

Bentu Energy S.r.l.

# Parco Eolico Bentu sito nel Comune di Thiesi

Quadro progettuale

Agosto 2022



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**



**Comune di Thiesi**

*Committente:*

**Bentu Energy S.r.l.**

**Bentu Energy S.r.l.**

Via Sardegna, 40

00187 Roma

P.IVA/C.F. 15802451003

*Titolo del Progetto:*

**Parco Eolico Bentu sito nel Comune di Thiesi**

*Documento:*

**Quadro Progettuale**

*N° Documento:*

**IT-VesBen-CLP-SIA-TR-03**

*Progettista:*

**Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas**

**Dott.ssa Ing. Silvia Exana**

**Dott. Giulio Casu**

**Dott. Ing. Luca Salvadori**

**Dott. Giovanni Lovigu**

Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
0	19/08/2022	Prima emissione			

# Sommario

- 1. QUADRO PROGETTUALE..... 4**
- 1.1 Descrizione dell'impianto eolico.....4
- 1.2 Descrizione dei generatori..... 13
- 1.3. La viabilità..... 14
- 1.4. Opere civili.....20
- 1.5 Opere elettriche.....26
- ..... 1.6 Smaltimento acque meteoriche e fognarie.....30
- 1.7 Dismissione e ripristino del contesto ..... 31
  
- 2. Analisi delle alternative progettuali ..... 34**
- 2.1 Alternativa zero ..... 34
- 2.2 Alternativa tecnologica.....36
- 2.3 Alternativa di localizzazione ..... 38

## 1. QUADRO PROGETTUALE

### 1.1 Descrizione dell'impianto eolico

La proposta progettuale prevede la realizzazione di un impianto eolico, denominato "Bentu", per la produzione di energia elettrica di potenza complessiva pari a **48 MWp**, da localizzarsi su terreni ricadenti nel Comune di Thiesi. L'impianto è composto da **8 aerogeneratori** di ultima generazione ad asse orizzontale di potenza nominale pari a **6 MW** ciascuno, e verrà allacciato con cavo interrato a 150 kV con il futuro ampliamento a 150 kV in GIS della stazione elettrica (SE) RTN 380 kV "Ittiri" localizzata nel Comune di Ittiri (SS) che rappresenta il punto di connessione dell'impianto alla RTN.

Le turbine sono poste ad un'altitudine media poco inferiore ai 500 m, posizionate in terreni classificati dal Piano Urbanistico Comunale come aree agricole (E).

Nome	x Gauss Boaga (m)	y Gauss Boaga (m)	Altitudine (m)	Comune	Foglio	Particella
AG01	1465574	4485387	444	THIESI	13	33
AG02	1465783	4485985	445	THIESI	1	65
AG03	1466037	4486415	450	THIESI	1	63
AG04	1468535	4486081	501	THIESI	15	104
AG05	1470194	4487788	524	THIESI	3	99-101
AG06	1470387	4485758	542	THIESI	17	110
AG07	1470654	4486428	534	THIESI	17	32
AG08	1471303	4487191	512	THIESI	3	84

Il progetto dell'impianto eolico, costituito da 8 aerogeneratori ognuno da 6 MW di potenza nominale, per una potenza complessiva installata di 48 MW, prevede la realizzazione/installazione di:

- N.8 aerogeneratori;
- opere di fondazione degli aerogeneratori;
- N.8 piazzole di montaggio con adiacenti piazzole di stoccaggio;
- opere temporanee per il montaggio del braccio gru;
- 1 area temporanea di cantiere e manovra;
- nuova viabilità su terreni privati per una lunghezza complessiva di circa 2790 m;
- adeguamento della viabilità esistente per una lunghezza complessiva di circa 9753 m;
- N.5 cavidotti interrati in media tensione che collegano gli aerogeneratori alla stazione di trasformazione di utenza 30/150 kV;

- N.1 elettrodotto in cavo interrato a 150 kV per il collegamento in antenna della stazione 30/150 kV alla stazione di trasformazione 380/150 kV.

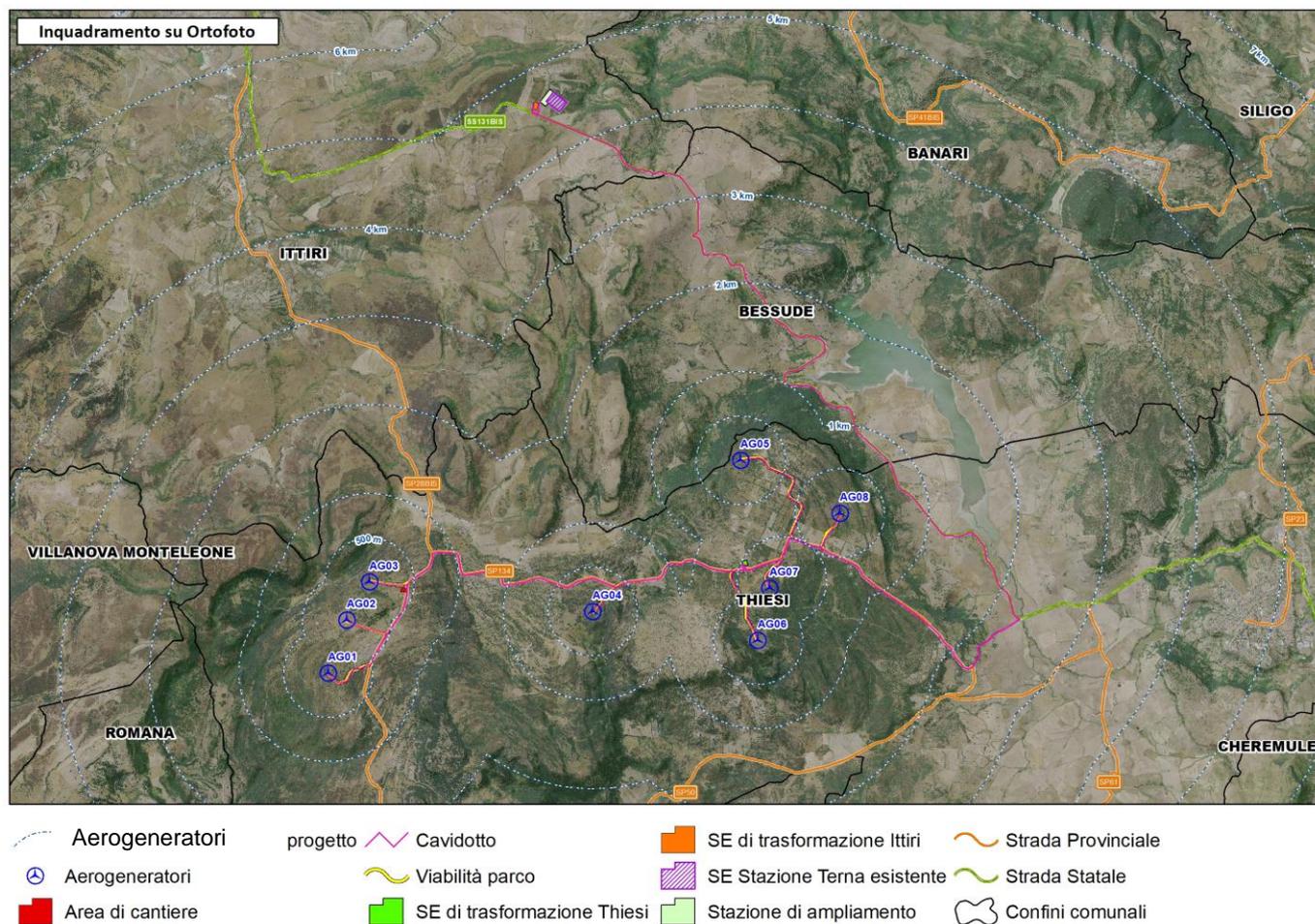


Figura 1: inquadramento su ortofoto del parco eolico e del connesso cavidotto e sottostazione.

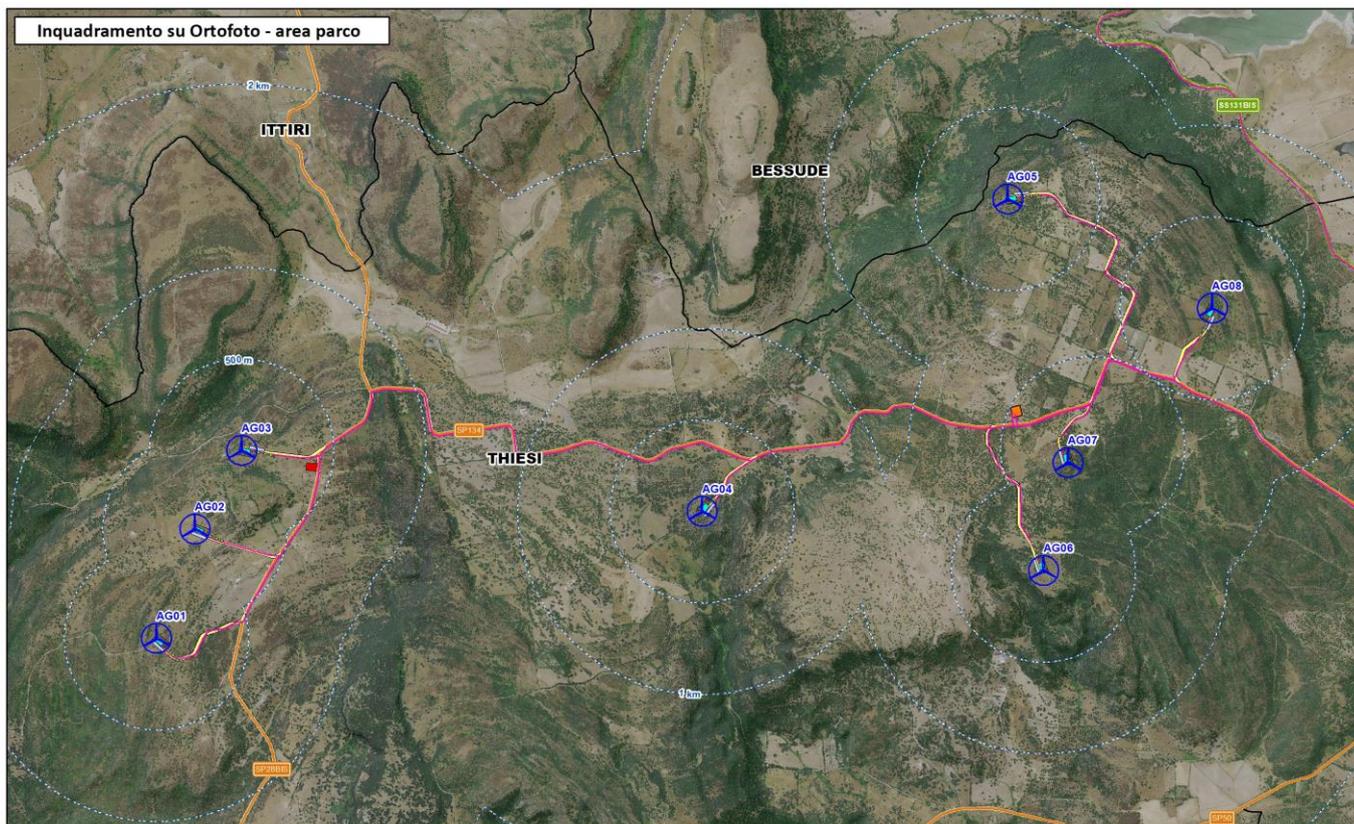
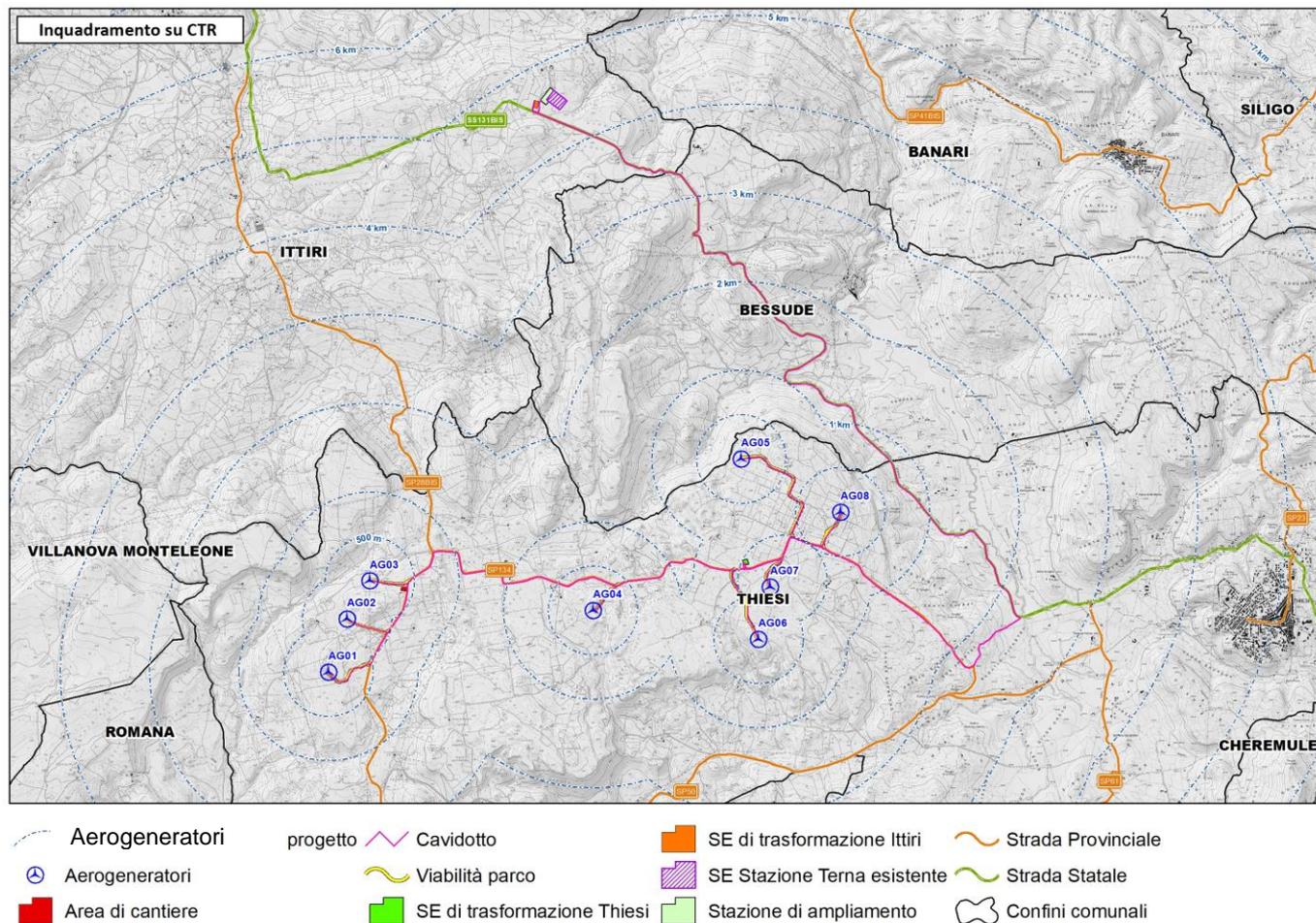
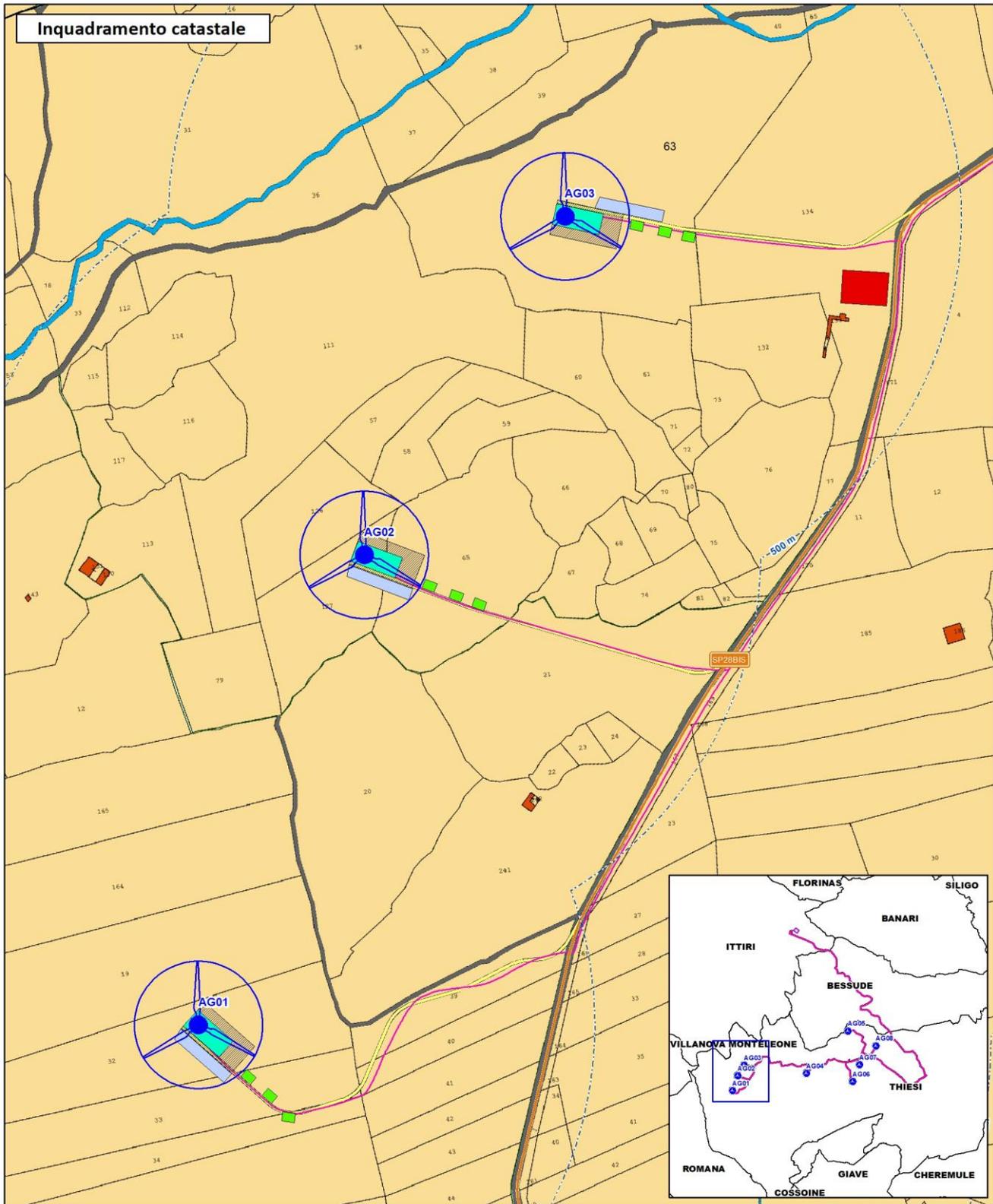


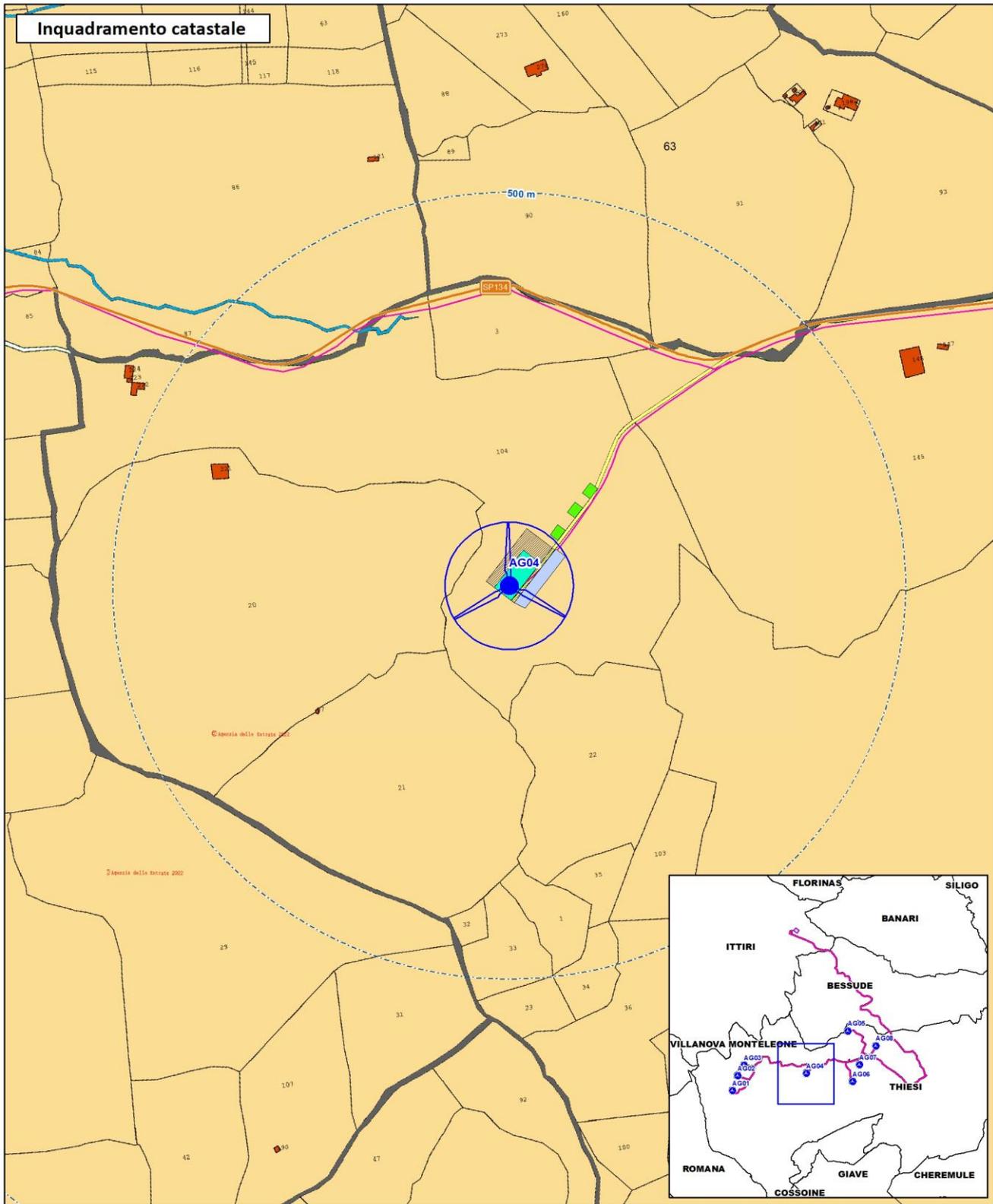
Figura 2: inquadramento su ortofoto degli aeogeneratori.



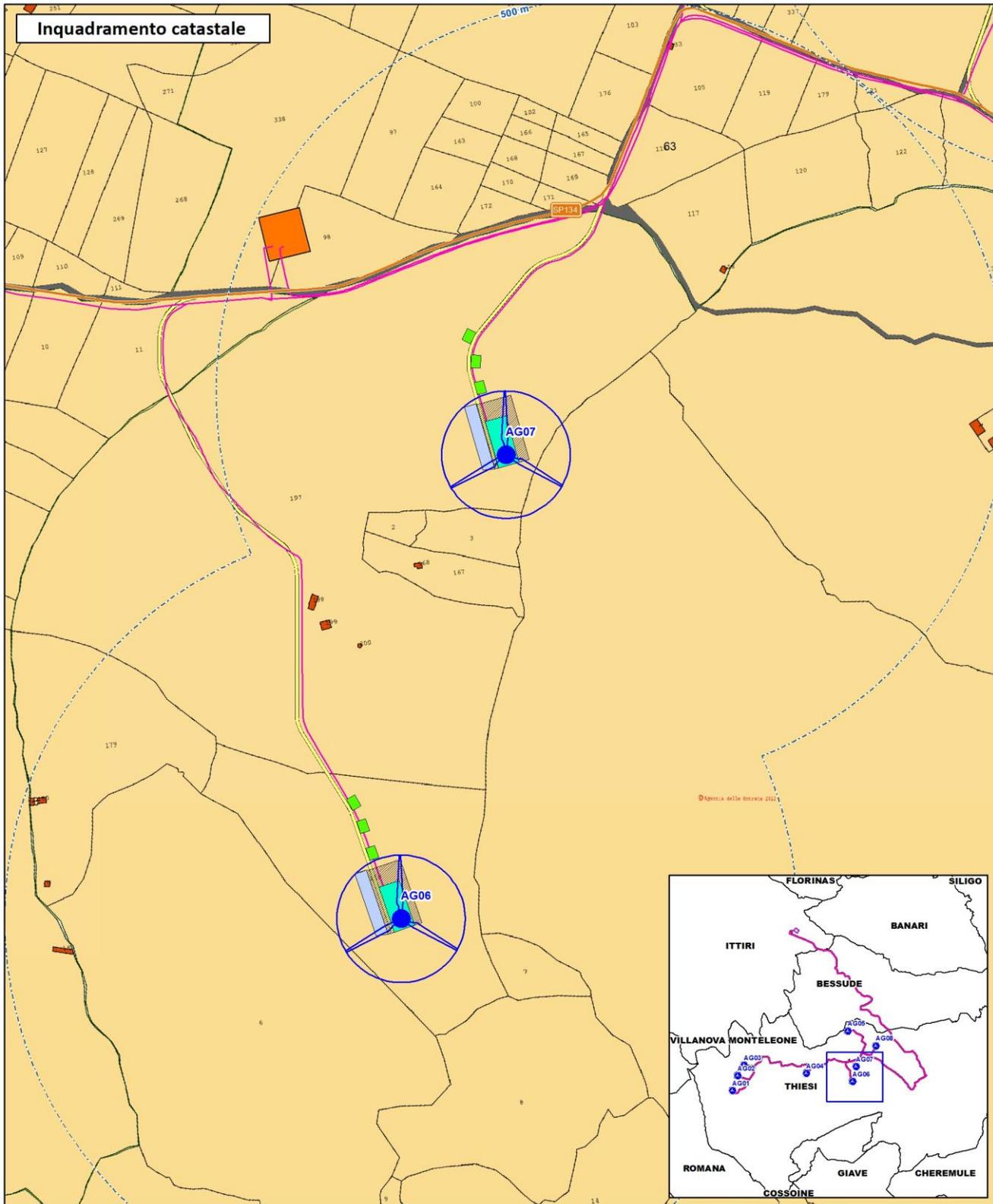
**Figura 3 – inquadramento area impianto su CTR.**



-  Buffer distanze da area di progetto
-  Aerogeneratori
-  Plinti
-  Piazzola definitiva
-  Area di appoggio pale
-  Piazzole ausiliarie
-  Piazzole provvisorie
-  Area di cantiere
-  Cavidotto
-  Viabilità parco
-  Confini comunali



-  Buffer distanze da area di progetto
-  Area di appoggio pale
-  Cavidotto
-  Aerogeneratori
-  Piazzole ausiliarie
-  Viabilità parco
-  Plinti
-  Piazzole provvisorie
-  Confini comunali
-  Piazzola definitiva



- |                                     |                       |                             |
|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Buffer distanze da area di progetto | Area di appoggio pale | Viabilità parco             |
| Aerogeneratori                      | Piazzole ausiliarie   | SE di trasformazione Thiesi |
| Plinti                              | Piazzole provvisorie  | Confini comunali            |
| Piazzola definitiva                 | Cavidotto             |                             |

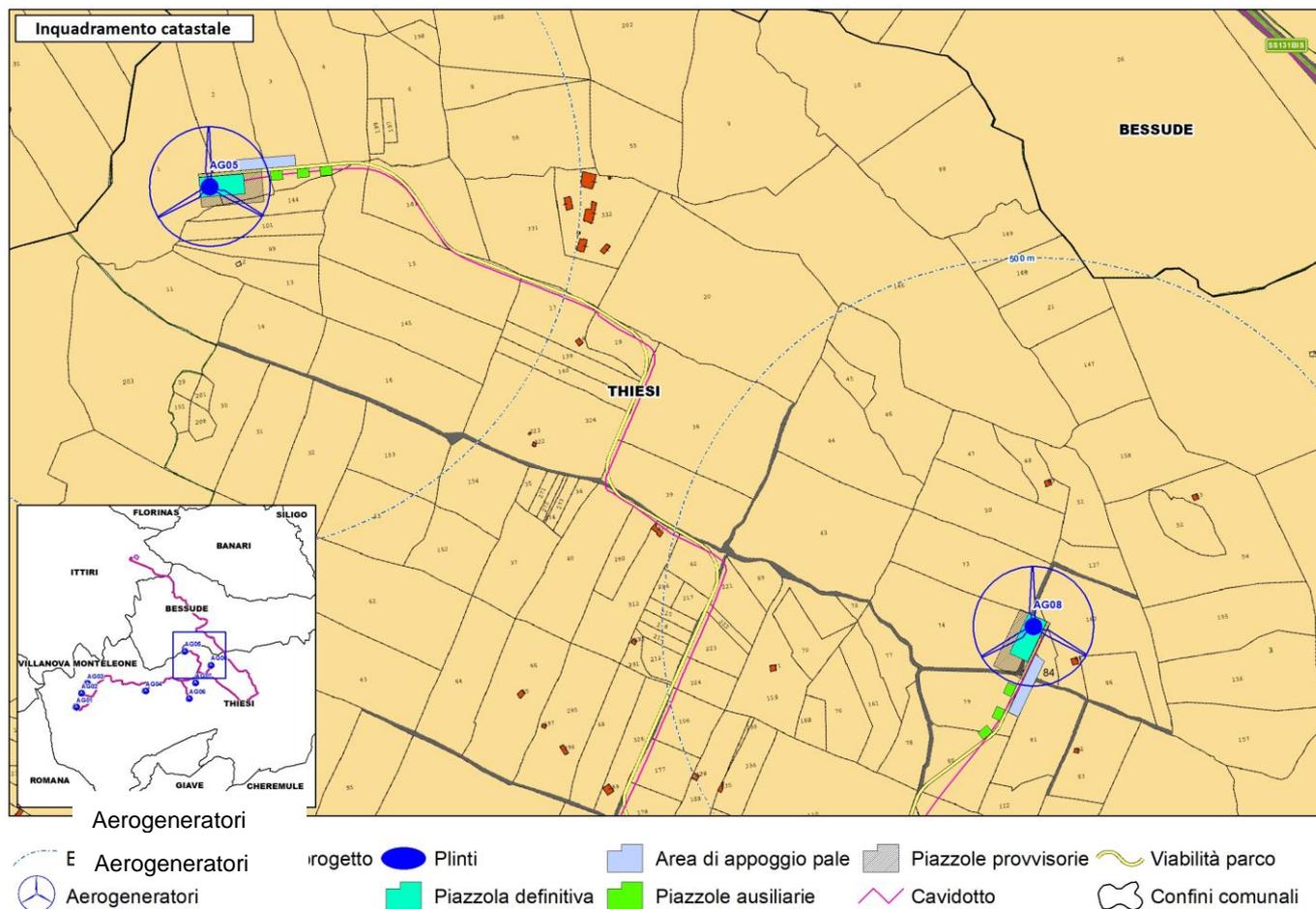


Figura 4: inquadramento catastale delle aree di progetto.

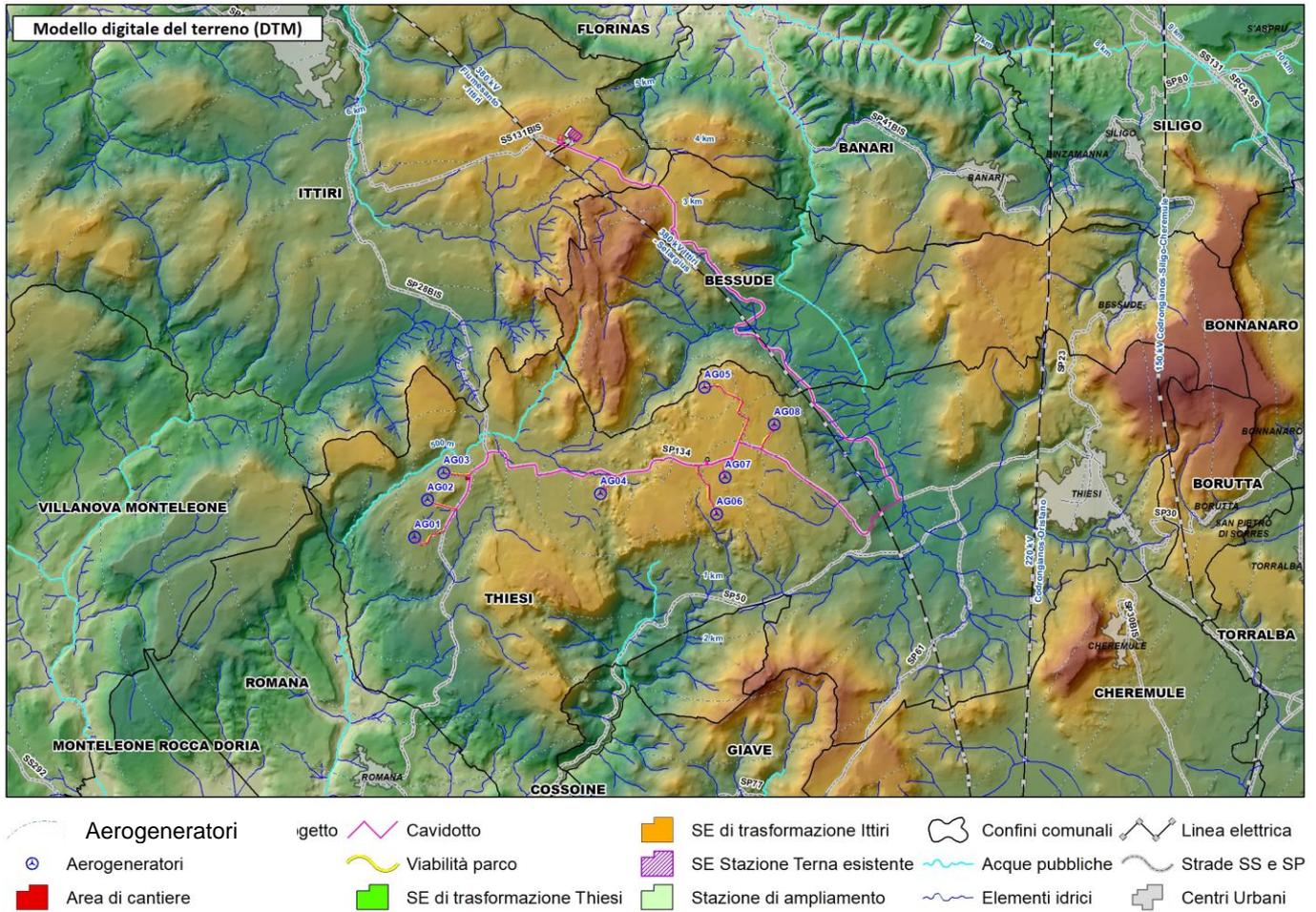


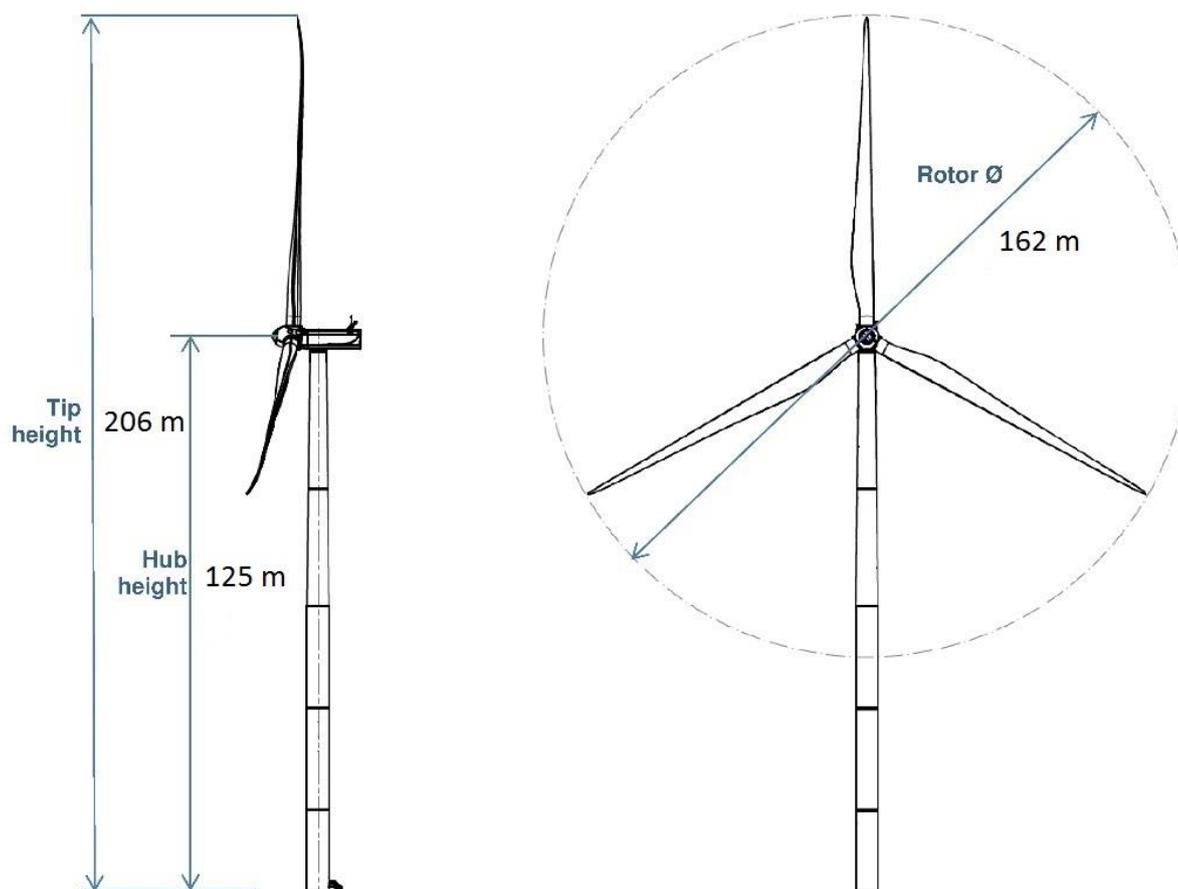
Figura 5: inquadramento DTM delle aree di progetto.



## 1.2 Descrizione dei generatori

L'aerogeneratore "tipo" scelto per le valutazioni ambientali e tecniche e per la definizione del layout è: Vestas V162 da 6 MW 162 m di diametro e altezza mozzo pari a 125 m per una altezza totale di 206 m.

Il modello scelto ha le seguenti caratteristiche meccaniche ed elettriche:



**Figura 6: tipologia aerogeneratori in progetto.**

Il rotore (*rotor*) del generatore è composto da tre pale ognuna di lunghezza pari a 79,35 metri. Nel complesso, il gruppo rotante ha un diametro di 162 metri, e spazza un'area pari a 20612 metri quadrati. Il mozzo del generatore sarà collocato ad un'altezza di 125 metri (*hub height*), mentre l'altezza massima raggiunta da ogni generatore (*tip height*), inclusa l'altezza massima da terra delle pale, sarà di 206 metri.

Ognuna delle tre pale è controllata da un gruppo di motoriduttori che ne regolano il *pitch* generando l'effetto di portanza necessario a ottimizzare la coppia rotante generata dal flusso del vento o, in caso di fermo macchina, a garantire assieme al freno lo stazionamento del rotore per manutenzione o non disponibilità della rete.

Bentu Energy S.r.l. 	N° Doc. IT-VesBen-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 14 di 47
--	------------------------------------	-------	--------------------

La navicella su cui è montato il gruppo rotore comprensivo delle pale sarà montata sulla torre con una ralla di brandeggio (*yaw*), anch'essa controllata da un gruppo di motoriduttori che orienteranno il generatore sopravento rispetto al vento, massimizzando la captazione del flusso d'aria da parte della superficie del rotore. Sulla navicella sarà inoltre installato un gruppo di sensori che, collegati al sistema di controllo, governerà orientamento della navicella, inclinazione delle pale, freno dell'albero motore e ogni altra attività del generatore.

Il moto rotatorio dell'albero del generatore alimenta un generatore asincrono che produrrà energia elettrica a 690 V e 50 Hz. Il livello di tensione sarà elevato a 30 kV mediante un trasformatore MT/BT posto all'interno del generatore eolico stesso. L'energia prodotta sarà convogliata verso la rete elettrica pubblica attraverso un quadro MT posto anch'esso all'interno dell'aerogeneratore.

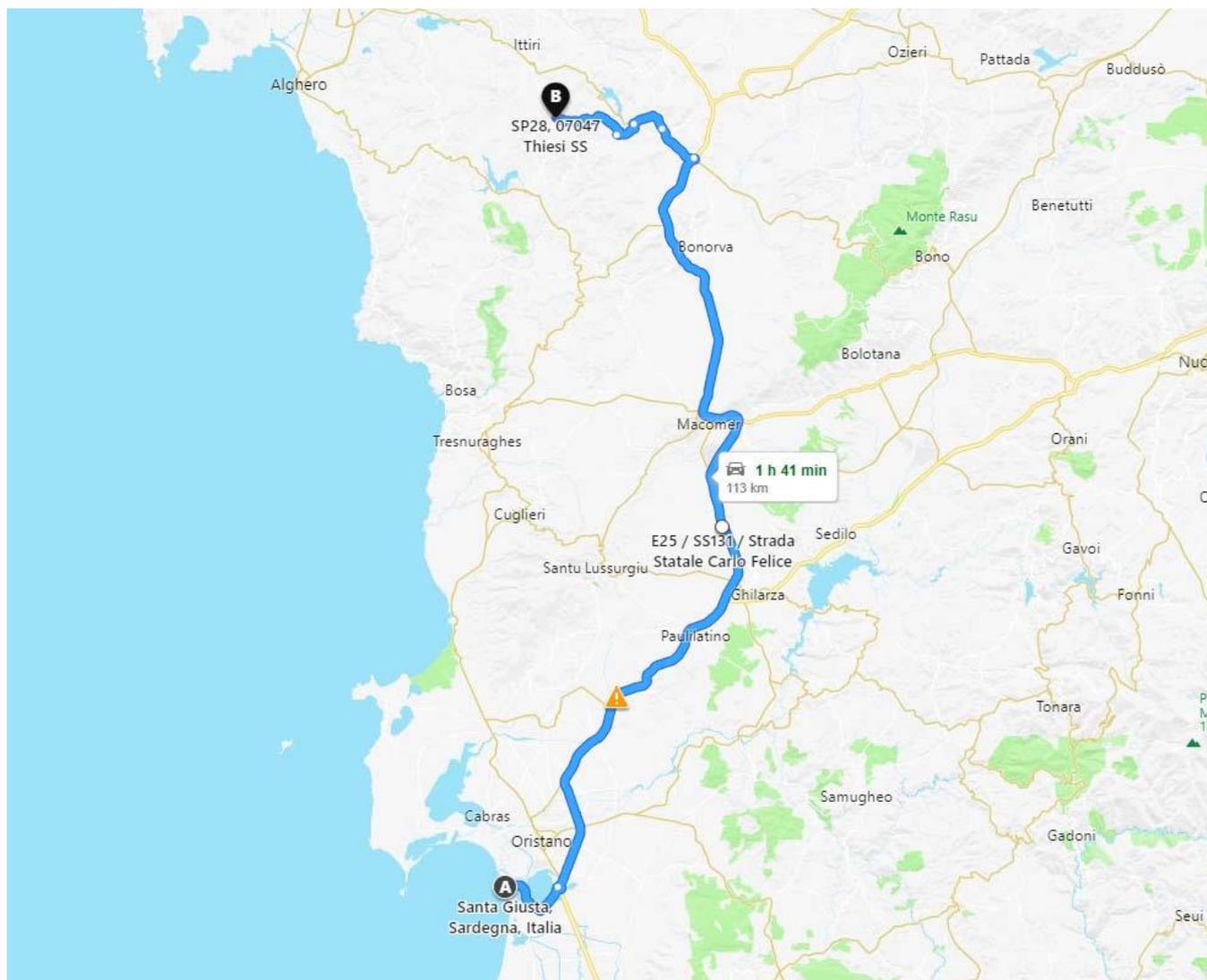
Il parco eolico ha un alto livello di automazione, lasciando l'ottimizzazione del pitch e del brandeggio degli aerogeneratori a un sistema PLC programmabile che analizza le condizioni meteo in tempo reale orientando la navicella e ruotando la terna di pale in funzione dell'intensità e della direzione del vento così da ottimizzarne il ciclo produttivo durante la giornata, le stagioni e gli anni. Un sistema di controllo di tipo SCADA, collegato tramite connessione internet ed interconnesso tra le turbine grazie a una rete di fibra ottica interrata assieme all'impianto elettrico interno, trasferirà invece le informazioni riguardo al parco eolico a una stazione di monitoraggio remota.

Tutti i dispositivi funzionali alla manutenzione e al buon funzionamento del parco saranno alimentati tramite una fornitura dedicata in bassa tensione. Questa garantirà che anche in assenza di vento il parco possa garantire il funzionamento di tutti i servizi ausiliari e di controllo.

Si rimanda agli elaborati specialistici di progetto per ogni ulteriore dettaglio.

### 1.3. La viabilità

In funzione alle risultanze e alle osservazioni del trasportatore, funzionali alla verifica di idoneità dei percorsi viari per il trasporto della componentistica delle pale eoliche, è emersa la necessità di procedere all'esecuzione di alcuni interventi puntuali di adeguamento del percorso di accesso al parco eolico, rappresentato dalla viabilità urbana di collegamento al Porto di Oristano (OR) e dalle seguenti arterie stradali di livello statale e provinciale: Oristano, SP 49, SS131, SP131BIS, Circonvallazione Antonio Sassi, SS 131BIS, SP 50, SP Monte Fenosu (SP 134).



**Figura 7: individuazione percorso trasporto aerogeneratori.**

Le caratteristiche principali degli interventi sono individuate nel report del trasportatore, allegato alla presente relazione.

Si tratta, principalmente, di opere ridotte di allargamenti puntuali, rimozione di cordoli, cartellonistica stradale e guardrail, che saranno prontamente ripristinati una volta concluse le attività di trasporto, nonché, interventi di taglio di vegetazione presente a bordo strada.

L'installazione degli aerogeneratori presuppone l'accesso di mezzi speciali per il trasporto delle macchine eoliche V162 da 125 m, nonché l'installazione delle autogrù, principale e ausiliarie per il montaggio delle torri, delle navicelle e dei rotor. A tal fine verranno impiegati dei mezzi specifici quali motrici, trattori, rimorchi e semirimorchi, Octopus, Blade Lifter, autogrù, carrelli elevatori.



**Figura 8: rappresentazione della fase di trasporto delle pale.**



**Figura 9: rappresentazione della fase di trasporto delle pale.**

Le strade di accesso al parco sono state progettate nel rispetto dei seguenti criteri:

- Ridurre al minimo lo sviluppo planimetrico dei nuovi Tracciati;
- Rispettare la larghezza minima della carreggiata stradale pari a 5 m;

- Rispettare i parametri progettuali forniti dal costruttore e dal trasportatore quali raggio di curvatura orizzontale minimo (25 m), raggio dei raccordi verticali (275 m raccordo convesso, 200 m raccordo concavo); nel caso planimetrico di curve con raggio inferiore ai 35 m si prevedono degli allargamenti puntuali (la carreggiata passa da 5 a 6m);
- Seguire i tracciati esistenti, minimizzando l'apertura di nuovi tratti di strada;
- Ridurre al massimo gli sbancamenti e i riporti di terreno;
- Ridurre la pendenza dei profili stradali, rispettando i limiti dei mezzi di trasporto impiegati limitandola al 12%.

Lo strato della fondazione stradale, sarà costituito da **tout-venant** (principalmente da pietrame calcareo onde mantenere le caratteristiche cromatiche della viabilità esistente) dello spessore di cm 40 con pezzatura decrescente dal basso verso l'alto, proveniente dagli scavi, laddove giudicato idoneo dalla D.L., e, dove necessario, da pietrisco e detriti di cava o di frantoio oppure da una miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni stabilite con indagini preliminari di laboratorio e di cantiere. La finitura superficiale della massicciata sarà realizzata in ghiaietto stabilizzato dello spessore 10 cm con funzione di strato di usura.

La soprastruttura in tal modo realizzata permetterà il passaggio oltre che dei mezzi d'opera in fase di costruzione anche il transito dei mezzi per la manutenzione in fase di esercizio e dei mezzi agricoli anche dopo la dismissione del parco. Lateralmente alla carreggiata saranno realizzate delle cunette a sezione trapezoidale. In corrispondenza degli ingressi dalla strada principale (Statale, Provinciale o Comunale), ove non presenti, saranno realizzati dei tombini in cls per garantire lo scorrimento delle acque meteoriche che altrimenti invaderebbero la carreggiata della strada principale.

La viabilità per l'accesso a ogni singolo aerogeneratore, internamente ai lotti, sarà realizzata mediante l'asportazione del terreno vegetale per una profondità di 50 cm circa, il successivo costipamento del terreno sottostante mediante rullatura e la realizzazione di un cassonetto costituito da uno strato di tout-venant di cava della pezzatura di 40-70 mm dello spessore minimo di 30/40 cm e da uno strato di finitura in sostituzione dello strato di usura costituito da pietrisco con pezzatura 25-40 mm mescolato con materiali provenienti dagli scavi se idonei.

Il corpo stradale delle "piste" sarà predisposto in ottemperanza alle risultanze geologiche e geotecniche, (con particolare riferimento alle quantità di scavo in terra e scavo in roccia, e qualità dei materiali provenienti da scavi), ed è stato pertanto previsto il riutilizzo parziale dei materiali provenienti dagli scavi, quando idonei, previa opportuna miscelazione con materiali provenienti da cava. I volumi di terra residui di scavo, non idonei alla formazione della massicciata verranno utilizzati successivamente anche alla fase di costruzione per l'interramento di parte delle piste, delle piazzole.

Tutte le strade, sia quelle in adeguamento dei percorsi esistenti che quelle di nuova realizzazione, saranno provviste di apposite cunette a sezione trapezia per lo scolo delle acque di ruscellamento diffuso, di dimensioni adeguate ad

assicurare il regolare deflusso delle acque e l'opportuna protezione del corpo stradale da fenomeni di dilavamento. Laddove necessario, al fine di assicurare l'accesso ai fondi agrari, saranno allestiti dei cavalcavia in calcestruzzo con tombino vibro compresso.

Si riporta di seguito la descrizione degli interventi necessari per il collegamento alle aree di ubicazione dei singoli aerogeneratori e per la realizzazione delle piazzole.

#### Viabilità di accesso aerogeneratore AG01

La strada di connessione alla postazione AG01 nasce attraverso l'innesto sulla strada provinciale 28 bis e prosegue per lungo tratto su una strada esistente avente una lunghezza di circa 536 m.

L'attuale larghezza della carreggiata della viabilità rurale è di circa 3 metri, pertanto si renderà necessario procedere ad un allargamento del piano stradale per portare la carreggiata a 5 m. Per la maggior parte dello sviluppo la nuova strada si poggia sulla piattaforma esistente, per un tratto di circa 254 m in rilevato e per un altro tratto di 278 m in sterro. Il tracciato supera un dislivello che va dalla quota 443 m s.l.m. alla quota 438 m s.l.m.

Per consentire l'accesso alla postazione eolica è prevista la realizzazione di un nuovo tratto di circa 65 m.

La pendenza massima del tracciato è pari al 4 %.

#### Viabilità di accesso aerogeneratore AG02

La strada di connessione alla postazione AG02 nasce attraverso l'innesto sulla strada provinciale 28 bis.

Per consentire l'accesso alla postazione eolica è prevista la realizzazione di un nuovo tratto di circa 414 m. Il nuovo tracciato va dalla quota 439.20 m s.l.m. alla quota 436 m s.l.m. Per ridurre i movimenti di terreno il tracciato si sviluppa per la maggior parte poggiandosi sul terreno, in rilevato per circa 322 m e in sterro per circa 85 m. La larghezza della carreggiata è di 5 m.

La pendenza massima del tracciato è pari al 11.84 %.

#### Viabilità di accesso aerogeneratore AG03

La strada di connessione alla postazione AG03 nasce attraverso l'innesto sulla strada provinciale 28 bis.

Per consentire l'accesso alla postazione eolica è prevista la realizzazione di un nuovo tratto di circa 385 m. Il nuovo tracciato va dalla quota 435 m s.l.m. alla quota 465 m s.l.m. La morfologia dell'area attraversata dalla nuova viabilità risulta regolare, pertanto la strada si poggia sul terreno e sul tracciato esistente, i tratti in rilevato ed in sterro risultano di modesta entità. La larghezza della carreggiata è di 5 m.

La pendenza massima del tracciato è pari al 7 %.

#### Viabilità di accesso aerogeneratore AG04

La strada di connessione alla postazione AG04 nasce attraverso l'innesto sulla strada provinciale 50.

Per consentire l'accesso alla postazione eolica è prevista la realizzazione di un nuovo tratto di circa 320 m. Il tracciato degrada dalla quota 503 m s.l.m. alla quota 483 m s.l.m. La morfologia dell'area attraversata dalla nuova viabilità risulta regolare, pertanto la strada si poggia sul terreno, i tratti in rilevato ed in sterro risultano di modesta entità. La larghezza della carreggiata è di 5 m.

La pendenza massima del tracciato è pari al 11 %.

#### Viabilità di accesso aerogeneratore AG05

La strada di connessione alla postazione AG05 nasce attraverso l'innesto sulla Strada Provinciale 50 e prosegue su una strada di accesso alle aziende agricole avente una lunghezza di circa 870 m.

L'attuale larghezza della carreggiata della viabilità rurale è di circa 3 metri, pertanto si renderà necessario procedere ad un allargamento del piano stradale per portare la larghezza della carreggiata a 5m.

Per consentire l'accesso alla postazione eolica è prevista la realizzazione di un nuovo tratto di circa 640 m, con larghezza della carreggiata di 5 m.

Per ridurre i movimenti di terreno il tracciato si sviluppa per la maggior parte poggiandosi sul terreno, in rilevato per circa 430 m e in sterro per circa 213 m. Il tracciato supera un dislivello che va dalla quota 525 m s.l.m. alla quota 540 m s.l.m.

La pendenza massima del tracciato è pari al 11.93 %.

#### Viabilità di accesso aerogeneratore AG06

La strada di connessione alla postazione AG06 nasce attraverso l'innesto sulla Strada Provinciale 50 e prosegue su una strada di accesso alle aziende agricole avente una lunghezza di circa 375 m.

L'attuale larghezza della carreggiata della viabilità rurale è di circa 3 metri, pertanto si renderà necessario procedere ad un allargamento del piano stradale per portare la larghezza della carreggiata a 5 m.

Per consentire l'accesso alla postazione eolica è prevista la realizzazione di un nuovo tratto di circa 438 m, con larghezza della carreggiata di 5 m.

Per ridurre i movimenti di terreno il tracciato si sviluppa per la maggior parte poggiandosi sul terreno, in rilevato per circa 447 m e in sterro per circa 259 m. Il tracciato degrada dalla quota 545 m s.l.m. alla quota 539 m s.l.m.

La pendenza massima del tracciato è pari al 4.93 %.

#### Viabilità di accesso aerogeneratore AG07

La strada di connessione alla postazione AG07 nasce attraverso l'innesto sulla Strada Provinciale 50.

Per consentire l'accesso alla postazione eolica è prevista la realizzazione di un nuovo tratto di circa 201 m, con larghezza della carreggiata di 5 m.

La morfologia dell'area attraversata dalla nuova viabilità risulta regolare, pertanto la strada si poggia sul terreno, i tratti in rilevato ed in sterro risultano di modesta entità. Il tracciato supera un dislivello che va dalla quota 537 m s.l.m. alla quota 542 m s.l.m.

La pendenza massima del tracciato è pari al 4.71 %.

#### Viabilità di accesso aerogeneratore AG08

La strada di connessione alla postazione AG08 avviene attraverso l'innesto sulla Strada Provinciale 50 e prosegue su una strada di accesso alle aziende agricole avente una lunghezza di circa 170 m.

L'attuale larghezza della carreggiata della viabilità rurale è di circa 3 metri, pertanto si renderà necessario procedere ad un allargamento del piano stradale per portare la larghezza della carreggiata a 5 m.

Per consentire l'accesso alla postazione eolica è prevista la realizzazione di un nuovo tratto di circa 170 m, con larghezza della carreggiata di 5 m.

Per ridurre i movimenti di terreno il tracciato si sviluppa per la maggior parte poggiandosi sul terreno, in rilevato per circa 316 m e in sterro per circa 67 m. Il tracciato supera un dislivello che va dalla quota 514 m s.l.m. alla quota 522 m s.l.m.

La pendenza massima del tracciato è pari al 4.93 %.

#### 1.4. Opere civili

Sono previste le seguenti opere civili per la realizzazione del parco eolico in progetto:

- Le aree sottostanti alle apparecchiature saranno sistemate mediante spandimento di ghiaietto.
- Sistemazione a verde di aree non pavimentate.
- Le strade e gli spazi di servizio saranno pavimentati con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso.
- Le fondazioni delle varie apparecchiature elettriche saranno realizzate in conglomerato cementizio armato.
- Per lo smaltimento delle acque chiare e nere della stazione si utilizzerà una vasca IMHOFF con accumulo a tenuta da espurgare periodicamente a cura di ditta autorizzata.
- Per l'impianto antincendio si utilizzerà una riserva idrica con locale tecnico adiacente interrati, previa predisposizione di uno scavo di idonee dimensioni con fondo piano, uniforme e livellato, lasciando intorno al serbatoio uno spazio di 20/30cm.
- L'approvvigionamento di acqua per gli usi igienici del personale di manutenzione sarà fornito da idoneo serbatoio
- Si evidenzia che l'impianto non è presidiato e, pertanto, è prevista la presenza di personale solo per interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria.
- L'accesso alle stazioni sarà carrabile, corredato di cancello scorrevole di 7 metri di ampiezza con cancelletto pedonale, entrambi inseriti fra pilastri (vedi elab. "Recinzione – cancello e palina illuminazione").

Bentu Energy S.r.l. 	N° Doc. IT-VesBen-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 21 di 47
--	------------------------------------	-------	--------------------

- La recinzione perimetrale sarà del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e paletti, anch'essi prefabbricati in cls, infissi su fondazione in conglomerato cementizio armato, avrà altezza di 2,50 m.
- L'illuminazione della stazione sarà realizzata mediante l'installazione di opportune paline di illuminazione.

#### 1.4.1 Piazzole e aree di manovra dei mezzi pesanti

In fase di montaggio degli aerogeneratori si prevede la realizzazione di piazzole pianeggianti suddivise nelle seguenti aree:

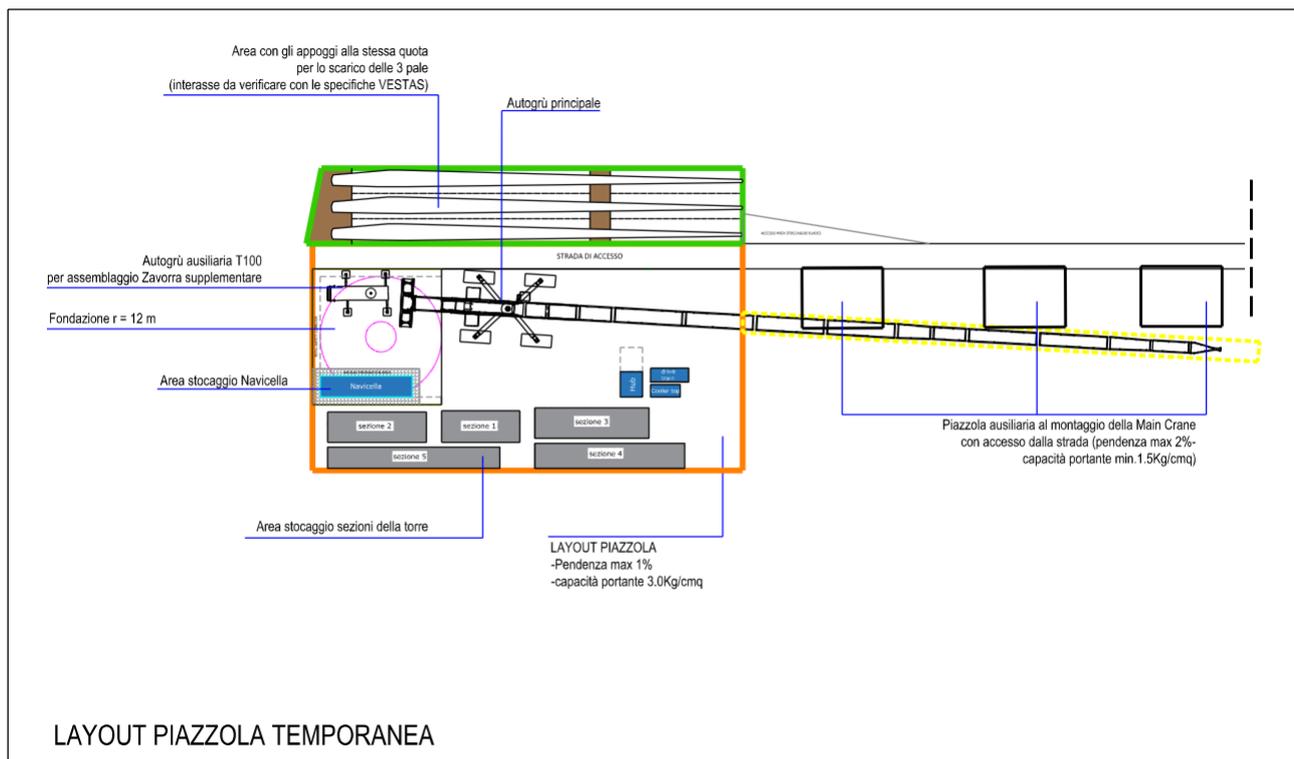
- zona per il deposito dei componenti della torre eolica in fase di montaggio quali area per lo stoccaggio delle lame, degli elementi della torre, della navicella e aree di manovra della gru principale e delle gru ausiliarie;
- area su cui verrà realizzata la fondazione e installata la pala eolica; tale zona servirà per le future operazioni di manutenzione delle pale nella fase di esercizio.



**Figura 10: rappresentazione della fase di montaggio dell'aerogeneratore.**

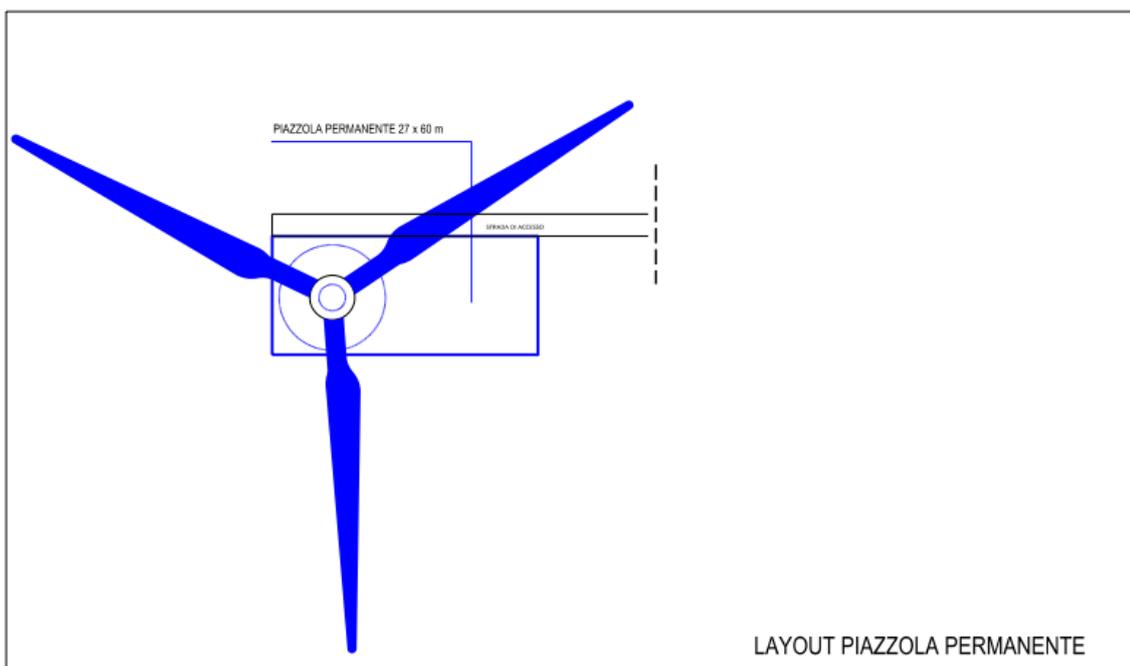
Si può quindi distinguere tra la piazzola provvisoria (fase di montaggio) e quella permanente (esercizio).

La piazzola provvisoria, che costituirà l'area di cantiere durante il montaggio, ha una dimensione di circa 85 x 60 m e occupa un'area di circa 5.100 mq (oltre le scarpate e i rilevati), avrà una pendenza massima dell'1% per lo smaltimento delle acque meteoriche, verrà realizzata con materiali che garantiscano una capacità portante di 3 Kg/cmq, in prossimità di pareti laterali in scavo verranno realizzati dei fossi di guardia per il convogliamento delle acque piovane. Dopo l'installazione della pala le aree di deposito delle pale e parte della piazzola verranno riportate alla conformazione originaria, secondo il Layout della piazzola in fase di esercizio dell'impianto.



**Figura 11: layout della piazzola temporanea.**

La piazzola permanente ha dimensioni di 27 x 60 m, occupa un'area di circa 1.620 mq (oltre le scarpate e i rilevati), avrà una pendenza massima dell'1% per lo smaltimento delle acque meteoriche, verrà realizzata con materiali che garantiscano una capacità portante di 3 Kg/cm<sup>2</sup>, in prossimità di pareti laterali in scavo verranno realizzati dei fossi di guardia per il convogliamento delle acque piovane.



**Figura 12: layout della piazzola permanente.**

Le piazzole degli aerogeneratori avranno le seguenti caratteristiche:

Aerogeneratore	Impronta scarpate
AG01	5679 mq
AG02	5472 mq
AG03	6100 mq
AG04	6484 mq
AG05	5717 mq
AG06	5599 mq
AG07	5217 mq
AG08	5683 mq

Le scarpate in rilievo delle piazzole avranno un'altezza tra 0.2 e 2.7 m e un'altezza di scavo tra 2 e 3 m. Questo vale per tutte le piazzole ad eccezione a quella afferente all'AG 04 che avrà un'altezza della scarpata in rilievo di circa 4.3 m e in scavo di circa 11 m.

In generale per tutte le piazzole le operazioni per la realizzazione saranno precedute dallo scotico dello strato superficiale di suolo e dal loro provvisorio stoccaggio in prossimità delle aree di lavorazione per le successive operazioni di ripristino ambientale; in prossimità di pareti laterali in scavo verranno realizzati dei fossi di guardia per il convogliamento delle acque piovane.

Particolare attenzione sarà posta alla stabilizzazione e rinverdimento delle scarpate.

#### 1.4.2 Fondazioni degli aerogeneratori

Le fondazioni delle torri saranno costituite da piastre in cemento armato atte a ripartire sia le azioni statiche dovute al peso proprio dell'apparato eolico che le azioni dinamiche dovute al vento trasmesse alla base delle torri dagli apparati eolici. Da un predimensionamento di massima risulta che per terreni sufficientemente portanti ( $\sigma > 1 \text{ N/mm}^2$ ), dovranno realizzarsi fondazioni a platea di forma circolare aventi un raggio di 12 m e un'altezza complessiva di 4 m (vedasi elaborati grafici allegati).

In caso di terreni dalle caratteristiche meccaniche scarse, si realizzeranno delle platee su pali di grande diametro (cm 100) disposti su tutta l'area di base atti a garantire adeguata stabilità al sistema fondazione-terreno.

Le fondazioni saranno interrate e ricoperte da uno strato di terreno dello spessore di circa 1 m.

L'utilizzo di una tipologia o di un'altra scaturirà dalle indagini geotecniche derivanti dai sondaggi previsti in fase esecutiva in corrispondenza di ogni aerogeneratore.

Il volume di scavo della fondazione per ogni aerogeneratore è di circa 2260 mc.

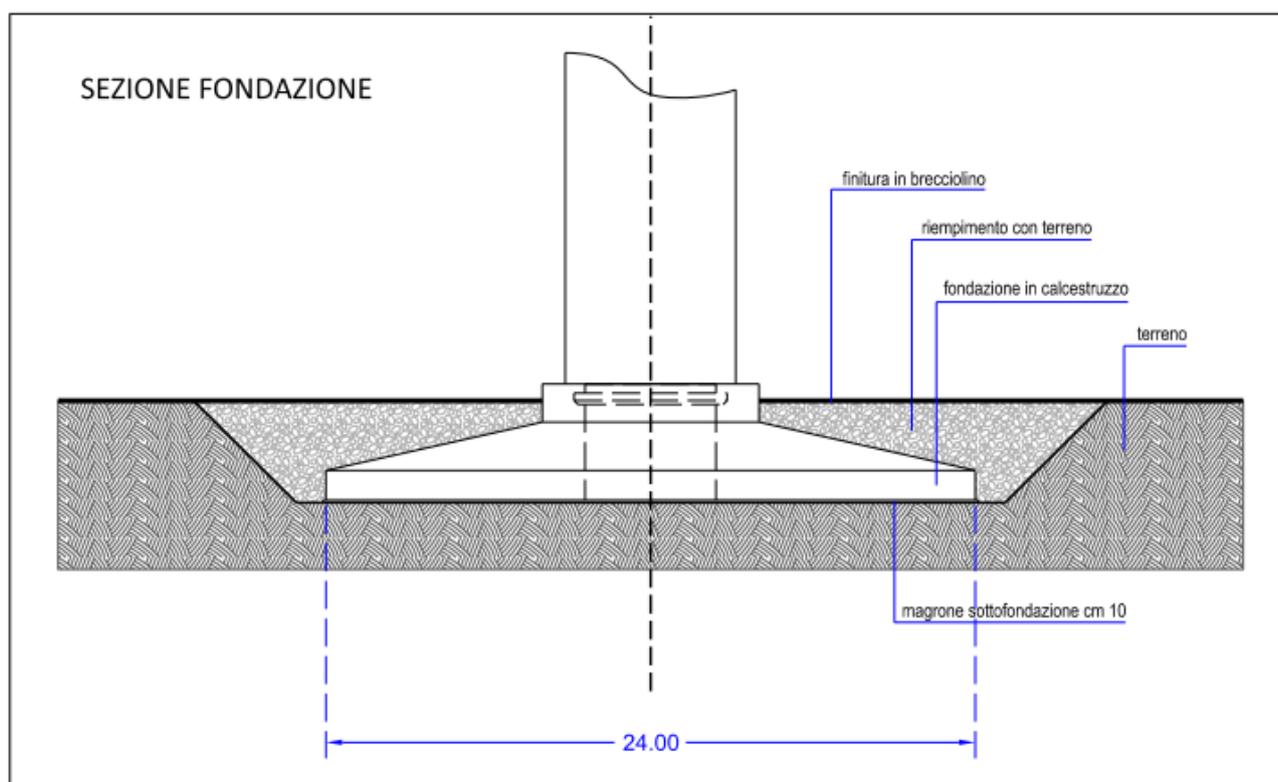


Figura 13: sezione fondazione aerogeneratore.

## 1.5 Opere elettriche

Gli aerogeneratori saranno collegati tra loro attraverso cavidotto interrato in MT a 30 kV che collegherà il parco eolico alla stazione di trasformazione utente 30/150 kV di Thiesi che sarà ubicata in prossimità del parco eolico.

Questa sarà collegata con un cavo interrato a 150 kV ad una stazione “Condivisa” con i produttori Mistral Wind, Aregu Wind, ed Infrastrutture SpA localizzata nel Comune di Ittiri (SS), la quale si allaccerà al futuro ampliamento a 150 kV in GIS della stazione elettrica RTN 380 kV “Ittiri” che rappresenta il punto di connessione dell’impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

La società Terna ha rilasciato alla Società Bentu Energy S.r.l. la “Soluzione Tecnica Minima Generale” Cod. Prat. 202100834 del 10.08.2021, indicando le modalità di connessione alla RTN che, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle opere di rete per la connessione, prevede la condivisione, con ulteriori utenti, dello stallo AT nel futuro ampliamento della stazione di trasformazione in GIS della RTN 380/150 kV di “Ittiri”.

La Soc. Mistral Wind Srl ha sottoscritto con le Soc. Bentu Energy Srl, Aregu Wind ed Infrastrutture S.P.A. un accordo per condividere lo stallo 150 kV nonché per la realizzazione della stazione di trasformazione/condivisione e successivamente per l’esercizio e la gestione.

L’energia elettrica prodotta dal parco eolico sarà elevata alla tensione di 150 kV mediante un trasformatore della potenza di 30-40 MVA ONAN/ONAF, collegato a un sistema di sbarre con isolamento in aria della stazione di trasformazione di utente Thiesi.

Pertanto, il progetto del collegamento elettrico del suddetto parco alla RTN prevede la realizzazione delle seguenti opere:

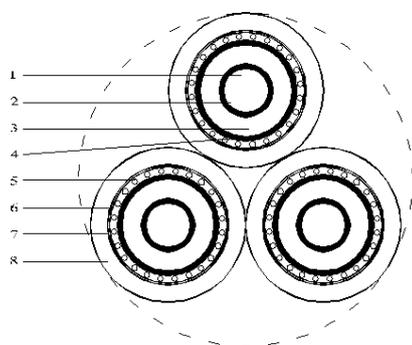
- a) Rete in cavo interrato in MT a 30 kV dall’impianto di produzione alla stazione di trasformazione utente 30/150kV;
- b) stazione elettrica di trasformazione utente 30/150 kV di Thiesi;
- c) stazione elettrica 150 kV “Condivisa” di Ittiri;
- d) cavidotto a 150 kV per il collegamento tra la SE trasformazione 30/150 kV di Thiesi e la SE “Condivisa” di Ittiri;
- e) cavidotto a 150 kV per il collegamento tra la SE “Condivisa” 150 kV e la SE Terna;
- f) Stallo 150 kV della stazione 380/150 kV – Ampliamento della stazione smistamento 380 kV.

Le opere di cui ai punti a), b), c), d) ed e) costituiscono opere di utenza del proponente. Le opere di cui al punto f) sono state progettate da altro produttore, benestariate da Terna e trasmesse con PEC a Bentu Energy per il recepimento all’interno del proprio progetto.

### 1.5.1 Elettrodotta 30 kV interno al parco

Il trasporto dell'energia avviene mediante l'utilizzo di cavi interrati posati in trincea a sezione rettangolare secondo quanto descritto dalle modalità previste dalle norme CEI 11-17, ovvero dotando i cavi di protezione meccanica: nel caso specifico verrà apposto un tegolino in PVC ad almeno 20 cm dal cavo stesso qualora non si provveda alla realizzazione di altre protezioni meccaniche.

Nel nostro caso è stato previsto di utilizzare cavi tripolari in alluminio cordati ad elica visibile di sezione pari a 75, 95, 150 e 300 mm<sup>2</sup>. I cavi sono isolati con una miscela a base di polietilene reticolato, schermato per mezzo di piattine o fili di rame. La guaina protettiva è a base di polivinilcloruro, così come riportato nella sottostante Figura.



**Figura 14: sezione del cavo tripolare in alluminio cordato ad elica visibile.**

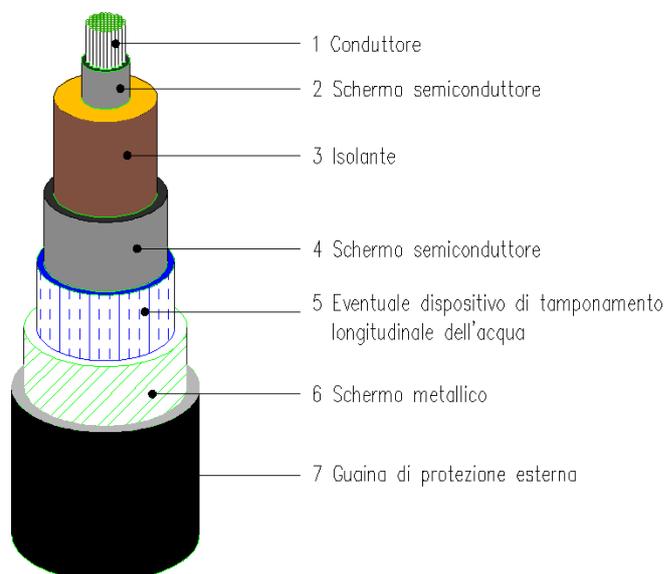
### 1.5.2 Elettrodotta 150 kV in cavo

Per collegare la suddetta Stazione di trasformazione 30/150 kV alla stazione in condivisione di Ittiri è previsto un collegamento di circa 15 km in cavo interrato a 150 kV; la stazione di condivisione è collegata alla vicina stazione di trasformazione di Terna 380/150kV "Ittiri" è previsto un breve collegamento di circa 320 metri sempre mediante cavo interrato a 150 kV.

Il tracciato del cavo interrato Thiesi-Ittiri, quale risulta dalla Corografia su CTR "IT-VesThi-Clp-EW-DW-02" e dalla planimetria catastale "IT-VesThi-Clp-EW-DW-04" si sviluppa per un tratto iniziale sulla Strada Provinciale N 134 verso Sud, in direzione della Strada Provinciale N 50. Tramite viabilità secondaria (sentieri/ex mulattiere), dalla suddetta S. P. il tracciato del cavidotto AT prosegue lungo la SS 131 bis che conduce alla stazione "Condivisa" di Ittiri.

L'elettrodotta sarà costituita da tre cavi unipolari a 150 kV. Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 400 mm<sup>2</sup>, tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in

materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in politene con grafitatura esterna.



**Figura 15: schema tipo del cavo.**

I cavi saranno interrati alla profondità di circa 1,70 m, con disposizione delle fasi a trifoglio affiancate tranne in corrispondenza dei giunti dove la disposizione sarà in piano con distanza tra le fasi di almeno 25 cm.

Nello stesso scavo della trincea, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati.

La terna di cavi sarà alloggiata in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

La terna di cavi sarà protetta e segnalata superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm sia superficialmente che lateralmente. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Di seguito sono evidenziate alcune tipiche modalità di posa.

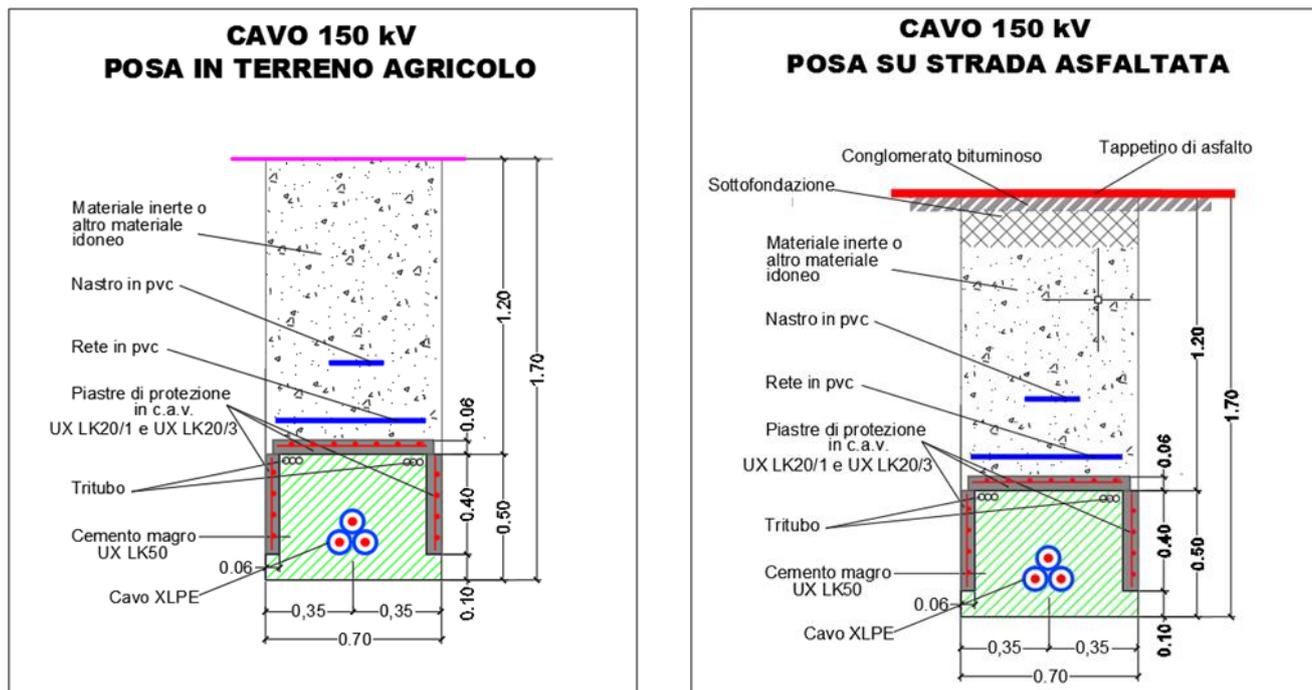


Figura 16: sezioni tipo di posa del cavidotto interrato.

### 1.5.3 Cabina di trasformazione e condivisione utenza

La stazione di trasformazione (IT-VesThi-Clp-EW-DW-06 “Planimetria elettromeccanica Stazione 30/150 kV”), che costituisce impianto di utenza per la connessione, sarà ubicata nel comune di Thiesi (SS) lungo la Strada vicinale Monte Fenosu sulle particelle 338 e 98 del Foglio di mappa N.3.

Complessivamente l’area individuata per la realizzazione della stazione di trasformazione è pari a circa **3500 mq**. Detta stazione elettrica di utenza è del tipo a un solo sistema di sbarre con isolamento in aria a 150 kV al quale afferiscono il cavo per il collegamento alla stazione “Condivisa” di Ittiri e il montante trasformatore 30/150 kV per l’energia prodotta dal parco eolico di Thiesi, nonché uno stallo per un futuro ampliamento per altro produttore.

### 1.5.4 Edifici - stazione di trasformazione MT/BT e stazione “Condivisa”

Nelle aree delle stazioni di Thiesi e Ittiri è previsto un edificio ubicato in corrispondenza dell’ingresso, come visibili dagli elaborati N. IT-VesThi-Clp-EW-DW-09 e N. IT-VesThi-Clp-EW-DW-09.a “Edificio quadri AT,MT,SA pianta prospetti e sezioni”. L’edificio della stazione di Thiesi ha superficie di circa 44 x 4,6 m con altezza di 3,9 m, e sarà diviso in diversi locali adibiti a: locale GE, servizi igienici, locale MT, locale Quadri BT, Locale Telecomando Turbine e un piccolo locale per le misure fiscali con ingresso sia dall’interno della stazione sia dall’esterno posto sul

confine della recinzione; inoltre sono previsti altri locali destinati per eventuali ampliamenti. Nel locale, dove sarà sistemato il sistema di sbarre in MT, si attesteranno i cavi 30 kV e si prevede un numero di scomparti necessari per l'arrivo dei cavi provenienti dal parco eolico, per il collegamento al trasformatore 30/150 kV, per le celle misure e per i Servizi Ausiliari.

La superficie coperta dell'edificio è di circa 202 m<sup>2</sup> e la cubatura riferita al piano piazzale è di circa 710 m<sup>3</sup>; il locale misure fiscali avrà misure 2,2 x 4,6 m con una superficie di circa 10,1 m<sup>2</sup> e una cubatura di circa 39,5 m<sup>3</sup>. L'edificio della stazione "Condivisa" di Ittiri sarà ubicato in corrispondenza dell'ingresso, di circa 61 x 4,6 m con altezza di 3,9 m e sarà diviso in diversi locali adibiti a: locale GE, servizi igienici, locale MT, locale Quadri BT, Locale Telecomando Turbine e un piccolo locale per le misure fiscali con ingresso sia dall'interno della stazione sia dall'esterno posto sul confine della recinzione; inoltre sono previsti i locali destinati alle Soc. Bentu Energy S.r.l., Aregu Wind S.r.l. ed Infrastrutture S.P.A. per il controllo e telecomando degli arrivi cavi 150 kV.

La superficie coperta dell'edificio è di circa 281 m<sup>2</sup> e la cubatura riferita al piano piazzale è di circa 1.094 m<sup>3</sup>; il locale misure fiscali avrà misure 2,2 x 4,6 m con una superficie di circa 10,1 m<sup>2</sup> e una cubatura di circa 39,5 m<sup>3</sup>.

I suddetti fabbricati saranno realizzati con struttura portante in c.a. e con tamponatura esterna in mattoni semiforati intonacati; i serramenti saranno di tipo metallico.

Le coperture dei fabbricati saranno realizzate con tetti piani di caratteristiche simili a quelle adoperate in zona. Particolare cura verrà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei a garantire il rispetto dei requisiti minimi in funzione della destinazione d'uso del locale nonché nel rispetto, della legge n.10/91. Gli edifici saranno serviti da impianti tecnologici quali: illuminazione, condizionamento, antintrusione etc.

Per le apparecchiature AT sono previste fondazioni in c.a. Inoltre, è prevista la sistemazione del terreno con viabilità interna e recinzione della stazione in pannelli prefabbricati di altezza non inferiore a 2,50 m.

## 1.6 Smaltimento acque meteoriche e fognarie

Per i servizi igienici è previsto uno scarico in vasca a tenuta da spurgare periodicamente.

L'approvvigionamento idrico per i servizi igienici sarà realizzato tramite riserva idrica di acqua potabile.

Per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà le acque raccolte a un sistema di trattamento per consentire lo smaltimento in un corpo idrico ricettore. Il sistema di tipo prefabbricato sarà dimensionato per smaltire le acque dilavanti le strade interne e i piazzali di manovra della stazione di trasformazione/condivisione. Pertanto, dovrà servire un'area impermeabile complessiva di circa 3000 m<sup>2</sup>.

Il ciclo di trattamento delle acque di dilavamento prevede il convogliamento delle acque ricadenti sui piazzali in una apposita rete di drenaggio collegata al collettore principale, la separazione tra acque di prima e seconda pioggia tramite pozzetto scolmatore, e un successivo trattamento (grigliatura, dissabbiatura tramite sedimentazione e disoleazione tramite filtri a coalescenza) delle acque di prima pioggia che vengono poi inviate a un pozzetto fiscale (dove arrivano invece direttamente quelle di seconda pioggia) e successivamente al ricettore finale tramite tubazione Pead di lunghezza pari a circa 210 m.

Nell'area di studio non si riscontrano pozzi privati nell'arco dei 30 metri dalle aree drenanti, né pozzi pubblici nell'arco dei 200 m.

Nell'ambito della viabilità interna e relativi piazzali pavimentati viene prevista una specifica rete di raccolta delle acque meteoriche. Gli elementi di captazione della rete sono costituiti da pozzetti con caditoia grigliati, sifonati (50x50). I collettori interrati per l'allontanamento delle acque meteoriche saranno in HDPE corrugato strutturato per traffico carrabile pesante (SN 4 kN/m<sup>2</sup>) a diametro differenziato lungo lo sviluppo della rete (Dn 200,315,400).

La geometria delle sagome trasversali dei piazzali sarà realizzata con cordoli in cemento in modo da escludere i contributi di ruscellamento delle aree esterne e aree sterrate/inghiaiate alla formazione delle portate di piena dalla suddetta rete di raccolta. Purtroppo, si prevedono, in prossimità dell'area elettromeccanica (trasformatore, scaricatori, sbarre, etc.), una serie di tubi drenanti di diametro D=200, tali da impedire l'imbibizione dei terreni in prossimità delle fondazioni. Questi tubi drenanti scoleranno nei pozzetti grigliati già posti lungo i piazzali di manovra. A vantaggio di sicurezza, i contributi delle aree permeabili inghiaiate non verranno escluse dal calcolo della portata di piena per il dimensionamento della vasca di prima pioggia.

La vasca di accumulo delle acque di prima pioggia è dimensionata tenendo conto di una altezza di pioggia di 5 mm distribuita su un bacino complessivo di circa 3000 m<sup>2</sup>. Un volume complessivo previsto di circa 25 m<sup>3</sup> assicura adeguati tempi di detenzione idraulica rispetto al processo di sedimentazione primaria dei solidi sospesi.

## 1.7 Dismissione e ripristino del contesto

Per la dismissione del parco eolico "Bentu" si prevedono le seguenti macro-fasi operative:

- rimozione di tutte le sostanze potenzialmente inquinanti, pulizia e bonifica dei componenti d'impianto e vasche settiche;
- smantellamento, demolizione e rimozione dei principali componenti d'impianto: macchinari e strutture di supporto fuori terra;
- smantellamento, demolizione e rimozione delle strutture ausiliarie al funzionamento del parco: edifici, pozzetti cavi e cavidotti;

Bentu Energy S.r.l. 	N° Doc. IT-VesBen-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 32 di 47
--	------------------------------------	-------	--------------------

Lo scenario ipotizzato per la sistemazione finale è di rendere disponibile il sito ad una destinazione di area ad ambiente agricolo e/o pascolo.

Preliminarmente alle attività di demolizione si dovrà provvedere alla rimozione dei potenziali contaminanti ambientali presenti nell'area e nelle apparecchiature (rifiuti e residui).

Al termine di questa fase il parco deve presentarsi come un insieme di strutture ed impianti puliti, scollegati e non pericolosi.

È opportuno che questa attività sia inclusa nelle fasi finali della vita produttiva del parco, allo scopo di sfruttare la conoscenza di tutte le sezioni dell'impianto da parte del personale operativo.

Prima dell'inizio delle attività di dismissione vere e proprie, andrà eseguita un'analisi documentale (disegni e computi metrici "as built" a fine vita) del parco per riuscire a quantificare con maggior grado di precisione le quantità di materiali da rimuovere e la loro posizione.

Poiché la disconnessione delle varie apparecchiature potrebbe comportare alcuni problemi, tanto nel corso della dismissione che nel periodo fra la fermata e l'inizio delle attività di dismissione, sarà opportuno garantire la fornitura elettrica in prossimità dei vari punti di utilizzo mediante alimentazioni ausiliarie.

L'attività di dismissione ha l'obiettivo di consentire la demolizione/rottamazione degli impianti senza rischi per i lavoratori o per l'ambiente, correlati alla presenza di residui di processo e di rifiuti nelle varie parti del parco.

L'attività di dismissione degli impianti, una volta terminate le attività preliminari, avrà luogo secondo le fasi logiche di seguito elencate:

- Verifica di assenza di vapori infiammabili, tramite rilevatore; verificata l'assenza di materiale infiammabile si potrà procedere alla rimozione degli impianti;
- Delimitazione delle varie aree di lavoro, nel rispetto del piano operativo di sicurezza;
- Verifica di disconnessione di tutte le alimentazioni elettriche;
- Acquisizione di tutti gli schemi di processo e individuazione della strategia di intervento;
- Suddivisione dell'impianto in sottoinsiemi (ove necessario) con i relativi limiti di batteria;
- Definizione delle sequenze di intervento;
- Collegamento del circuito/apparecchiatura da recuperare ai sistemi di spurgo e di raccolta di eventuali liquidi residui a seguito delle attività di bonifica descritte in precedenza.

La demolizione delle parti metalliche, carpenteria ed impianti, tubazioni, etc., verrà suddivisa in due parti:

- Operazioni a freddo: usando mezzi operativi quali escavatrici a ruota su camion dotate di cesoie per materiali ferrosi; le attività di demolizione avranno luogo partendo dall'alto verso il basso;
- Operazioni a caldo: effettuate dal personale impiegando cannello ossipropánico, previa verifica che non vi siano materiali, residui e/o inquinanti né vapori infiammabili, o qualunque altra cosa che possa innescare

fiamme o esplosioni o il rilascio di gas nocivi. Quotidianamente, per ciascuna operazione a caldo, saranno rilasciati degli appositi permessi dal responsabile di cantiere, dopo aver effettuato un'ispezione visiva dell'area di lavoro;

- Tutte le parti metalliche saranno rottamate;
- Le navicelle di produzione, ove sono alloggiati i gruppi di generazione: parte meccanica, generatore elettrico, trasformatore e sistemi di trasmissione dati, saranno calate a terra mediante gru ed avviate direttamente alle società specializzate per la loro demolizione e recupero materiali.
- Le pale eoliche, aventi dimensioni ragguardevoli, saranno sezionate in ambiente depressurizzato e con tutti gli accorgimenti necessari per il trattamento delle fibre, per riportarle a dimensioni trasportabili, ed avviate allo smaltimento presso ditte specializzate o presso lo stesso costruttore.
- Le attività sui macchinari e sugli impianti includeranno, tra l'altro la rimozione dei cavi elettrici e trasmissione dati, delle tubazioni idrauliche e dell'aria (dove presenti). Le tubazioni aperte saranno chiuse con flange cieche, tutte le vasche e trincee saranno riempite di terreno non contaminato e protette superiormente mediante lastre di cemento armato con rete metallica.

Infine le aree saranno rimodellate e ripristinate per l'uso agricolo. Dopo la rimozione delle strutture interrato verranno svolte le seguenti attività:

- Posa di un telo in poliestere sul fondo scavo, in modo da poter verificare con certezza il livello del riempimento;
- Riempimento dello scavo con terreno vergine certificato o con materiale di risulta precedentemente caratterizzato;
- Test di compattazione durante le attività di riempimento dello scavo.

Durante l'ultima fase delle demolizioni (strutture sotto il piano campagna), in parallelo con il rimodellamento dell'area, si potranno ottimizzare i recuperi di materiale e ridurre le movimentazioni.

Dal momento che il presente piano di dismissione di massima prevede il ripristino dell'area per un utilizzo a zona ambiente agricolo e/o pascolo, il sito verrà restituito privo di pavimentazione (né asfalto, né cemento), e sarà necessario prevedere una fase di coordinamento in relazione alla futura destinazione prevista dagli strumenti urbanistici che saranno in vigore al momento della dismissione.

Le attività di dismissione del Parco comporteranno la produzione di limitate tipologie di rifiuti che, a seconda della loro origine e composizione, potranno essere avviati a recupero o smaltimento ed eventualmente riutilizzati nel sito stesso.

I rifiuti prodotti durante la dismissione del Parco saranno gestiti in conformità a quanto disposto dalla normativa vigente al momento di effettuazione delle attività.

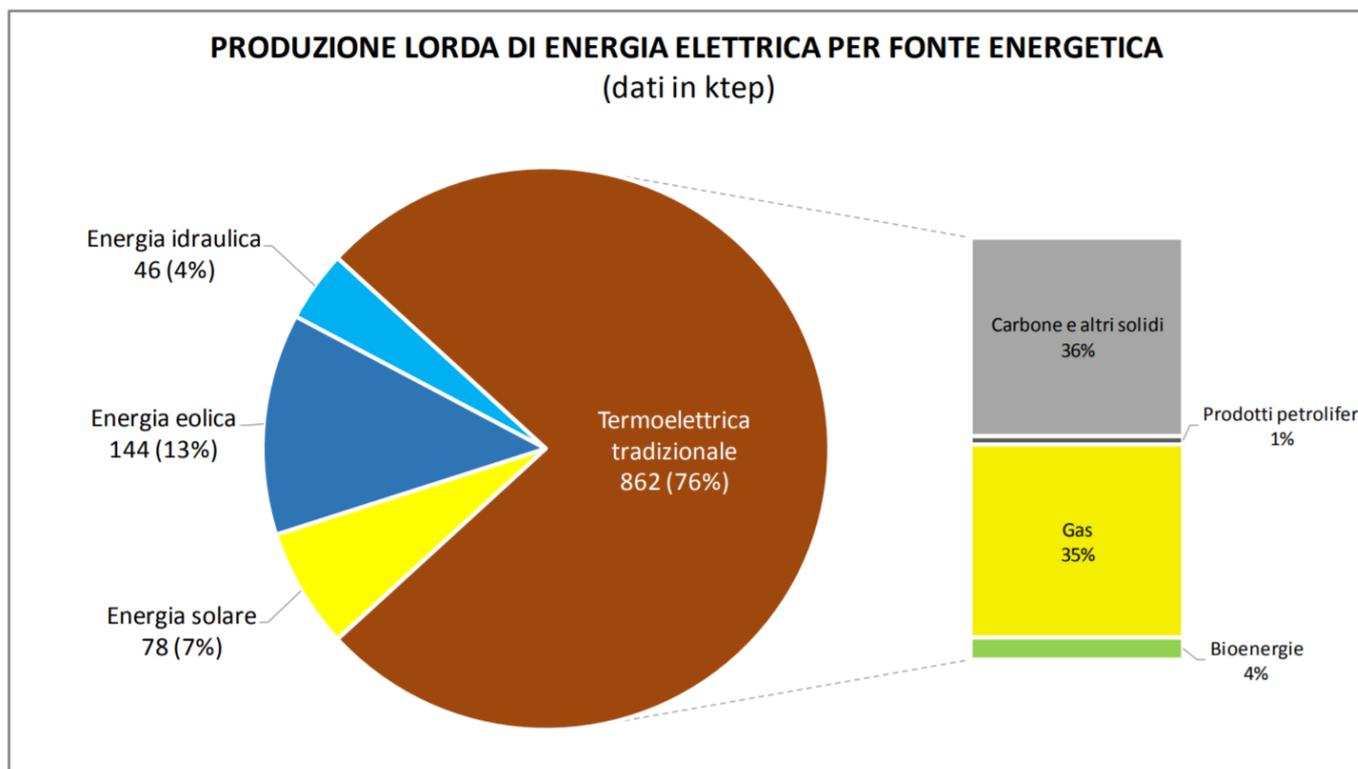
## 2. Analisi delle alternative progettuali

### 2.1 Alternativa zero

La prima delle alternative da considerare è la possibilità di non effettuare l'intervento in progetto presentato (opzione zero).

L'intervento rientra tra le tipologie impiantistiche previste dalla programmazione nazionale e regionale. In particolare, la sua non realizzazione porterebbe alla mancata partecipazione al raggiungimento dell'obiettivo di realizzazione della potenza degli impianti da fonte rinnovabile previsto dal PEARS.

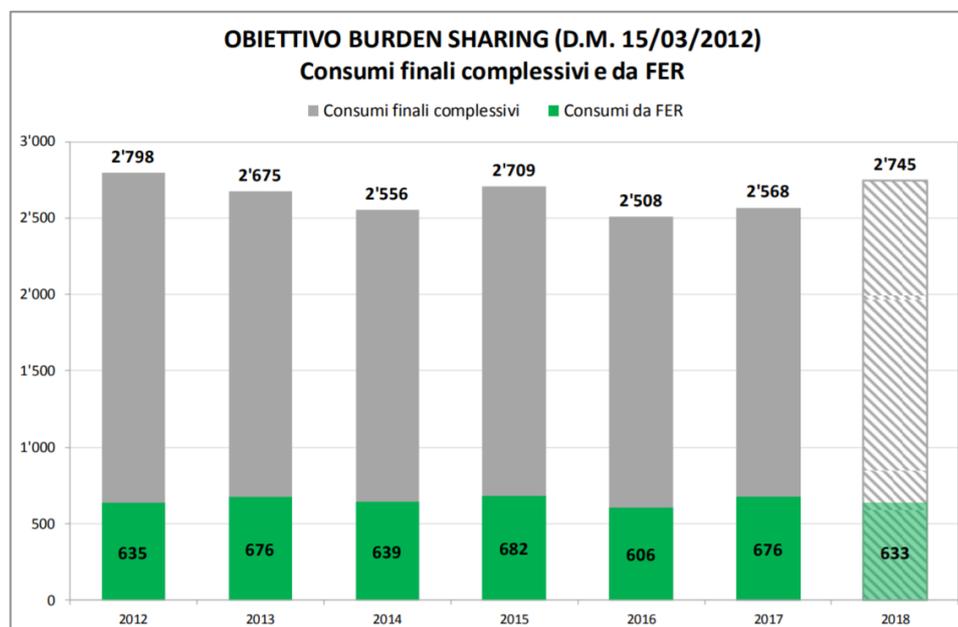
Il Piano recepisce ed è coerente ai principali indirizzi di pianificazione energetica messi in atto a livello europeo e nazionale, con particolare attenzione agli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> quantificati pari a -50%<sup>1</sup>. Il Secondo Rapporto di Monitoraggio del PEARS fotografa la situazione del macrosettore Energia al 2018 (Figura 17) e appare evidente come l'energia elettrica prodotta in Sardegna attraverso centrali termoelettriche o impianti di cogenerazione alimentati a fonti fossili o bioenergie rappresenti ben il 76,3% del totale; segue la produzione attraverso impianti eolici (12,7% della produzione totale), la produzione da impianti fotovoltaici (6,9%) e infine la produzione da impianti idroelettrici (4,1%).



**Figura 17: produzione di energia elettrica per fonte energetica nel 2018. Fonte: Secondo Rapporto di Monitoraggio del PEARS, 2019.**

<sup>1</sup> Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna 2015-2030 – Proposta Tecnica, dicembre 2015; p.44.

Nella figura successiva sono rappresentati l'andamento dei consumi finali lordi di energia e l'andamento dei consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili a partire dal 2012, ricostruiti a partire dai dati pubblicati dal GSE per il periodo 2012-2017, integrati con le elaborazioni aggiuntive ricavate dal BER 2018.



**Figura 18: andamento dei consumi finali lordi di energia complessivi e coperti da fonti rinnovabili in Sardegna (espressa in termini percentuali). Fonte: dati GSE del 2012 al 2017 e dati BER per anno 2018.**

Il Piano Energetico Regionale conferma la necessità di favorire un mix di fonti rinnovabili sul territorio, soprattutto con gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> dal settore energetico e la diversificazione delle risorse primarie utilizzate nello spirito di sicurezza degli approvvigionamenti. L'Italia è tra i firmatari del Protocollo di Kyoto ed è impegnata a ridurre tali emissioni, complessivamente di circa 4 – 5 milioni di tonnellate all'anno, con interventi volti ad aumentare il rendimento medio del parco esistente e ovviamente a favorire l'aumento dell'incidenza della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (soprattutto eolica e fotovoltaica).

La mancata realizzazione dell'intervento in oggetto avrebbe, inoltre, evidenti negative ricadute socioeconomiche. Allo stato attuale i terreni possono essere utilizzati per il pascolo e tale possibilità non sarebbe compromessa o diminuita dalla presenza degli aerogeneratori che, anzi, aggiungerebbero una funzione produttiva al terreno. L'utilizzo di tali terreni per fini di agricoltura di pregio è escluso, sia per le scarse caratteristiche dei suoli e sia perché i costi da sostenere per la realizzazione delle infrastrutture necessarie a rendere irriguo il comparto in oggetto per la coltivazione sarebbero insostenibili.

Non essendo sostenibile economicamente l'utilizzazione per fini agricoli, i terreni resterebbero inutilizzati o tutt'al più sottoutilizzati.

La realizzazione del parco eolico, invece, si configura come occasione per convertire risorse a favore del miglioramento delle aree in oggetto come aree produttive per lo sviluppo locale.

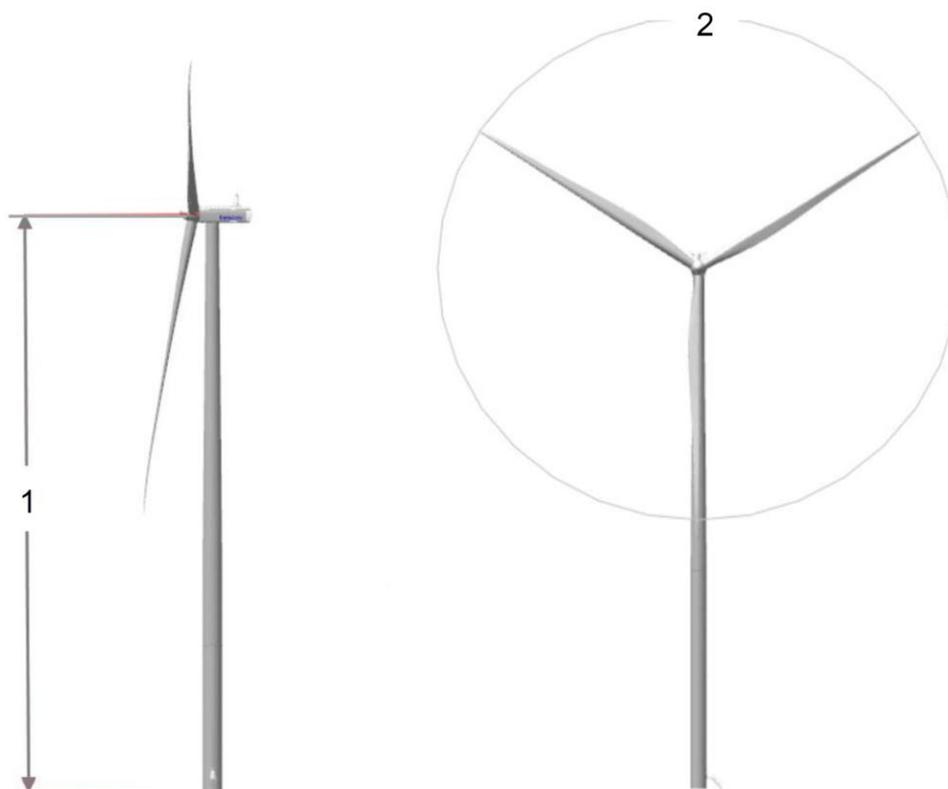
Riassumendo l'alternativa zero porterebbe alla:

- mancata partecipazione al raggiungimento degli obiettivi europei, nazionali e regionali in tema di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> dal settore energetico;
- mancata partecipazione alla riduzione dei fattori climalteranti;
- mancata partecipazione all'obiettivo di diversificazione delle risorse primarie utilizzate nello spirito di sicurezza degli approvvigionamenti;
- mancata partecipazione all'obiettivo di sviluppo di un apparato diffuso ad alta efficienza energetica;
- mancate ricadute socio-occupazionali e mancato utilizzo o sottoutilizzo dei terreni in oggetto.

L'alternativa zero eviterebbe, naturalmente, la modifica dello skyline esistente e la conseguente modifica del quadro paesaggistico. Il mantenimento della qualità del paesaggio, tuttavia, non coincide certo con la musealizzazione dello stesso, ma piuttosto con la coesistenza armoniosa e compatibile di più funzioni aventi come presupposto la riproducibilità delle risorse e come fine la ricchezza in senso lato delle comunità.

## 2.2 Alternativa tecnologica

L'alternativa tecnologica valutata prevede l'installazione di un modello di macchine del produttore Vestas di altezza inferiore, al fine di ridurre l'area di visibilità del parco. In particolare, si è presa in considerazione la Vestas V163 4,5 MW HH 100.



1: altezza mozzo = 100 m

2: diametro del rotore = 163 m

**Figura 19: dimensioni struttura aerogeneratore Vestas V163.**

Tali aerogeneratori, di minore potenza nominale, hanno anche una minore altezza al mozzo e, dunque, porterebbero, in via teorica, ad un probabile minore impatto paesaggistico.

**Tabella 1: dati tecnici di confronto tra l'aerogeneratore in progetto e quello considerato per l'alternativa progettuale.**

Modello turbina	n. turbine	HH	Installed capacity	AEP - P50 GWh/yr	Wake losses (%)
V162 6MW	8	125	48	135.09	3.1
V163 4.5MW	8	100	36	114.51	2.8

**Un parco eolico composto con il modello di turbina sopra proposto (Vestats V163) porterebbe ad una diminuzione percentuale della produzione netta pari al 15,23%, mantenendo il numero di turbine del layout proposto.**

Con l'obiettivo di mantenere la potenza installata invariata, **sarebbe necessario installare 3 aerogeneratori in più.** Installando 11 aerogeneratori si giungerebbe a una potenza installata di 49,5 MW. La producibilità dell'impianto varierebbe come rappresentato nella tabella di seguito.

<i>dati operativi</i>	<b>Aerogeneratore in progetto (Vestas V162)</b>		<b>Aerogeneratore alternativa progettuale (Vestas V163)</b>	
<i>Potenza di picco complessiva DC</i>	48	MWp	49,5	MWp
<i>Potenza unitaria singola turbina</i>	6	MWp	4,5	MWp
<i>Numero turbine</i>	8		11	
<i>Diametro rotore</i>	162	m	163	m
<i>Altezza mozzo</i>	125	m	100	m

**Ottenendo la stessa produzione si avrebbero simili o maggiorati impatti ambientali** e, nello specifico:

- maggiore area d'installazione (con relativo consumo del suolo);
- maggiore compromissione del contesto arboreo;
- maggiori impatti negativi in fase di cantiere dovuti alla movimentazione dei mezzi per il trasporto relativamente alla componente aria (emissioni di gas serra e sollevamento polveri) e alla componente rumore;
- equivalenti o paragonabili pressioni sulla viabilità per il trasporto;
- maggiori costi e impatti sull'ambiente a fronte di una minore efficienza per il trasporto dell'energia;
- maggiori rischi di collisione con l'avifauna;
- assimilabili impatti sugli effetti elettromagnetici;
- maggiori costi di gestione e manutenzione.

**Pertanto, l'installazione di macchine di maggiore potenza garantisce la massima producibilità a fronte di simili impatti sulle componenti aria, suolo, rifiuti, flora, fauna e componenti elettromagnetiche.**

**Un'analisi più approfondita deve essere condotta per la componente paesaggio.** A tal fine si è ipotizzato un layout alternativo sulla base del quale poter elaborare la mappa dell'intervisibilità teorica nel caso delle Vestas V163, aventi altezza sensibilmente più bassa, al fine di valutare quantitativamente la diminuzione. Si procede, dunque, nel paragrafo successivo, a individuare una alternativa di localizzazione.

### 2.3 Alternativa di localizzazione

La valutazione di una alternativa progettuale ha escluso, innanzitutto, le aree industriali del Comune di Thiesi, in quanto le uniche presenti sono prossime all'abitato e constano complessivamente di 14,5 ha.

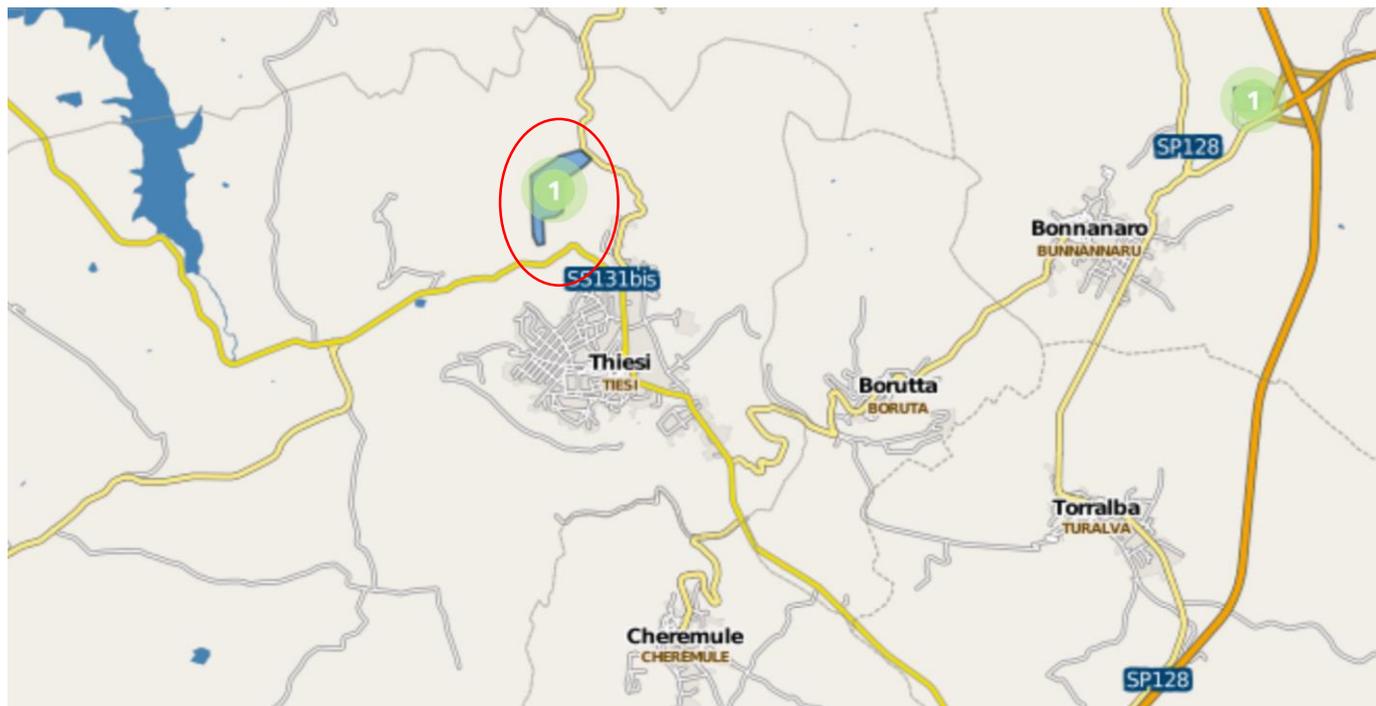


Figura 20: area PIP del Comune di Thiesi (cerchiata in rosso).

La prossimità al centro abitato porterebbe al manifestarsi dei seguenti impatti negativi:

- effetto incombenza minacciosa;
- effetto ombra portata;
- effetto dell'alterazione dell'integrità architettonica.

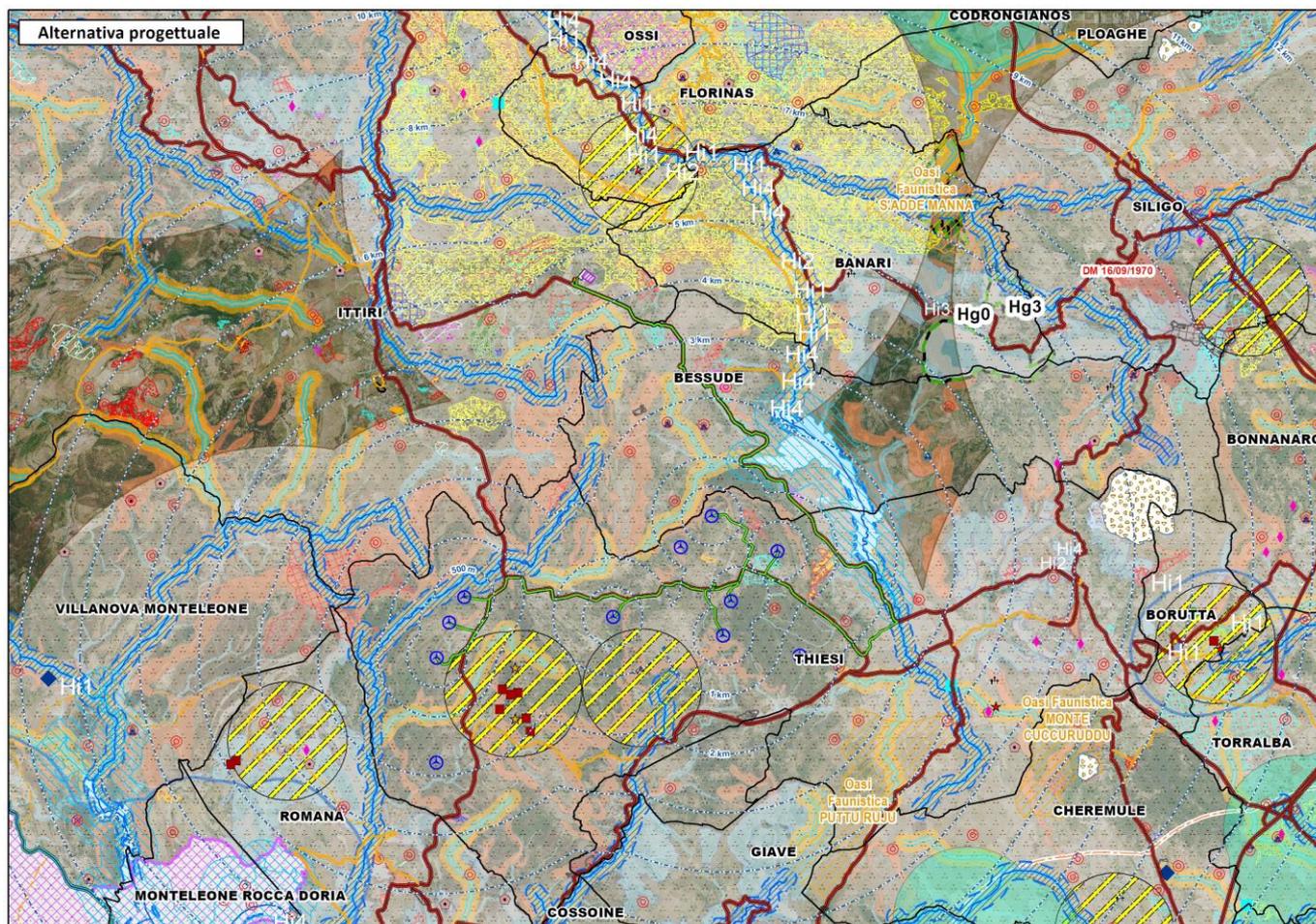
**Lo Studio per l'individuazione delle aree in cui ubicare gli impianti eolici elaborato dalla Regione Sardegna individua come idonee le aree dei Piani per gli Insediamenti Produttivi (P.I.P.), caratterizzate da una estensione territoriale complessiva non inferiore ai 20 ha.**

Pertanto, si è proceduto all'individuazione di aree alternative, escludendo quelle che la normativa e le Linee guida regionali indicano come aree non idonee all'installazione degli impianti per la produzione di energia elettrica da eolico:

- I Siti inseriti nella lista del patrimonio mondiale dell'UNESCO, le aree ed i beni di notevole interesse culturale, gli immobili e le aree dichiarati di notevole interesse pubblico.
- Le Zone all'interno di coni visuali la cui immagine è storicizzata e identifica i luoghi anche in termini di notorietà internazionale di attrattività turistica.
- Le Zone situate in prossimità di parchi archeologici e nelle aree con termini ad emergenze di particolare interesse culturale, storico e/o religioso.

- Le aree naturali protette ai diversi livelli (nazionale, regionale, locale), con particolare riferimento alle aree di riserva integrale e di riserva generale orientata ed equivalenti a livello regionale.
- Le zone umide di importanza internazionale designate ai sensi della Convenzione di Ramsar.
- Le aree incluse nella Rete Natura 2000 quali Siti di Importanza Comunitaria e Zone di Protezione Speciale.
- Le Important Bird Areas (I.B.A.).
- Le aree non comprese in quelle di cui ai punti precedenti ma che svolgono funzioni determinanti per la Conservazione della biodiversità (fasce di rispetto o aree contigue delle aree naturali protette; istituendo aree naturali protette oggetto di proposta del Governo; aree di connessione e continuità ecologico funzionale tra i vari sistemi naturali e seminaturali; aree di riproduzione, alimentazione e transito di specie faunistiche protette; aree in cui è accertata la presenza di specie animali e vegetali soggette a tutela dalle Convenzioni internazionali e dalle Direttive Comunitarie in materia di protezione delle specie rare, endemiche, vulnerabili, a rischio di estinzione).
- Le aree agricole interessate da produzioni agricolo-alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G., produzioni tradizionali) e/o di particolare pregio rispetto al contesto paesaggistico-culturale, anche con riferimento alle aree, se previste dalla programmazione regionale, caratterizzate da un'elevata capacità d'uso del suolo.
- Le aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico perimetrate nei Piani di Assetto Idro-geologico (P.A.I.) adottati dalle competenti Autorità di Bacino.
- Le Zone individuate dal Codice dei beni culturali e paesaggistici valutando la sussistenza di particolari caratteristiche che le rendano incompatibili con la realizzazione degli impianti.

Pertanto, si è proceduto ad escludere tutte le suddette aree e ad ipotizzare dei layout possibili nelle aree rimanenti. Sulla base della vincolistica si è ipotizzato il layout di progetto con **8 aerogeneratori e quello alternativo con 11 aerogeneratori di potenza e dimensioni inferiori**, così come rappresentati nella figura successiva.



- Buffer distanze da area di progetto
- ⊕ Aerogeneratori
- SE di trasformazione Thiesi
- SE di trasformazione Ittiri
- SE Stazione Terna esistente
- Stazione di ampliamento
- Cavidotto
- Confini comunali

**Aree con valore paesaggistico Art 143**

**Repertorio beni 2017 - Beni paesaggistici**

- CHIESA
- DOLMEN
- DOMUS DE JANAS
- GROTTA
- INSEDIAMENTO
- NECROPOLI
- NURAGHE
- TOMBA DEI GIGANTI
- VILLAGGIO
- Repertorio beni 2017 - Beni culturali archeologici
- Repertorio beni 2017 - Beni culturali architettonici
- Alberi Monumentali agg. 19.4.2019
- Grotte e caverne
- Aree gestione speciale Ente Foreste
- Laghi invasi e stagni
- Art. 143 - Fiumi e torrenti (alveo inciso)
- Fiumi e torrenti (alveo inciso)\_Buffer 150m
- Centri di antica e prima formazione Atti 2007-2012

**Aree con valore paesaggistico Art 142**

- Vulcani
- Art.142 - Territori contermini ai laghi (300m)
- Art.142 - Fiumi torrenti corsi d'acqua in elenco RD1775/33
- Art.142 - Fascia 150m fiumi elenco RD1775-33**
- CODICEPPR**
- BP02\_C2\_A1
- BP02\_C2\_B2
- Art.142 Vulcani

**Viabilità PPR**

- Strade statali e provinciali
- Strada SS e SP a specifica valenza paesaggistica e panoramica
- Rete stradale locale
- Impianti ferroviari lineari

**Vincolo idrogeologico**

- Vincolo idrogeologico ai sensi dell'Art. 1 del R.D.L. 3267/1923

**Aree Vincolate art. 136 e 157**

- Aree Vincolate art. 136 e 157 del D. Lgs. 42/2004

**Aree incendiate**

- 2020 2015 2011 2007
- 2019 2014 2010
- 2017 2013 2009
- 2016 2012 2008

**Aree e siti con valore ambientale**

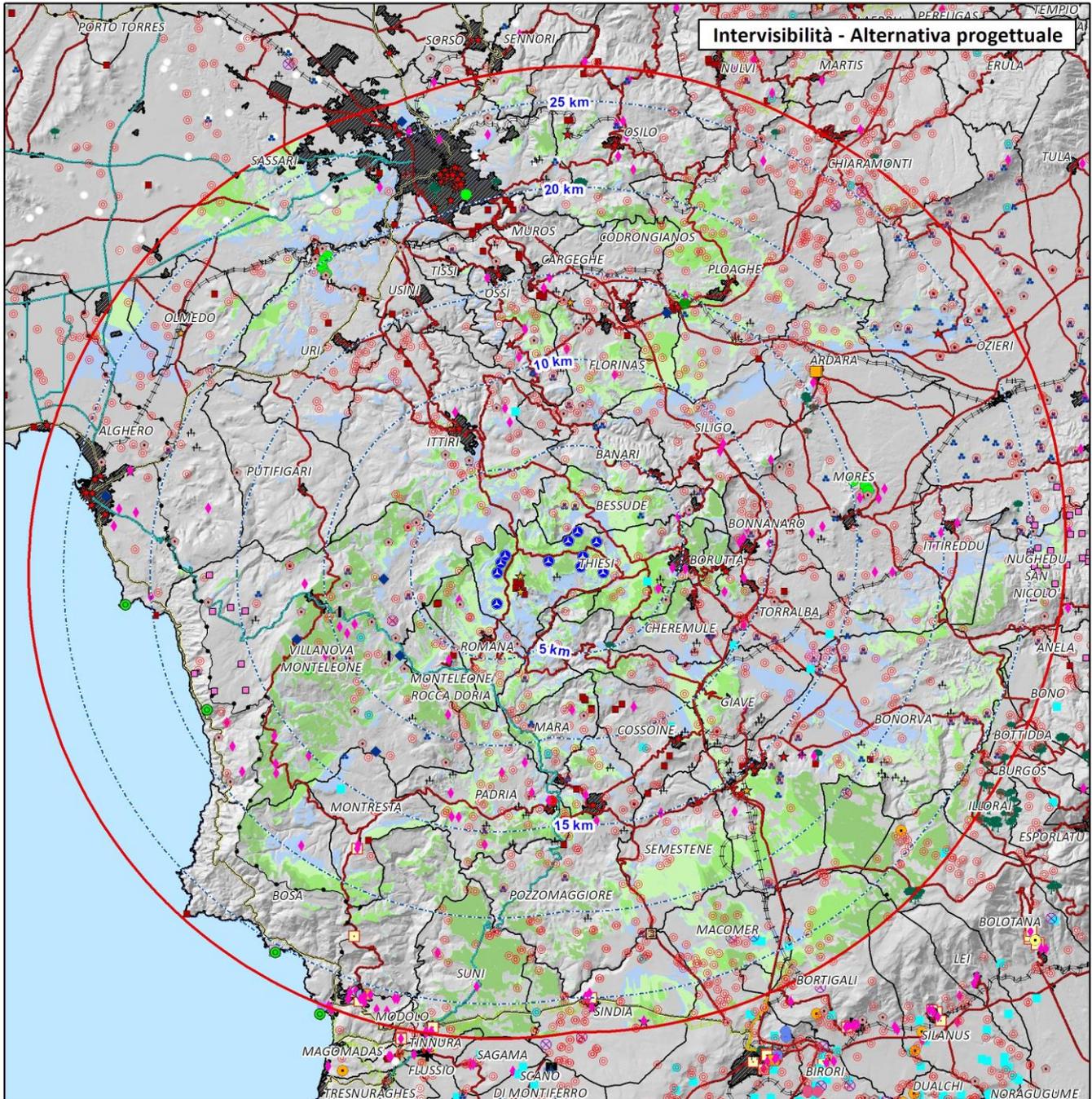
- Oasi permanenti di protezione faunistica
- Oasi permanenti di Protezione faunistica e di cattura proposte
- Aree presenza di specie animali tutelate da convenzioni internazionali
- Area presenza Chiroterofauna buffer 1Km
- Area di attenzione presenza Chiroterofauna buffer 5Km
- SIC
- ZSC
- SIC\_ZSC\_Dic\_2020\_Buffer 1km
- ZPS\_Dic\_2020\_Buffer 2km.shp
- ZPS\_Dic\_2020

**PAI**

- Buffer elementi idrici (art. 30ter del PAI)
- Pericolo Idraulico Rev. 59 (Pericolo Alluvioni PAI)**
- Hi3
- Hi4
- Pericolo idraulico PAI Art.8 (V09)**
- Hi3
- Hi4
- Pericolo Geomorfologico Rev. 42 (Pericolo Frana PAI)**
- Hg3
- Hg4
- Pericolo Geomorfologico PAI Art.8 (V09)**
- Hg3
- Piano Stralcio Fasce Fluviali (2020)**
- A\_2 (Tempo di ritorno Tr < 2 anni)
- A\_50 (Tempo di ritorno Tr = 2-50 anni)
- B\_100 (Tempo di ritorno Tr = 50-100 anni)
- B\_200 (Tempo di ritorno Tr = 100-200 anni)
- Pericolosità da Alluvione\_PGRA 2021**
- P2 - Media
- P3 - Elevata

Figura 21: layout alternativa progettuale con rappresentazione delle aree soggette a vincoli nei Comuni di Thiesi.

Una volta individuato il layout alternativo, si è proceduto alla valutazione della variazione degli impatti sul paesaggio, attraverso l'elaborazione della Mappa dell'Intervisibilità Teorica.



**N° AG visibili**



-  Buffer distanze da area di progetto
-  Buffer 30km
-  WTG alternativa progettuale
-  Centri urbani
-  Fascia costiera
-  Mare
-  Alberi monumentali
-  Grotte e caverne

**Strade**

-  Strade statali e provinciali
-  Strada SS e SP a specifica valenza paesaggistica e panoramica
-  Strada SS e SP a specifica valenza paesaggistica e panoramica di fruizione turistica
-  Rete stradale locale

**Impianti Ferroviari**

-  Impianti ferroviari lineari
-  Impianti ferroviari lineari a specifica valenza paesaggistica e panoramica
-  Repertorio beni 2017 - Beni culturali archeologici
-  Repertorio beni 2017 - Beni culturali architettonici
-  Repertorio beni 2017 - Proposte di Insussistenza vincolo

**Repertorio beni 2017 - Beni identitari**

-  FABBRICATO
-  PONTE
-  PORTO STORICO
-  SCUOLA
-  SERBATOIO
-  TONNARA

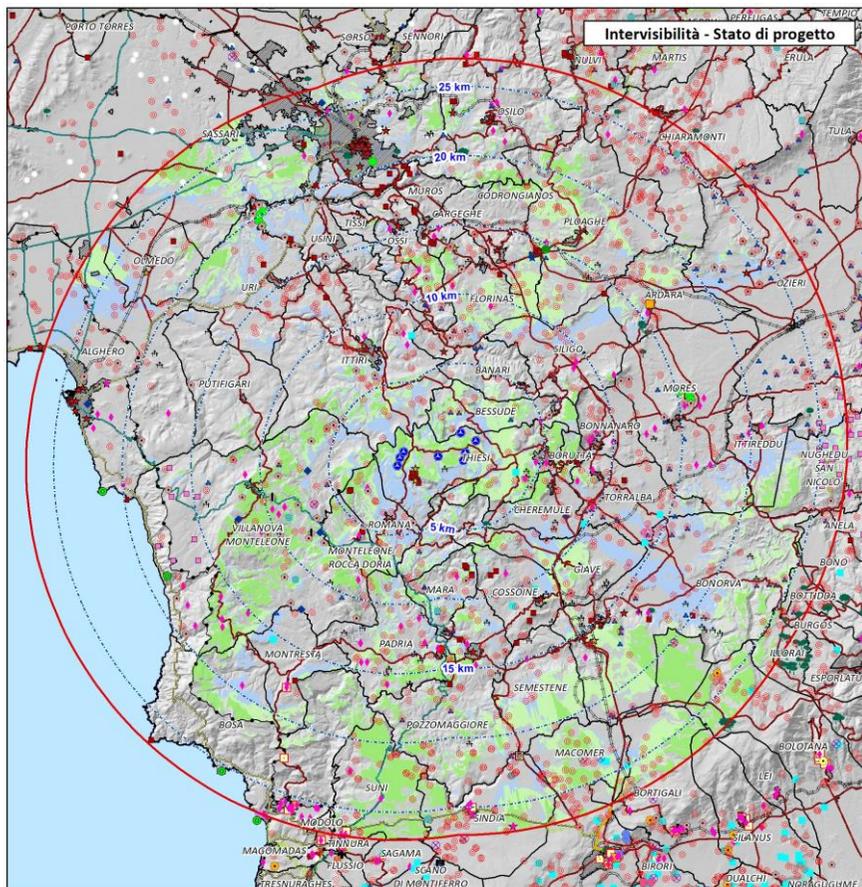
**Repertorio beni 2017 - Beni paesaggistici**

-  ABBAZIA
-  ALLE'E COUVERTE
-  CASTELLO
-  CASTELLO FORTIFICAZIONI
-  CHIESA
-  CIMITERO
-  COMPLESSO
-  CONVENTO
-  DOLMEN
-  DOMUS DE JANAS
-  FONTANA
-  FONTE-POZZO
-  GROTTA
-  GROTTA RIPARO
-  INSEDIAMENTO
-  INSEDIAMENTO SPARSO
-  MENHIR
-  NECROPOLI
-  NURAGHE
-  RINVENIMENTI
-  RUDERI
-  TOMBA
-  TOMBA DEI GIGANTI
-  TORRE
-  VILLAGGIO

**Figura 22: mappa dell'intervisibilità teorica per il parco eolico con 11 turbine Vestas V163.**

PARCO EOLICO IN PROGETTO

8 TURBINE VESTAS V162 – Hmozzo=125 m

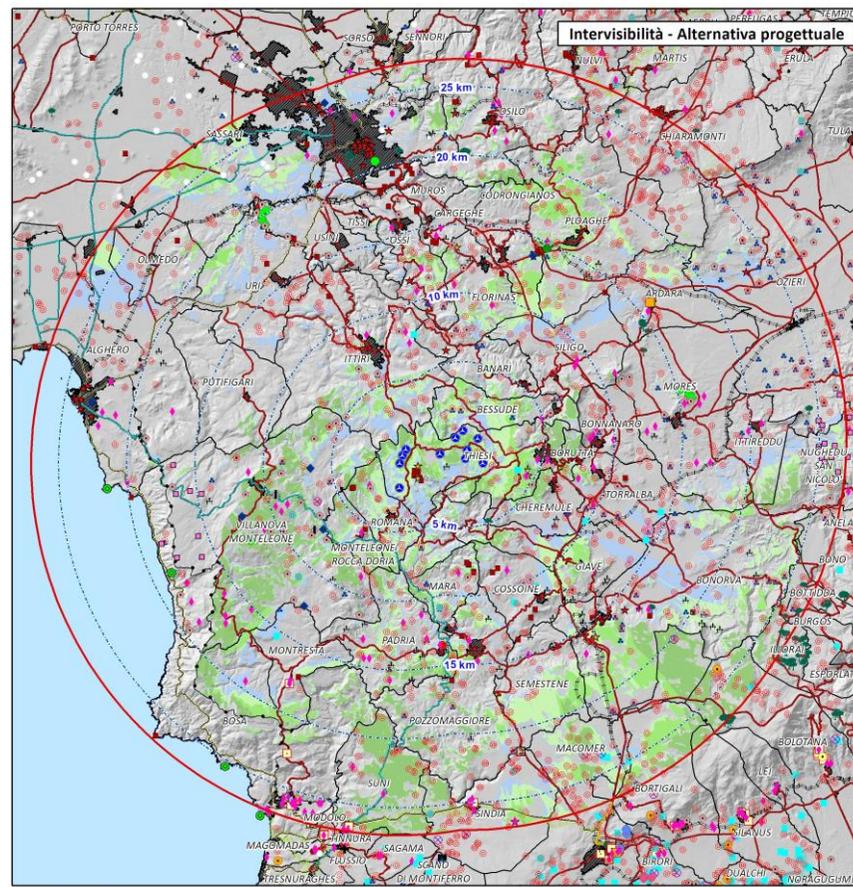


N° AG visibili



PARCO EOLICO ALTERNATIVA PROGETTUALE

11 TURBINE VESTAS V163 – Hmozzo=100 m



N° AG visibili



Figura 23: raffronto intervisibilità parco eolico in progetto (Vestas V162, altezza al mozzo 125 m) e alternativa progettuale (Vestas V163, altezza al mozzo 100 m).

**Tabella 2: confronto intervisibilità teorica parco eolico in progetto (Vestas V162) e alternativa progettuale (Vestas V163).**

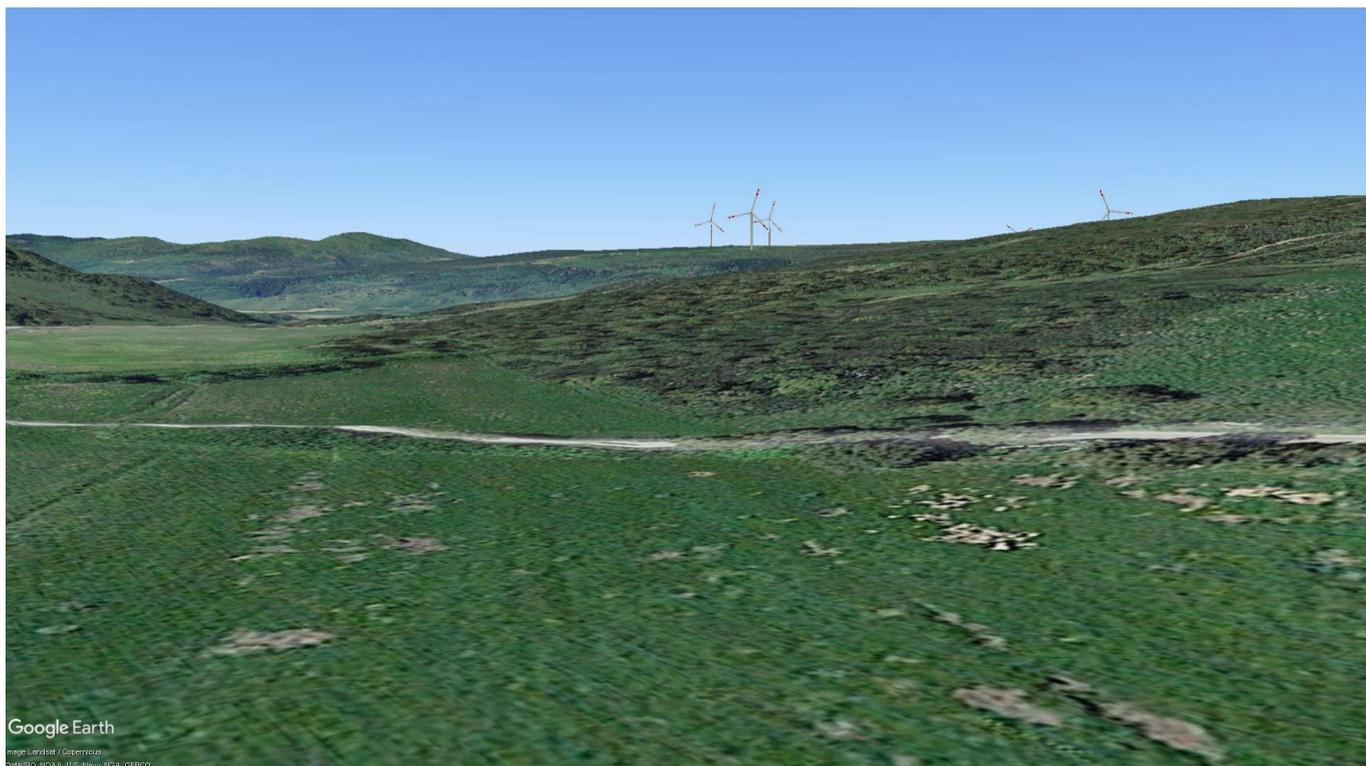
WTG visibili	Aerogeneratori in Progetto (8 turbine V162)		Alternativa progettuale (11 turbine V163)	
	Kmq	Incidenza su sup tot (%)	Kmq	Incidenza su sup tot (%)
0 - 0	1790,5	71,98%	1825,8	73,39%
0 - 3	239,9	9,64%	200,9	8,08%
3 - 6	242,7	9,76%	188,3	7,57%
6 - 8	214,6	8,62%	111,2	4,47%
8 - 11			161,5	6,49%
Area totale considerata = 2487 kmq				

Come visibile dalla mappa dell'intervisibilità e dalla Tabella 2, la differenza percentuale di superficie dalla quale, in un buffer di 30 km, non saranno visibili turbine è dello 1,41%.

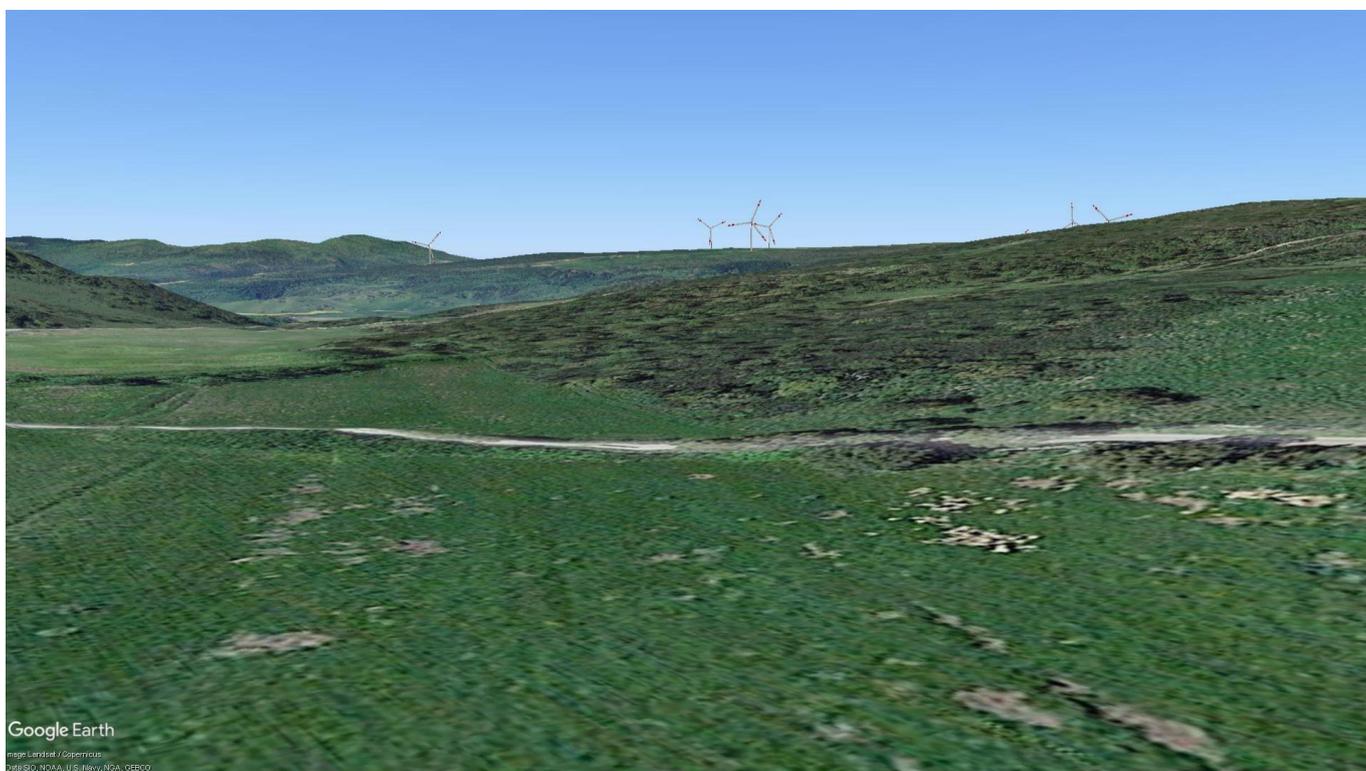
Dal punto di vista paesaggistico, dunque, non sarebbe giustificabile la scelta di turbine più basse che porterebbero ad un impatto negativo minore sul paesaggio dello 1,41%, a fronte di un incremento degli impatti negativi su tutte le altre componenti.

Si consideri, inoltre, che dal 6,49 % del territorio si vedrebbero dalle 9 alle 11 turbine invece che al massimo 8 come nel progetto proposto. La configurazione con 11 aerogeneratori, seppure più bassi, aumenta quindi la possibilità del verificarsi dell'effetto concentrazione (effetto selva); inoltre aumentano gli impatti in termini cumulativi sul paesaggio, in quanto aumenta la co-visibilità dai punti di vista sensibili. Le successive figure risultano esplicative di quanto affermato.

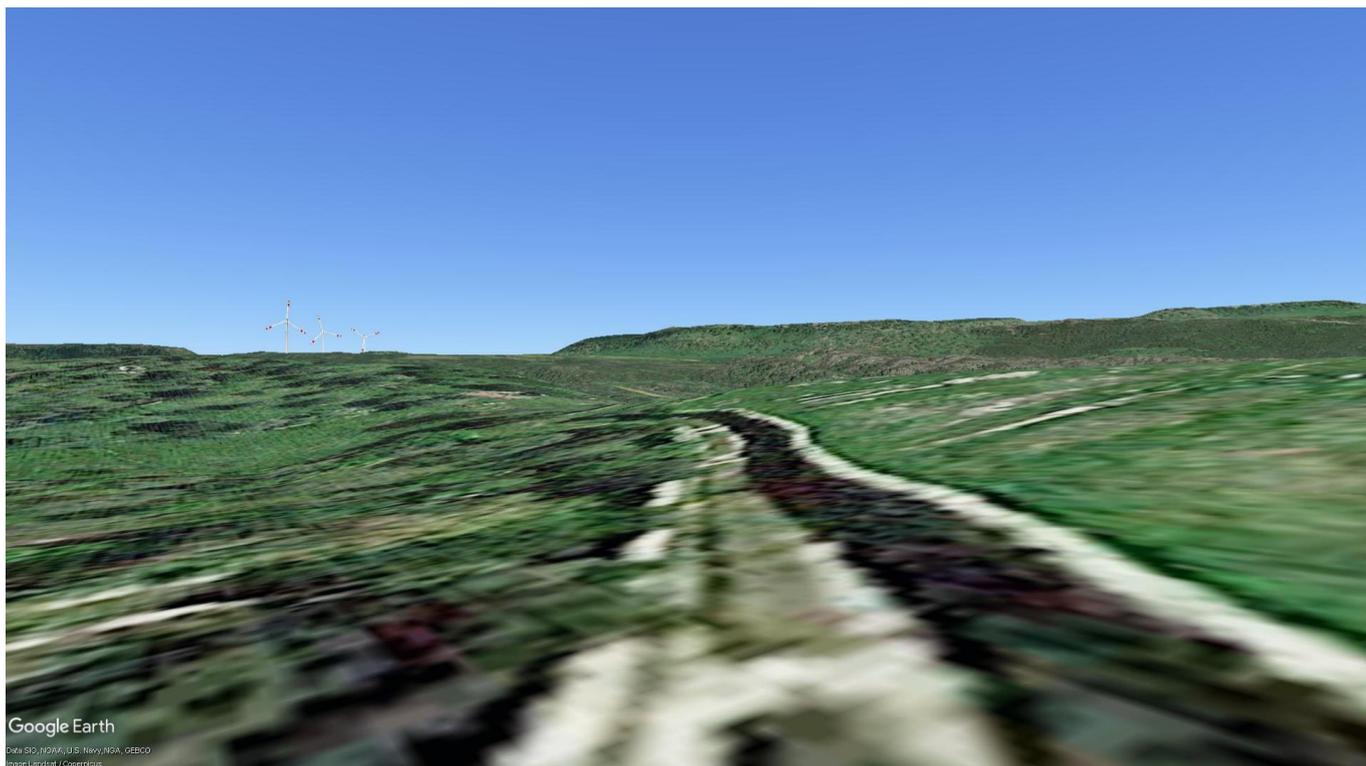
Le Indicazioni per la realizzazione di impianti eolici in Sardegna del Piano Energetico Ambientale della Regione Sardegna 2015-2030, inseriscono tra le opere di mitigazione per la componente paesaggio: "la riduzione della densità degli elementi costituenti il parco eolico; la realizzazione di impianti che, a parità di potenza complessiva, utilizzino un minor numero di elementi di maggiore potenza unitaria; evitare un uso intensivo dei siti prescelti che spesso è causa di sgradevoli "effetti selva".



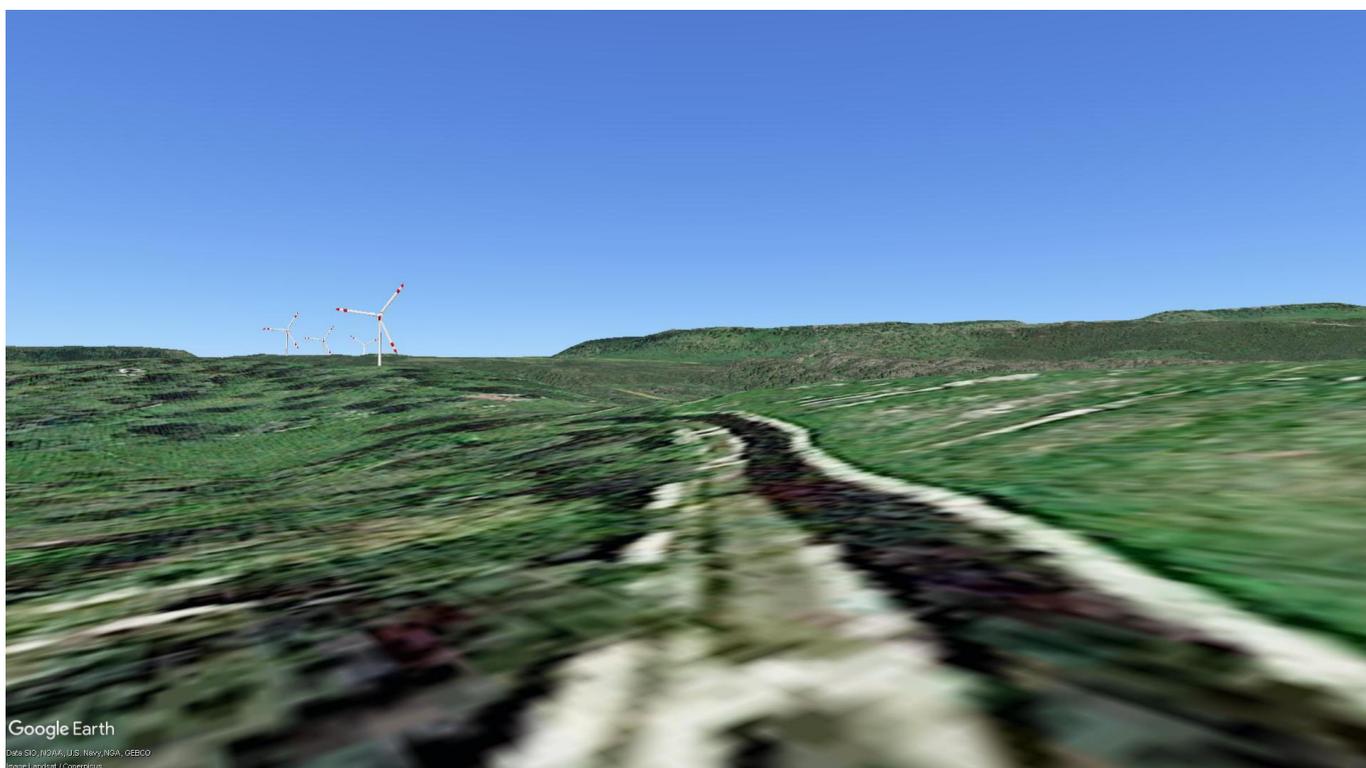
**Figura 24: vista da strada locale Banari-Thiesi con 8 aerogeneratori V162.**



**Figura 25: vista da strada locale Banari-Thiesi con con 11 aerogeneratori V163.**



**Figura 26: vista dalla periferia nord-est di Romana con 8 aerogeneratori V162.**



**Figura 27: vista dalla periferia nord-est di Romana con 11 aerogeneratori V163.**