-opera:
Dai dati delle verifiche eseguite è risultato che la stabilità globale del versante è verificata.
Infatti, il valore minimo del coefficiente di sicurezza è pari a $FS_{min} = 2,437$ che risulta maggiore di $F_s = 1,1$ (valore minimo prefissato nel caso in esame).
- Per il WTG2 in condizioni post-opera:
Dai dati delle verifiche eseguite è risultato che la stabilità globale del versante è verificata.
Infatti, il valore minimo del coefficiente di sicurezza è pari a $FS_{min} = 2,427$ che risulta maggiore di $F_s = 1,1$ (valore minimo prefissato nel caso in esame).

Gioia del Colle, agosto 2022

il Geologo

Dott. Raffaele SASSONE



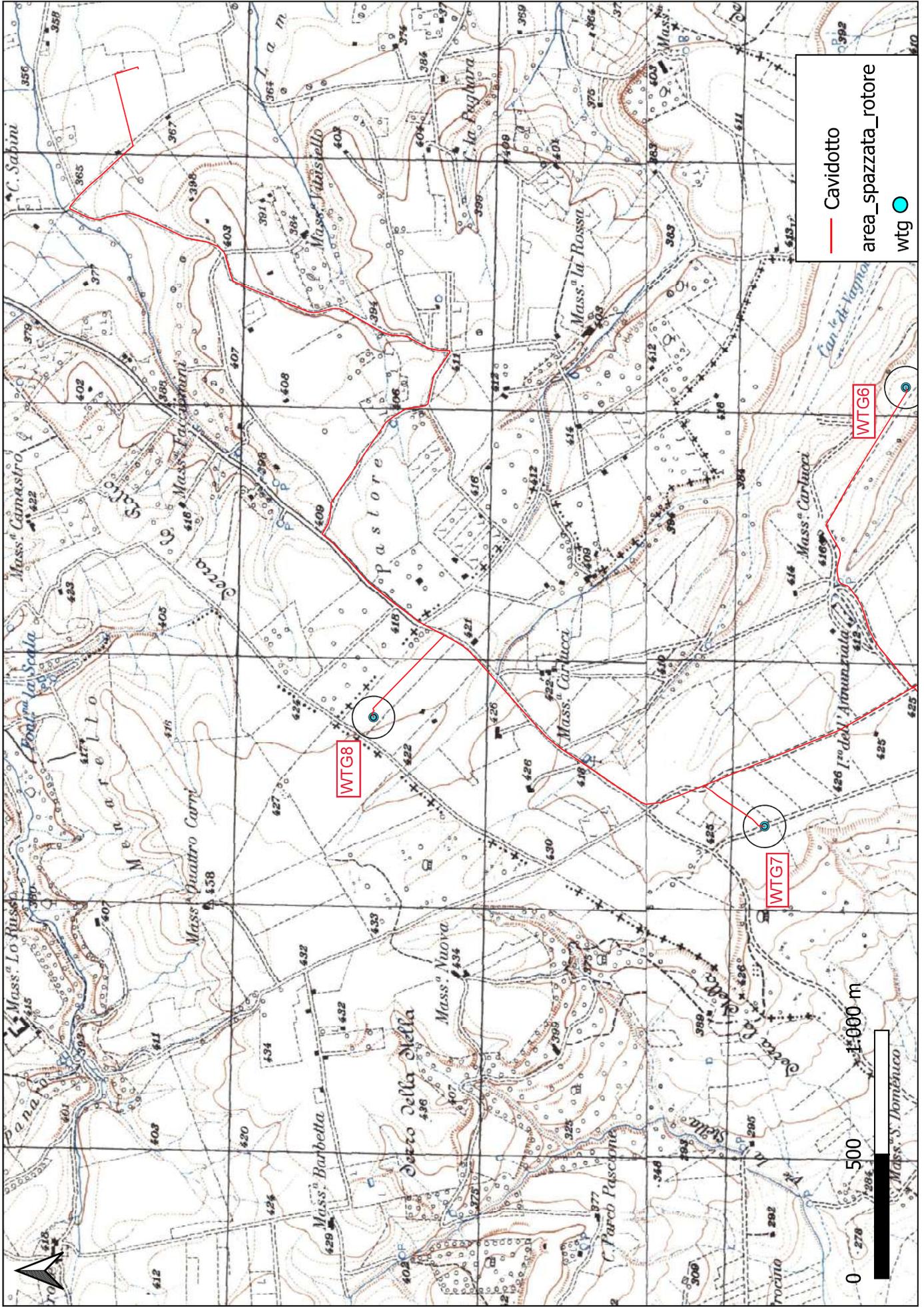


Figura 1.1: ubicazione aerogeneratori e cavidotto su base cartografica IGM scala 1:25000

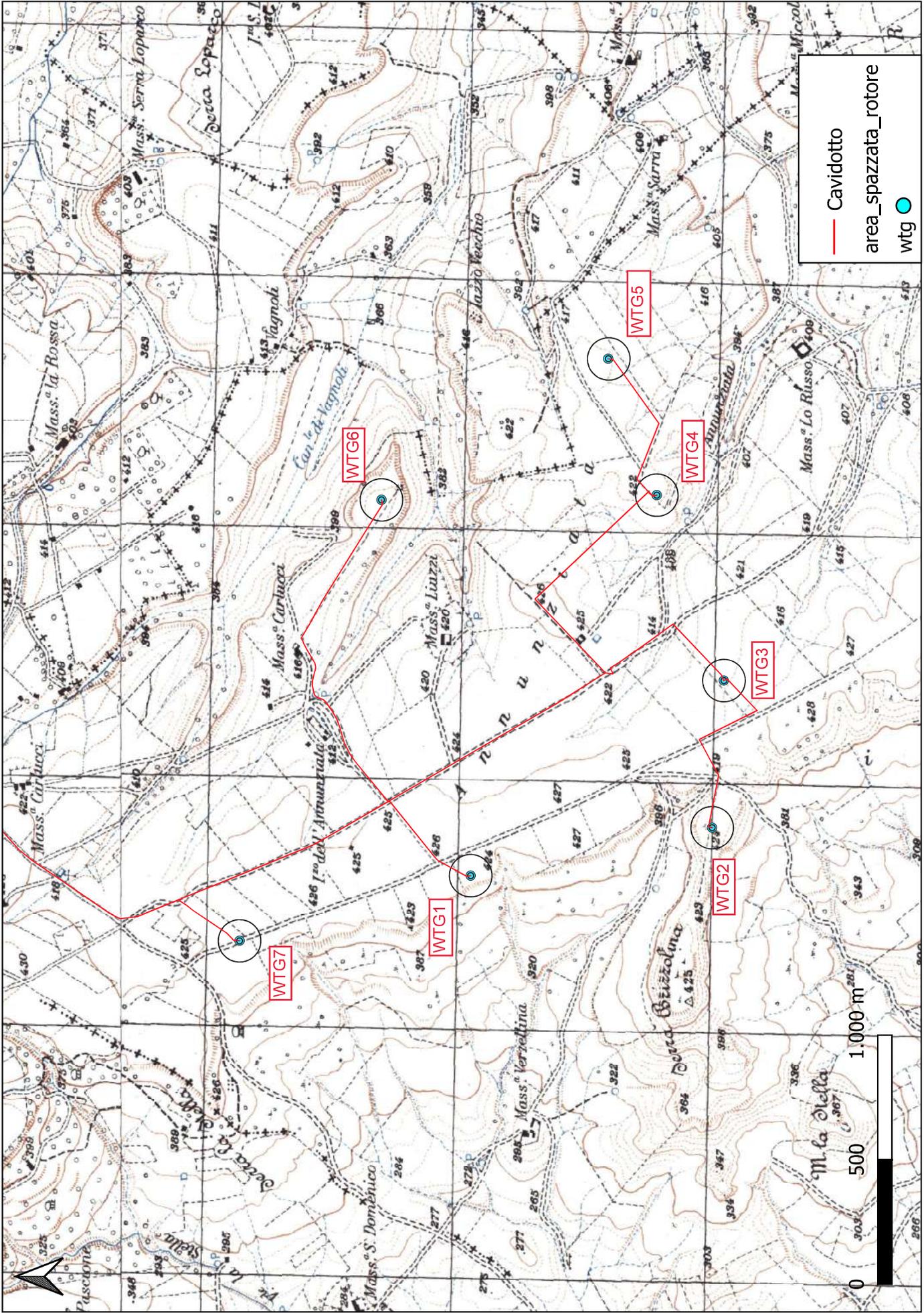


Figura 1.2: ubicazione aerogeneratori e cavitato su base cartografica IGM scala 1:25000

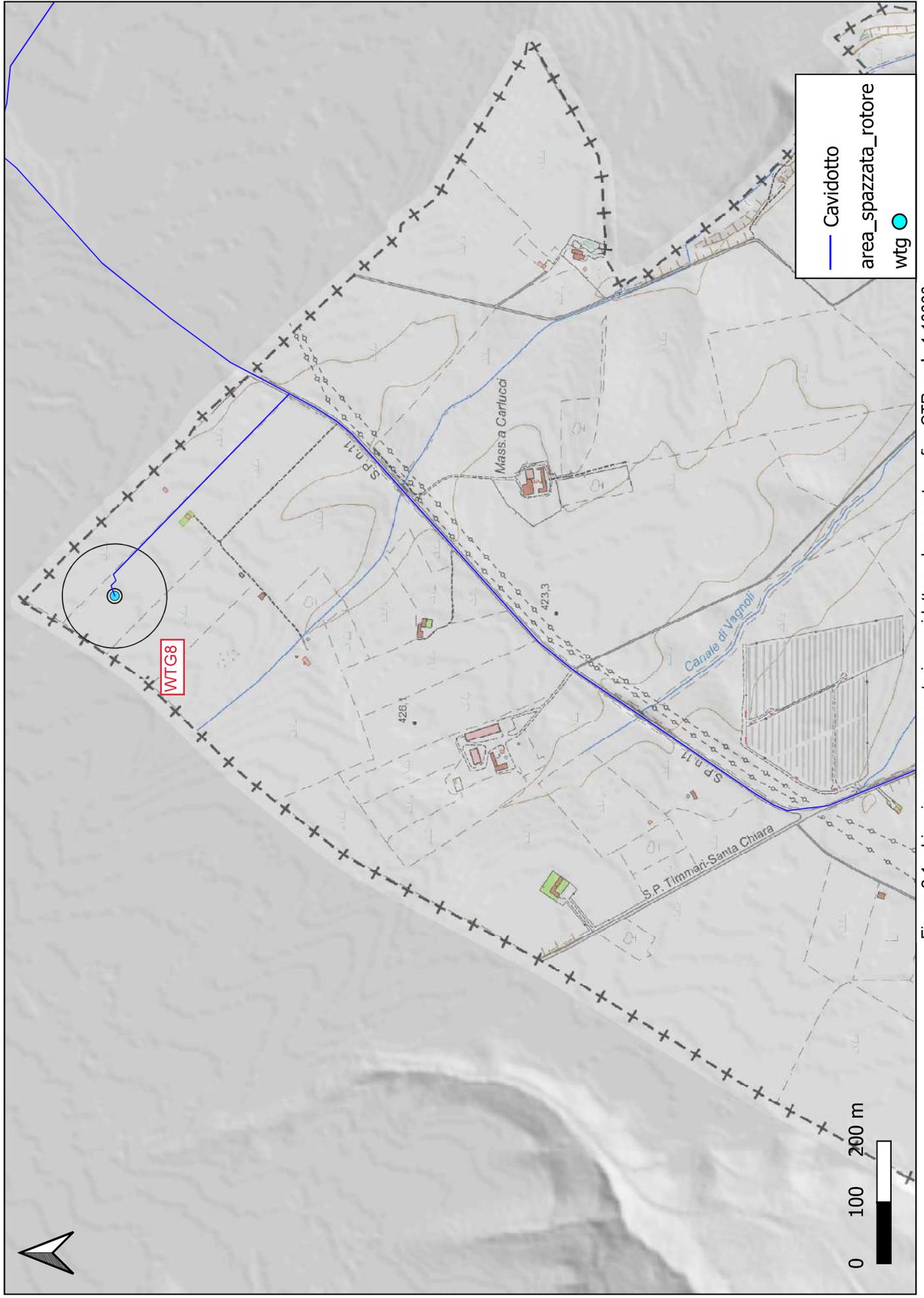


Figura 2.1: ubicazione aerogeneratori e cavidotto su base cartografica CTR scala 1:10000

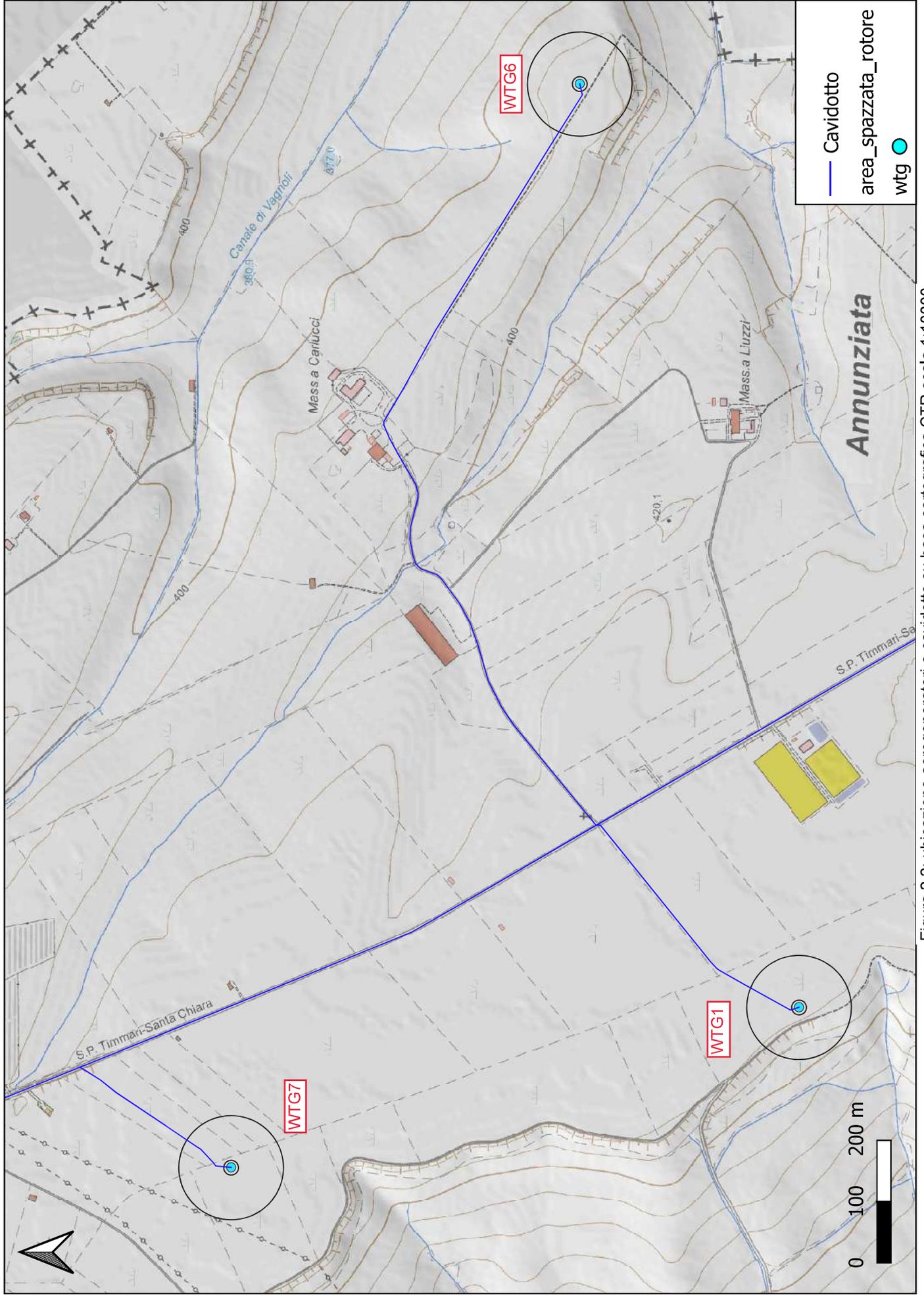


Figura 2.2: ubicazione aerogeneratori e cavidotto su base cartografica CTR scala 1:10000

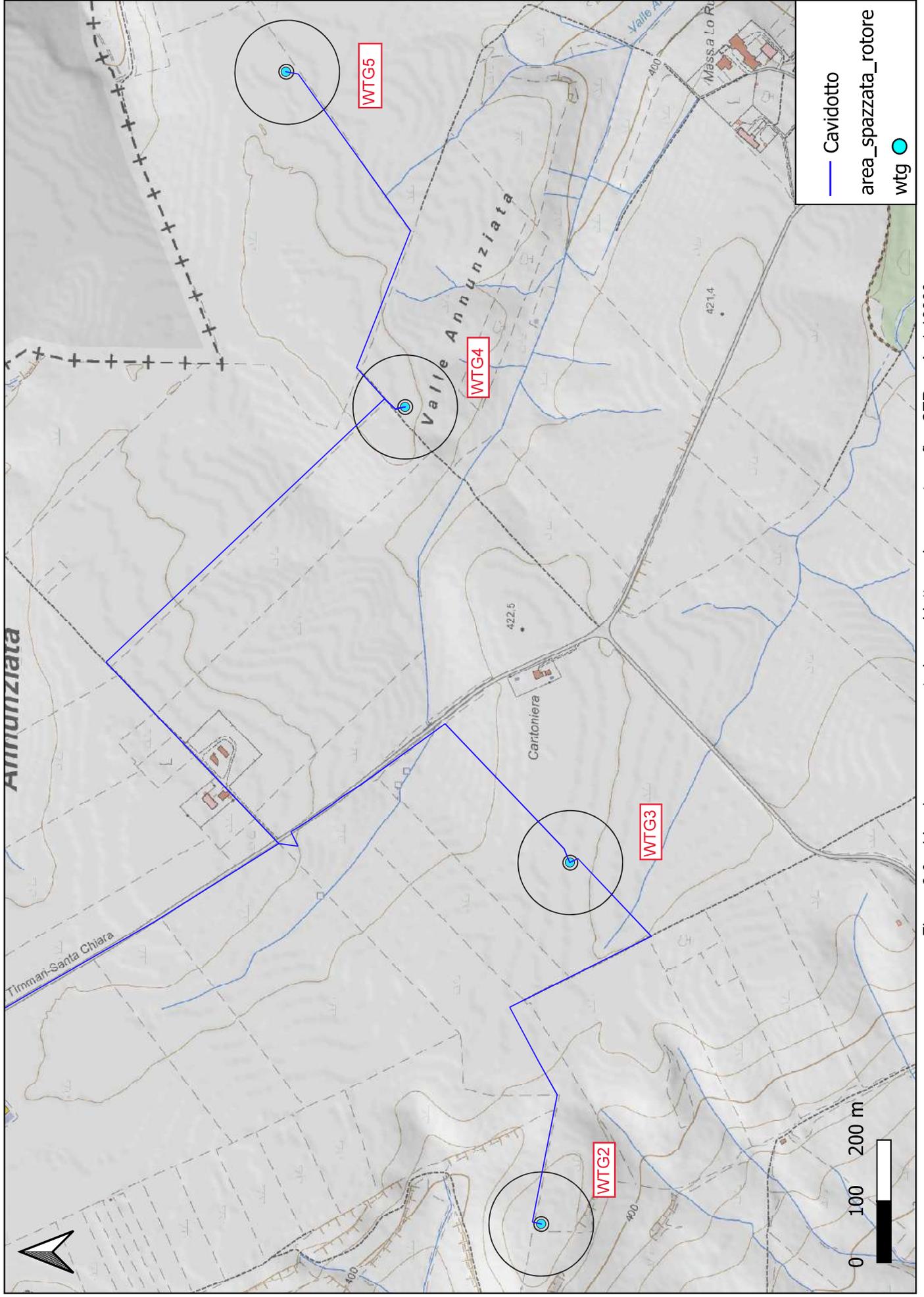
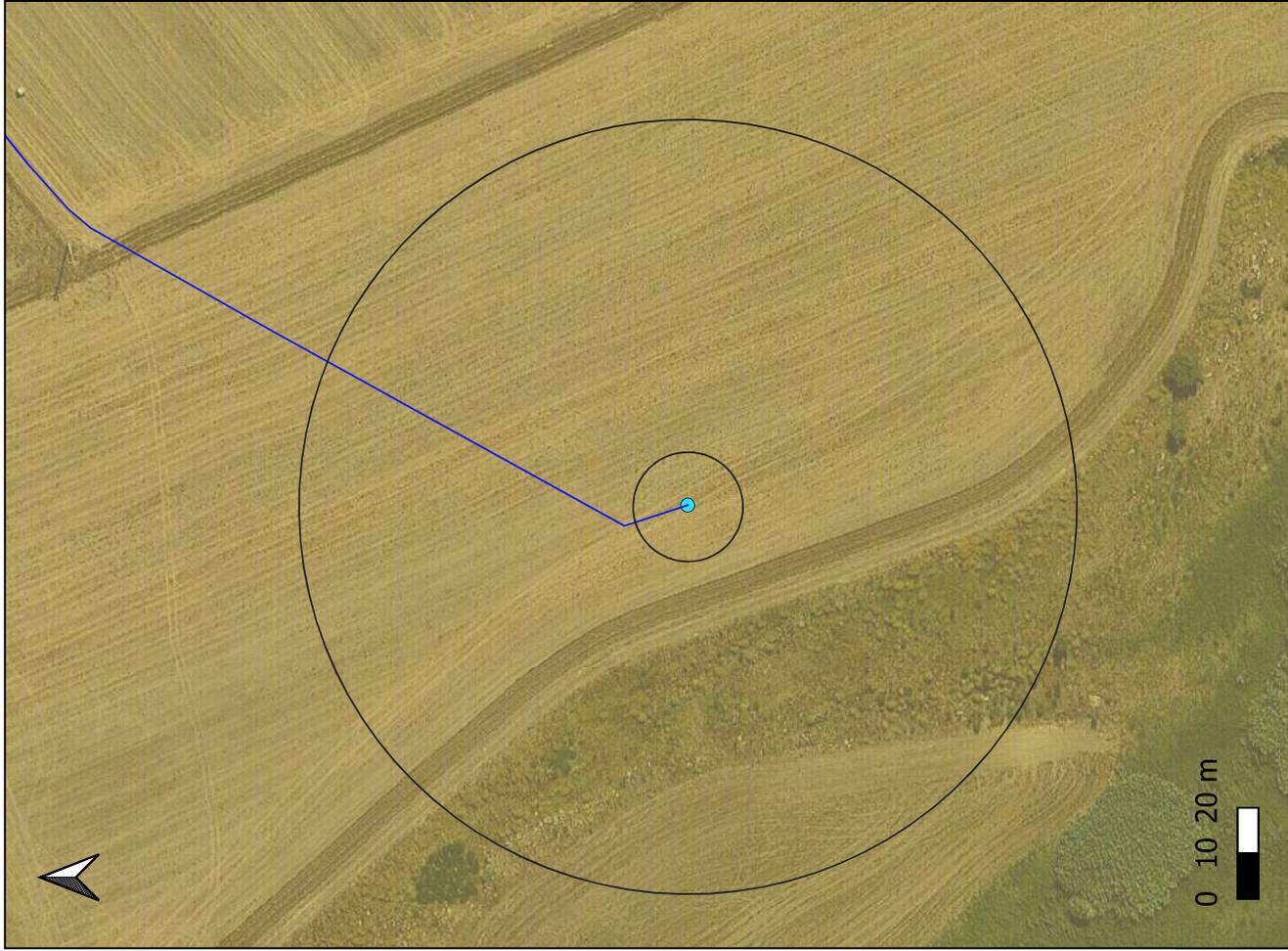


Figura 2.3: ubicazione aerogeneratori e cavidotto su base cartografica CTR scala 1:10000



Depositi argilloso sabbiosi di colore grigio-marrone

Figura 4.1: carta geologica di dettaglio scala 1:2000 ricavata sia dal rilievo geologico di dettaglio che dai risultati della campagna geognostica



Depositi argilloso sabbiosi di colore grigio-marrone

Figura 4.2: carta geologica di dettaglio scala 1:2000 ricavata sia dal rilievo geologico di dettaglio che dai risultati della campagna geognostica



Depositi argilloso sabbiosi di colore grigio-marrone

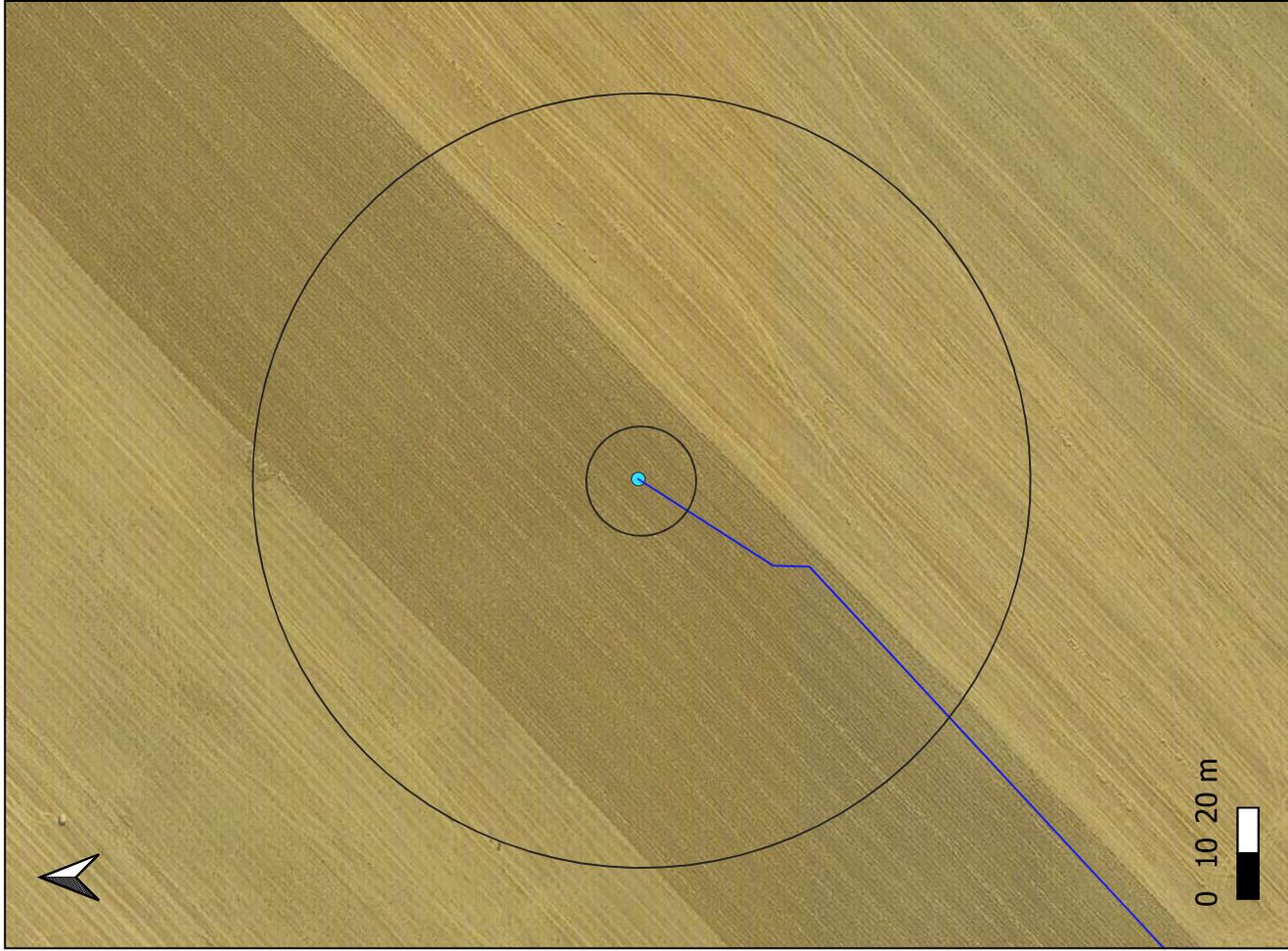
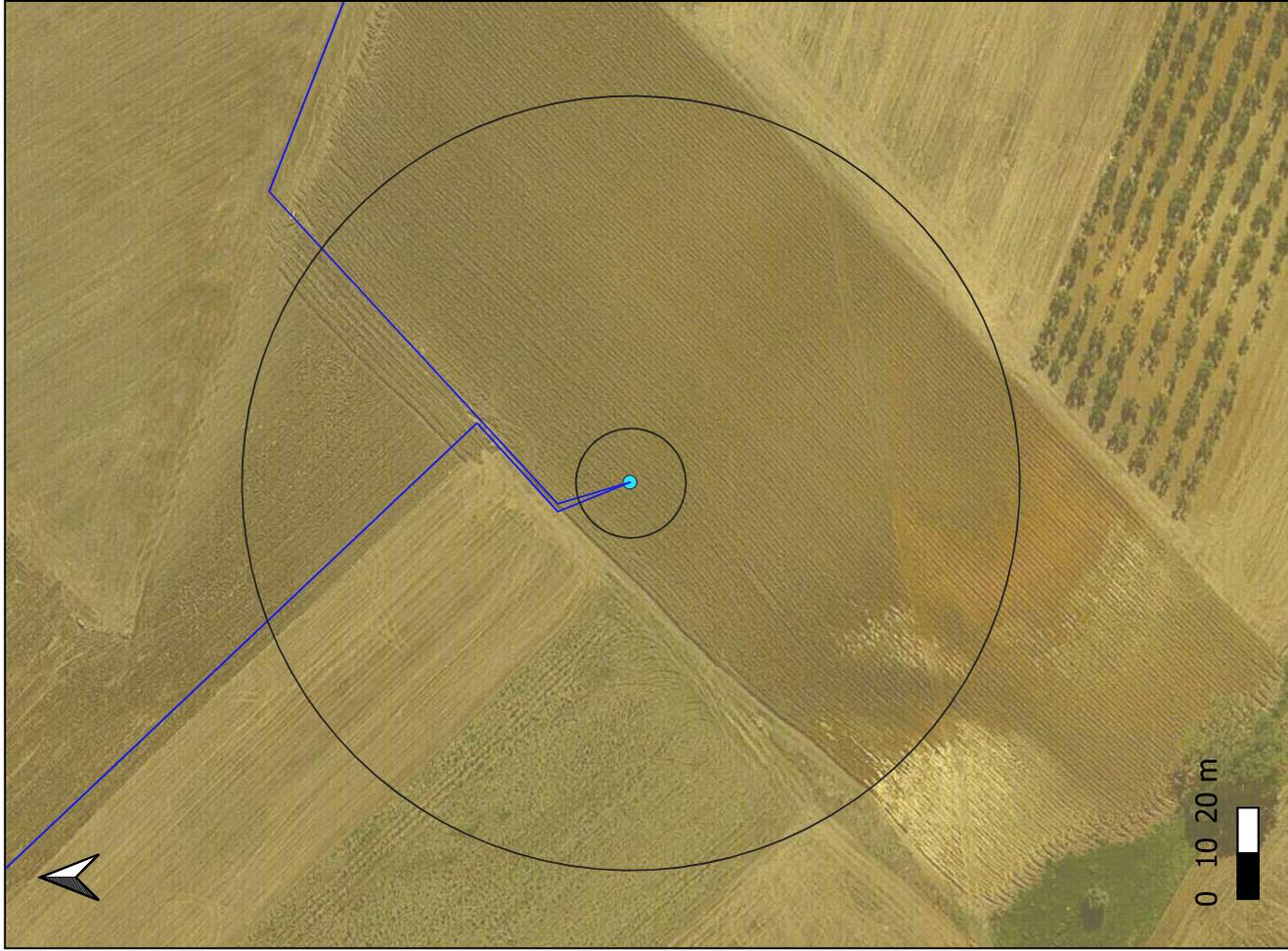


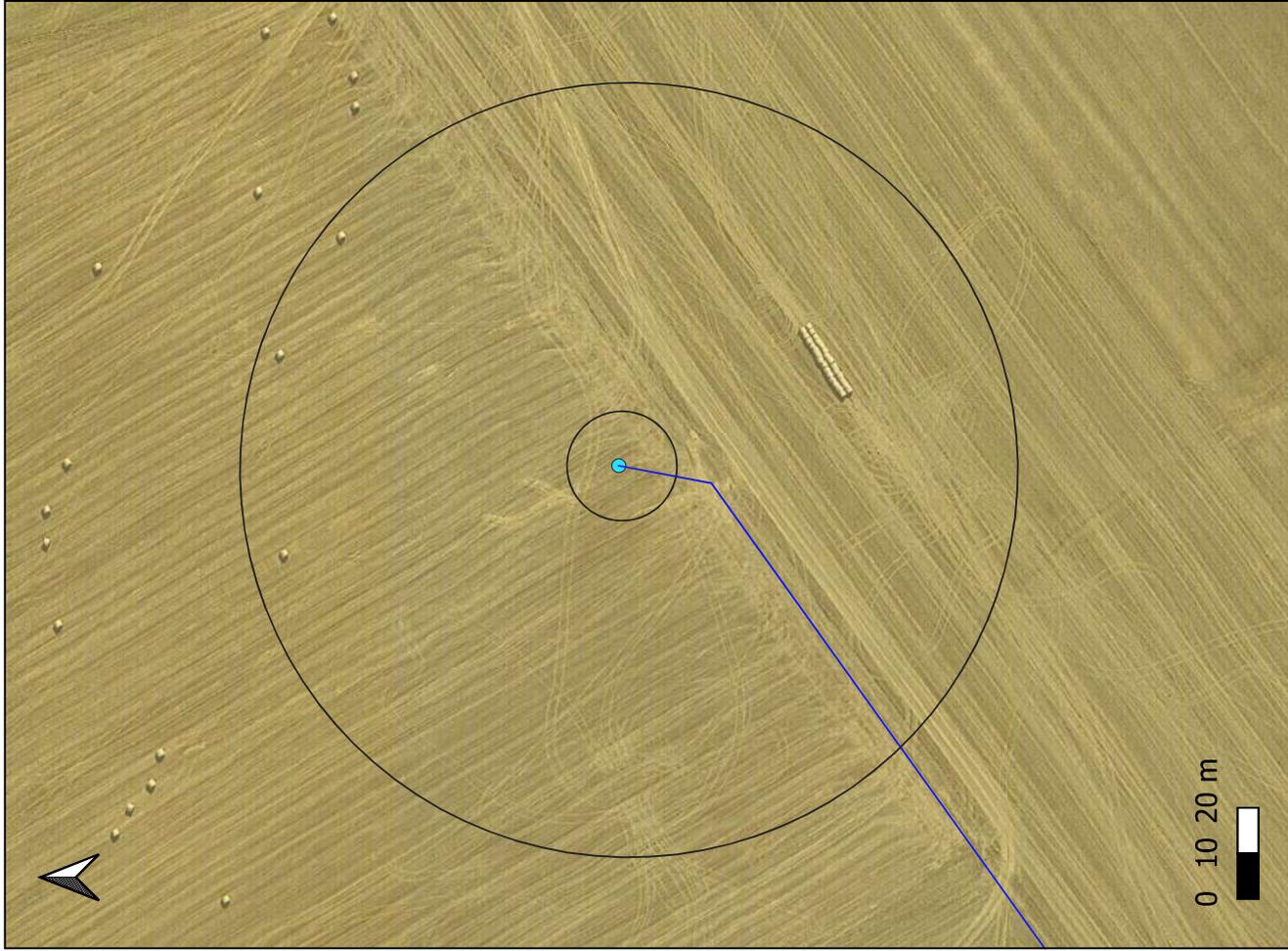
Figura 4.3: carta geologica di dettaglio scala 1:2000 ricavata sia dal rilievo geologico di dettaglio che dai risultati della campagna geognostica



Depositi argilloso sabbiosi di colore grigio-marrone



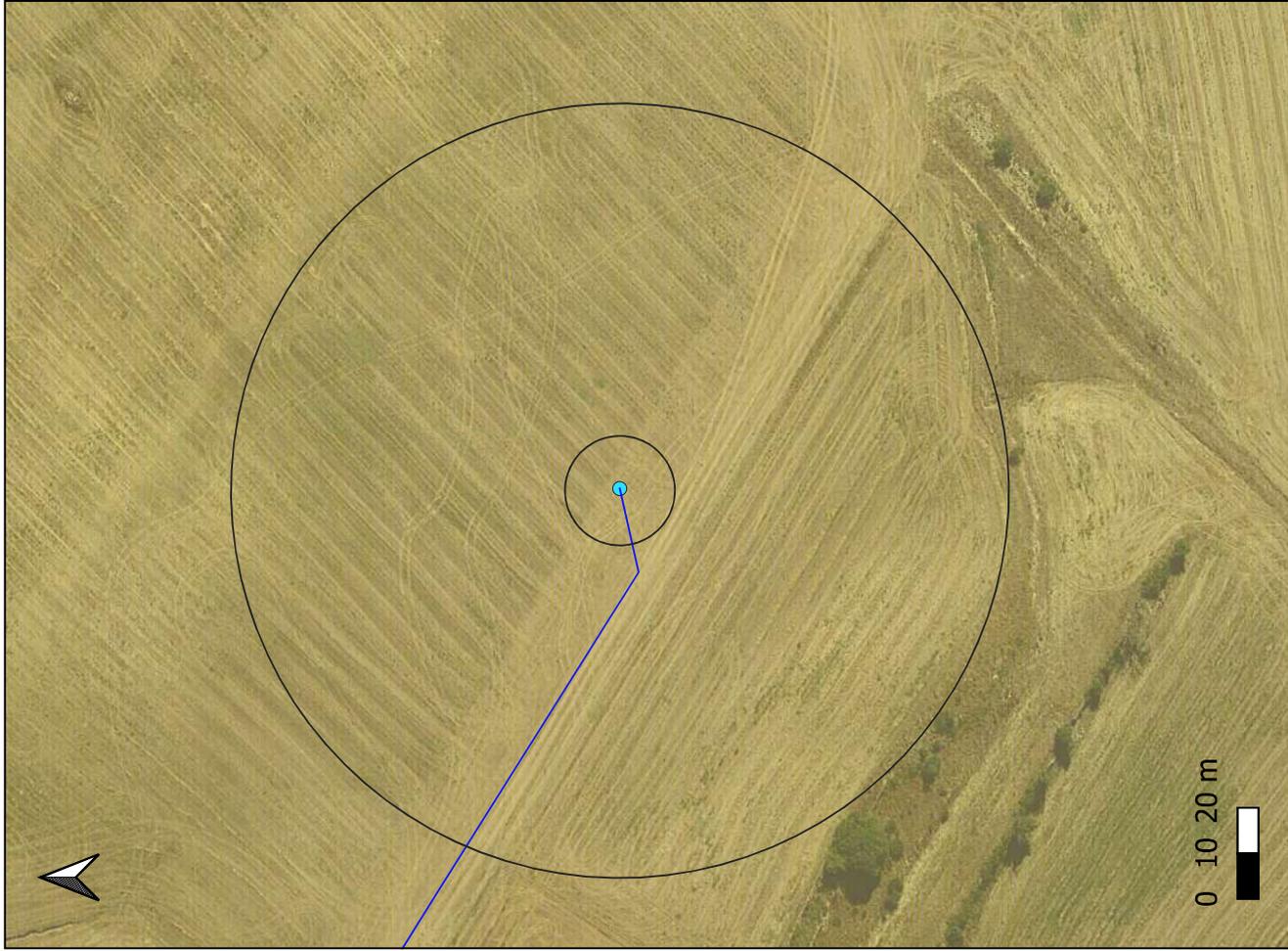
Figura 4.4: carta geologica di dettaglio scala 1:2000 ricavata sia dal rilievo geologico di dettaglio che dai risultati della campagna geognostica



Depositi argilloso sabbiosi di colore grigio-marrone



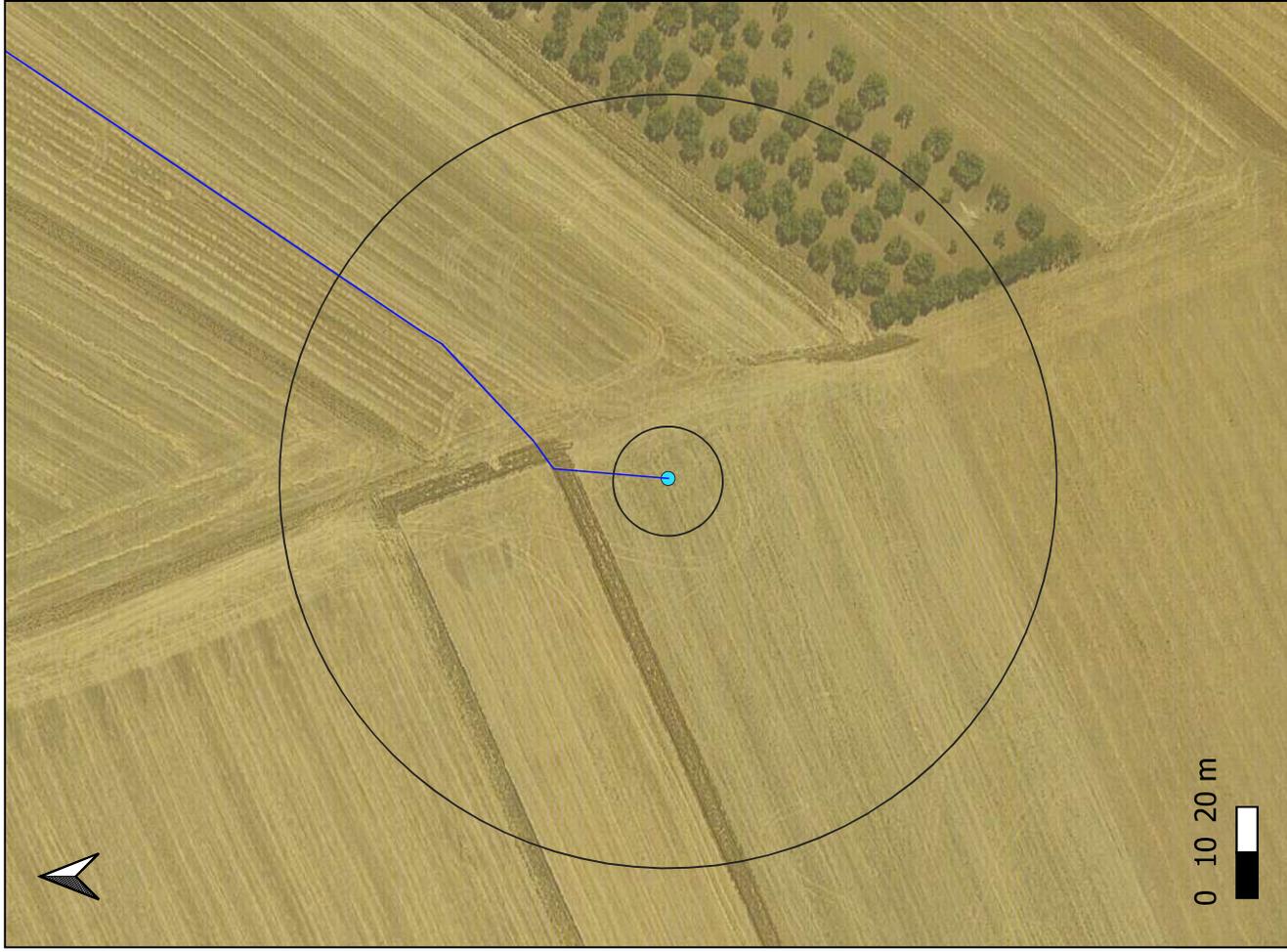
Figura 4.5: carta geologica di dettaglio scala 1:2000 ricavata sia dal rilievo geologico di dettaglio che dai risultati della campagna geognostica



Depositi argilloso sabbiosi di colore grigio-marrone



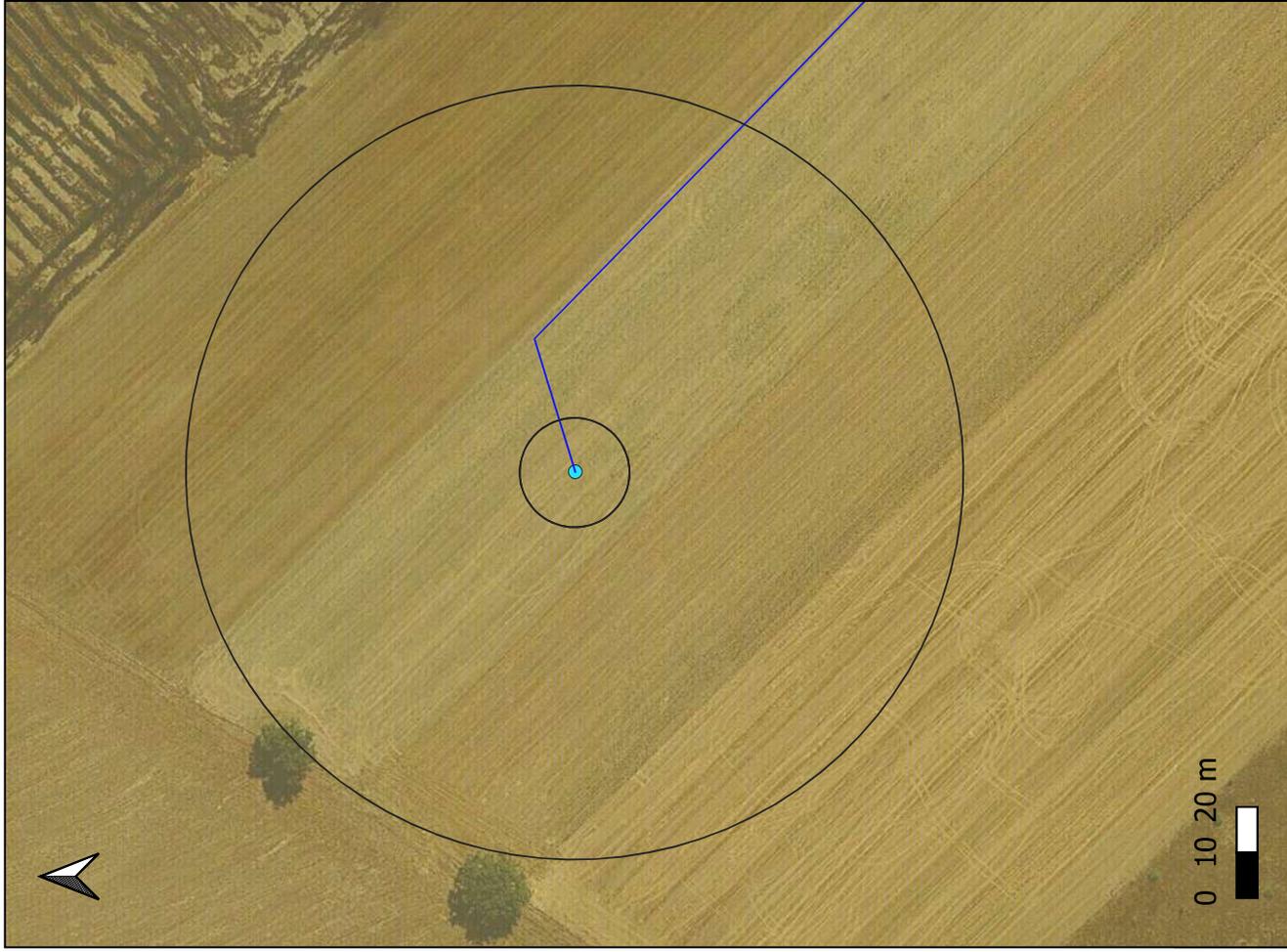
Figura 4.6: carta geologica di dettaglio scala 1:2000 ricavata sia dal rilievo geologico di dettaglio che dai risultati della campagna geognostica



Depositi argilloso sabbiosi di colore grigio-marrone



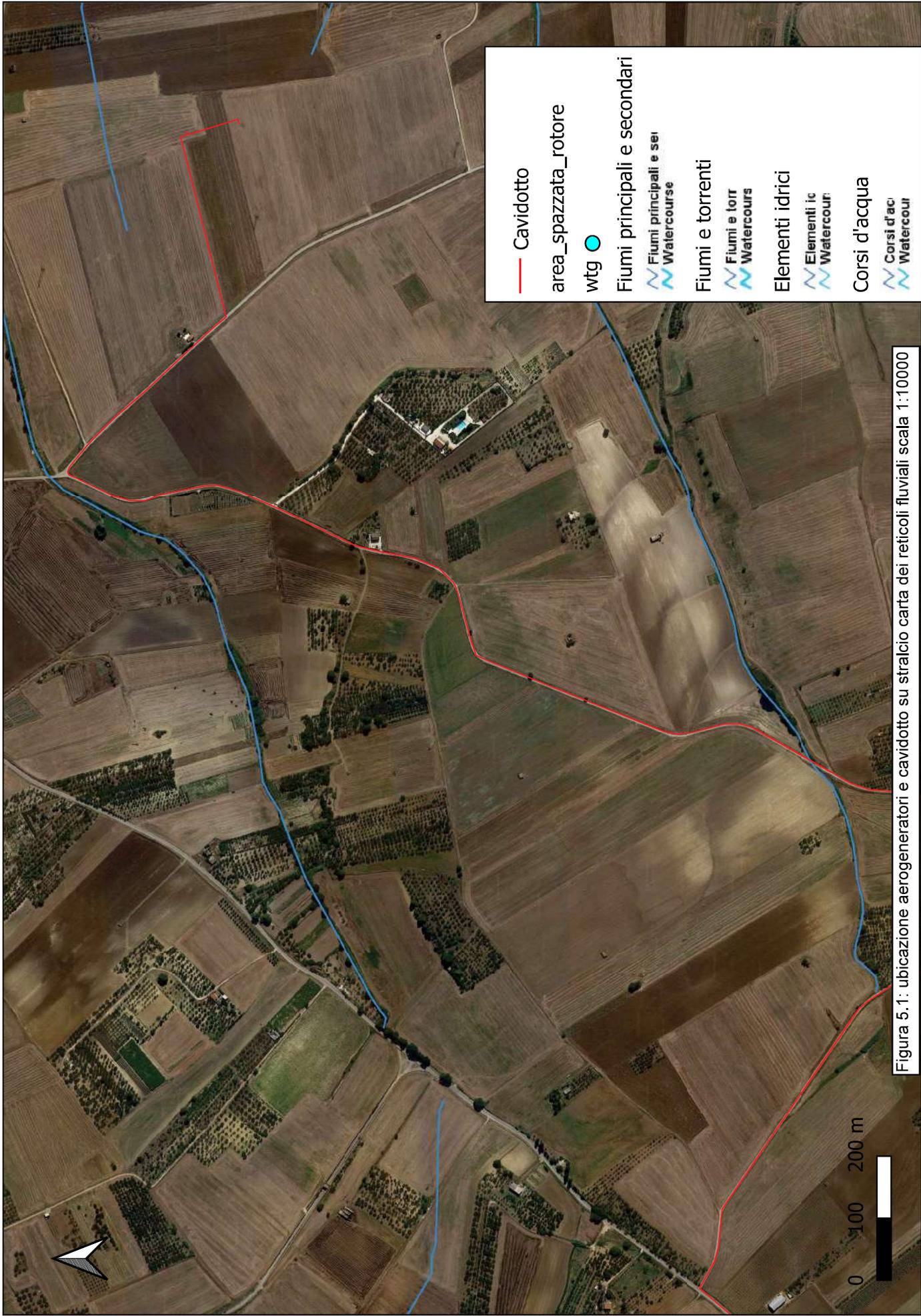
Figura 4.7: carta geologica di dettaglio scala 1:2000 ricavata sia dal rilievo geologico di dettaglio che dai risultati della campagna geognostica



Depositi argilloso sabbiosi di colore grigio-marrone

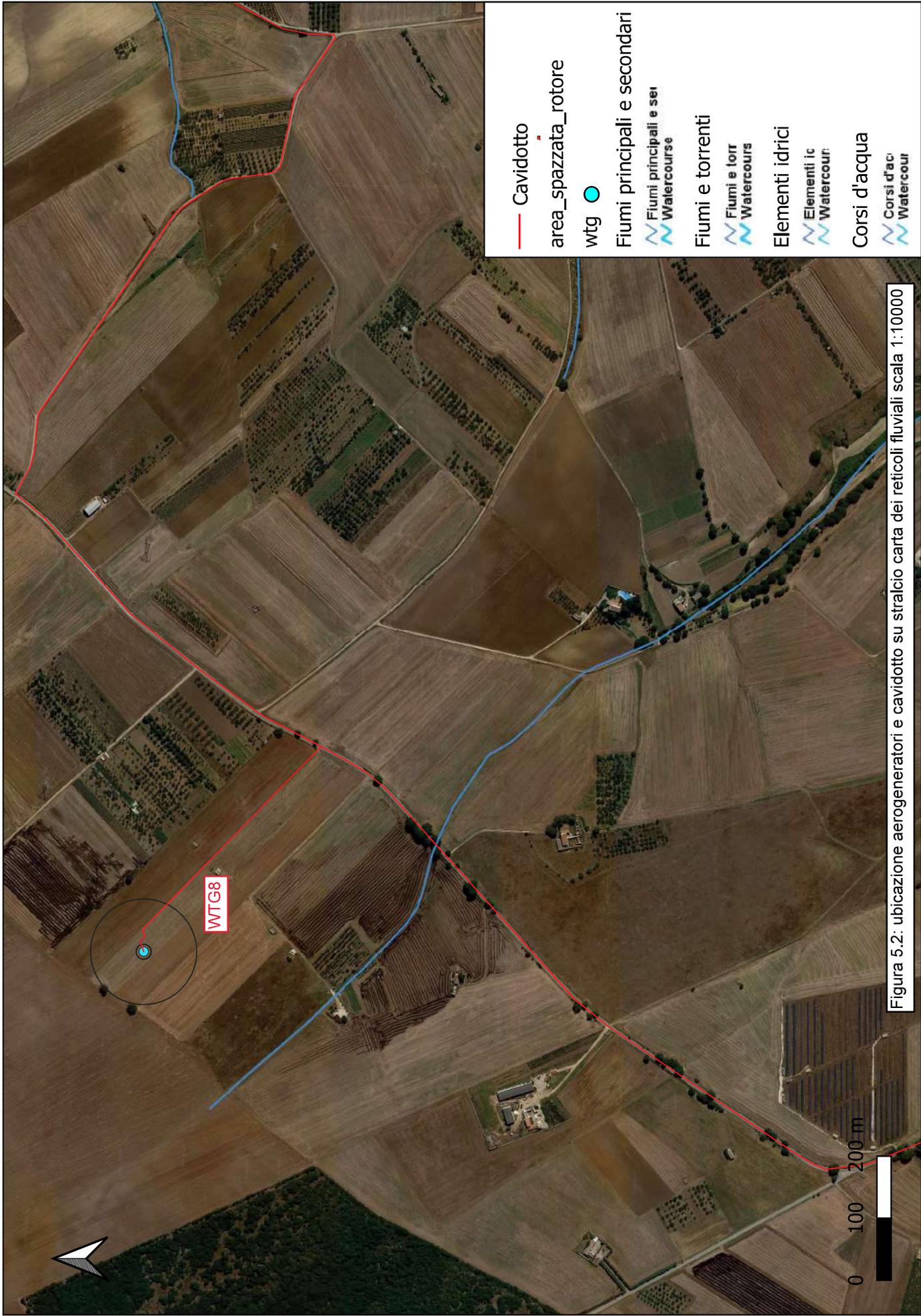


Figura 4.8: carta geologica di dettaglio scala 1:2000 ricavata sia dal rilievo geologico di dettaglio che dai risultati della campagna geognostica



- Cavidotto
- area_spazzata_rotore
- wtg ●
- Fiumi principali e secondari
- ~ Fiumi principali e sei Watercourse
- Fiumi e torrenti
- ~ Fiumi e torr Watercourse
- Elementi idrici
- ~ Elementi ic Watercour
- Corsi d'acqua
- ~ Corsi d'ac Watercour

Figura 5.1: ubicazione aerogeneratori e cavidotto su stralcio carta dei reticoli fluviali scala 1:10000



- Cavidotto
- area_spazata_rotore
- wtg ●
- Fiumi principali e secondari
- Fiumi principali e sei Watercourse
- Fiumi e torrenti
- Fiumi e torr Watercours
- Elementi idrici
- Elementi ic Watercour
- Corsi d'acqua
- Corsi d'ac Watercour

Figura 5.2: ubicazione aerogeneratori e cavidotto su stralcio carta dei reticoli fluviali scala 1:10000

Figura 5.3 ubicazione aerogeneratori e cavidotto su stralcio carta dei reticoli fluviali scala 1:10000



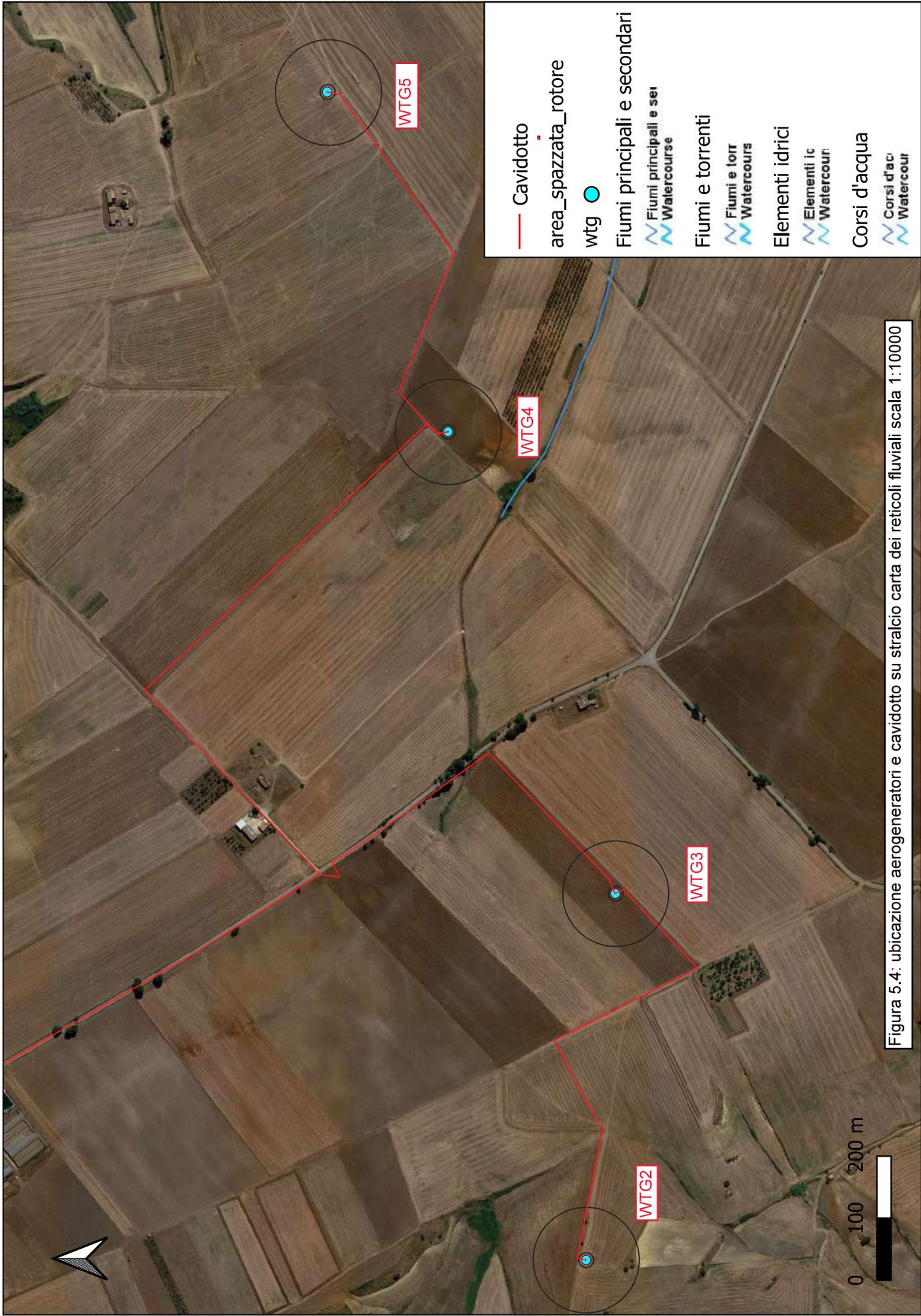


Figura 5.4: ubicazione aerogeneratori e cavidotto su stralcio carta dei reticoli fluviali scala 1:10000

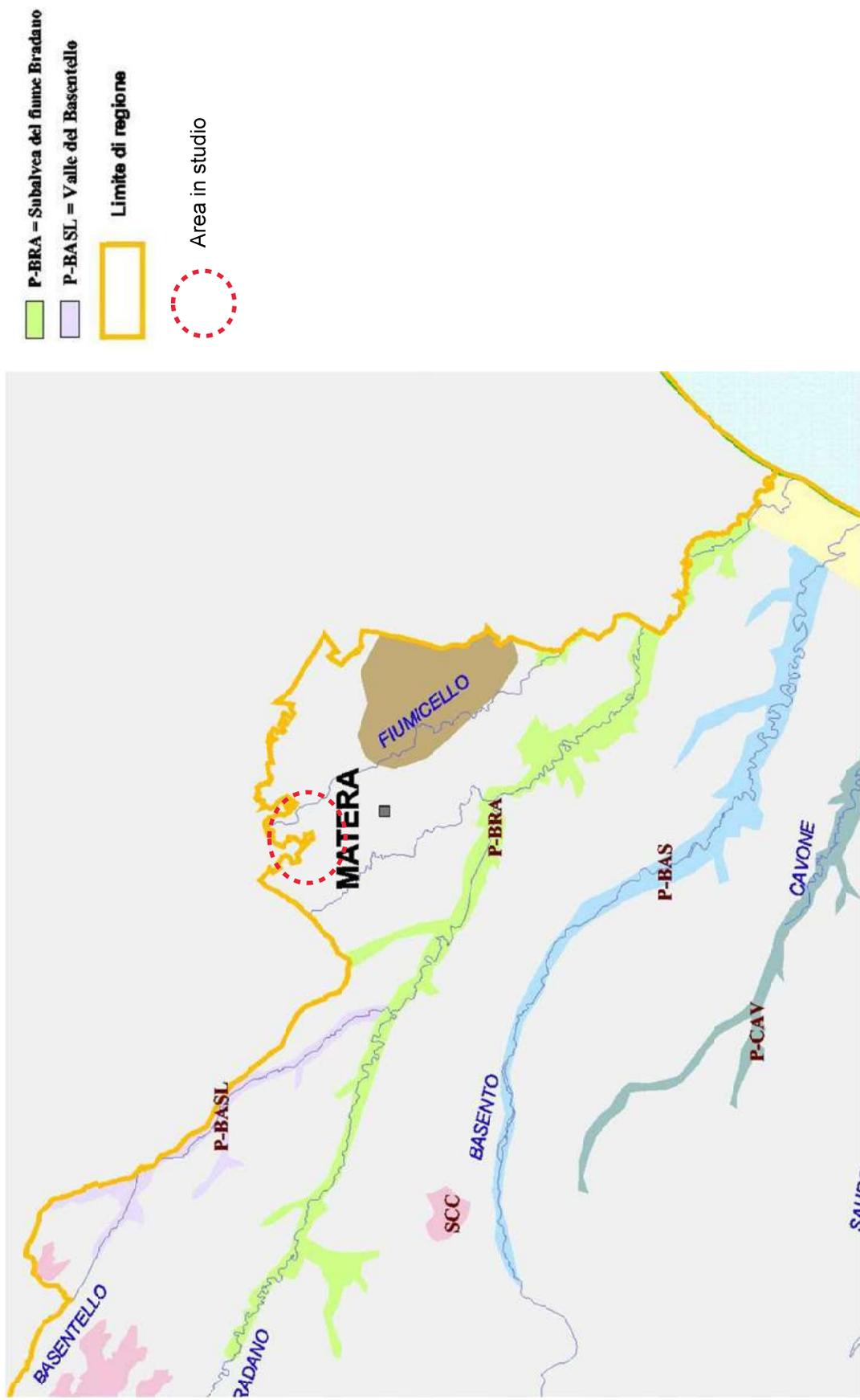


Figura 6: Ubicazione impianto fotovoltaico in progetto su stralcio della Tav.13.2 "Individuazione dei corpi idrici sotterranei" del Piano di Gestione Acque della Regione Basilicata

LEGENDA



Sistemi Acquiferi tipo A (Sistemi carbonatici)



Sistemi Acquiferi tipo B (Sistemi misti)



Sistemi Acquiferi tipo C (Sistemi silico-clastici)



Sistemi Acquiferi tipo D (Sistemi clastici di Piana Alluvionale)



Sistemi Acquiferi tipo E (Sistemi Vulcanici)



Sistemi Acquiferi tipo F (Sistemi Acquiferi Cristallini e Metamorfici)



Spartiacque sotterranei chiusi



Spartiacque sotterranei aperti

Principali sorgenti distinte per classi di portata (in mc/s)

- 0 - 0.05
- 0.05 - 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5.01 - 10
- > 10



Principali versi di deflusso sotterranei dei sistemi acquiferi più significativi



Versi di deflusso sotterranei presunti per gli acquiferi a ridosso dei limiti regionali



Reticolo idrografico principale



Limite di regione



Acquiferi interessati da trasferimenti sotterranei

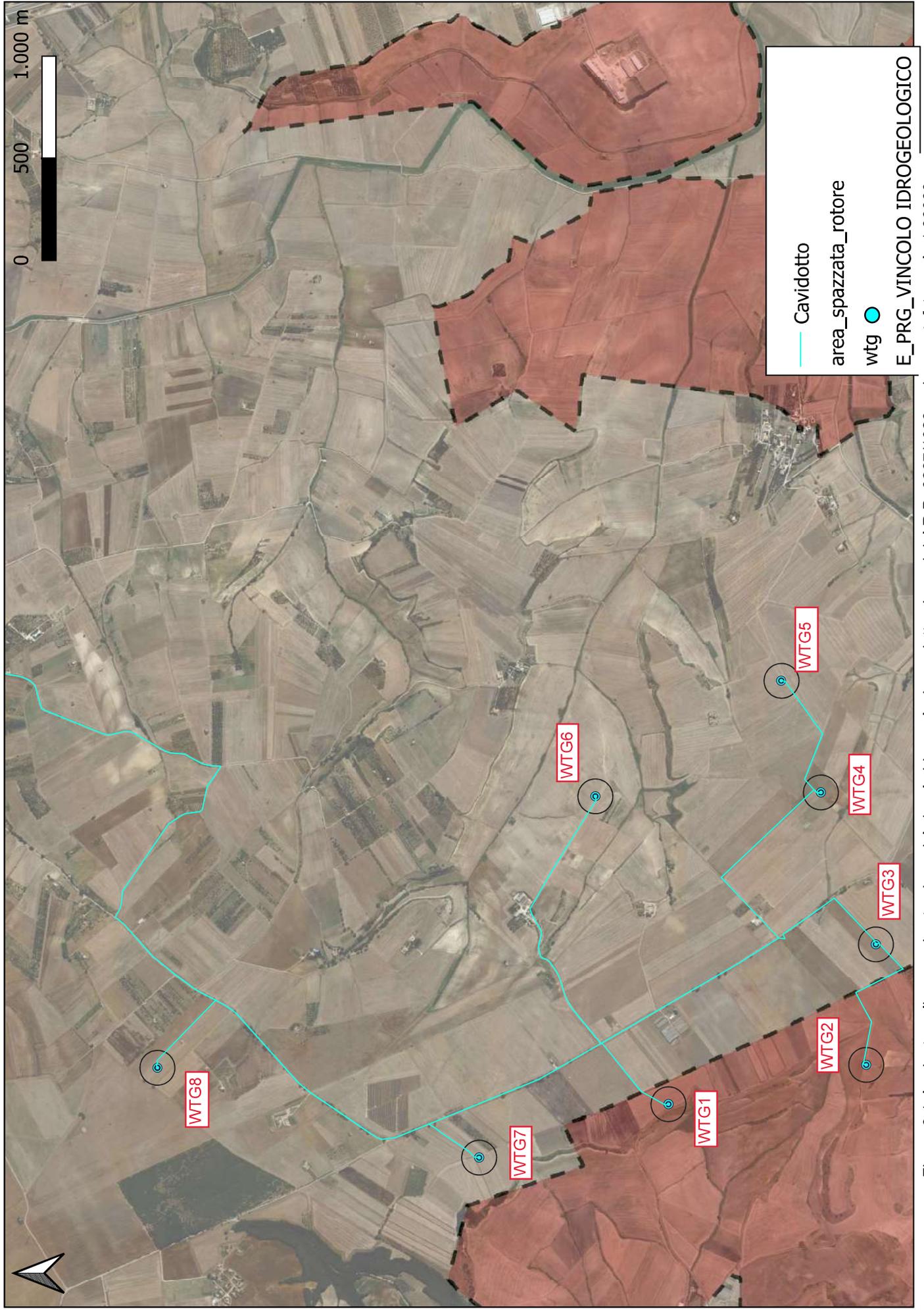


Figura 8.1: Impianto eolico e perimetrazione del vincolo idrogeologico redatte ai sensi del R.D. 3267/1923 su base ortofoto scala 1:30000

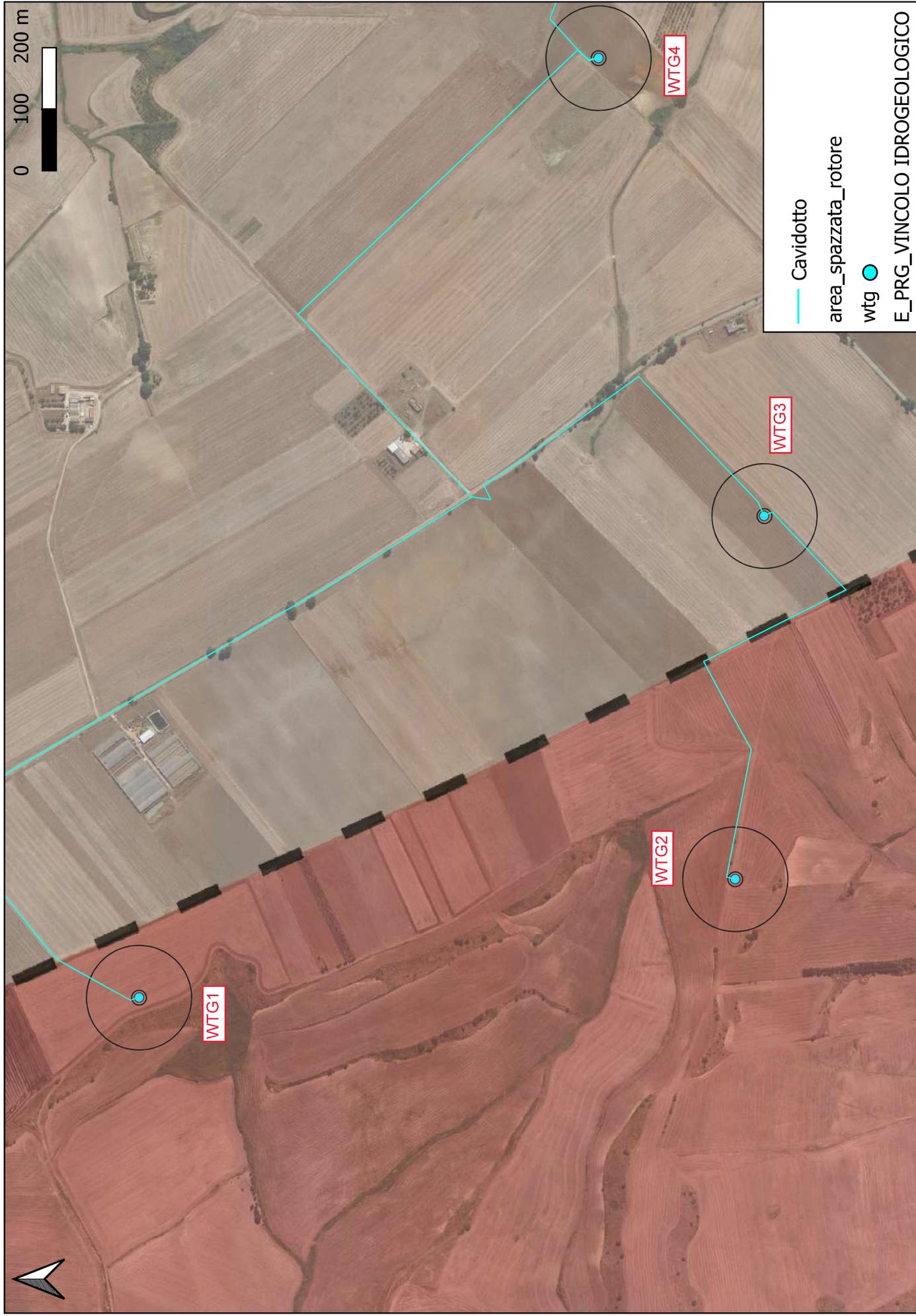


Figura 8.2: Aerogeneratori WTG 1 e 2 ricadenti nella perimetrazione del vincolo idrogeologico redatte ai sensi del R.D. 3267/1923 su base ortofoto scala 1:10000

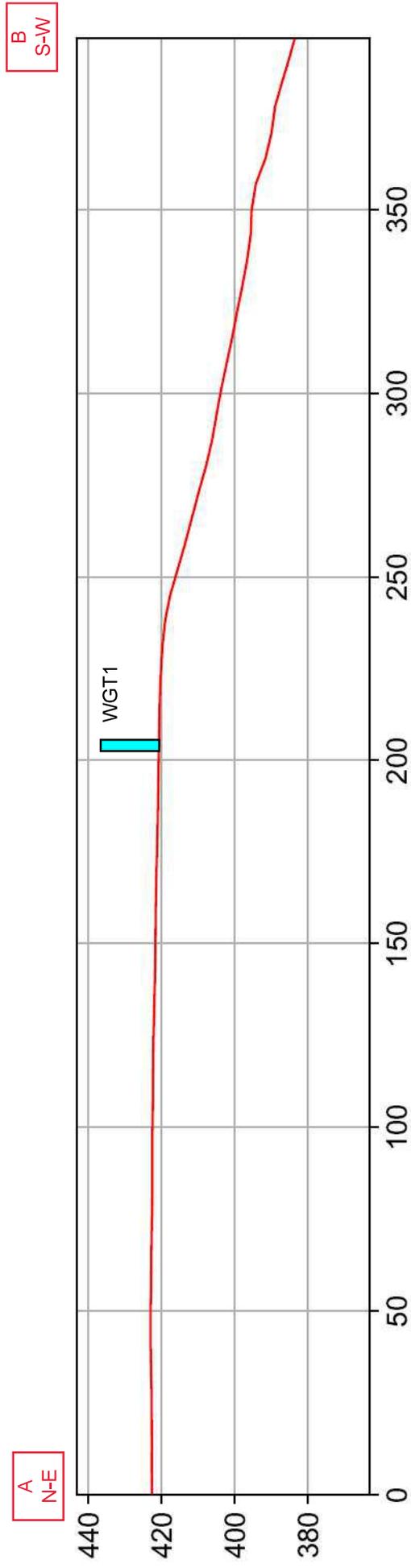
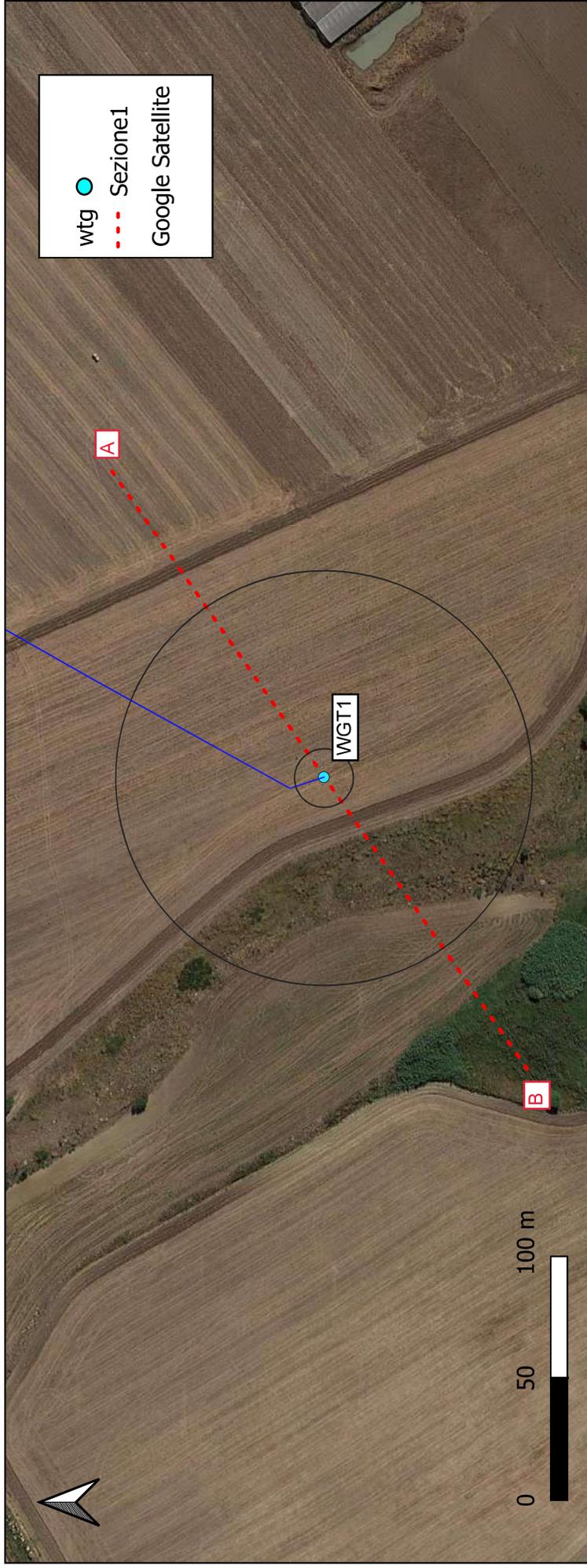


Figura 9.1: ubicazione traccia "A-B" su stralicio ortofoto scala 1:3000 e profilo topografico con ubicazione dell'aerogeneratore WGT1

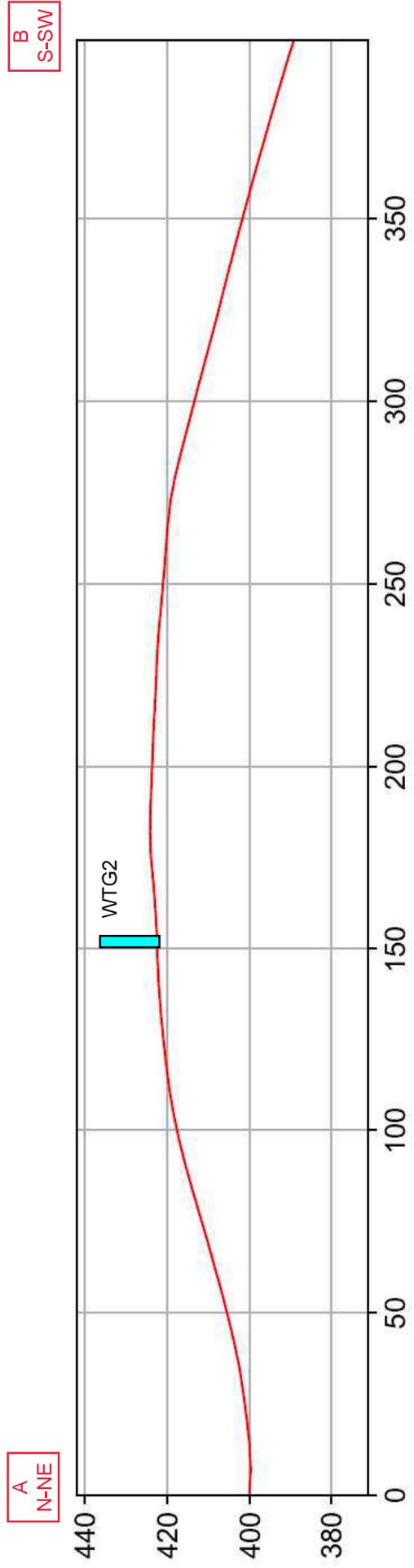
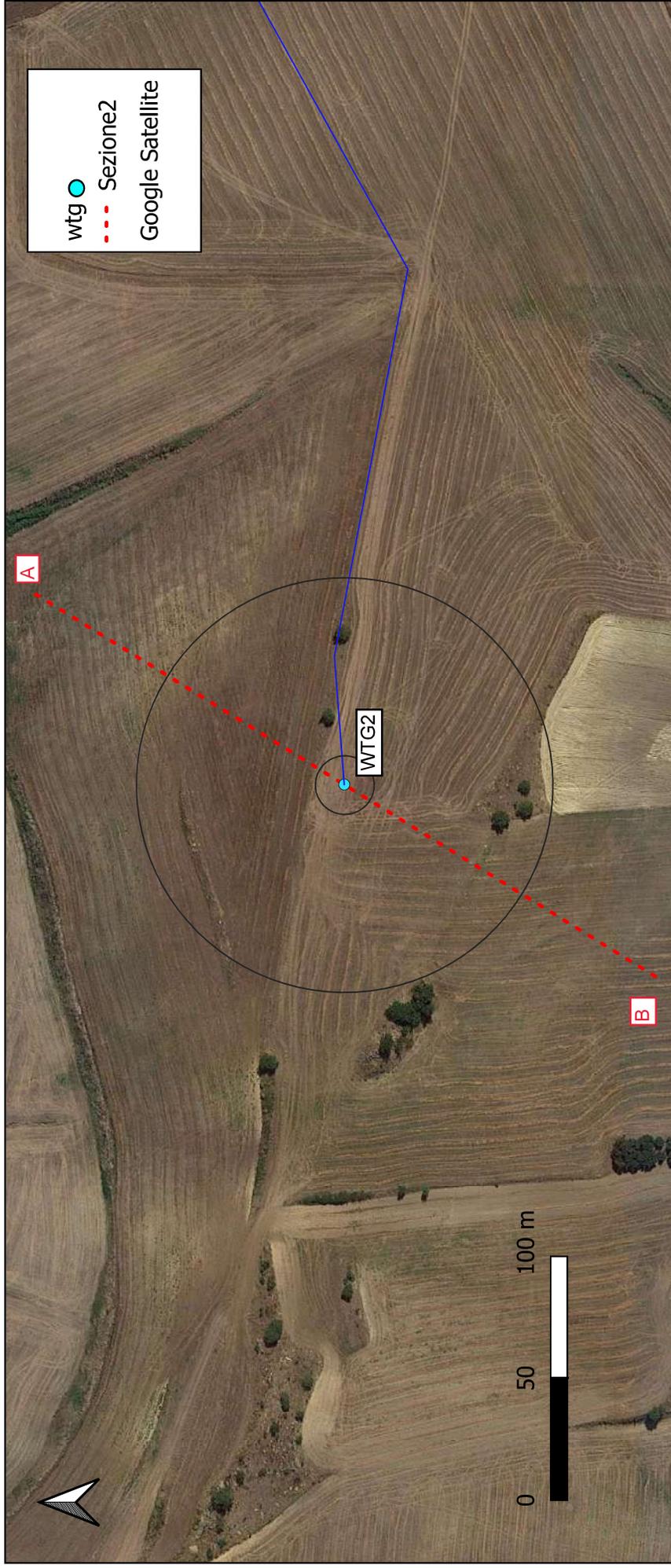


Figura 9.2: ubicazione traccia "A-B" su stralcio ortofoto scala 1:3000 e profilo topografico con ubicazione dell'aerogeneratore WTG2

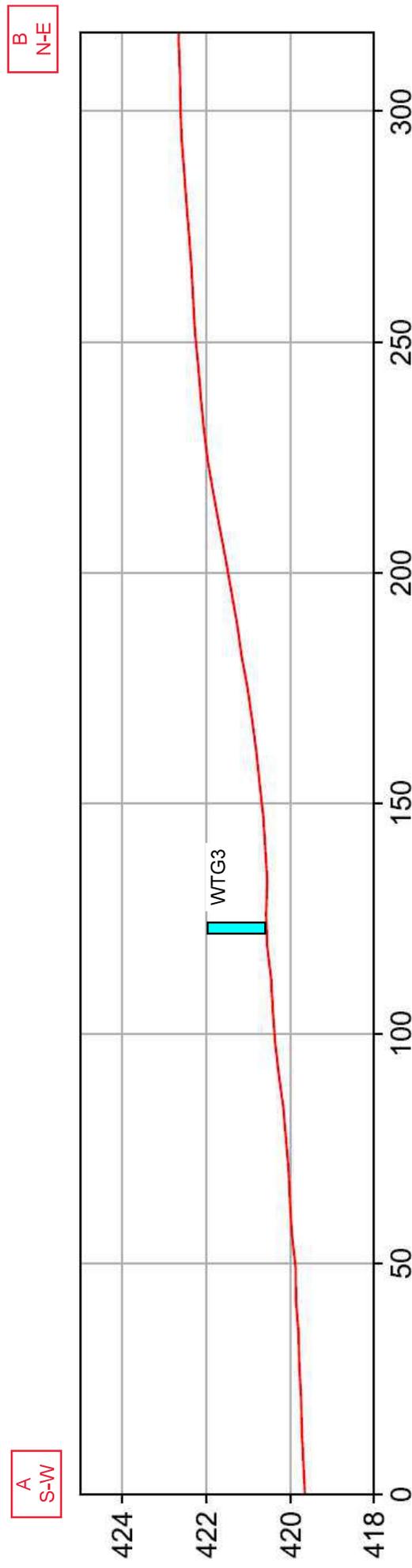
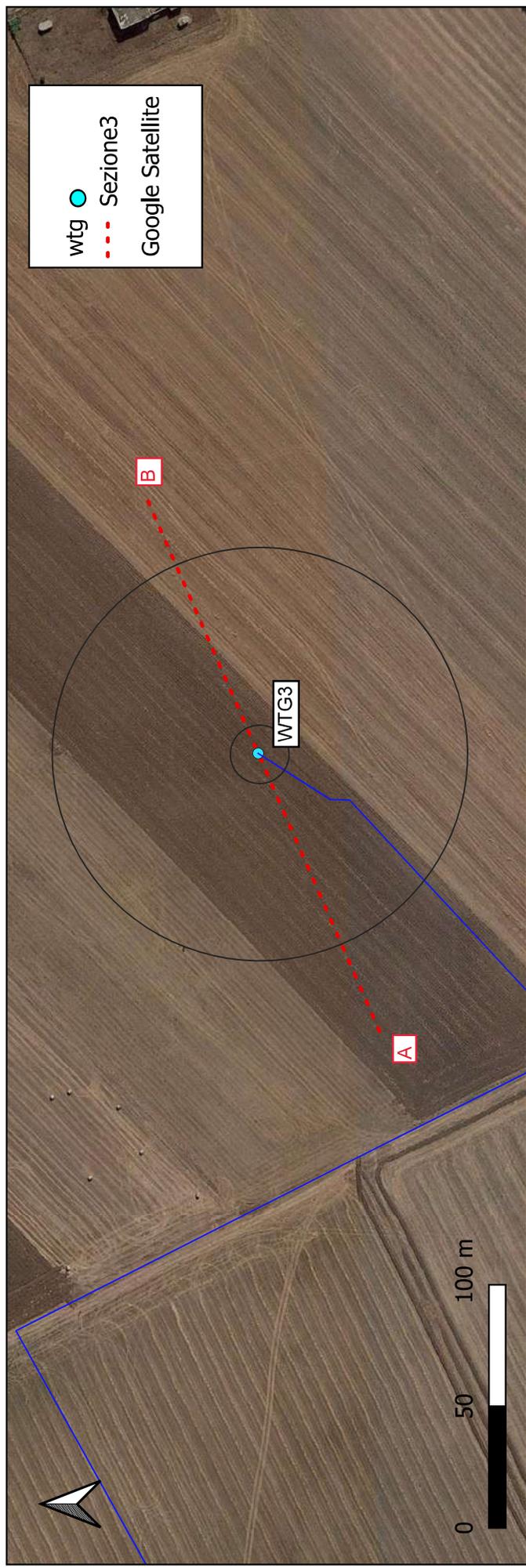


Figura 9.3: ubicazione traccia "A-B" su stralco ortofoto scala 1:3000 e profilo topografico con ubicazione dell'aerogeneratore WTG3

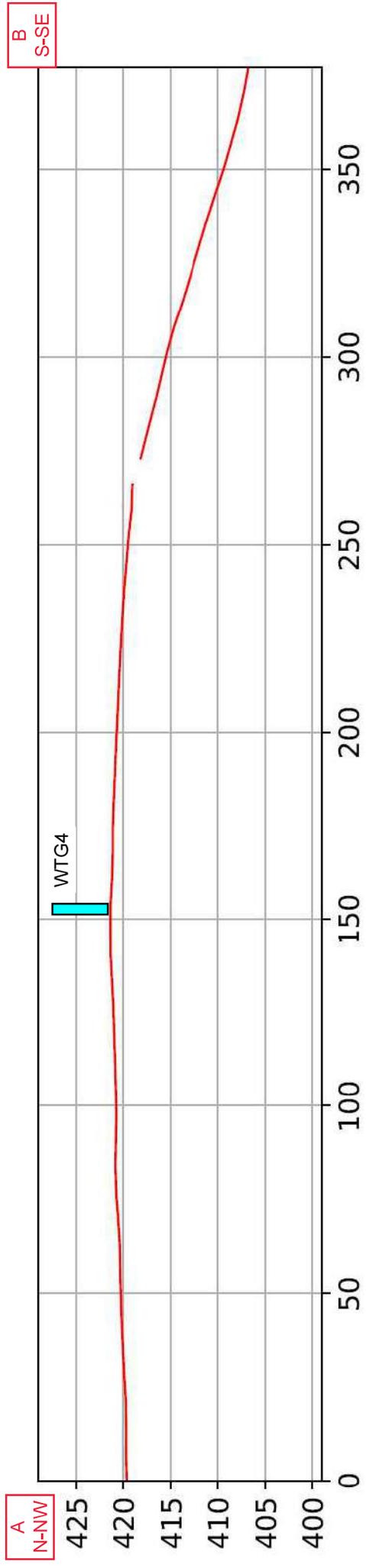
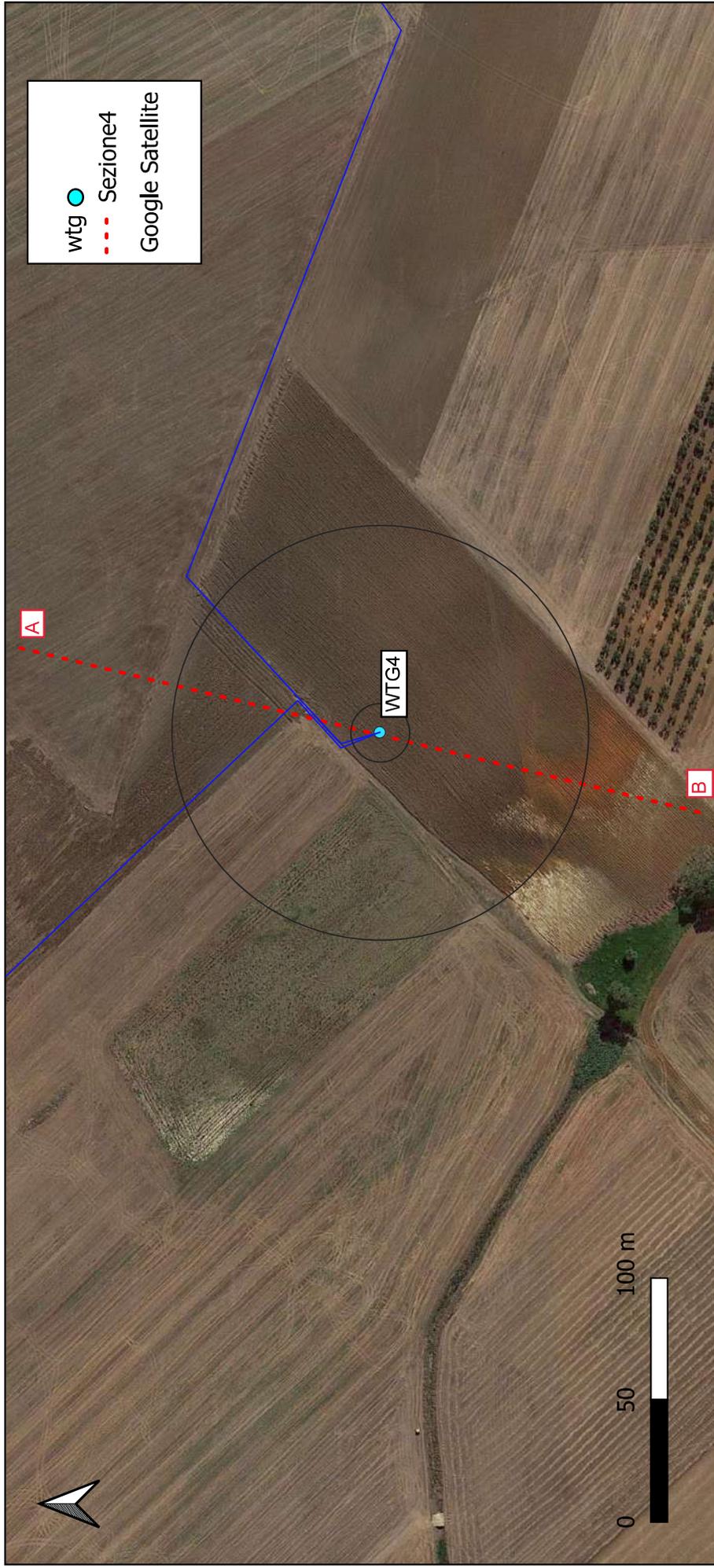


Figura 9.4: ubicazione traccia "A-B" su stralcio ortofoto scala 1:3000 e profilo topografico con ubicazione dell'aerogeneratore WTG4

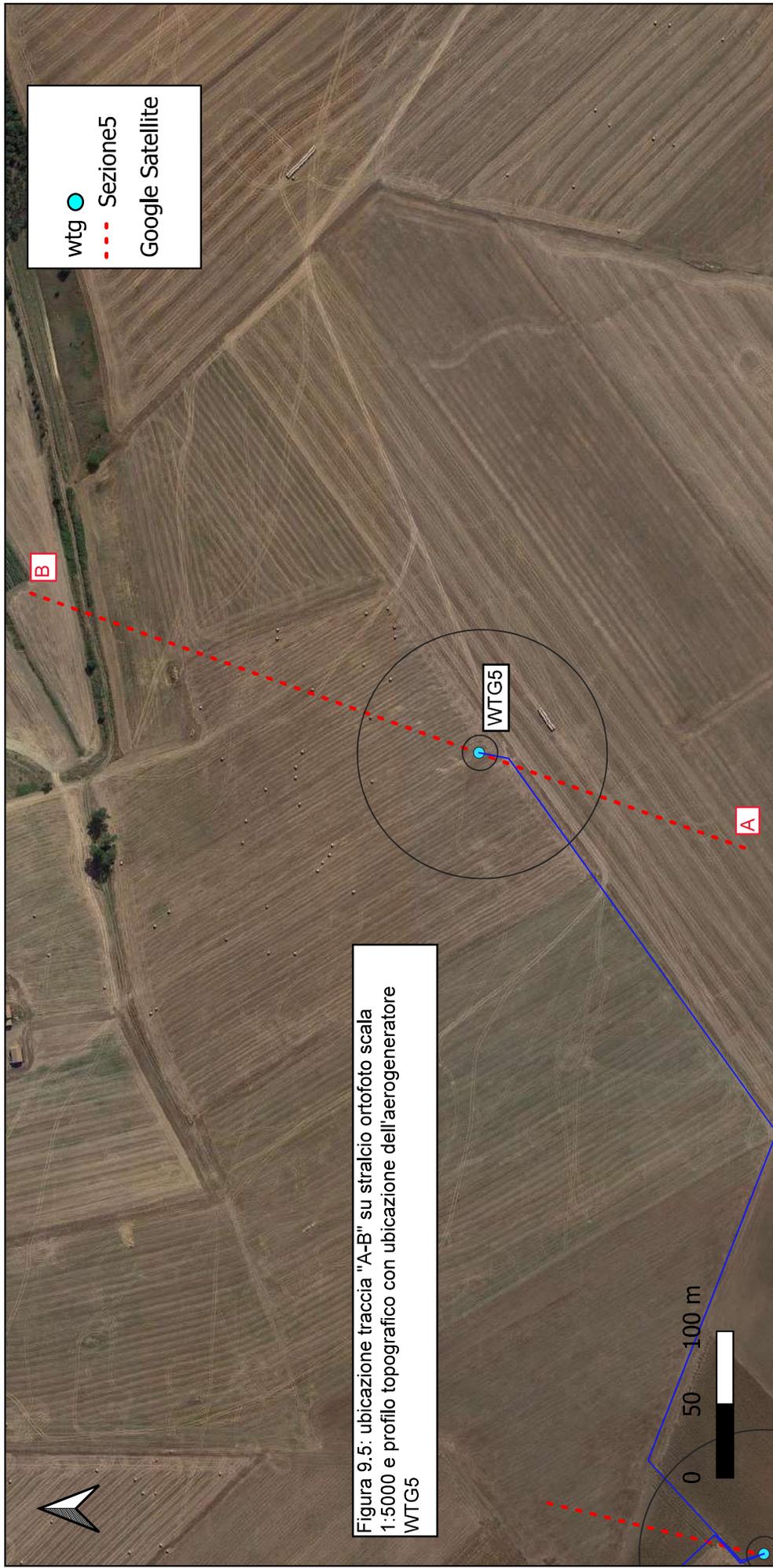
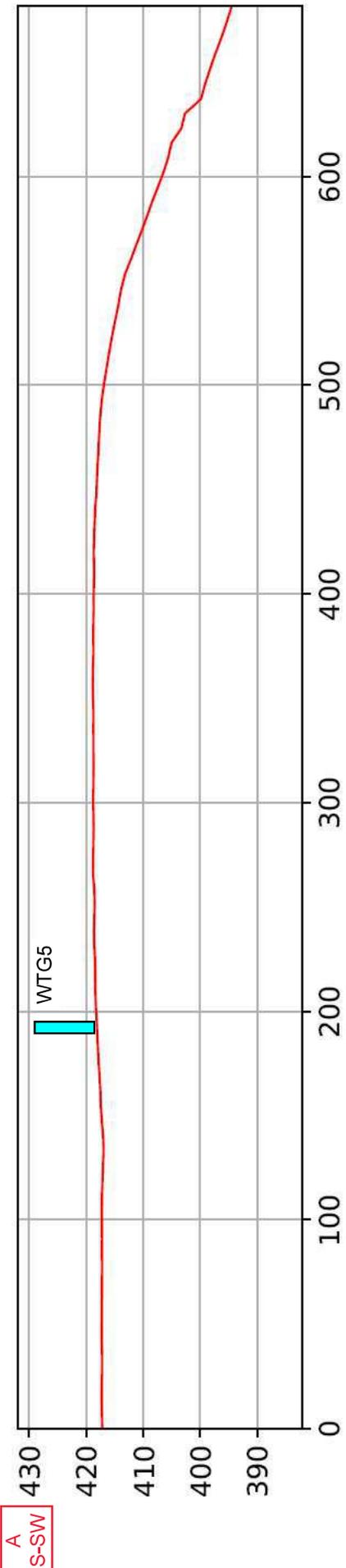


Figura 9.5: ubicazione traccia "A-B" su stralcio ortofoto scala 1:5000 e profilo topografico con ubicazione dell'aerogeneratore WTG5

B
N-NE



A
S-SW

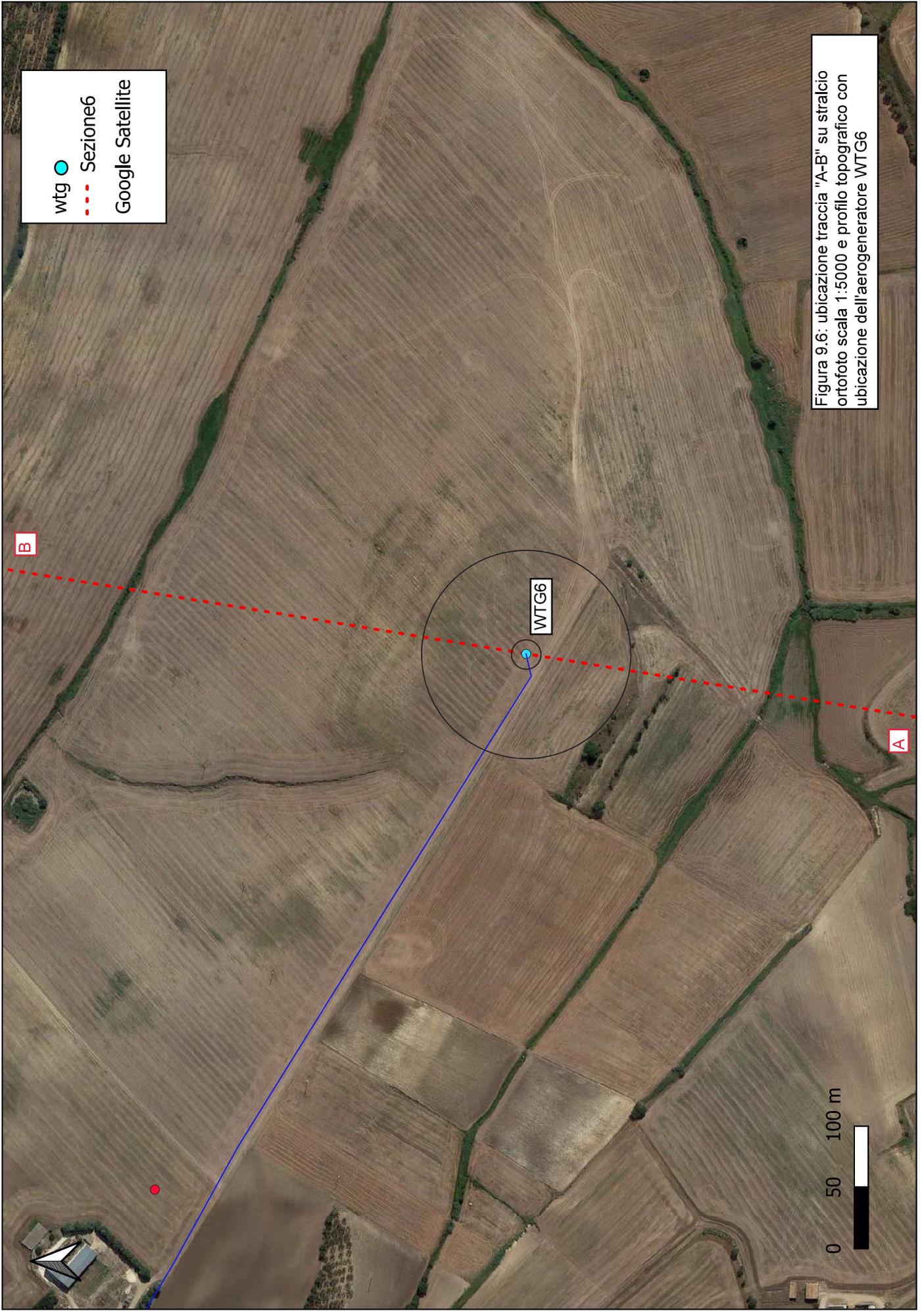
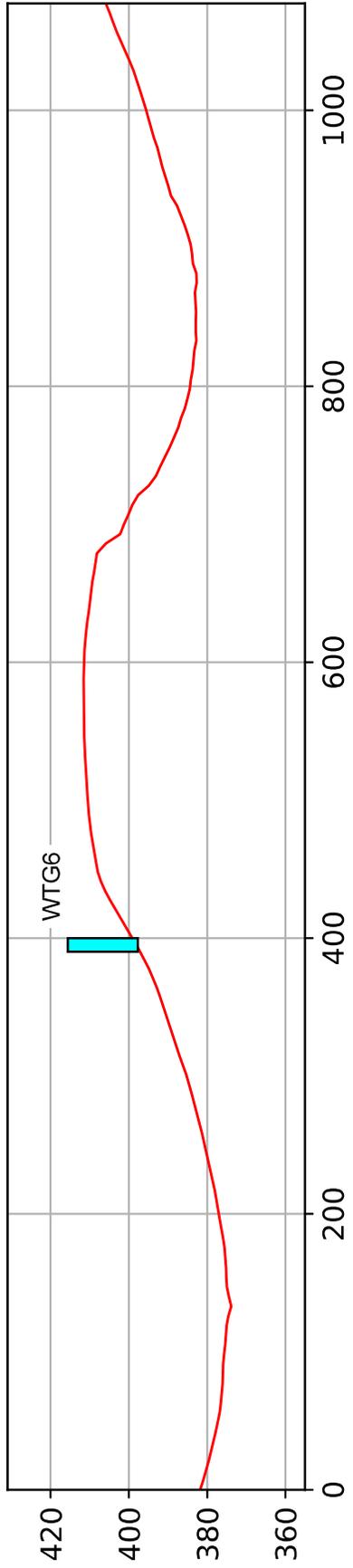
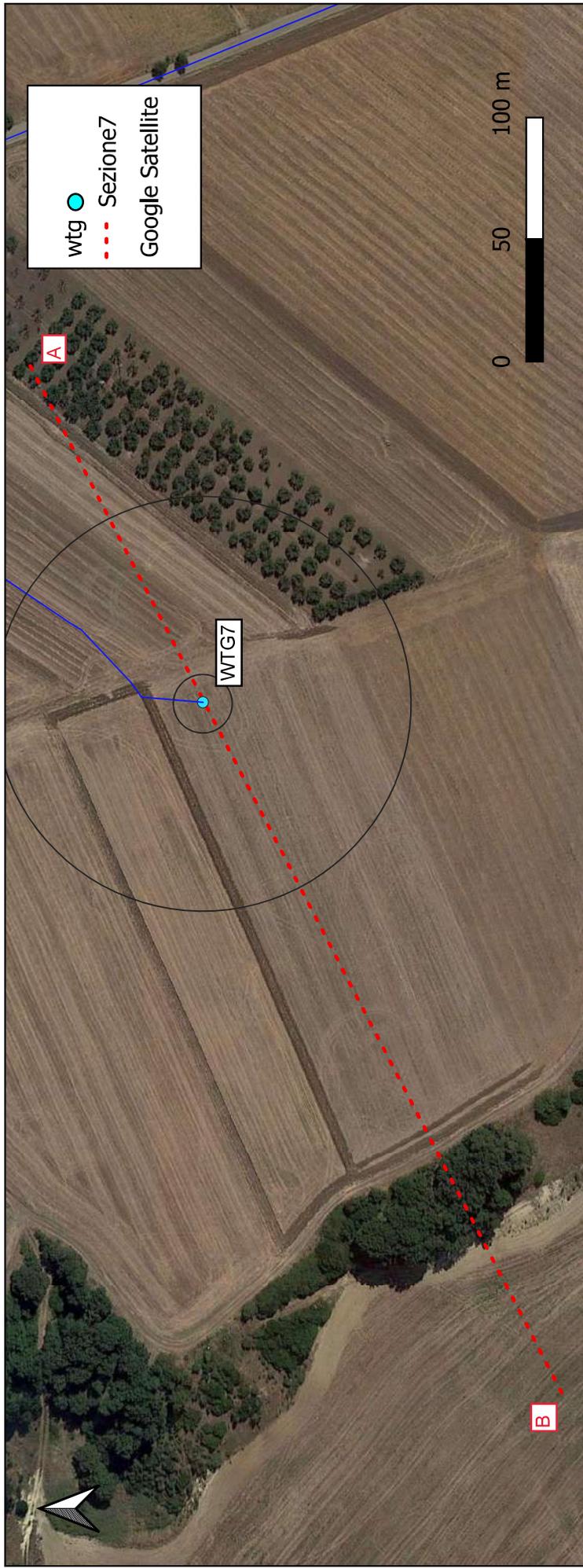


Figura 9.6: ubicazione traccia "A-B" su stralcio ortofoto scala 1:5000 e profilo topografico con ubicazione dell'aerogeneratore WTG6

B
N-NE

A
S-SW





B
S-W

A
N-E

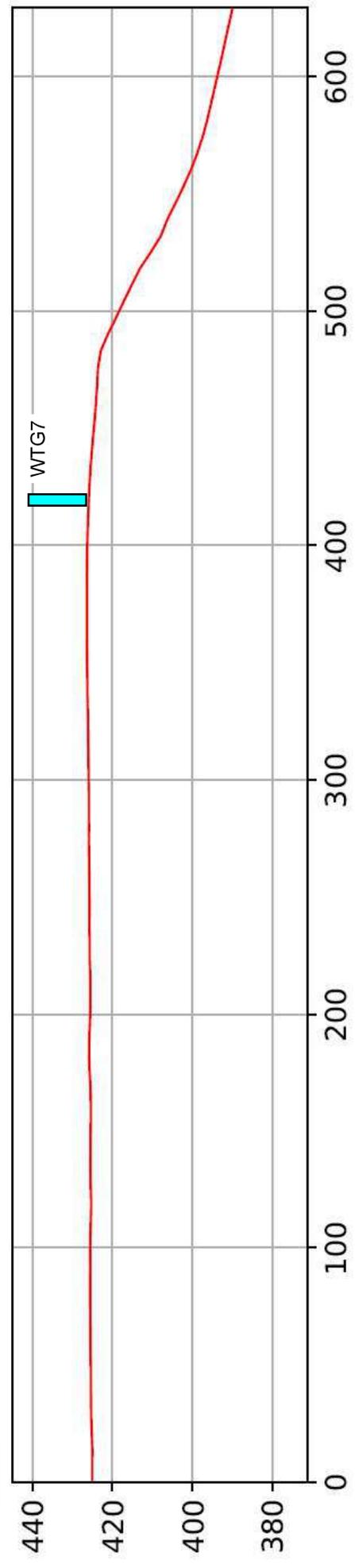


Figura 9.7: ubicazione traccia "A-B" su stralcio ortofoto scala 1:3000 e profilo topografico con ubicazione dell'aerogeneratore WTG7

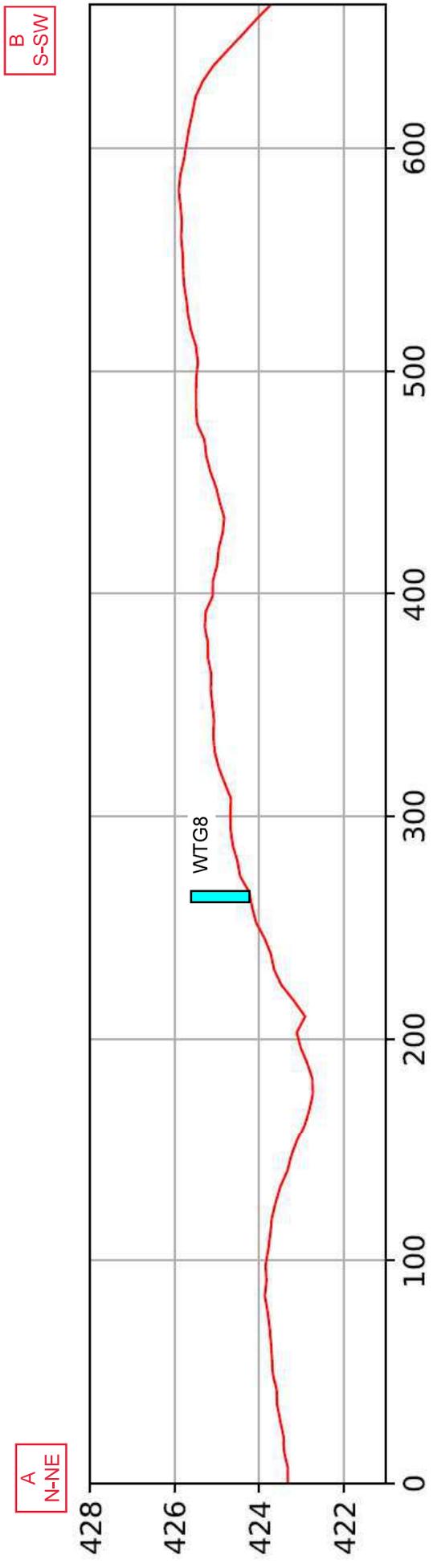
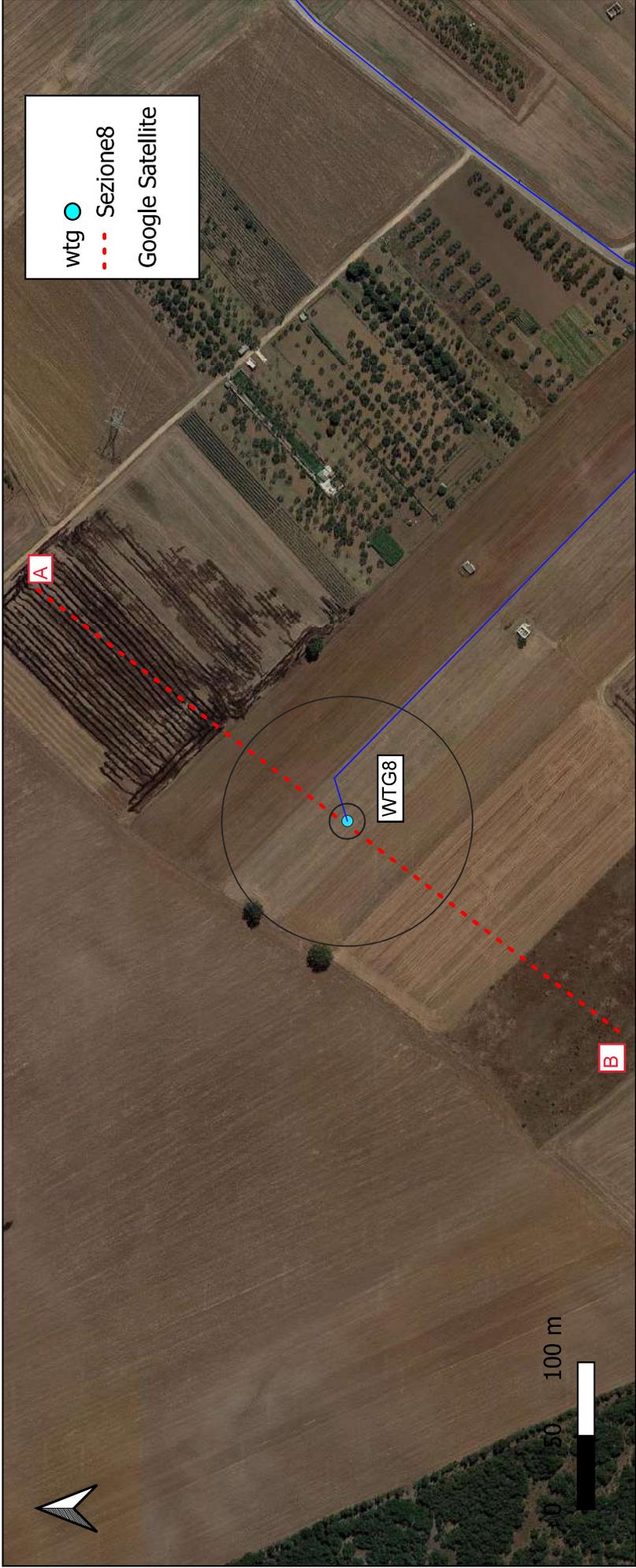


Figura 9.8: ubicazione traccia "A-B" su stralcio ortofoto scala 1:5000 e profilo topografico con ubicazione dell'aerogeneratore WTG8

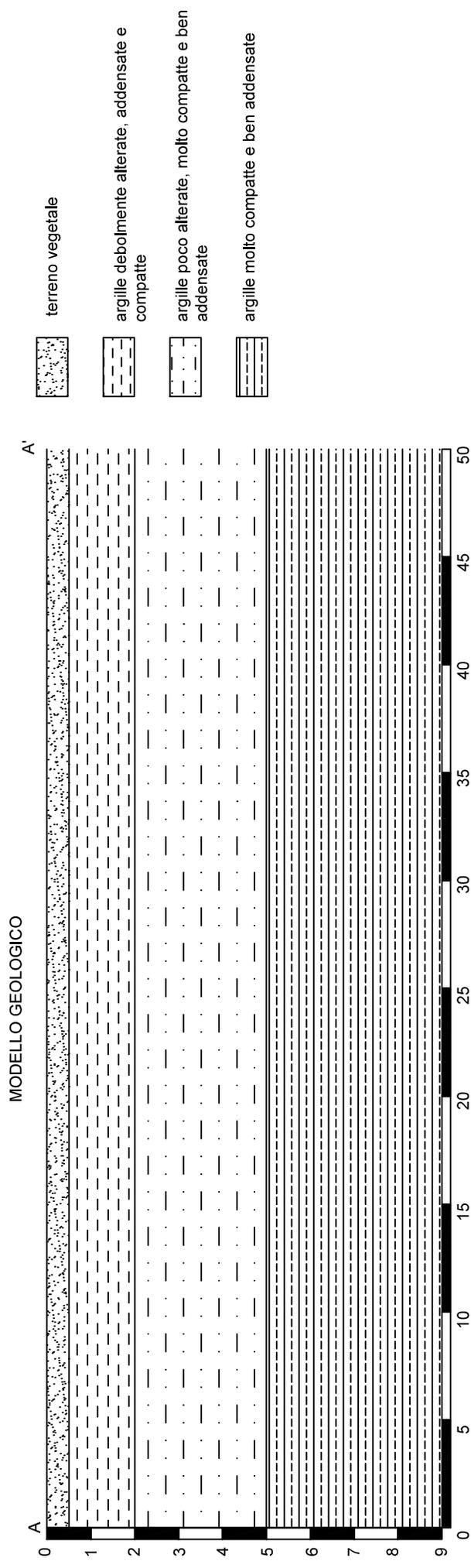


Figura 10: modello geologico di riferimento

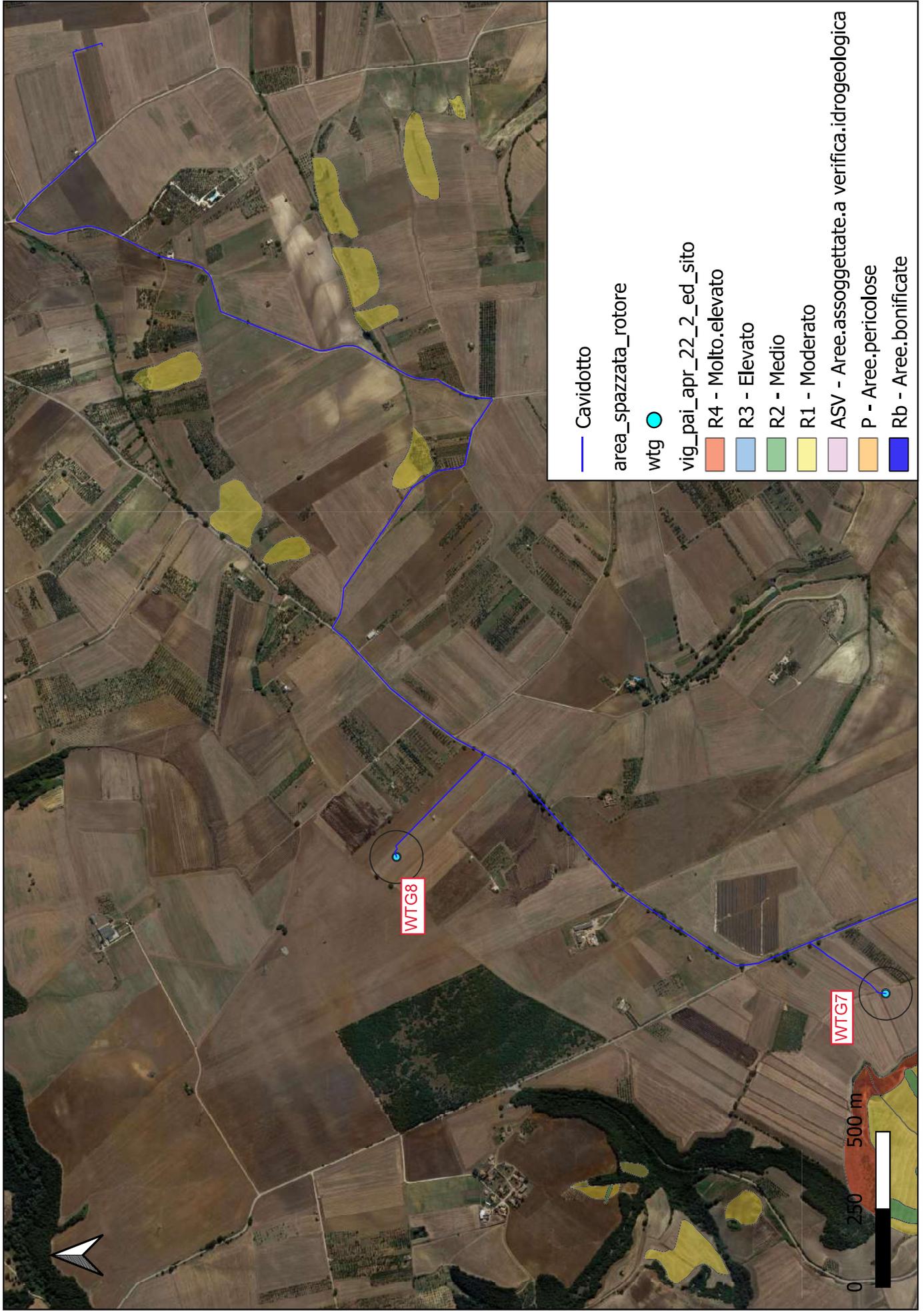


Figura 11.1: ubicazione impianto eolico su stralcio carta PAI frane della Regione Basilicata scala 1:20000

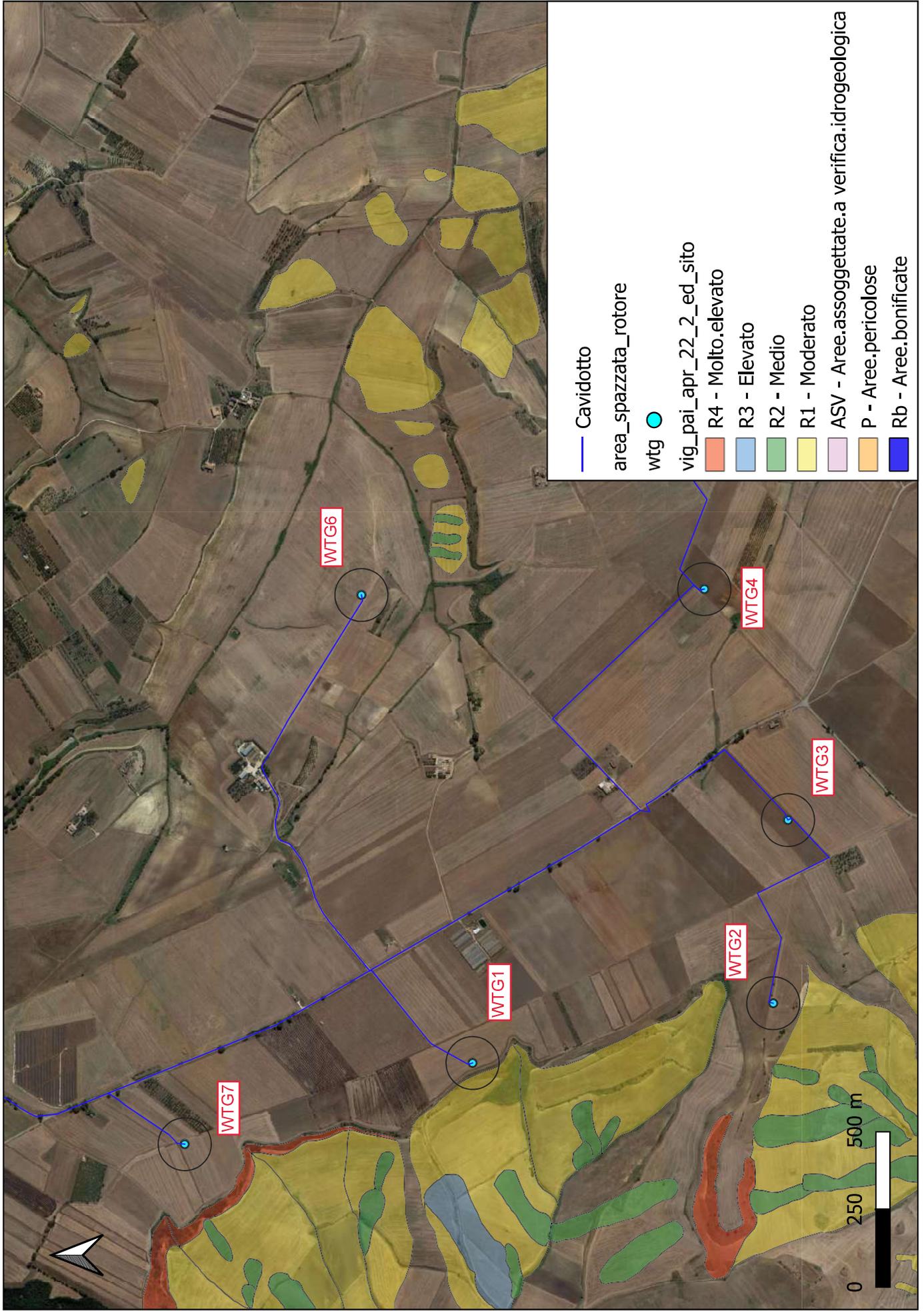


Figura 11.2: ubicazione impianto eolico su stralcio carta PAI franedella Regione Basilicata scala 1:20000

Allegato 1: Report verifica stabilità di versante per gli aerogeneratori WTG1 e WTG 2

1. Analisi di stabilità del versante WTG1 e WTG2

Come riporta l'art. 7.11.3.5 delle NTC 2018 "La realizzazione di strutture o infrastrutture su versanti o in prossimità del piede o della sommità di pendii naturali richiede la preventiva verifica delle condizioni di stabilità, affinché prima, durante o dopo il sisma la resistenza del sistema sia superiore alle azioni (condizione [6.2.1] di cui al § 6.2.4.1) oppure gli spostamenti permanenti indotti dal sisma siano di entità tale da non pregiudicare le condizioni di sicurezza o di funzionalità delle strutture o infrastrutture medesime.

La verifica di stabilità pre- e post-opera è stata calcolata lungo la sezione di versante di massima acclività.

2. Relazione di calcolo

Definizione

Per pendio si intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana si intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

3. Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

- Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (j), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
- In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

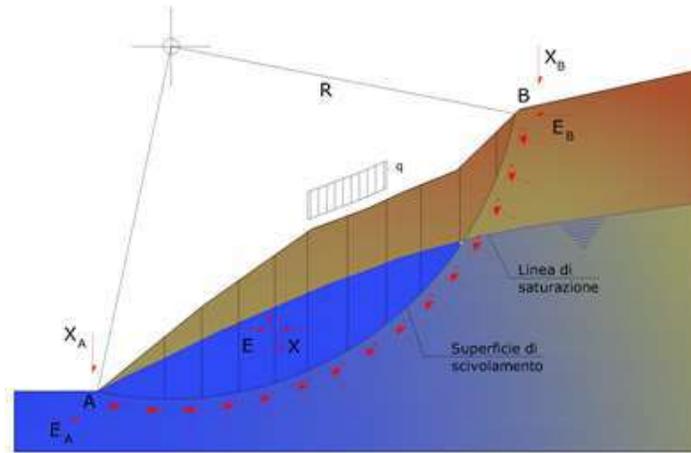
4. Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (t) e confrontate con la resistenza disponibile (t_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.



5. Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_j agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_j ;
- $(n-1)$ forze normali E_j agenti sull'interfaccia dei conci;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_j agenti sull'interfaccia dei conci;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_j ;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_j ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

Mentre le equazioni a disposizione sono:

- equazioni di equilibrio dei momenti n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n ;
- equazioni relative al criterio di rottura n .

Totale numero di equazioni $4n$.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a (n-2) in quanto si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le (n-2) indeterminazioni.

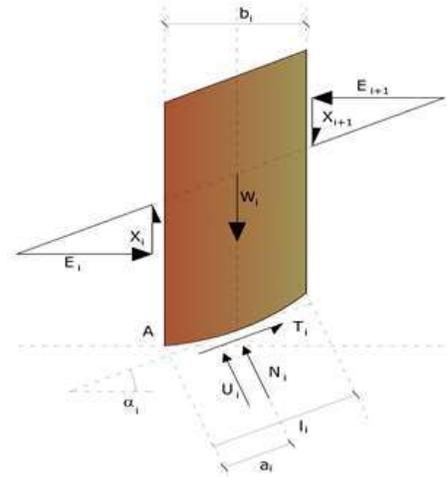
6. Metodo di Bishop (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di DX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $DX = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di Bishop ordinario, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1%.

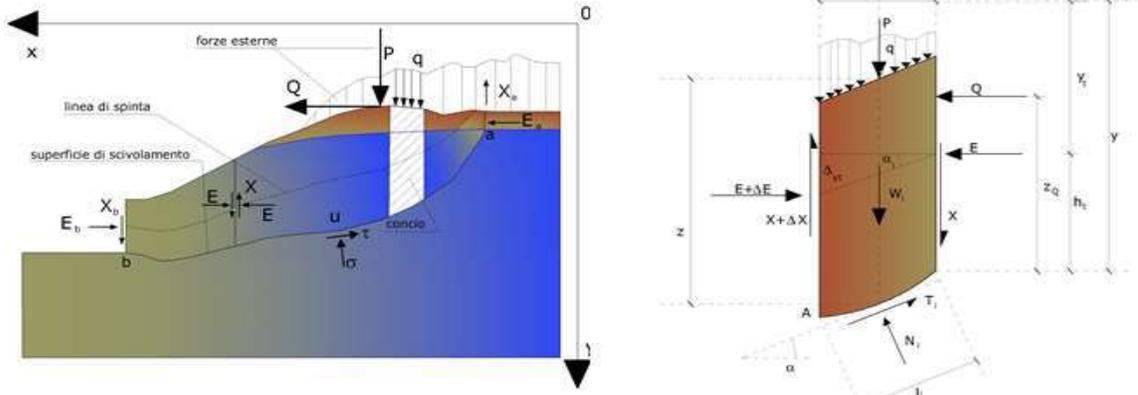


7. Metodo di Janbu (1967)

Janbu estese il metodo di Bishop a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio). A tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

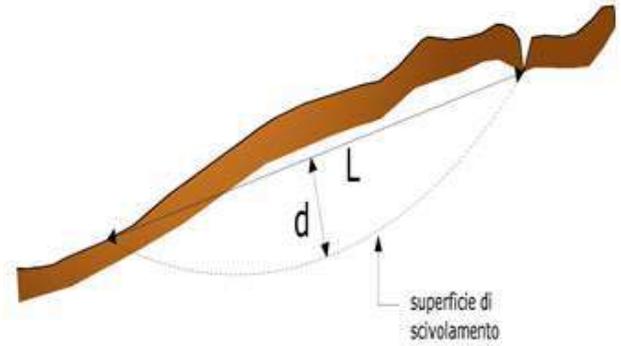
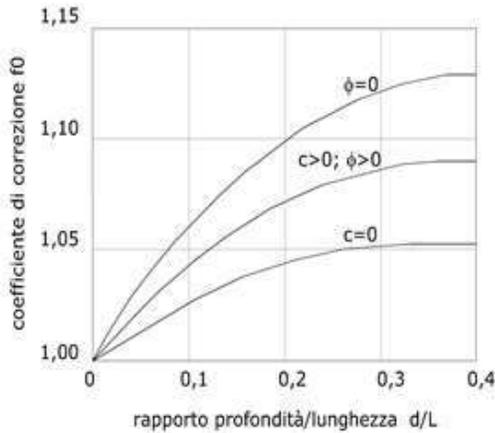
$$F = \frac{\sum \{c_i \times b + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \tan \alpha_i}$$



Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso
 Assumendo $DX_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario. Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_0 \cdot F$$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.



Verifica di stabilità pre-opera WTG1

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

=====	
Lat./Long.	40.738124/16.498804°
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	
=====	

Maglia dei Centri

=====	
Ascissa vertice sinistro inferiore xi	192.02 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	522.57 m
Ascissa vertice destro superiore xs	560.0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	670.0 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	20.0
Numero di celle lungo y	20.0
=====	

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.363	2.494	0.277
S.L.D.	50.0	0.471	2.497	0.313
S.L.V.	475.0	1.187	2.544	0.391
S.L.C.	975.0	1.481	2.608	0.404

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.5445	0.2	0.0111	0.0056
S.L.D.	0.7065	0.2	0.0144	0.0072
S.L.V.	1.7805	0.24	0.0436	0.0218
S.L.C.	2.1677	0.24	0.0531	0.0265

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0436
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0218

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	180.16	425.74
2	185.4	425.65
3	190.65	425.47
4	195.89	425.55
5	201.13	425.37
6	206.37	425.33
7	211.62	425.27
8	216.86	425.24
9	222.1	425.26
10	227.35	425.08
11	232.59	425.09
12	237.83	425.04
13	243.08	424.88
14	248.32	424.73
15	253.56	424.66
16	258.81	424.53
17	264.05	424.5
18	269.29	424.48
19	274.54	424.21
20	279.78	424.04
21	285.02	423.97
22	290.27	423.96
23	295.51	423.7
24	300.75	423.63
25	306.0	423.56
26	311.24	423.39
27	316.48	423.03
28	321.73	422.31
29	326.97	420.94
30	332.21	418.45
31	337.46	417.05
32	342.7	414.92
33	347.94	413.16
34	353.19	411.55
35	358.43	410.72
36	363.67	409.46
37	368.92	408.57
38	374.16	407.62
39	379.4	405.78
40	384.65	404.73
41	389.89	403.8
42	395.13	402.02
43	400.38	400.9
44	405.62	400.0
45	410.86	398.52
46	416.11	397.78
47	421.35	396.22
48	426.59	394.14
49	431.84	392.32
50	437.08	391.77

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

51	442.32	391.38
52	447.57	390.27
53	452.81	390.09
54	458.05	389.82
55	463.3	388.73
56	468.54	388.43
57	473.78	387.95
58	479.03	386.35
59	484.27	385.84
60	489.51	385.17
61	494.76	384.56
62	500.0	382.7
63	505.24	381.77
64	510.49	380.79
65	515.73	378.94
66	520.97	377.85
67	526.22	376.98
68	531.46	375.21
69	536.7	374.18
70	541.95	373.4
71	547.19	371.81
72	552.43	371.3
73	557.68	370.74
74	562.92	369.27
75	568.16	368.83
76	573.41	368.27
77	578.65	367.59
78	583.89	366.37
79	589.14	365.96
80	594.38	365.56
81	599.62	364.18
82	604.87	363.82
83	610.11	363.29
84	615.35	361.99
85	620.6	361.58
86	625.84	360.97
87	631.08	359.58
88	636.33	358.74
89	641.57	357.61
90	646.81	355.65
91	652.06	353.78
92	657.3	352.97
93	662.54	352.15
94	667.79	350.32
95	673.03	349.56
96	678.27	348.76
97	683.52	346.83
98	688.76	346.12
99	694.0	345.34
100	699.24	343.66
101	704.49	342.94
102	709.73	342.18
103	714.97	341.41
104	720.22	339.85
105	725.46	339.29
106	730.7	338.72

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

107	735.95	337.26
108	741.19	336.54
109	746.43	335.77
110	751.68	334.25
111	756.92	333.38
112	762.16	332.45
113	767.41	330.93
114	772.65	329.9
115	777.89	329.05
116	783.14	328.49
117	788.38	326.98
118	793.62	326.55
119	798.87	326.21
120	804.11	324.83
121	809.35	324.53
122	814.6	324.24
123	819.84	322.85
124	825.08	322.54
125	830.33	322.0
126	835.57	320.6
127	840.81	319.97
128	846.06	319.28
129	851.3	318.58
130	856.54	317.1
131	861.79	316.35
132	867.03	315.56
133	872.27	314.38
134	877.52	313.69
135	882.76	313.44
136	888.0	312.49
137	893.25	311.85
138	898.49	311.48
139	903.73	310.7
140	908.98	310.26
141	914.22	309.77
142	919.46	309.11
143	924.71	308.54
144	929.95	307.96
145	935.19	307.3
146	940.44	306.66
147	945.68	306.26
148	950.92	305.87
149	956.17	305.36
150	961.41	305.08
151	966.65	304.83
152	971.9	304.49
153	977.14	304.31
154	982.38	304.11
155	987.63	304.4
156	992.87	302.45
157	998.11	303.79
158	1003.36	302.9
159	1008.6	303.21
160	1013.84	303.0
161	1019.09	303.07
162	1024.33	303.58

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

163	1029.57	303.47
164	1034.82	303.13
165	1040.06	303.56
166	1045.3	303.38
167	1050.55	303.41
168	1055.79	303.86
169	1061.03	303.78
170	1066.28	303.51
171	1071.52	303.22
172	1076.76	303.39
173	1082.01	303.01
174	1087.25	302.56
175	1092.49	302.12
176	1097.74	301.69
177	1102.98	301.18
178	1108.22	300.72
179	1113.47	300.3
180	1118.71	299.82
181	1123.95	299.65
182	1129.2	299.33
183	1134.44	298.75
184	1139.68	298.48
185	1144.93	298.48
186	1150.17	298.18
187	1155.41	297.88
188	1160.66	297.96
189	1165.9	297.87
190	1171.14	297.64
191	1176.39	297.96
192	1181.63	297.81
193	1186.87	297.71
194	1192.12	298.17

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	180.16	420.74
2	185.4	420.65
3	190.65	420.47
4	195.89	420.55
5	201.13	420.37
6	206.37	420.33
7	211.62	420.27
8	216.86	420.24
9	222.1	420.26
10	227.35	420.08
11	232.59	420.09
12	237.83	420.04
13	243.08	419.88
14	248.32	419.73
15	253.56	419.66
16	258.81	419.53
17	264.05	419.5
18	269.29	419.48
19	274.54	419.21
20	279.78	419.04

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

21	285.02	418.97
22	290.27	418.96
23	295.51	418.7
24	300.75	418.63
25	306.0	418.56
26	311.24	418.39
27	316.48	418.03
28	321.73	417.31
29	326.97	415.94
30	332.21	413.45
31	337.46	412.05
32	342.7	409.92
33	347.94	408.16
34	353.19	406.55
35	358.43	405.72
36	363.67	404.46
37	368.92	403.57
38	374.16	402.62
39	379.4	400.78
40	384.65	399.73
41	389.89	398.8
42	395.13	397.02
43	400.38	395.9
44	405.62	395.0
45	410.86	393.52
46	416.11	392.78
47	421.35	391.22
48	426.59	389.14
49	431.84	387.32
50	437.08	386.77
51	442.32	386.38
52	447.57	385.27
53	452.81	385.09
54	458.05	384.82
55	463.3	383.73
56	468.54	383.43
57	473.78	382.95
58	479.03	381.35
59	484.27	380.84
60	489.51	380.17
61	494.76	379.56
62	500.0	377.7
63	505.24	376.77
64	510.49	375.79
65	515.73	373.94
66	520.97	372.85
67	526.22	371.98
68	531.46	370.21
69	536.7	369.18
70	541.95	368.4
71	547.19	366.81
72	552.43	366.3
73	557.68	365.74
74	562.92	364.27
75	568.16	363.83
76	573.41	363.27

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

77	578.65	362.59
78	583.89	361.37
79	589.14	360.96
80	594.38	360.56
81	599.62	359.18
82	604.87	358.82
83	610.11	358.29
84	615.35	356.99
85	620.6	356.58
86	625.84	355.97
87	631.08	354.58
88	636.33	353.74
89	641.57	352.61
90	646.81	350.65
91	652.06	348.78
92	657.3	347.97
93	662.54	347.15
94	667.79	345.32
95	673.03	344.56
96	678.27	343.76
97	683.52	341.83
98	688.76	341.12
99	694.0	340.34
100	699.24	338.66
101	704.49	337.94
102	709.73	337.18
103	714.97	336.41
104	720.22	334.85
105	725.46	334.29
106	730.7	333.72
107	735.95	332.26
108	741.19	331.54
109	746.43	330.77
110	751.68	329.25
111	756.92	328.38
112	762.16	327.45
113	767.41	325.93
114	772.65	324.9
115	777.89	324.05
116	783.14	323.49
117	788.38	321.98
118	793.62	321.55
119	798.87	321.21
120	804.11	319.83
121	809.35	319.53
122	814.6	319.24
123	819.84	317.85
124	825.08	317.54
125	830.33	317.0
126	835.57	315.6
127	840.81	314.97
128	846.06	314.28
129	851.3	313.58
130	856.54	312.1
131	861.79	311.35
132	867.03	310.56

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

133	872.27	309.38
134	877.52	308.69
135	882.76	308.44
136	888.0	307.49
137	893.25	306.85
138	898.49	306.48
139	903.73	305.7
140	908.98	305.26
141	914.22	304.77
142	919.46	304.11
143	924.71	303.54
144	929.95	302.96
145	935.19	302.3
146	940.44	301.66
147	945.68	301.26
148	950.92	300.87
149	956.17	300.36
150	961.41	300.08
151	966.65	299.83
152	971.9	299.49
153	977.14	299.31
154	982.38	299.11
155	987.63	299.4
156	992.87	297.45
157	998.11	298.79
158	1003.36	297.9
159	1008.6	298.21
160	1013.84	298.0
161	1019.09	298.07
162	1024.33	298.58
163	1029.57	298.47
164	1034.82	298.13
165	1040.06	298.56
166	1045.3	298.38
167	1050.55	298.41
168	1055.79	298.86
169	1061.03	298.78
170	1066.28	298.51
171	1071.52	298.22
172	1076.76	298.39
173	1082.01	298.01
174	1087.25	297.56
175	1092.49	297.12
176	1097.74	296.69
177	1102.98	296.18
178	1108.22	295.72
179	1113.47	295.3
180	1118.71	294.82
181	1123.95	294.65
182	1129.2	294.33
183	1134.44	293.75
184	1139.68	293.48
185	1144.93	293.48
186	1150.17	293.18
187	1155.41	292.88
188	1160.66	292.96

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

189	1165.9	292.87
190	1171.14	292.64
191	1176.39	292.96
192	1181.63	292.81
193	1186.87	292.71
194	1192.12	293.17

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1	0.229		33.00	1625.00	1700.00	argilla poco alterata addensata e compatta
2	0,41		32	1700	2000	argilla compatta

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

Fs minimo individuato	2.81
Ascissa centro superficie	412.81 m
Ordinata centro superficie	588.91 m
Raggio superficie	197.02 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

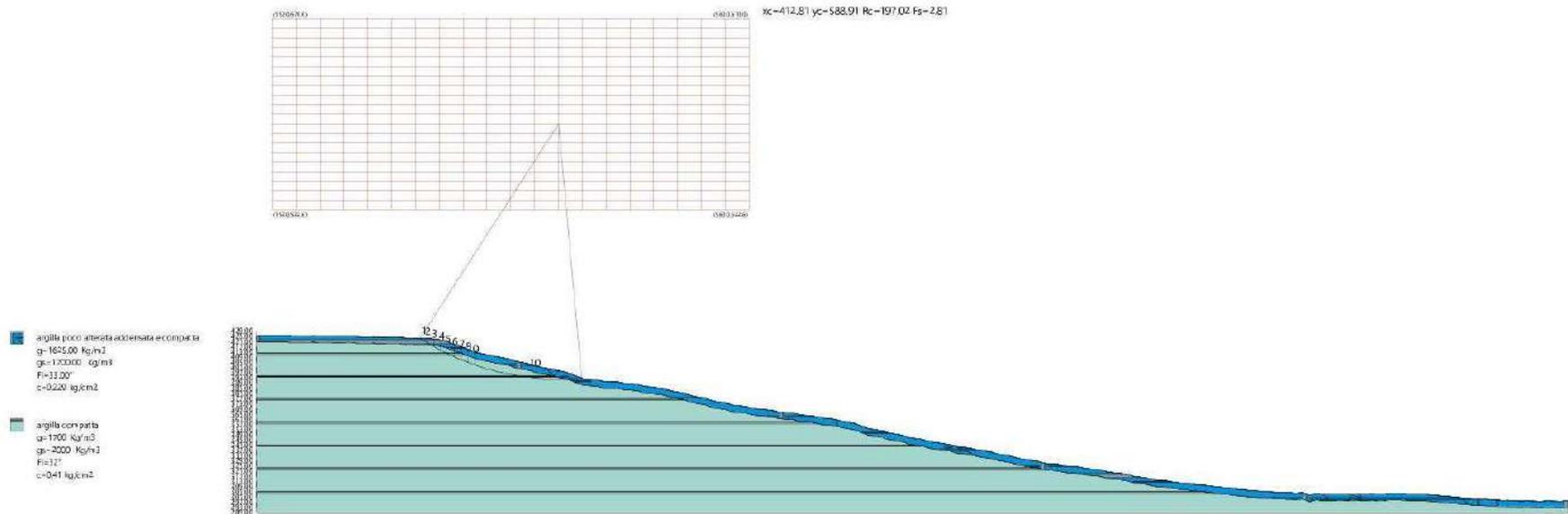
xc = 412.808 yc = 588.914 Rc = 197.021 Fs=2.809

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.32	32.9	0.4	52.1	2.27	1.14	0.18	27.5	0.0	-87.3	230.9
2	5.24	31.9	6.215154.75	660.75	330.37	0.18	27.5	27.5	0.013760.3	6573.2	
3	5.24	30.1	6.139778.37	1734.34	867.17	0.18	27.5	27.5	0.039466.0	11252.1	
4	5.24	28.4	6.061032.21	2661.01	1330.5	0.33	26.6	26.6	0.059861.0	17610.5	
5	5.24	26.7	5.976086.67	3317.38	1658.69	0.33	26.6	26.6	0.075004.4	20196.9	
6	5.24	25.0	5.881508.8	3553.78	1776.89	0.33	26.6	26.6	0.080133.2	21012.1	
7	5.24	23.3	5.785125.12	3711.46	1855.73	0.33	26.6	26.6	0.083424.2	21509.9	
8	5.24	21.7	5.688741.07	3869.11	1934.56	0.33	26.6	26.6	0.086738.9	22020.7	
9	5.24	20.0	5.689201.36	3889.18	1944.59	0.33	26.6	26.6	0.086930.3	21983.6	
10	82.77	7.0	83.41460775.063689.81	31844.9		0.33	26.6	26.6	0.01428570.0351553.7		

Dai dati delle verifiche eseguite è risultato che la **stabilità globale** del versante è **verificata**.

Infatti, il valore minimo del coefficiente di sicurezza è pari a FS min = 2,809 che risulta maggiore di Fs = 1,1 (valore minimo prefissato nel caso in esame).

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2



Dott. Raffaele Sassone
Via dei Mori, 22 - 70023 Gioia del Colle (BA)
e-mail: r.sassone@yahoo.it
P.IVA: 06504280725

Verifica di stabilità post-opera WTG1

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

=====	
Lat./Long.	40.738124/16.498804°
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	
=====	

Maglia dei Centri

=====	
Ascissa vertice sinistro inferiore xi	188.68 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	605.78 m
Ascissa vertice destro superiore xs	556.66 m
Ordinata vertice destro superiore ys	753.21 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	20.0
Numero di celle lungo y	20.0
=====	

Coefficienti sismici [N.T.C.]

=====

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.363	2.494	0.277
S.L.D.	50.0	0.471	2.497	0.313
S.L.V.	475.0	1.187	2.544	0.391
S.L.C.	975.0	1.481	2.608	0.404

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.5445	0.2	0.0111	0.0056
S.L.D.	0.7065	0.2	0.0144	0.0072
S.L.V.	1.7805	0.24	0.0436	0.0218
S.L.C.	2.1677	0.24	0.0531	0.0265

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0436
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0218

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	180.16	425.74
2	185.4	425.65
3	190.65	425.47
4	195.89	425.55
5	201.13	425.37
6	206.37	425.33
7	211.62	425.27
8	216.86	425.24
9	222.1	425.26
10	227.35	425.08
11	232.59	425.09
12	237.83	425.04
13	243.08	424.88
14	248.32	424.73
15	253.56	424.66
16	258.81	424.53
17	264.05	424.5
18	269.29	424.48
19	274.54	424.21
20	279.78	424.04
21	285.02	423.97
22	290.27	423.96
23	295.51	423.7
24	300.75	423.63
25	306.0	423.56
26	311.24	423.39
27	316.48	423.03
28	321.73	422.31
29	326.97	420.94
30	332.21	418.45
31	337.46	417.05
32	342.7	414.92
33	347.94	413.16
34	353.19	411.55
35	358.43	410.72
36	363.67	409.46
37	368.92	408.57
38	374.16	407.62
39	379.4	405.78
40	384.65	404.73
41	389.89	403.8
42	395.13	402.02
43	400.38	400.9
44	405.62	400.0
45	410.86	398.52
46	416.11	397.78
47	421.35	396.22
48	426.59	394.14
49	431.84	392.32

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

50	437.08	391.77
51	442.32	391.38
52	447.57	390.27
53	452.81	390.09
54	458.05	389.82
55	463.3	388.73
56	468.54	388.43
57	473.78	387.95
58	479.03	386.35
59	484.27	385.84
60	489.51	385.17
61	494.76	384.56
62	500.0	382.7
63	505.24	381.77
64	510.49	380.79
65	515.73	378.94
66	520.97	377.85
67	526.22	376.98
68	531.46	375.21
69	536.7	374.18
70	541.95	373.4
71	547.19	371.81
72	552.43	371.3
73	557.68	370.74
74	562.92	369.27
75	568.16	368.83
76	573.41	368.27
77	578.65	367.59
78	583.89	366.37
79	589.14	365.96
80	594.38	365.56
81	599.62	364.18
82	604.87	363.82
83	610.11	363.29
84	615.35	361.99
85	620.6	361.58
86	625.84	360.97
87	631.08	359.58
88	636.33	358.74
89	641.57	357.61
90	646.81	355.65
91	652.06	353.78
92	657.3	352.97
93	662.54	352.15
94	667.79	350.32
95	673.03	349.56
96	678.27	348.76
97	683.52	346.83
98	688.76	346.12
99	694.0	345.34
100	699.24	343.66
101	704.49	342.94
102	709.73	342.18
103	714.97	341.41
104	720.22	339.85
105	725.46	339.29

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

106	730.7	338.72
107	735.95	337.26
108	741.19	336.54
109	746.43	335.77
110	751.68	334.25
111	756.92	333.38
112	762.16	332.45
113	767.41	330.93
114	772.65	329.9
115	777.89	329.05
116	783.14	328.49
117	788.38	326.98
118	793.62	326.55
119	798.87	326.21
120	804.11	324.83
121	809.35	324.53
122	814.6	324.24
123	819.84	322.85
124	825.08	322.54
125	830.33	322.0
126	835.57	320.6
127	840.81	319.97
128	846.06	319.28
129	851.3	318.58
130	856.54	317.1
131	861.79	316.35
132	867.03	315.56
133	872.27	314.38
134	877.52	313.69
135	882.76	313.44
136	888.0	312.49
137	893.25	311.85
138	898.49	311.48
139	903.73	310.7
140	908.98	310.26
141	914.22	309.77
142	919.46	309.11
143	924.71	308.54
144	929.95	307.96
145	935.19	307.3
146	940.44	306.66
147	945.68	306.26
148	950.92	305.87
149	956.17	305.36
150	961.41	305.08
151	966.65	304.83
152	971.9	304.49
153	977.14	304.31
154	982.38	304.11
155	987.63	304.4
156	992.87	302.45
157	998.11	303.79
158	1003.36	302.9
159	1008.6	303.21
160	1013.84	303.0
161	1019.09	303.07

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

162	1024.33	303.58
163	1029.57	303.47
164	1034.82	303.13
165	1040.06	303.56
166	1045.3	303.38
167	1050.55	303.41
168	1055.79	303.86
169	1061.03	303.78
170	1066.28	303.51
171	1071.52	303.22
172	1076.76	303.39
173	1082.01	303.01
174	1087.25	302.56
175	1092.49	302.12
176	1097.74	301.69
177	1102.98	301.18
178	1108.22	300.72
179	1113.47	300.3
180	1118.71	299.82
181	1123.95	299.65
182	1129.2	299.33
183	1134.44	298.75
184	1139.68	298.48
185	1144.93	298.48
186	1150.17	298.18
187	1155.41	297.88
188	1160.66	297.96
189	1165.9	297.87
190	1171.14	297.64
191	1176.39	297.96
192	1181.63	297.81
193	1186.87	297.71
194	1192.12	298.17

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	180.16	420.74
2	185.4	420.65
3	190.65	420.47
4	195.89	420.55
5	201.13	420.37
6	206.37	420.33
7	211.62	420.27
8	216.86	420.24
9	222.1	420.26
10	227.35	420.08
11	232.59	420.09
12	237.83	420.04
13	243.08	419.88
14	248.32	419.73
15	253.56	419.66
16	258.81	419.53
17	264.05	419.5
18	269.29	419.48
19	274.54	419.21

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

20	279.78	419.04
21	285.02	418.97
22	290.27	418.96
23	295.51	418.7
24	300.75	418.63
25	306.0	418.56
26	311.24	418.39
27	316.48	418.03
28	321.73	417.31
29	326.97	415.94
30	332.21	413.45
31	337.46	412.05
32	342.7	409.92
33	347.94	408.16
34	353.19	406.55
35	358.43	405.72
36	363.67	404.46
37	368.92	403.57
38	374.16	402.62
39	379.4	400.78
40	384.65	399.73
41	389.89	398.8
42	395.13	397.02
43	400.38	395.9
44	405.62	395.0
45	410.86	393.52
46	416.11	392.78
47	421.35	391.22
48	426.59	389.14
49	431.84	387.32
50	437.08	386.77
51	442.32	386.38
52	447.57	385.27
53	452.81	385.09
54	458.05	384.82
55	463.3	383.73
56	468.54	383.43
57	473.78	382.95
58	479.03	381.35
59	484.27	380.84
60	489.51	380.17
61	494.76	379.56
62	500.0	377.7
63	505.24	376.77
64	510.49	375.79
65	515.73	373.94
66	520.97	372.85
67	526.22	371.98
68	531.46	370.21
69	536.7	369.18
70	541.95	368.4
71	547.19	366.81
72	552.43	366.3
73	557.68	365.74
74	562.92	364.27
75	568.16	363.83

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

76	573.41	363.27
77	578.65	362.59
78	583.89	361.37
79	589.14	360.96
80	594.38	360.56
81	599.62	359.18
82	604.87	358.82
83	610.11	358.29
84	615.35	356.99
85	620.6	356.58
86	625.84	355.97
87	631.08	354.58
88	636.33	353.74
89	641.57	352.61
90	646.81	350.65
91	652.06	348.78
92	657.3	347.97
93	662.54	347.15
94	667.79	345.32
95	673.03	344.56
96	678.27	343.76
97	683.52	341.83
98	688.76	341.12
99	694.0	340.34
100	699.24	338.66
101	704.49	337.94
102	709.73	337.18
103	714.97	336.41
104	720.22	334.85
105	725.46	334.29
106	730.7	333.72
107	735.95	332.26
108	741.19	331.54
109	746.43	330.77
110	751.68	329.25
111	756.92	328.38
112	762.16	327.45
113	767.41	325.93
114	772.65	324.9
115	777.89	324.05
116	783.14	323.49
117	788.38	321.98
118	793.62	321.55
119	798.87	321.21
120	804.11	319.83
121	809.35	319.53
122	814.6	319.24
123	819.84	317.85
124	825.08	317.54
125	830.33	317.0
126	835.57	315.6
127	840.81	314.97
128	846.06	314.28
129	851.3	313.58
130	856.54	312.1
131	861.79	311.35

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

132	867.03	310.56
133	872.27	309.38
134	877.52	308.69
135	882.76	308.44
136	888.0	307.49
137	893.25	306.85
138	898.49	306.48
139	903.73	305.7
140	908.98	305.26
141	914.22	304.77
142	919.46	304.11
143	924.71	303.54
144	929.95	302.96
145	935.19	302.3
146	940.44	301.66
147	945.68	301.26
148	950.92	300.87
149	956.17	300.36
150	961.41	300.08
151	966.65	299.83
152	971.9	299.49
153	977.14	299.31
154	982.38	299.11
155	987.63	299.4
156	992.87	297.45
157	998.11	298.79
158	1003.36	297.9
159	1008.6	298.21
160	1013.84	298.0
161	1019.09	298.07
162	1024.33	298.58
163	1029.57	298.47
164	1034.82	298.13
165	1040.06	298.56
166	1045.3	298.38
167	1050.55	298.41
168	1055.79	298.86
169	1061.03	298.78
170	1066.28	298.51
171	1071.52	298.22
172	1076.76	298.39
173	1082.01	298.01
174	1087.25	297.56
175	1092.49	297.12
176	1097.74	296.69
177	1102.98	296.18
178	1108.22	295.72
179	1113.47	295.3
180	1118.71	294.82
181	1123.95	294.65
182	1129.2	294.33
183	1134.44	293.75
184	1139.68	293.48
185	1144.93	293.48
186	1150.17	293.18
187	1155.41	292.88

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

188	1160.66	292.96
189	1165.9	292.87
190	1171.14	292.64
191	1176.39	292.96
192	1181.63	292.81
193	1186.87	292.71
194	1192.12	293.17

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1	0.229		33.00	1625.00	1700.00	argilla poco alterata addensata e compatta
2	0,41		32	1700	2000	argilla compatta

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR:

Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0

Pali...

N°	Diametro (m)	Lunghezza (m)	Inclinazione (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kg/cm2)	Momento plasticizzazione (kN*m)	Metodo stabilizzazione
1	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
2	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
3	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
4	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
5	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
6	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
7	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
8	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
9	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

10	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
11	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
12	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
13	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
14	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
15	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
16	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
17	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
18	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
19	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
20	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
21	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
22	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
23	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
24	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
25	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
26	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
27	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
28	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
29	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
30	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
31	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
32	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
33	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
34	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
35	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
36	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm2)
1	295	423	319	421.8099	0.6

Risultati analisi pendio [NTC 2018]

```

=====
Fs minimo individuato                2.73
Ascissa centro superficie              409.47 m
Ordinata centro superficie            605.78 m
Raggio superficie                     207.3 m
=====

```

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio;
 Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di
 scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

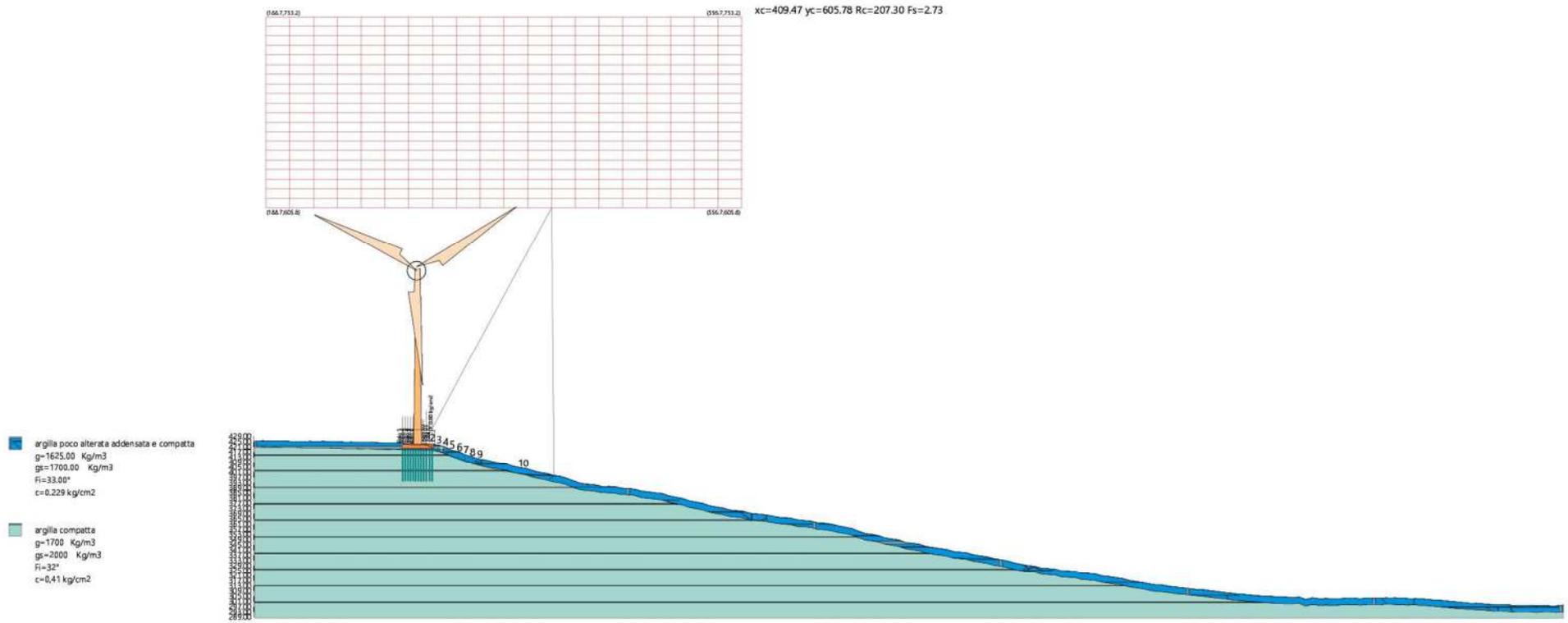
$x_c = 409.47$ $y_c = 605.776$ $R_c = 207.301$ $F_s = 2.734$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.32	28.3	0.41393.26	60.75	30.37	0.18	27.5	0.0	1314.8	497.3	
2	5.24	27.5	5.943144.49	1881.1	940.55	0.18	27.5	0.042380.7	12013.7		
3	5.24	25.8	5.844602.89	1944.69	972.34	0.18	27.5	0.043651.1	12199.3		
4	5.24	24.2	5.841477.11	1808.4	904.2	0.18	27.5	0.040304.6	11512.7		
5	5.24	22.7	5.744499.04	1940.16	970.08	0.33	26.6	0.042157.3	14525.8		
6	5.24	21.1	5.645933.42	2002.7	1001.35	0.33	26.6	0.043559.3	14707.9		
7	5.24	19.6	5.647516.58	2071.72	1035.86	0.33	26.6	0.045123.1	14926.8		
8	5.24	18.0	5.546082.21	2009.18	1004.59	0.33	26.6	0.043707.3	14607.4		
9	5.24	16.5	5.545589.85	1987.72	993.86	0.33	26.6	0.043260.9	14471.6		
10	57.95	7.6	58.5465775.9	20307.83	10153.92	0.18	27.5	0.0453133.8	125290.8		

Dai dati delle verifiche eseguite è risultato che la **stabilità globale** del versante è **verificata**.

Infatti, il valore minimo del coefficiente di sicurezza è pari a $F_{S \min} = 2,734$ che risulta maggiore di $F_s = 1,1$ (valore minimo prefissato nel caso in esame).

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2



Verifica di stabilità pre-opera WTG2

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

```

=====
Lat./Long.                               40.729432/16.501038 °
Calcolo eseguito secondo                  NTC 2018
Numero di strati                          2.0
Numero dei conci                         10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile  1.1
Coefficiente parziale resistenza        1.0
Analisi                                   Condizione drenata
Superficie di forma circolare
=====
    
```

Maglia dei Centri

```

=====
Ascissa vertice sinistro inferiore xi     188.6 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi    566.43 m
Ascissa vertice destro superiore xs      558.02 m
Ordinata vertice destro superiore ys     699.73 m
Passo di ricerca                          10.0
Numero di celle lungo x                  20.0
Numero di celle lungo y                  20.0
=====
    
```

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

```

Tipo opera:                2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:              Classe II
Vita nominale:             50.0 [anni]
Vita di riferimento:      50.0 [anni]
    
```

Parametri sismici su sito di riferimento

```

Categoria sottosuolo:      C
Categoria topografica:    T1
    
```

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.373	2.494	0.278
S.L.D.	50.0	0.471	2.498	0.313
S.L.V.	475.0	1.196	2.541	0.388
S.L.C.	975.0	1.491	2.606	0.401

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.5595	0.2	0.0114	0.0057
S.L.D.	0.7065	0.2	0.0144	0.0072
S.L.V.	1.794	0.24	0.0439	0.022
S.L.C.	2.1802	0.24	0.0534	0.0267

```

Coefficiente azione sismica orizzontale    0.044
Coefficiente azione sismica verticale      0.022
    
```

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	180.16	415.74
2	186.28	417.52
3	192.39	418.31
4	198.51	419.6
5	204.63	420.51
6	210.75	421.33
7	216.86	421.57
8	222.98	422.04
9	229.1	422.61
10	235.22	422.84
11	241.33	423.46
12	247.45	424.06
13	253.57	424.04
14	259.69	423.81
15	265.8	423.43
16	271.92	423.27
17	278.04	423.23
18	284.16	422.69
19	290.27	422.08
20	296.39	421.84
21	302.51	421.22
22	308.63	420.7
23	314.75	420.42
24	320.86	419.69
25	326.98	418.95
26	333.1	417.48
27	339.22	416.68
28	345.33	414.72
29	351.45	412.6
30	357.57	411.58
31	363.69	409.21
32	369.8	406.99
33	375.92	405.99
34	382.04	403.61
35	388.16	401.36
36	394.27	398.79
37	400.39	397.79
38	406.51	395.33
39	412.63	392.75
40	418.74	391.83
41	424.86	389.82
42	430.98	387.97
43	437.1	386.58
44	443.21	386.24
45	449.33	384.96
46	455.45	384.15
47	461.57	383.99
48	467.68	383.56
49	473.8	383.23
50	479.92	383.35
51	486.04	383.09
52	492.15	382.74
53	498.27	382.27

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

54	504.39	382.48
55	510.51	381.74
56	516.63	378.0
57	522.74	378.71
58	528.86	375.54
59	534.98	371.9
60	541.1	371.54
61	547.21	370.28
62	553.33	369.27
63	559.45	367.92
64	565.57	367.51
65	571.68	366.11
66	577.8	364.95
67	583.92	364.68
68	590.04	363.47
69	596.15	361.94
70	602.27	361.43
71	608.39	359.92
72	614.51	358.22
73	620.62	356.18
74	626.74	355.61
75	632.86	353.92
76	638.98	352.42
77	645.09	352.41
78	651.21	351.74
79	657.33	351.22
80	663.45	351.85
81	669.56	350.84
82	675.68	349.34
83	681.8	347.69
84	687.92	347.17
85	694.03	345.22
86	700.15	343.85
87	706.27	343.23
88	712.39	341.86
89	718.51	340.85
90	724.62	340.39
91	730.74	339.52
92	736.86	338.46
93	742.98	338.64
94	749.09	338.51
95	755.21	337.52
96	761.33	336.5
97	767.45	336.74
98	773.56	335.38
99	779.68	333.67
100	785.8	333.36
101	791.92	331.77
102	798.03	330.24
103	804.15	328.98
104	810.27	328.66
105	816.39	328.03
106	822.5	326.95
107	828.62	326.41
108	834.74	325.31
109	840.86	324.45

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

110	846.97	324.37
111	853.09	323.04
112	859.21	321.84
113	865.33	320.97
114	871.44	321.13
115	877.56	320.05
116	883.68	319.12
117	889.8	318.82
118	895.91	318.63
119	902.03	318.07
120	908.15	318.52
121	914.27	317.61
122	920.39	316.44
123	926.5	315.36
124	932.62	315.13
125	938.74	314.51
126	944.86	314.12
127	950.97	314.41
128	957.09	313.9
129	963.21	313.21
130	969.33	313.88
131	975.44	313.43
132	981.56	312.82
133	987.68	311.78
134	993.8	311.87
135	999.91	310.41
136	1006.03	307.54
137	1012.15	307.79
138	1018.27	309.34
139	1024.38	310.03
140	1030.5	310.64
141	1036.62	311.64
142	1042.74	311.86
143	1048.85	311.68
144	1054.97	312.63
145	1061.09	312.71

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	180.16	410.74
2	186.28	412.52
3	192.39	413.31
4	198.51	414.6
5	204.63	415.51
6	210.75	416.33
7	216.86	416.57
8	222.98	417.04
9	229.1	417.61
10	235.22	417.84
11	241.33	418.46
12	247.45	419.06
13	253.57	419.04
14	259.69	418.81
15	265.8	418.43
16	271.92	418.27

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

17	278.04	418.23
18	284.16	417.69
19	290.27	417.08
20	296.39	416.84
21	302.51	416.22
22	308.63	415.7
23	314.75	415.42
24	320.86	414.69
25	326.98	413.95
26	333.1	412.48
27	339.22	411.68
28	345.33	409.72
29	351.45	407.6
30	357.57	406.58
31	363.69	404.21
32	369.8	401.99
33	375.92	400.99
34	382.04	398.61
35	388.16	396.36
36	394.27	393.79
37	400.39	392.79
38	406.51	390.33
39	412.63	387.75
40	418.74	386.83
41	424.86	384.82
42	430.98	382.97
43	437.1	381.58
44	443.21	381.24
45	449.33	379.96
46	455.45	379.15
47	461.57	378.99
48	467.68	378.56
49	473.8	378.23
50	479.92	378.35
51	486.04	378.09
52	492.15	377.74
53	498.27	377.27
54	504.39	377.48
55	510.51	376.74
56	516.63	373.0
57	522.74	373.71
58	528.86	370.54
59	534.98	366.9
60	541.1	366.54
61	547.21	365.28
62	553.33	364.27
63	559.45	362.92
64	565.57	362.51
65	571.68	361.11
66	577.8	359.95
67	583.92	359.68
68	590.04	358.47
69	596.15	356.94
70	602.27	356.43
71	608.39	354.92
72	614.51	353.22

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

73	620.62	351.18
74	626.74	350.61
75	632.86	348.92
76	638.98	347.42
77	645.09	347.41
78	651.21	346.74
79	657.33	346.22
80	663.45	346.85
81	669.56	345.84
82	675.68	344.34
83	681.8	342.69
84	687.92	342.17
85	694.03	340.22
86	700.15	338.85
87	706.27	338.23
88	712.39	336.86
89	718.51	335.85
90	724.62	335.39
91	730.74	334.52
92	736.86	333.46
93	742.98	333.64
94	749.09	333.51
95	755.21	332.52
96	761.33	331.5
97	767.45	331.74
98	773.56	330.38
99	779.68	328.67
100	785.8	328.36
101	791.92	326.77
102	798.03	325.24
103	804.15	323.98
104	810.27	323.66
105	816.39	323.03
106	822.5	321.95
107	828.62	321.41
108	834.74	320.31
109	840.86	319.45
110	846.97	319.37
111	853.09	318.04
112	859.21	316.84
113	865.33	315.97
114	871.44	316.13
115	877.56	315.05
116	883.68	314.12
117	889.8	313.82
118	895.91	313.63
119	902.03	313.07
120	908.15	313.52
121	914.27	312.61
122	920.39	311.44
123	926.5	310.36
124	932.62	310.13
125	938.74	309.51
126	944.86	309.12
127	950.97	309.41
128	957.09	308.9

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

129	963.21	308.21
130	969.33	308.88
131	975.44	308.43
132	981.56	307.82
133	987.68	306.78
134	993.8	306.87
135	999.91	305.41
136	1006.03	302.54
137	1012.15	302.79
138	1018.27	304.34
139	1024.38	305.03
140	1030.5	305.64
141	1036.62	306.64
142	1042.74	306.86
143	1048.85	306.68
144	1054.97	307.63
145	1061.09	307.71

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	0.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	0.0

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm2)	Coesione non drenata (kg/cm2)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m3)	Peso saturo (Kg/m3)	Litologia
1	0.229		33.00	1625.00	1700.00	argilla poco alterata addensata e compatta
2	0,41		32	1700	2000	argilla compatta

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	2.44
Ascissa centro superficie	419.48 m
Ordinata centro superficie	583.09 m
Raggio superficie	195.79 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

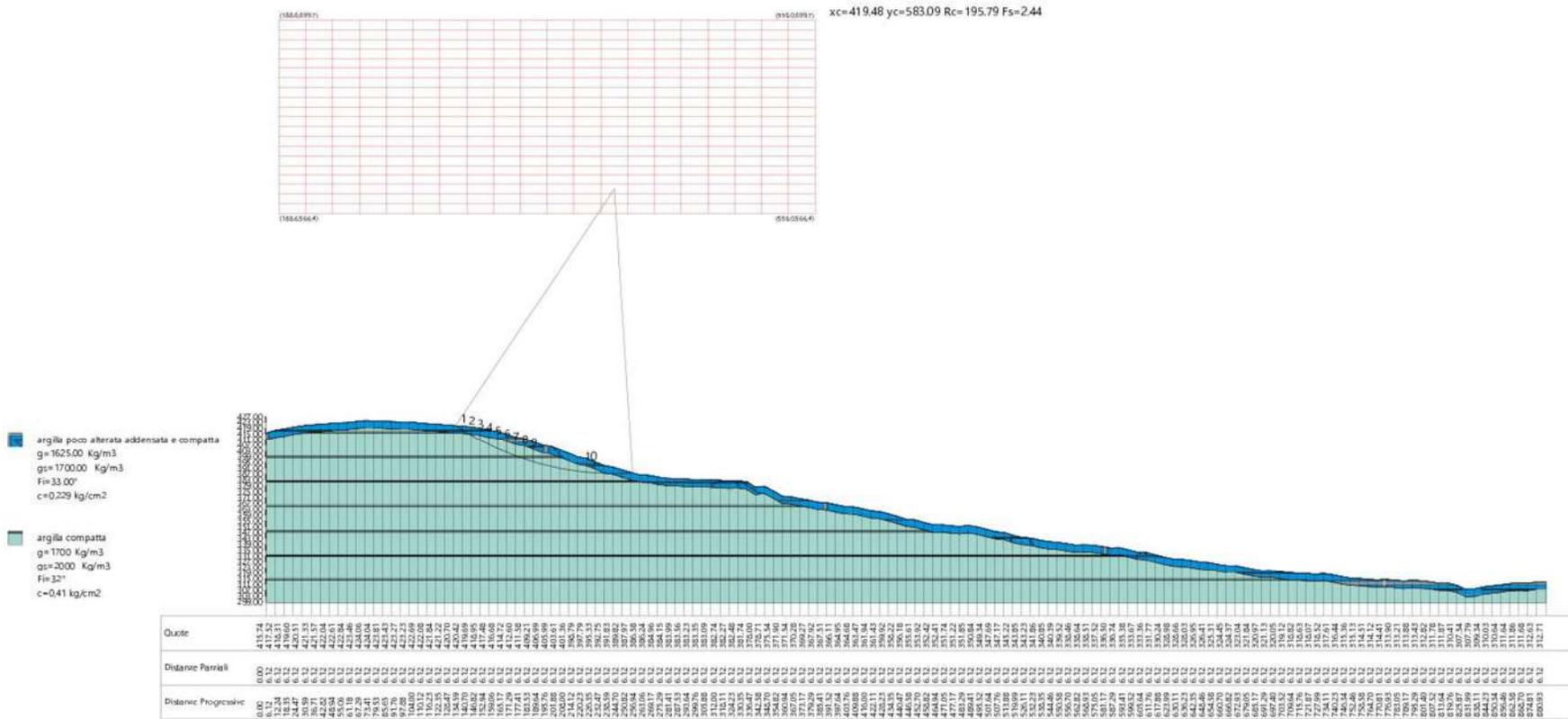
xc = 419.483 yc = 583.09 Rc = 195.788 Fs=2.437

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm2)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	4.53	33.1	5.410260.71	451.47	225.74	0.18	27.5	0.0	8429.2	5858.4	
2	6.12	31.3	7.242536.87	1871.62	935.81	0.18	27.5	0.041173.2	14157.3		
3	6.12	29.2	7.071667.72	3153.38	1576.69	0.33	26.6	0.068932.8	23571.2		
4	6.12	27.2	6.994288.48	4148.69	2074.35	0.33	26.6	0.091596.1	28041.6		
5	6.12	25.2	6.8113771.3	5005.94	2502.97	0.33	26.6	0.0110764.2	31815.9		
6	6.12	23.2	6.7128022.0	5632.97	2816.48	0.33	26.6	0.0124509.7	34495.9		
7	6.12	21.3	6.6132845.5	5845.2	2922.6	0.33	26.6	0.0128836.4	35260.3		
8	6.12	19.4	6.5140097.5	6164.29	3082.15	0.33	26.6	0.0135656.2	36550.5		
9	6.12	17.5	6.4143681.8	6322.0	3161.0	0.33	26.6	0.0138947.1	37130.2		
10	68.43	6.4	68.91102924.048528.63	24264.32	24264.32	0.33	26.6	0.01074625.0313082.4			

Dai dati delle verifiche eseguite è risultato che la **stabilità globale** del versante è **verificata**.

Infatti, il valore minimo del coefficiente di sicurezza è pari a FS min = 2,437 che risulta maggiore di Fs = 1,1 (valore minimo prefissato nel caso in esame).

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2



Verifica di stabilità post-opera WTG2

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

```

=====
Lat./Long.                                     40.729432/16.501038 °
Calcolo eseguito secondo                       NTC 2018
Numero di strati                               2.0
Numero dei conci                              10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile       1.1
Coefficiente parziale resistenza              1.0
Analisi                                         Condizione drenata
Superficie di forma circolare
=====
    
```

Maglia dei Centri

```

=====
Ascissa vertice sinistro inferiore xi          175.07 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi         607.88 m
Ascissa vertice destro superiore xs           544.49 m
Ordinata vertice destro superiore ys          741.18 m
Passo di ricerca                              10.0
Numero di celle lungo x                       20.0
Numero di celle lungo y                       20.0
=====
    
```

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

```

Tipo opera:                2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:              Classe II
Vita nominale:             50.0 [anni]
Vita di riferimento:      50.0 [anni]
    
```

Parametri sismici su sito di riferimento

```

Categoria sottosuolo:      C
Categoria topografica:    T1
    
```

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.373	2.494	0.278
S.L.D.	50.0	0.471	2.498	0.313
S.L.V.	475.0	1.196	2.541	0.388
S.L.C.	975.0	1.491	2.606	0.401

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.5595	0.2	0.0114	0.0057
S.L.D.	0.7065	0.2	0.0144	0.0072
S.L.V.	1.794	0.24	0.0439	0.022
S.L.C.	2.1802	0.24	0.0534	0.0267

```

Coefficiente azione sismica orizzontale      0.044
Coefficiente azione sismica verticale        0.022
    
```

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	180.16	415.74
2	186.28	417.52
3	192.39	418.31
4	198.51	419.6
5	204.63	420.51
6	210.75	421.33
7	216.86	421.57
8	222.98	422.04
9	229.1	422.61
10	235.22	422.84
11	241.33	423.46
12	247.45	424.06
13	253.57	424.04
14	259.69	423.81
15	265.8	423.43
16	271.92	423.27
17	278.04	423.23
18	284.16	422.69
19	290.27	422.08
20	296.39	421.84
21	302.51	421.22
22	308.63	420.7
23	314.75	420.42
24	320.86	419.69
25	326.98	418.95
26	333.1	417.48
27	339.22	416.68
28	345.33	414.72
29	351.45	412.6
30	357.57	411.58
31	363.69	409.21
32	369.8	406.99
33	375.92	405.99
34	382.04	403.61
35	388.16	401.36
36	394.27	398.79
37	400.39	397.79
38	406.51	395.33
39	412.63	392.75
40	418.74	391.83
41	424.86	389.82
42	430.98	387.97
43	437.1	386.58
44	443.21	386.24
45	449.33	384.96
46	455.45	384.15
47	461.57	383.99
48	467.68	383.56
49	473.8	383.23
50	479.92	383.35
51	486.04	383.09
52	492.15	382.74

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

53	498.27	382.27
54	504.39	382.48
55	510.51	381.74
56	516.63	378.0
57	522.74	378.71
58	528.86	375.54
59	534.98	371.9
60	541.1	371.54
61	547.21	370.28
62	553.33	369.27
63	559.45	367.92
64	565.57	367.51
65	571.68	366.11
66	577.8	364.95
67	583.92	364.68
68	590.04	363.47
69	596.15	361.94
70	602.27	361.43
71	608.39	359.92
72	614.51	358.22
73	620.62	356.18
74	626.74	355.61
75	632.86	353.92
76	638.98	352.42
77	645.09	352.41
78	651.21	351.74
79	657.33	351.22
80	663.45	351.85
81	669.56	350.84
82	675.68	349.34
83	681.8	347.69
84	687.92	347.17
85	694.03	345.22
86	700.15	343.85
87	706.27	343.23
88	712.39	341.86
89	718.51	340.85
90	724.62	340.39
91	730.74	339.52
92	736.86	338.46
93	742.98	338.64
94	749.09	338.51
95	755.21	337.52
96	761.33	336.5
97	767.45	336.74
98	773.56	335.38
99	779.68	333.67
100	785.8	333.36
101	791.92	331.77
102	798.03	330.24
103	804.15	328.98
104	810.27	328.66
105	816.39	328.03
106	822.5	326.95
107	828.62	326.41

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

108	834.74	325.31
109	840.86	324.45
110	846.97	324.37
111	853.09	323.04
112	859.21	321.84
113	865.33	320.97
114	871.44	321.13
115	877.56	320.05
116	883.68	319.12
117	889.8	318.82
118	895.91	318.63
119	902.03	318.07
120	908.15	318.52
121	914.27	317.61
122	920.39	316.44
123	926.5	315.36
124	932.62	315.13
125	938.74	314.51
126	944.86	314.12
127	950.97	314.41
128	957.09	313.9
129	963.21	313.21
130	969.33	313.88
131	975.44	313.43
132	981.56	312.82
133	987.68	311.78
134	993.8	311.87
135	999.91	310.41
136	1006.03	307.54
137	1012.15	307.79
138	1018.27	309.34
139	1024.38	310.03
140	1030.5	310.64
141	1036.62	311.64
142	1042.74	311.86
143	1048.85	311.68
144	1054.97	312.63
145	1061.09	312.71

Vertici strato1

N	X (m)	y (m)
1	180.16	410.74
2	186.28	412.52
3	192.39	413.31
4	198.51	414.6
5	204.63	415.51
6	210.75	416.33
7	216.86	416.57
8	222.98	417.04
9	229.1	417.61
10	235.22	417.84
11	241.33	418.46
12	247.45	419.06
13	253.57	419.04

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

14	259.69	418.81
15	265.8	418.43
16	271.92	418.27
17	278.04	418.23
18	284.16	417.69
19	290.27	417.08
20	296.39	416.84
21	302.51	416.22
22	308.63	415.7
23	314.75	415.42
24	320.86	414.69
25	326.98	413.95
26	333.1	412.48
27	339.22	411.68
28	345.33	409.72
29	351.45	407.6
30	357.57	406.58
31	363.69	404.21
32	369.8	401.99
33	375.92	400.99
34	382.04	398.61
35	388.16	396.36
36	394.27	393.79
37	400.39	392.79
38	406.51	390.33
39	412.63	387.75
40	418.74	386.83
41	424.86	384.82
42	430.98	382.97
43	437.1	381.58
44	443.21	381.24
45	449.33	379.96
46	455.45	379.15
47	461.57	378.99
48	467.68	378.56
49	473.8	378.23
50	479.92	378.35
51	486.04	378.09
52	492.15	377.74
53	498.27	377.27
54	504.39	377.48
55	510.51	376.74
56	516.63	373.0
57	522.74	373.71
58	528.86	370.54
59	534.98	366.9
60	541.1	366.54
61	547.21	365.28
62	553.33	364.27
63	559.45	362.92
64	565.57	362.51
65	571.68	361.11
66	577.8	359.95
67	583.92	359.68
68	590.04	358.47

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

69	596.15	356.94
70	602.27	356.43
71	608.39	354.92
72	614.51	353.22
73	620.62	351.18
74	626.74	350.61
75	632.86	348.92
76	638.98	347.42
77	645.09	347.41
78	651.21	346.74
79	657.33	346.22
80	663.45	346.85
81	669.56	345.84
82	675.68	344.34
83	681.8	342.69
84	687.92	342.17
85	694.03	340.22
86	700.15	338.85
87	706.27	338.23
88	712.39	336.86
89	718.51	335.85
90	724.62	335.39
91	730.74	334.52
92	736.86	333.46
93	742.98	333.64
94	749.09	333.51
95	755.21	332.52
96	761.33	331.5
97	767.45	331.74
98	773.56	330.38
99	779.68	328.67
100	785.8	328.36
101	791.92	326.77
102	798.03	325.24
103	804.15	323.98
104	810.27	323.66
105	816.39	323.03
106	822.5	321.95
107	828.62	321.41
108	834.74	320.31
109	840.86	319.45
110	846.97	319.37
111	853.09	318.04
112	859.21	316.84
113	865.33	315.97
114	871.44	316.13
115	877.56	315.05
116	883.68	314.12
117	889.8	313.82
118	895.91	313.63
119	902.03	313.07
120	908.15	313.52
121	914.27	312.61
122	920.39	311.44
123	926.5	310.36

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

124	932.62	310.13
125	938.74	309.51
126	944.86	309.12
127	950.97	309.41
128	957.09	308.9
129	963.21	308.21
130	969.33	308.88
131	975.44	308.43
132	981.56	307.82
133	987.68	306.78
134	993.8	306.87
135	999.91	305.41
136	1006.03	302.54
137	1012.15	302.79
138	1018.27	304.34
139	1024.38	305.03
140	1030.5	305.64
141	1036.62	306.64
142	1042.74	306.86
143	1048.85	306.68
144	1054.97	307.63
145	1061.09	307.71

Coefficienti parziali azioni

```
=====
Sfavorevoli: Permanenti, variabili          1.0  0.0
Favorevoli: Permanenti, variabili          1.0  0.0
=====
```

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

```
=====
Tangente angolo di resistenza al taglio      1.25
Coesione efficace                          1.25
Coesione non drenata                       1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno      Si
=====
```

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m ³)	Peso saturo (Kg/m ³)	Litologia	
1	0.229		33.00	1625.00	1700.00	argilla poco alterata addensata e compatta	
2	0,41		32	1700	2000	argilla compatta	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Verifica stabilità dei versanti ante- e post-opera per gli aerogeneratori WTG1 e WTG2

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	0

Pali...

N°	Diametro (m)	Lunghezza (m)	Inclinazione (°)	Interasse (m)	Resistenza al taglio (kg/cm2)	Momento plasticizzazione (kN*m)	Metodo stabilizzazione
1	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
2	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
3	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
4	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
5	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
6	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
7	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
8	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
9	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
10	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
11	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
12	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
13	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
14	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
15	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
16	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
17	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
18	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
19	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
20	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
21	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
22	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
23	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
24	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale
25	1	25	90	1	3.06	--	Tensione tangenziale

