

Orune Wind S.r.l.

# Parco Eolico ORUNE sito nel Comune di Orune

Quadro progettuale

Maggio 2023



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



**Comune di Orune**

*Committente:*

**ORUNE Wind S.r.l.**

**ORUNE Wind S.r.l.**

Via Sardegna, 40

00187 Roma

P.IVA/C.F. 15802491009

*Titolo del Progetto:*

**Parco Eolico ORUNE sito nel Comune di Orune**

*Documento:*

**Quadro Progettuale**

*N° Documento:*

**IT-VesOru-CLP-SIA-TR-03**

*Progettista:*

**Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas**

**Dott.ssa Ing. Silvia Exana**

**Dott. Giulio Casu**

**Dott. Giovanni Lovigu**

Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
0	04/05/2023	Prima emissione			

## Sommario

<b>1. QUADRO PROGETTUALE.....</b>	<b>4</b>
1.1 Descrizione dell'impianto eolico.....	4
1.2 Descrizione dei generatori.....	13
1.3. La viabilità.....	15
1.4 Piazzole e aree di manovra dei mezzi pesanti .....	20
1.5 Fondazioni degli aerogeneratori.....	22
1.6 Aree di cantiere e di deposito dei materiali .....	23
1.7 Opere elettriche.....	23
1.8 Smaltimento acque meteoriche e fognarie .....	30
1.9 Dismissione e ripristino del contesto .....	31
<b>2. Analisi delle alternative progettuali .....</b>	<b>33</b>
2.1 Alternativa zero .....	33
2.2 Alternativa tecnologica .....	37
2.3 Alternativa di localizzazione .....	39

## 1. QUADRO PROGETTUALE

### 1.1 Descrizione dell'impianto eolico

La proposta progettuale prevede la realizzazione di un impianto eolico, denominato **"ORUNE"**, per la produzione di energia elettrica di potenza complessiva pari a **90 MWp**, da localizzarsi su terreni ricadenti nel Comune di Orune. L'impianto è composto da **15 aerogeneratori** di ultima generazione ad asse orizzontale di potenza nominale pari a **6 MW** ciascuno, e verrà allacciato con cavo interrato a 150 kV ad una stazione di smistamento a 150 kV nel Comune di Nuoro (NU), la quale sarà connessa mediante cavidotto interrato AT alla futura SE TERNA di smistamento 150 kV, che rappresenta il punto di connessione dell'impianto alla RTN.

Le turbine sono poste ad un'altitudine media intorno ai 750 m, posizionate in terreni classificati dal Piano Urbanistico Comunale come aree agricole (E). L'area individuata per la realizzazione del parco si sviluppa ad ovest dell'abitato di Orune, nelle località *"Su Medreccu"*, *"Badde 'e Su Chercu"*, *Sa e Ruveddu"*, *"Lizzu Veru"*, *"Ena Longa"*, *"Puddichinu"*, *"Su Marteddu"*, *"Gantineiale"*, *"Erenascione"*.

Nome	x Gauss Boaga (m)	y Gauss Boaga (m)	Foglio	Particella
AG01	1 521 010.88	4 473 356.80	32	9
AG02	1 522 119.97	4 472 989.00	32	9
AG03	1 521 781.34	4 472 341.40	32	9
AG04	1 522 019.22	4 471 860.63	33	9
AG05	1 522 083.91	4 471 260.77	33	9
AG06	1 522 291.91	4 470 497.76	33	9
AG07	1 523 372.26	4 474 342.86	24	1
AG08	1 522 948.91	4 473 569.82	24	1
AG09	1 523 186.96	4 472 144.46	34	1
AG10	1 524 044.36	4 473 238.32	25	5
AG11	1 521 613.97	4 473 655.56	32	9
AG12	1 525 677.29	4 474 311.76	15	2
AG13	1 525 447.30	4 473 637.96	25	5
AG14	1 525 096.71	4 472 863.77	25	5
AG15	1 525 349.04	4 472 198.86	34	7

Il progetto dell'impianto eolico, costituito da 15 aerogeneratori ognuno da 6 MW di potenza nominale, per una potenza complessiva installata di 90 MW, prevede la realizzazione/installazione di:

- N.15 aerogeneratori;
- opere di fondazione degli aerogeneratori;
- N.15 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 per una lunghezza complessiva di circa 4035 m;
- adeguamento della viabilità esistente per una lunghezza complessiva di circa 9243 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 della stazione 30/150 kV alla stazione di condivisione 150 kV in Nuoro (NU);
- N.1 elettrodotto in cavo interrato a 150 kV per il collegamento in antenna della stazione di condivisione 30/150 kV alla stazione RTN 150 kV di Terna a Nuoro.

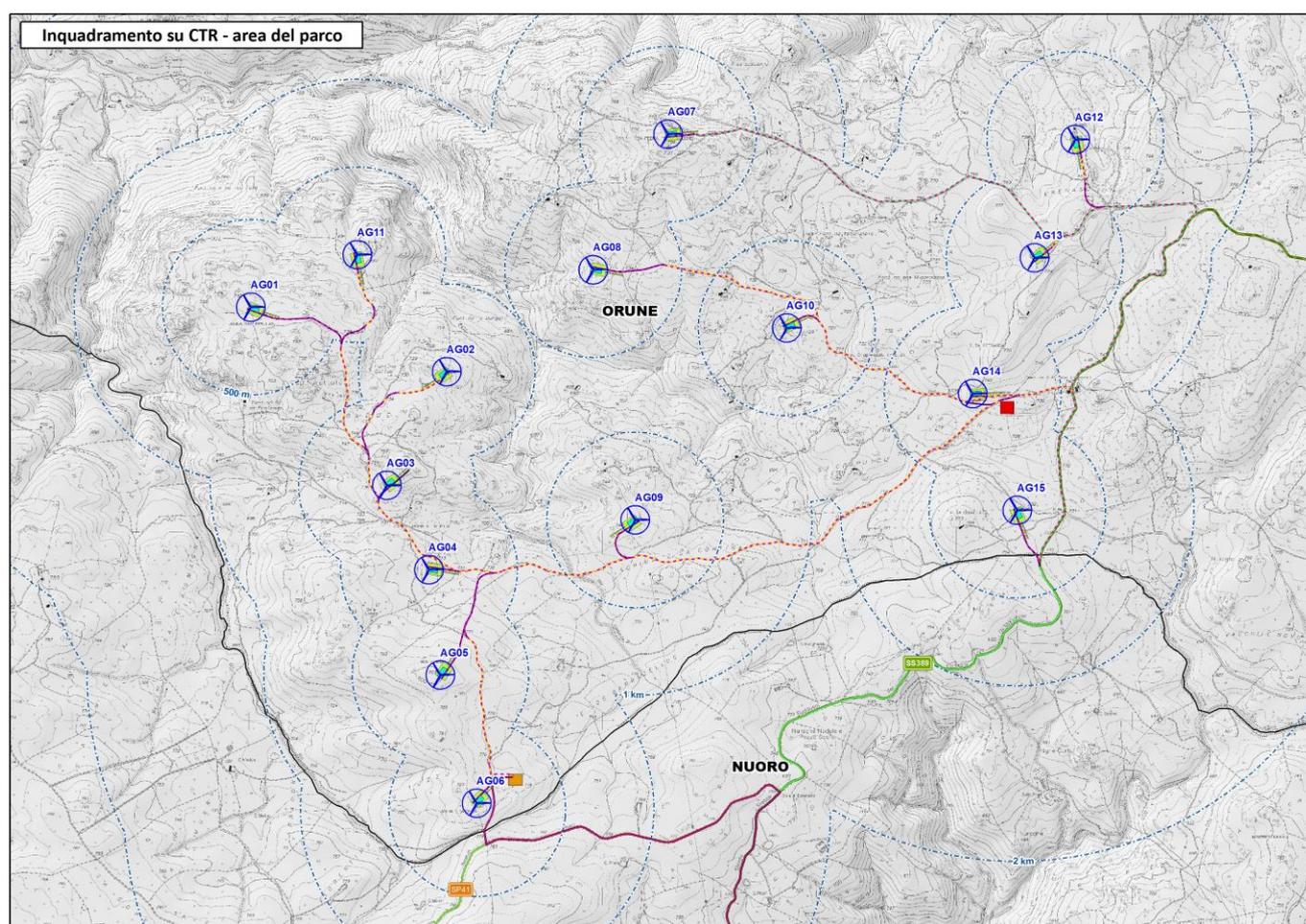
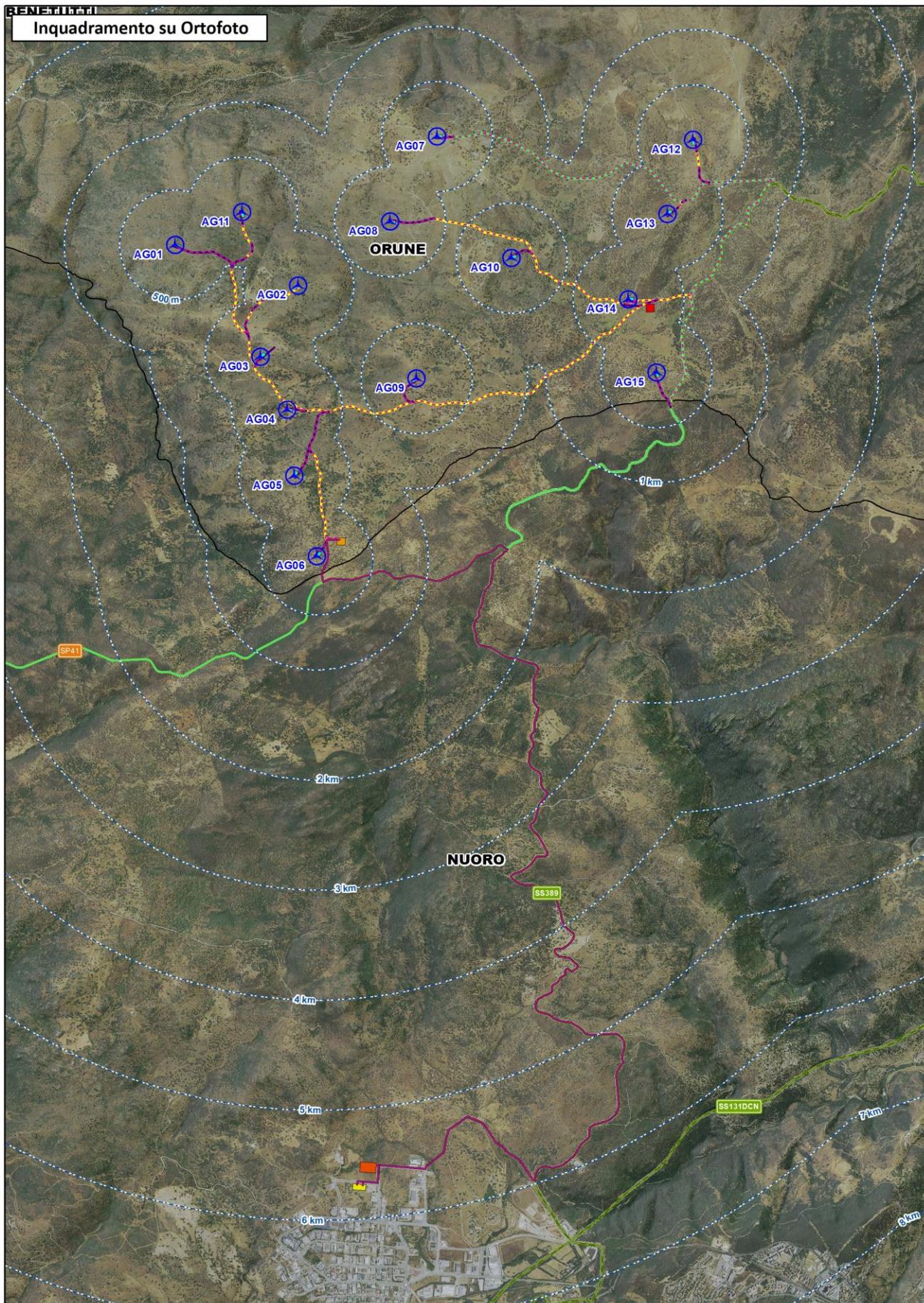


Figura 1: inquadramento area impianto su CTR.



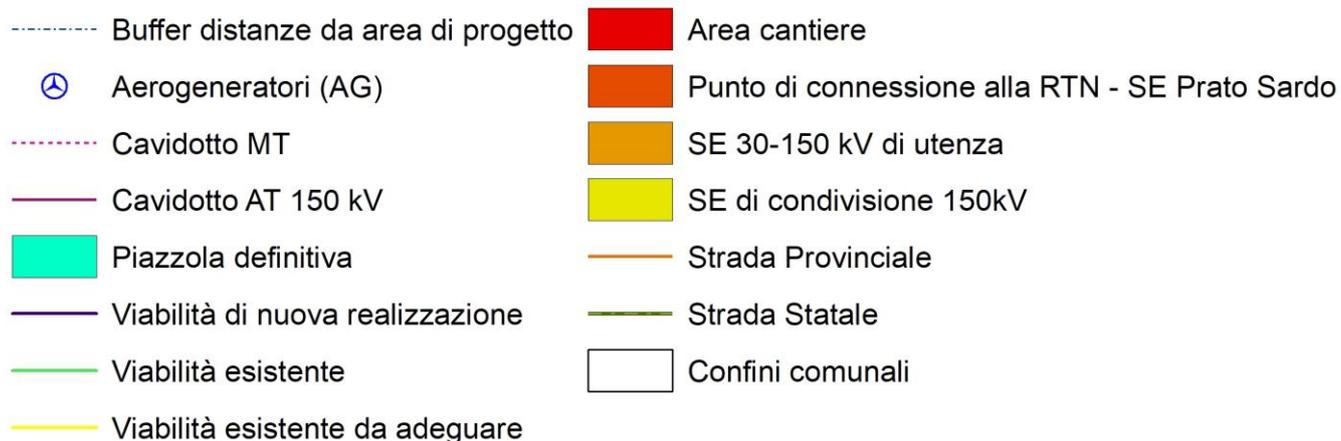


Figura 2: inquadramento su ortofoto del parco eolico e del connesso cavidotto e sottostazione.

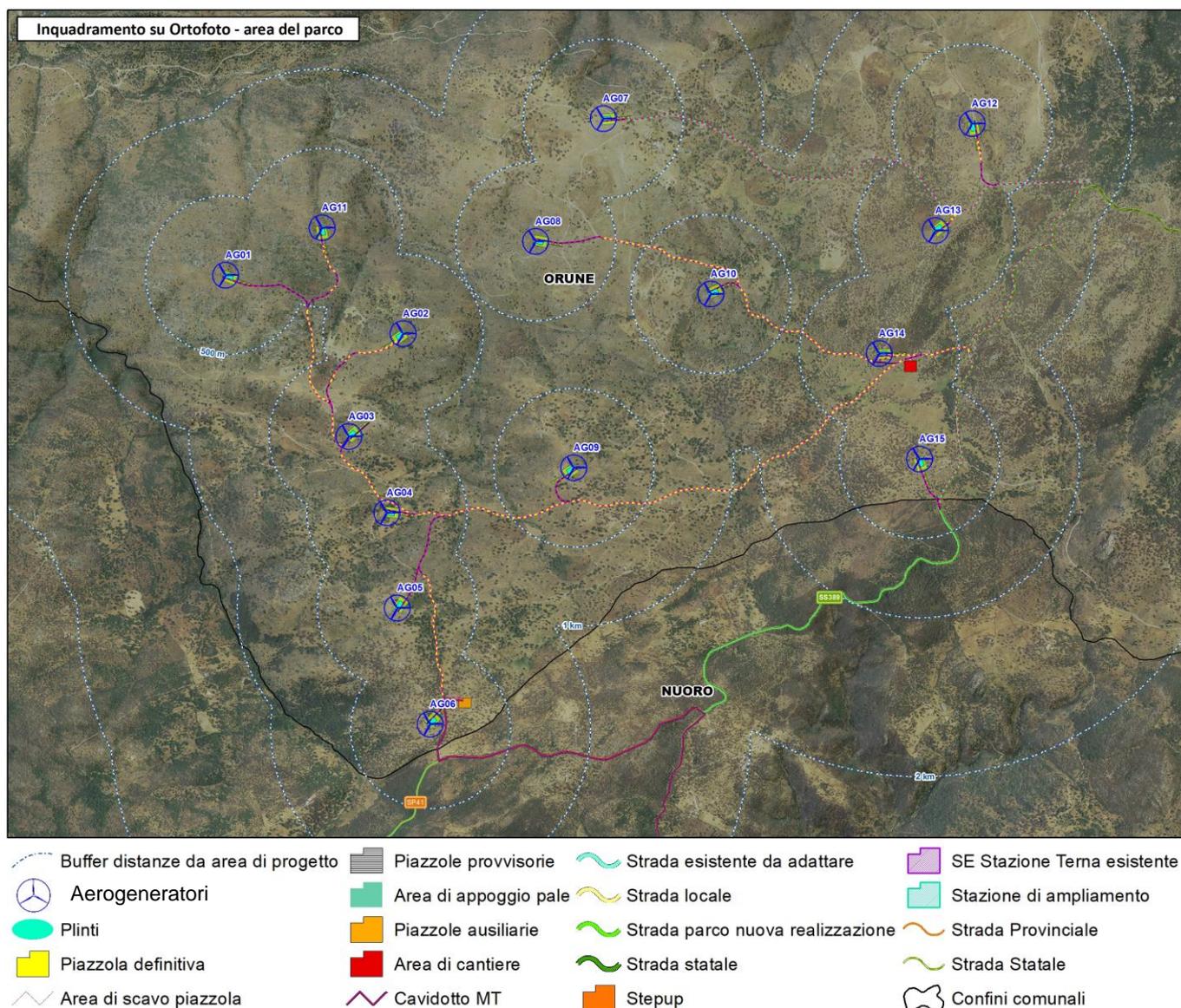
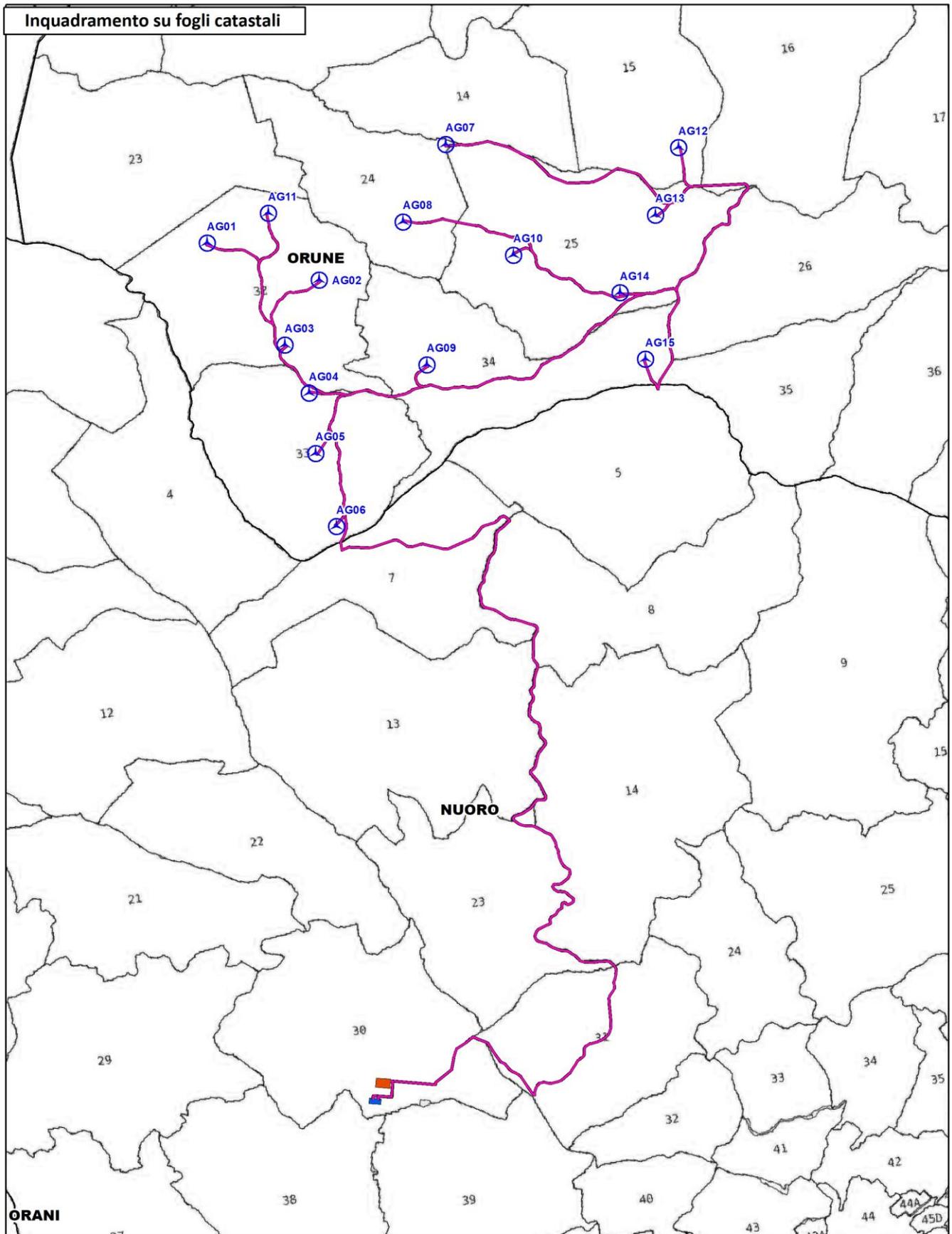


Figura 3: inquadramento su ortofoto degli aerogeneratori.



Aerogeneratori (AG)



Punto di connessione alla RTN - SE Prato Sardo

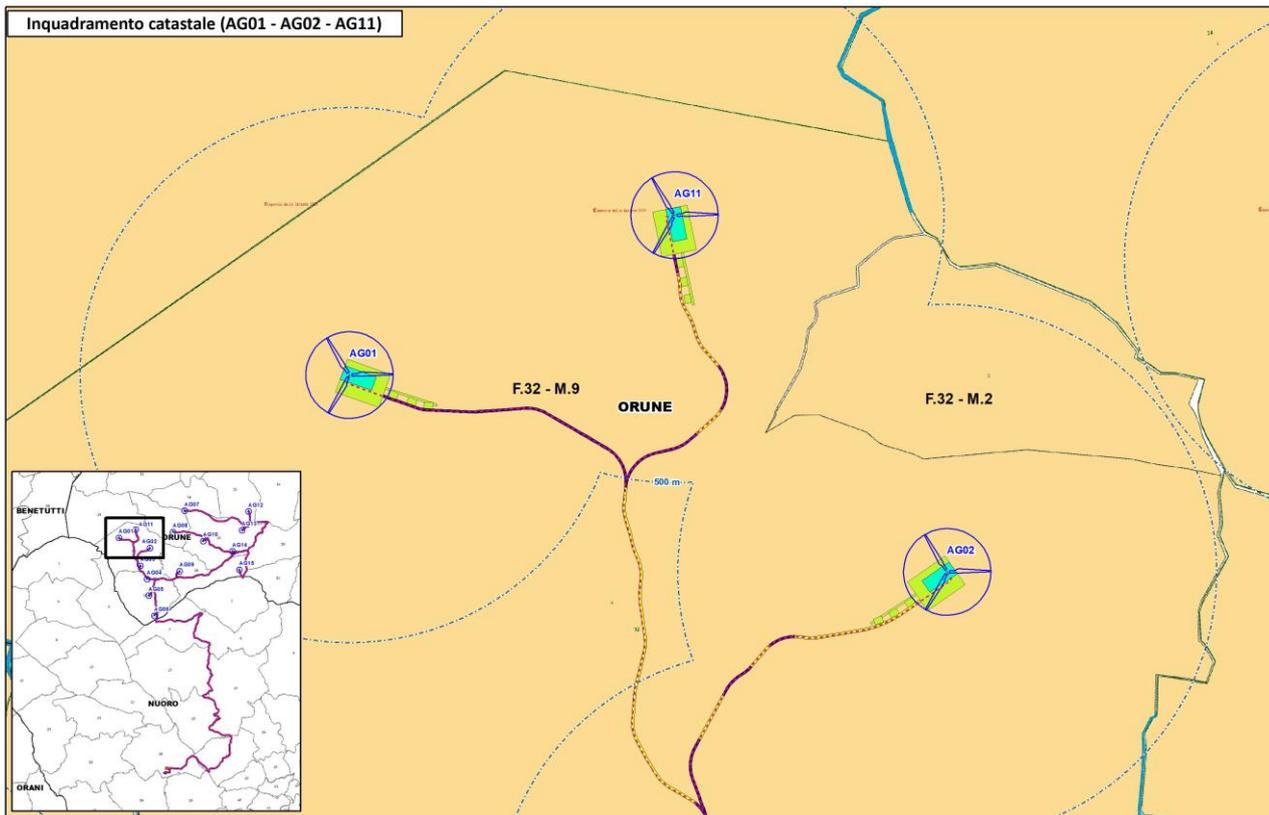


Confini comunali

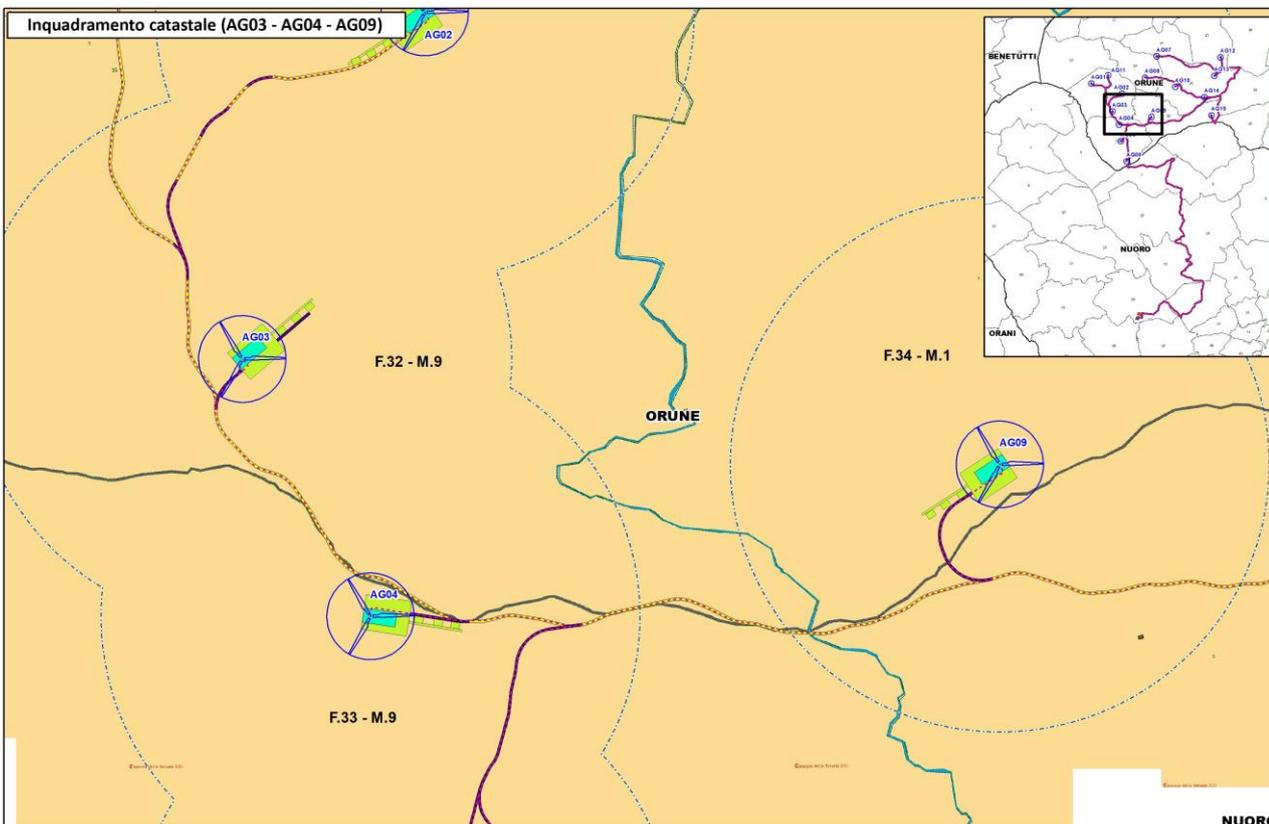
Cavidotto



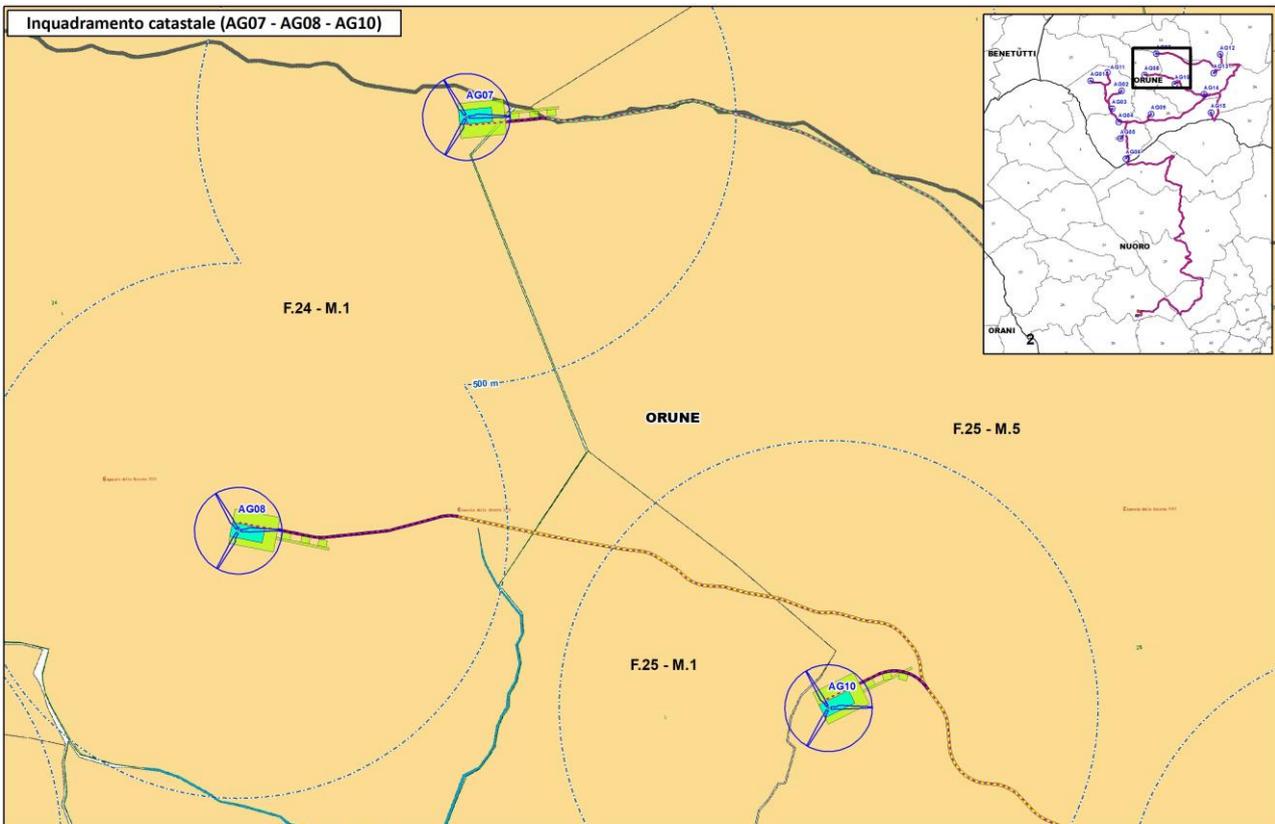
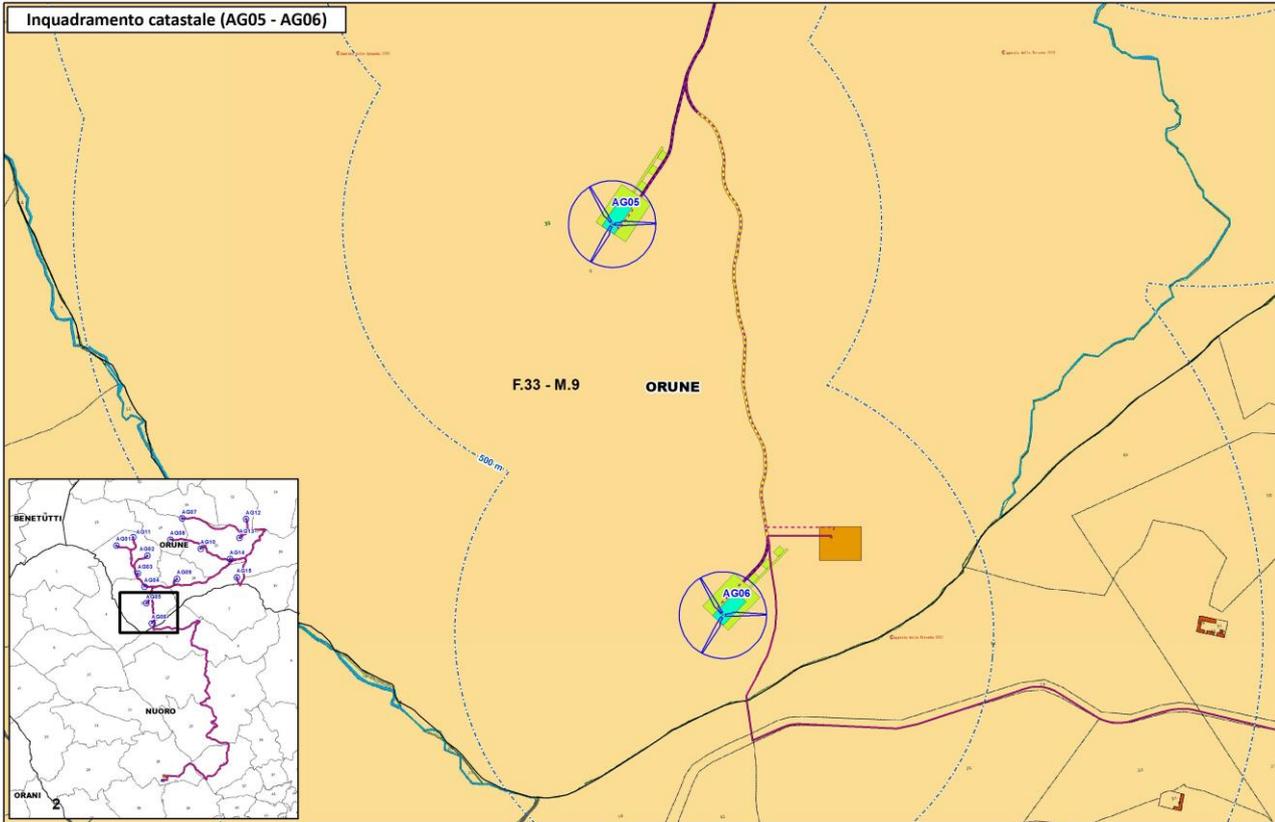
SE di condivisione 150kV

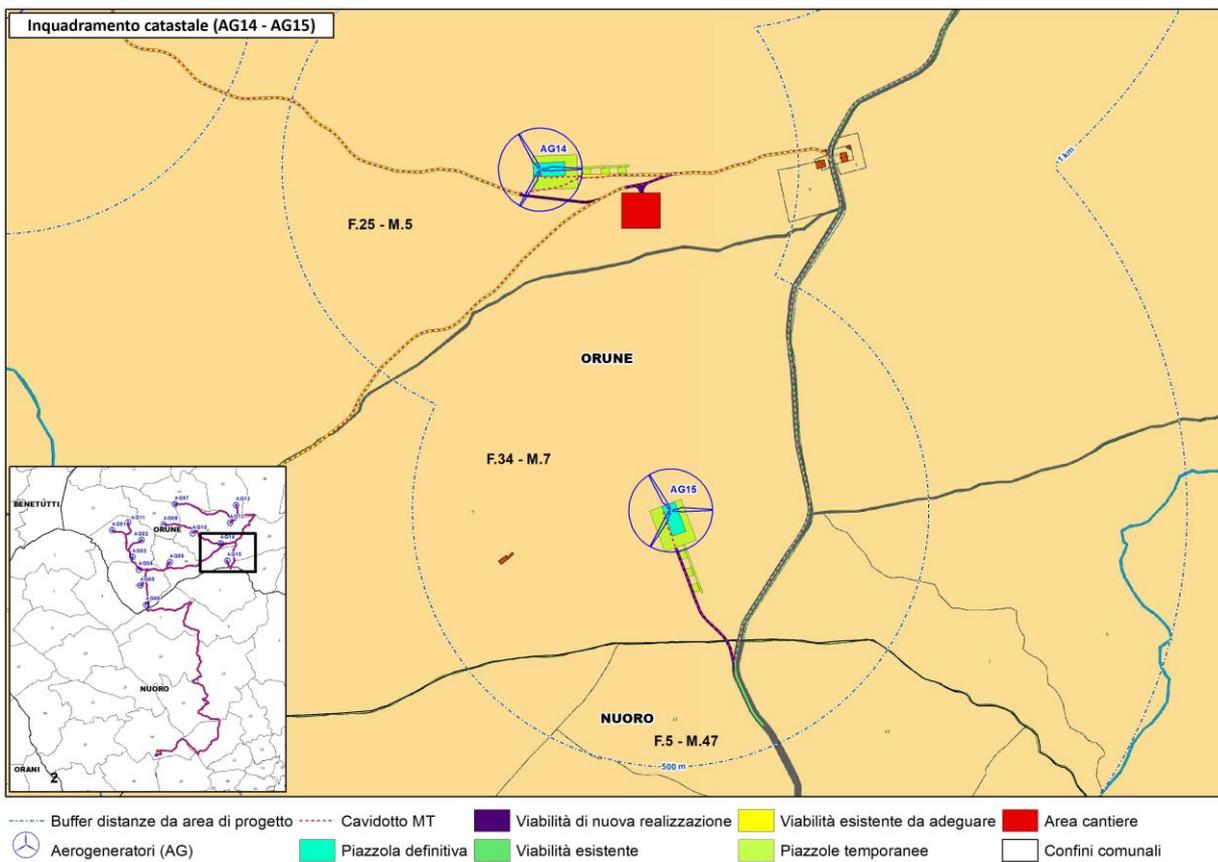
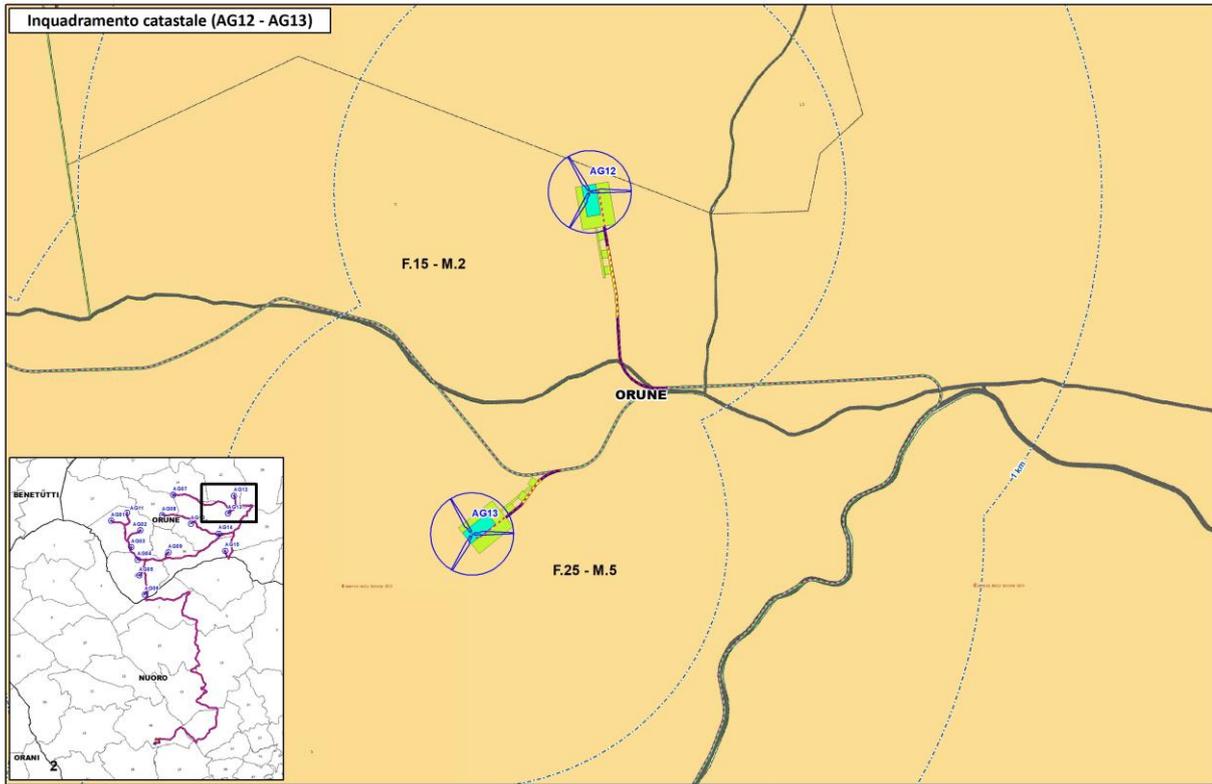


- Buffer distanze da area di progetto
- Cavidotto MT
- Viabilità di nuova realizzazione
- Piazzole temporanee
- Aerogeneratori (AG)
- Piazzola definitiva
- Viabilità esistente da adeguare
- Confini comunali

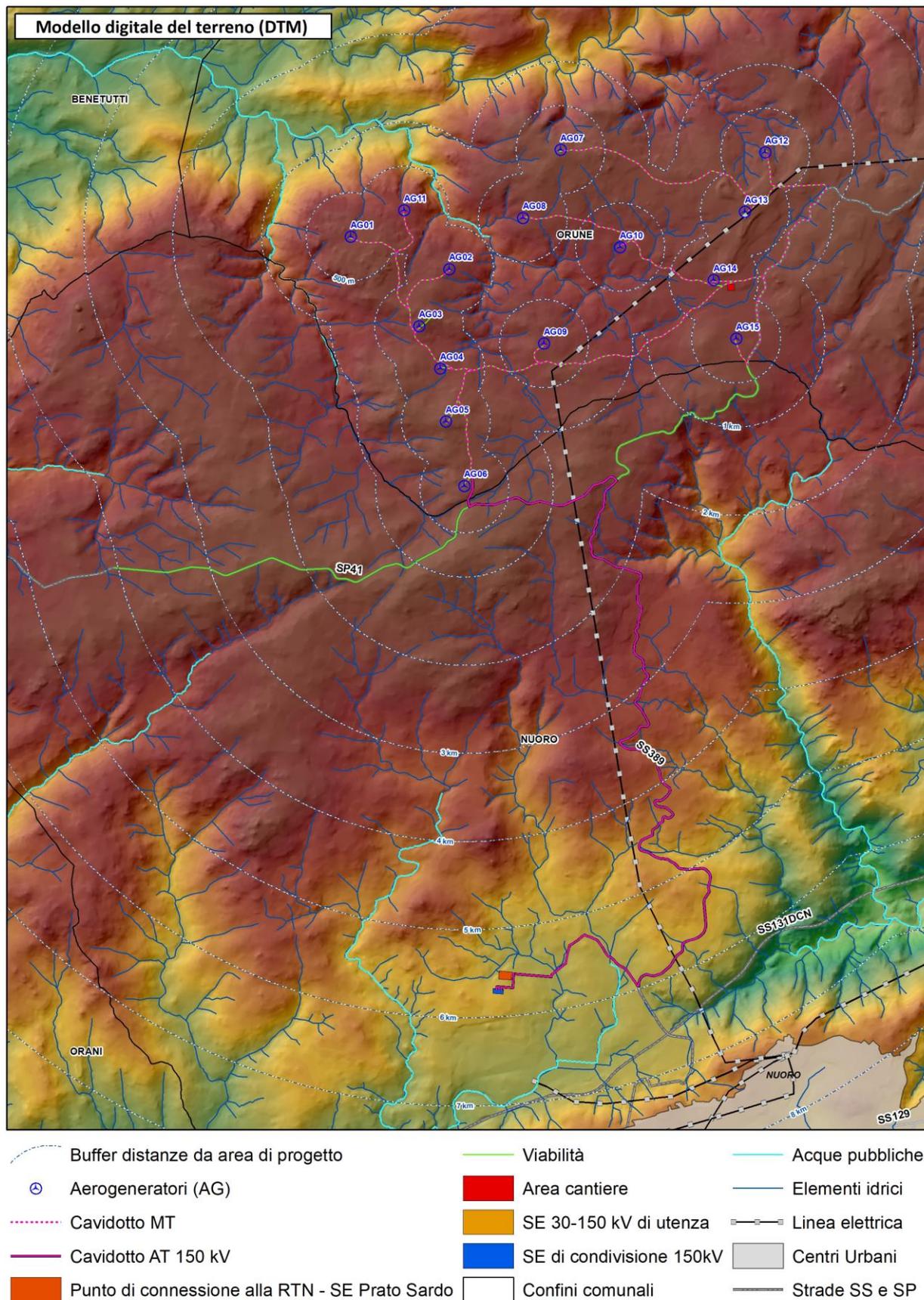


- Buffer distanze da area di progetto
- Cavidotto MT
- Viabilità di nuova realizzazione
- Piazzole temporanee
- Aerogeneratori (AG)
- Piazzola definitiva
- Viabilità esistente da adeguare
- Confini comunali





**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.

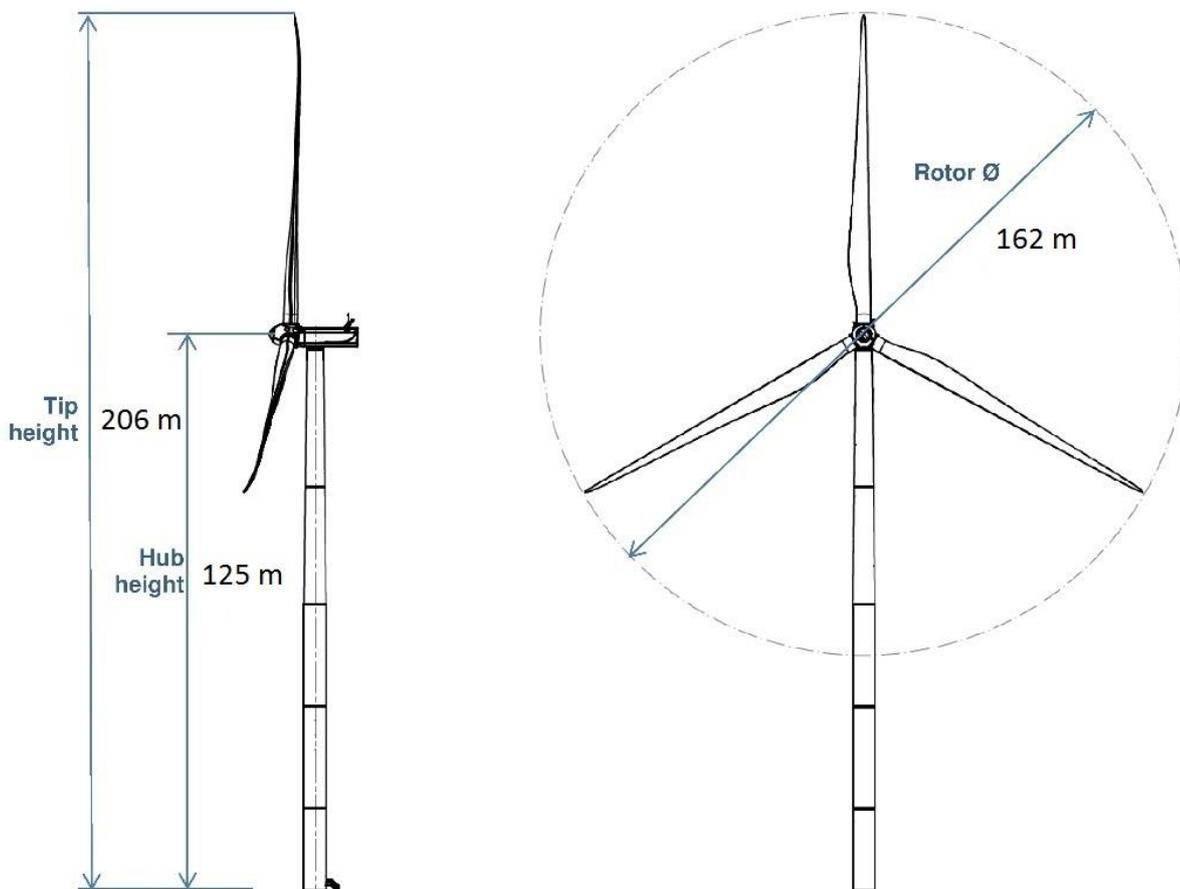


Figura 6: tipologia aerogeneratori in progetto.

Orune Wind S.r.l. 	N° Doc. IT-VesOru-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 14 di 49
--	------------------------------------	-------	--------------------

Le caratteristiche tecniche degli aerogeneratori sono le seguenti:

- generatori asincroni trifase con potenza nominale pari a 6,0 MW, tensione 3 X 0.96 Kv, freq. 50 Hz;
- rotor a tre pale con diametro pari a 162 m;
- torri in acciaio a sviluppo tronco conico di altezza pari a 125 m;
- cabine elettriche secondarie di trasformazione inserite in ogni aerogeneratore.

Gli aerogeneratori Vestas V162 in progetto sono costituiti da una torre formata da 6 elementi tubolari in acciaio di sezione leggermente tronco conica, della lunghezza variabile. La lunghezza degli elementi varia da m 12.50 a m 30. Montati uno sopra l'altro in posizione perfettamente verticale ed uniti tra di loro con particolari elementi flangiati assemblati con bulloneria ad altissima resistenza, nonché da una serie di saldature specialistiche che ne garantiscono la sicurezza e la durata nel tempo. Si crea in questo modo una struttura tubolare alta circa 125 m in asse rotore, al suo interno passano tutti i cavi che conducono la corrente, i cavi di segnale e tutta una serie di sensori di sicurezza e di rilevamento, elaborati da un complesso software che si trova alla base della torre ed è in collegamento con server remoti sotto il controllo del costruttore. All'interno della torre trova spazio anche un elevatore a cavi, utilizzato per il trasporto di persone, attrezzature e materiali di ricambio o di consumo, da utilizzare per il monitoraggio, la manutenzione e la riparazione dei componenti della navicella.

La navicella è l'anima motrice della macchina, ha dimensioni e pesi ragguardevoli ed è composta da elementi in acciaio in fusione che costituiscono lo scheletro della struttura, a questi sono collegati elementi meccanici, componentistici ed impiantistici, che formano una struttura estremamente complessa dove ogni spazio è accuratamente studiato per ospitare un determinato componente. Tale struttura ospita quindi al suo interno il gruppo di generazione, il trasformatore e tutti gli impianti elettrici connessi, l'impianto idraulico, i manovellismi ed i biellismi per l'orientamento e la correzione della posizione della pala, il sistema di frizione e di freno e tutto l'apparato di collegamento tra le pale ed il generatore. La navicella quindi è una dinamo in presa diretta con il vento, captato all'altezza più conveniente.

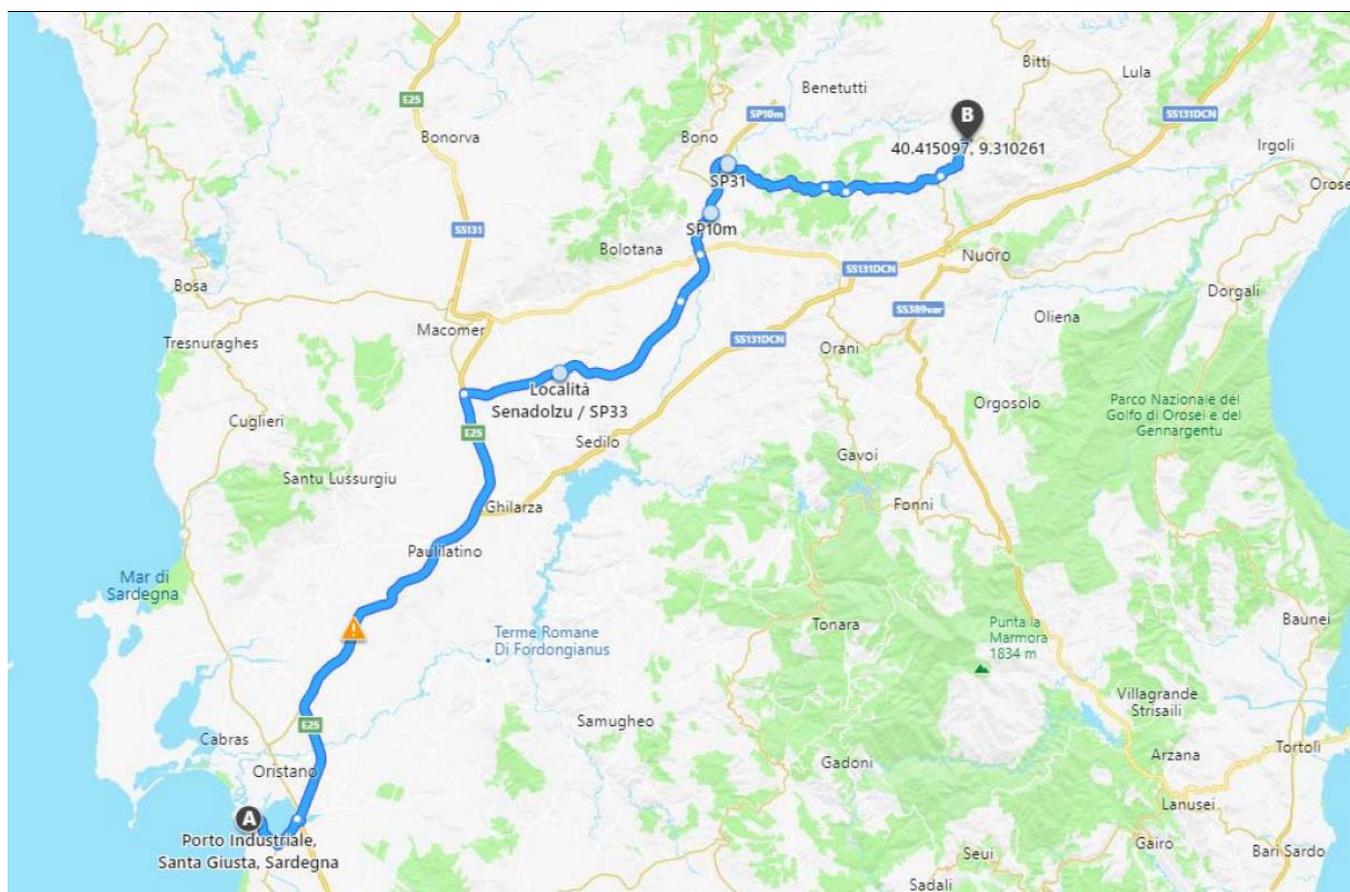
Le pale hanno una lunghezza di circa 80 m e sono riunite a raggio con un angolo di 120° tra di loro in una struttura centrale girevole, chiamata ogiva, collegata direttamente con il sistema di trasmissione che aziona il gruppo di generazione. L'area spazzata dalle pale è pari a 20.612 mq.

Le pale sono costruite in materiale ultraleggero, con tecniche estremamente complesse e precise atte a massimizzare le prestazioni nel rispetto delle condizioni di sicurezza e di benessere, particolare importanza si è data quindi allo studio dell'abbattimento del rumore causato dall'incrocio tra la pala e la torre, nel momento di lavoro dell'aerogeneratore; per ottenere il risultato la lama della pala ha uno spessore ridotto, in maniera che il fendente in prossimità della torre, provochi il più basso rumore possibile. Esse sono costituite da un'anima interna di fibra di carbonio e un "guscio" esterno di fibra di vetro.

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

### 1.3. La viabilità

I mezzi eccezionali che trasporteranno gli aerogeneratori dal porto di Oristano al sito d'installazione, percorreranno la SP 49 costeggiando lo stagno di Santa Giusta e si immetteranno sulla SS131. Al km 134+900 svolteranno lungo la SP33 in direzione Borore fino all'incrocio con la SS 129 per poi proseguire lungo la SP 10. All'altezza dell'incrocio per Bono, in prossimità dell'incrocio con la SP 31, è stata individuata un'area delle dimensioni di circa m 150 x 100 necessaria per il trasbordo di pale, torri e navicelle. Da questo punto è necessario l'utilizzo del "blade lifter" e di appositi semirimorchi. I mezzi si immetteranno lungo la SP31 in direzione Santa Restituta fino all'incrocio con la SP22 per poi proseguire lungo la SP41. In corrispondenza dell'incrocio con la SS389 dovranno svoltare a sinistra in direzione Orune e proseguire fino alla strada di accesso al parco (innesti I1, I2 e I3).



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

Il trasporto delle pale e dei conci delle torri avviene di norma con mezzi eccezionali, le cui dimensioni possono superare gli ottanta metri di lunghezza e per tale motivo le strade da percorrere devono rispettare determinati requisiti dimensionali e caratteristiche costruttive. Il più delle volte la viabilità esistente non ha le caratteristiche necessarie per permettere il passaggio di questi mezzi eccezionali e quindi si dovranno eseguire degli interventi di adeguamento, che generalmente consistono nell'ampliamento della sede stradale e modifica del raggio di curvatura.

Uno specifico report del trasportatore ha evidenziato quali siano gli interventi di adeguamento alla viabilità esistente per assicurare i trasporti. Si tratta di interventi di modestà entità consistenti in rimozione temporanea di cartelli stradali e guardrail, allargamenti stradali e taglio di vegetazione.

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, Blade Lifter, autogrù, carrelli elevatori.



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

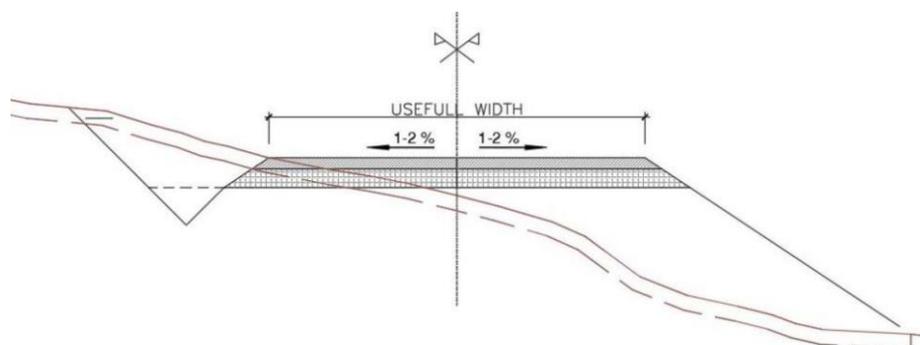


**Figura 9: rappresentazione della fase di trasporto delle pale.**

Il percorso dagli innesti alle singole piazzole sarà su strade esistenti, e solo dove non esiste altra soluzione si procederà alla realizzazione di brevi tratti di nuova viabilità. Sulle strade sterrate esistenti sono previsti vari interventi a seconda del proprio stato di manutenzione e delle proprie caratteristiche dimensioni (larghezza, pendenza, raggio di curvatura).

La larghezza minima utile delle strade del parco deve essere di m 5 su tratti rettilinei. Sui tratti di curva dovranno essere effettuati i necessari allargamenti in funzione del raggio di curvatura.

Per il deflusso delle acque superficiali è ammessa una pendenza trasversale non superiore al 2% dal centro della strada.



**Figura 8: Sezione stradale tipo**

La massima pendenza longitudinale che i camion dei componenti delle turbine eoliche possono superare è in funzione del tipo di pavimentazione stradale. Come criterio di progettazione generale, su strade sterrate la pendenza longitudinale massima della strada non deve superare un valore del **10%** in rettilineo.

Qualora le pendenze delle strade fossero maggiori del **14%**, potrebbe essere necessario ricorrere all'utilizzo di più camion di traino.

La capacità di carico delle strade del parco eolico dovrà essere di almeno 300 kN/mq. Come ulteriore criterio, le strade del parco eolico saranno progettate per supportare un carico per asse del camion di 15 t.

Nel caso si preveda di circolare con la gru parzialmente o completamente allestita in modo da ridurre il numero di sollevamenti, per motivi di sicurezza, il carico sull'asse sarà aumentato a 22 t per asse.

Laddove le condizioni del terreno del sito lo consentono, questo può essere aumentato a 25-30 t per asse al fine di ottimizzare il movimento della gru tra le piazzole (Hardstands).

La verifica della capacità portante sarà eseguita mediante prova su piastra statica in sito. Il sottofondo su cui saranno costruite le nuove strade dovranno avere un valore del CBR minimo compreso tra 11 e 20 a seconda dei numeri di WTG a cui la strada dà accesso. Nel caso in cui tali valori minimi di CBR non vengano raggiunti, il sottofondo dovrà essere conseguentemente migliorato applicando il metodo più idoneo (stabilizzazione del terreno a calce o cemento, aggiunta di materiale lapideo, geotessile, ecc.).

Lo strato della fondazione stradale, sarà costituito da tout-venant (principalmente da pietrame calcareo onde mantenere le caratteristiche cromatiche della viabilità esistente) 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.

Lateralmente alla carreggiata saranno realizzate delle cunette a sezione trapezoidale e, laddove necessari, saranno realizzati dei tombini in cls per garantire lo scorrimento delle acque meteoriche che altrimenti invaderebbero la carreggiata della strada principale.

### **Adeguamento viabilità esistente**

In generale, le strade asfaltate esistenti posseggono i requisiti necessari per il transito dei mezzi, anche in termini di larghezza nei tratti rettilinei o in leggera curva, mentre in prossimità degli incroci saranno necessari interventi di allargamento delle curve tanto più ampi quanto più chiuso risulta l'angolo di innesto in modo che sia garantito il raggio minimo.

Gli interventi su strade sterrate esistenti consisteranno nell'allargamento ad un minimo di 5 metri di quei tratti che non raggiungono tali dimensioni, nella risagomatura delle cunette laterali, nell'adeguamento della livelletta stradale nei tratti con pendenza eccedente i massimi consentiti e nella realizzazione di curve ed incroci i quali, come

visto anche per le strade asfaltate, dovranno consentire un agevole passaggio dei mezzi di cantiere e dei mezzi speciali che trasportano i componenti degli aerogeneratori.

Laddove presenti, i cavidotti verranno sempre realizzati interrati lungo il bordo stradale.

Lo sviluppo totale di strade esistenti da adeguare è di **m 9.243**



**Figura 11: Strada esistente interna al parco**

### **Viabilità di nuova realizzazione**

La nuova viabilità sarà realizzata mediante l'asportazione del terreno vegetale, 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 40 cm e da uno strato di finitura in sostituzione dello strato di usura costituito da pietrisco con pezzatura 0-30 mm dello spessore di 10 cm.

La terra vegetale rimossa verrà stoccata nelle immediate vicinanze dello scavo e sarà riutilizzata per il ripristino dei luoghi una volta terminata la fase di montaggio degli aerogeneratori.

Il corpo stradale sarà predisposto in ottemperanza alle risultanze geologiche e geotecniche, (con particolare riferimento alle quantità di scavo in terra 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 scotico, non idonei alla formazione della massicciata verranno utilizzati successivamente anche alla fase di costruzione per l'interramento di parte delle piste e delle piazzole.

Orune Wind S.r.l. 	N° Doc. IT-VesOru-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 20 di 49
--	------------------------------------	-------	--------------------

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 cavalcafossi in calcestruzzo con tombino vibrocompresso.

La realizzazione di nuovi tratti stradali per il raggiungimento delle piazzole di posizionamento degli aerogeneratori, si limiterà quindi ai tratti di collegamento dalla strada esistente alla piazzola. Si è calcolato che questi tratti assommino ad una lunghezza totale di circa **m 4.035**, e quasi sempre in corrispondenza di sentieri già presenti, formati nel tempo col passaggio di mezzi agricoli.

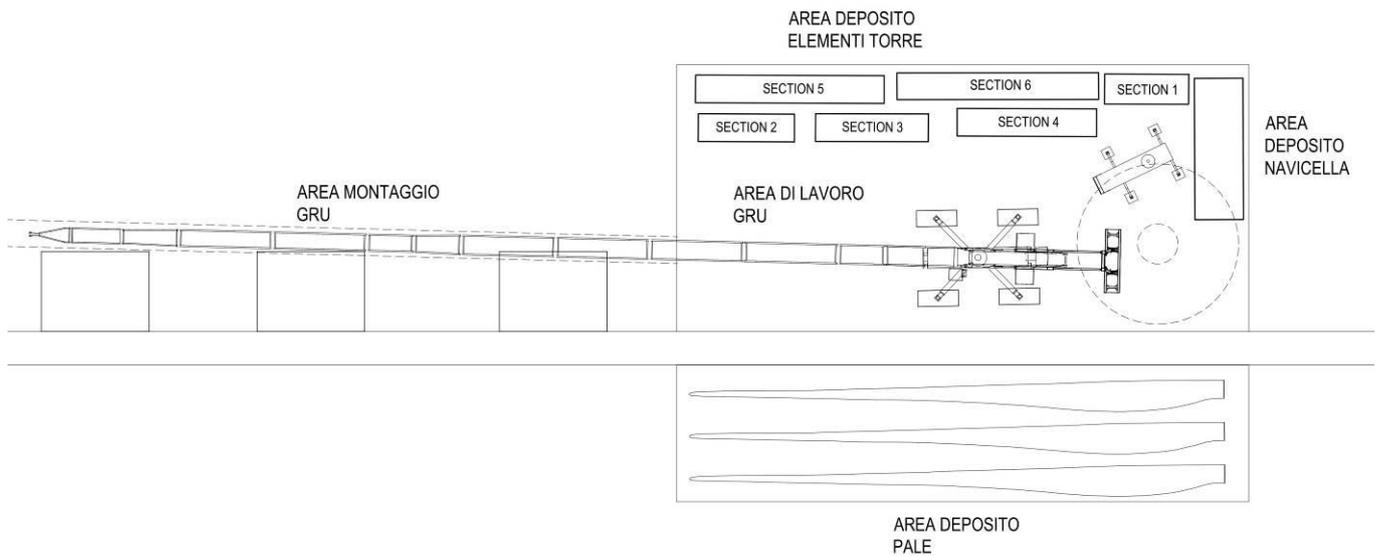
#### 1.4 Piazzole e aree di manovra dei mezzi pesanti

Per il montaggio degli elementi che costituiscono l'aerogeneratore, verranno create apposite piazzole della superficie di circa **3.400** mq corrispondente generalmente ad un rettangolo delle dimensioni di m 85 x m 40. Le piazzole saranno realizzate di varie forme, a seconda della viabilità e degli eventuali ostacoli presenti nei dintorni dell'area di montaggio, ma di dimensioni pressoché costanti. Queste saranno realizzate in materiale inerte proveniente da cava con uno spessore non inferiore a **40** cm, a sua volta rullato e compattato, previa l'asportazione del terreno vegetale che verrà depositato in vicinanza della piazzola.

Per favorire lo smaltimento dell'acqua piovana verranno realizzate con una pendenza dell'1%.

Le piazzole di montaggio sono composte dalle seguenti zone:

- Area posizionamento navicella;
- Area di lavoro gru;
- Area deposito elementi della torre;
- Area deposito pale;
- Area di montaggio del braccio a traliccio principale della gru.



**Figura 12: Schema tipo piazzola di montaggio**

L'area di stoccaggio delle pale sarà posizionata parallelamente all'area di lavoro della gru e direttamente accessibile dalla strada. La lunghezza dell'area di stoccaggio sarà pari alla lunghezza della pala più un'area di lavoro necessaria alla circolazione del carrello elevatore. Per quest'area, su cui verranno mantenute le condizioni del suolo, si prevede un'occupazione di mq **1.734** pari ad un rettangolo delle dimensioni di m 85,00 x m 20,40.

Una volta ultimato il montaggio dell'aerogeneratore, si procederà quindi alla demolizione di una parte della piazzola (piazzola temporanea), mediante l'asportazione del materiale steso, che verrà poi riutilizzato come sottofondo per la realizzazione di nuove strade. Le aree delle piazzole provvisorie verranno ripristinate, rimettendo sul posto buona parte del terreno vegetale precedentemente asportato e opportunamente messo da parte per il suo riutilizzo.

Una volta terminati i lavori di montaggio degli aerogeneratori e rimossi i materiali di scavo e le attrezzature, la piazzola verrà ridimensionata notevolmente e riportata alla configurazione definitiva che manterrà per tutta la vita utile dell'impianto. In questa configurazione, la superficie occupata sarà pari a **1.660,50 mq** corrispondente ad un rettangolo delle dimensioni di m 61,50 x 27,00.

Orune Wind S.r.l. 	N° Doc. IT-VesOru-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 22 di 49
--	------------------------------------	-------	--------------------

## 1.5 Fondazioni degli aerogeneratori

Sulla base delle risultanze delle analisi effettuate, si è proceduto al calcolo statico per individuare la tipologia e il dimensionamento della fondazione tipo.

È prevista la realizzazione di fondazione su plinto a base circolare in calcestruzzo armato che permette una distribuzione dei carichi omogenea, indipendentemente dalla direzione dei venti.

In linea di massima avrà dimensioni pari a circa m 25 di diametro x m 3,5 m di altezza, a sezione verticale a tronco piramidale per fare defluire le acque piovane, come ben descritto negli elaborati grafici di dettaglio e nei calcoli statici allegati.

Lo scavo ha un diametro di circa m 28 alla base e circa m 31 alla sommità, prevedendo pertanto un volume di scavo per ogni plinto pari mediamente a circa 2.400 m<sup>3</sup>, dei quali circa 1.600 m<sup>3</sup> verranno depositati vicino allo scavo e riutilizzato per il re-interro.

Per ciò che attiene alle terre e rocce da scavo, rinvenienti dai lavori elencati, occorre precisare che nella fase di scavo sarà importante che i vari tipi di terra vengano da subito inviati alla destinazione finale, per evitare inutili maneggiamenti e spostamenti; in questa ottica solo le terre di scavo destinate ai ripristini saranno tenute in cumuli ordinati in prossimità dello scavo per poi essere riutilizzate per il ripristino dello stato dei luoghi. In generale le terre vegetali saranno utilizzate per la maggior parte per i ripristini superficiali e la parte restante mandate a discarica; le terre formate da una buona granulometria e adatte allo scopo, potranno essere utilizzate all'interno del cantiere per la formazione degli strati inferiori dei piani delle piazzole o per la ricarica delle strade; le terre che non hanno particolari pregi in parte saranno utilizzate per il re-interro dei plinti di fondazione mentre quelle che non possono avere alcun riutilizzo saranno avviate direttamente in discariche autorizzate.

Una volta realizzato lo scavo e messo in sicurezza, si procederà al getto di un magrone di sottofondazione e alla costruzione dei casseri. Per la gabbia di armatura metallica, da eseguirsi secondo gli schemi grafici allegati alla relazione di calcolo, verrà impiegato acciaio ad aderenza migliorata tipo B450C (Resistenza caratteristica  $F_{yk}=450$  N/mm<sup>2</sup>); Il getto in calcestruzzo avverrà con l'impiego di materiale tipo C32/40 (Resistenza caratteristica  $R_{ck}=40$  N/mm<sup>2</sup>) e classe di consistenza S4.

Al plinto si collegherà quella parte dell'aerogeneratore che forma la base di montaggio, chiamata "concio", che verrà parzialmente affogata nel getto di calcestruzzo, lasciando libera la parte flangiata in acciaio, sulla quale si monteranno gli elementi tubolari del sostegno dell'aerogeneratore, il diametro del concio è di circa 5 metri. Una volta quindi eseguito il getto di calcestruzzo, di circa **870** metri cubi per plinto e atteso il tempo di maturazione del calcestruzzo, si procederà al re-interro lasciando la platea di fondazione completamente sotto il piano di campagna, con il risultato che tutta la zona adiacente al palo di sostegno potrà essere ripristinata e restituita eventualmente all'uso agricolo, con la sola eccezione delle parti della piazzola permanente, che comunque rimarranno del tutto sgombre e fruibili.

## 1.6 Aree di cantiere e di deposito dei materiali

Si tratta dell'individuazione, della predisposizione, della delimitazione e della messa in sicurezza delle aree che ospiteranno i depositi dei materiali e dei mezzi di cantiere, oltre agli uffici ed i locali per il personale addetto. L'area è ubicata in Regione Ena Longa a poca distanza dalla SS 389 e adiacente ad una strada in terra battuta. Ricade in area distinta in catasto al Foglio 25 mappale 5 ed ha una superficie di 5.250 mq;

La preparazione dell'area di cantiere consiste nello sbancamento di 20 cm di terra vegetale e il riporto di 40 cm con inerte da cava. L'area sarà delimitata con rete metallica alta 2 m ed è previsto un ingresso della larghezza di m 6 adatto al passaggio dei mezzi da cantiere e degli autocarri. Dopo aver provveduto all'approvvigionamento idrico e all'allaccio dell'utenza elettrica di cantiere sarà posata una fossa IMHOFF e un serbatoio di riserva idrica di dimensioni adeguate per i servizi igienici. All'interno dell'area di cantiere trovano alloggio vari fabbricati indispensabili allo svolgimento di tutte le attività. Sarà installato un container prefabbricato per la guardiania nelle immediate vicinanze dell'ingresso di circa 12 mq; due elementi prefabbricati distinti dei quali il primo, di circa 107 mq, adibito ad uso ufficio, sala riunioni e infermeria, con annessi servizi, il secondo, di dimensioni uguali al precedente, dove trovano alloggio gli spogliatoi per le maestranze, la sala ristoro e tutti i servizi igienici (docce e wc). E' prevista inoltre una zona container per il deposito di materiali di consumo ed attrezzi.

Al termine dei lavori di montaggio degli aerogeneratori, l'area di cantiere verrà completamente dismessa e lo stato dei luoghi verrà ripristinato con la stesura del terreno vegetale, precedentemente accantonato, restituendo l'area all'uso agricolo.

## 1.7 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 Orune che sarà ubicata in prossimità del parco eolico. Questa sarà collegata con un cavo interrato a 150 kV ad una stazione di smistamento a 150 kV nel Comune di Nuoro (NU), la quale sarà connessa mediante cavidotto interrato AT alla futura SE TERNA di smistamento 150 kV, che rappresenta il punto di connessione dell'impianto alla RTN.

La società Terna ha rilasciato alla Società Orune Wind S.r.l. la "Soluzione Tecnica Minima Generale" Cod. Prat. 202100636 del 19.07.2021. Lo schema di allacciamento alla RTN prevede la connessione in antenna a 150 kV su una nuova SE di smistamento 150 kV RTN da inserire in entra-esci alla linea aerea 150 kV "Taloro – Siniscola 2", previa realizzazione del nuovo elettrodotto a 150 kV tra la sopracitata stazione ed il futuro ampliamento a 150 kV della SE RTN "Ottana".

L'energia elettrica prodotta dal parco eolico sarà elevata alla tensione di 150 kV mediante due trasformatori della potenza di 40-50 MVA ONAN/ONAF, collegato a un sistema di sbarre con isolamento in aria, che, con un elettrodotto interrato a 150 kV in antenna, si conetterà alla sezione 150 kV della SE Terna.

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

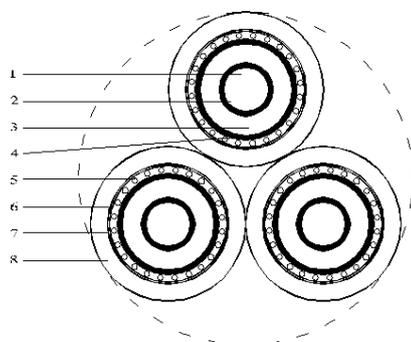
- a) Rete in cavo interrato in MT a 30 kV dall'impianto di produzione alla stazione di trasformazione utente 30/150kV;
- b) stazione elettrica di trasformazione utente 30/150 kV di Orune;
- c) stazione elettrica di Condivisione 150 kV di Utenza;
- d) Stazione Elettrica di smistamento 150 kV RTN;
- e) cavidotto a 150 kV per il collegamento tra la SE trasformazione 30/150 kV d e la SE di smistamento 150 kV;
- f) cavidotto a 150 kV per il collegamento tra la SE di smistamento 150 kV e la futura SE RTN;

Le opere di cui ai punti a), b), c), e) ed f) costituiscono opere di utenza del proponente. L'opera al punto d) costituisce opera RTN.

#### 1.7.1 Elettrodotto 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 caso in esame è stato previsto di utilizzare cavi tripolari in alluminio cordati ad elica visibile di sezione pari a 95, 300 mm<sup>2</sup>, e cavidotti unipolari della sezione 500 e 630 mm<sup>2</sup>. I cavi sono isolati con una mescola 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.

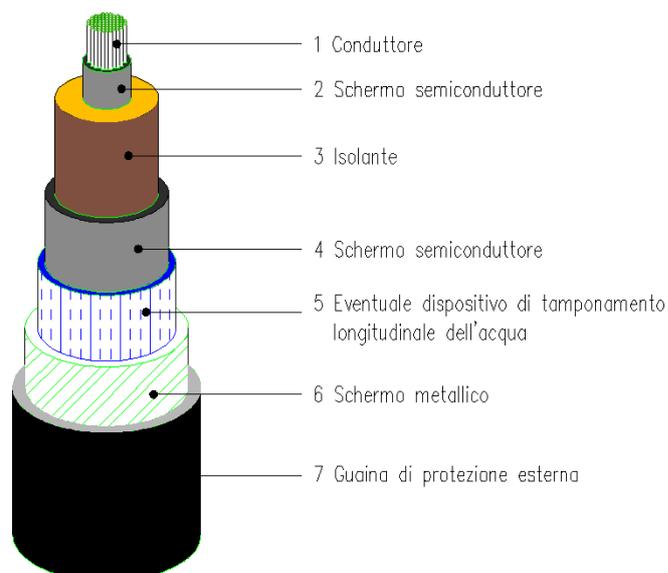


**Figura 10: sezione del cavo tripolare in alluminio cordato ad elica visibile.**

### 1.7.2 Elettrodotto 150 kV in cavo

Il collegamento dalla Stazione di trasformazione 30/150 kV alla stazione di Condivisione di Nuoro è effettuato con un cavo interrato a 150 kV di circa 13 km (comprensivo di scorta e riserva), mentre è di circa 3 km il collegamento alla SE RTN 150 kV sita in località Prato Sardo.

Il tracciato del cavo interrato, come risulta dalla Corografia su CTR e dalla planimetria catastale allegata al progetto si sviluppa principalmente lungo la SP41 e successivamente lungo la SS389 fino al km 95. Da questo punto tramite strade secondarie arriva nell'area industriale di Nuoro "Prato Sardo" dove sorgerà la SE di condivisione 150 kV e collocata in prossimità della nuova SE RTN 150 kV di Terna, che rappresenta il punto di connessione alla Rete. L'elettrodotto sarà costituito 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 1000 mm<sup>2</sup>, tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietere-reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in alluminio longitudinalmente saldata, rivestimento in politene con grafitatura esterna.



**Figura 11: schema tipo del cavo.**

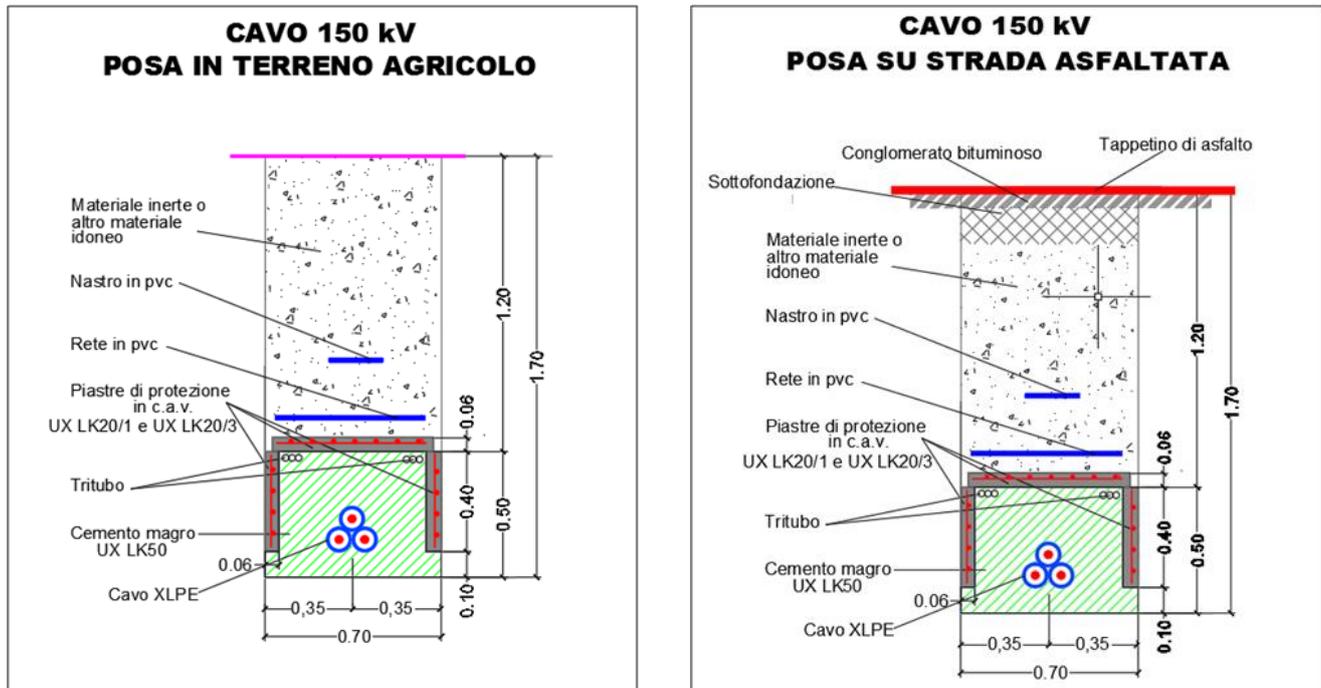
I cavi saranno interrati alla profondità di circa 1,70 m, con disposizione delle fasi a trifoglio affiancate tranne in corrispondenza dei giunti dove la disposizione sarà in piano con distanza tra le fasi di almeno 25 cm.

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 12: sezioni tipo di posa del cavidotto interrato.**

Le metodologie di messa in opera di elettrodotti in cavo interrato possono essere distinte in due macrofamiglie:

- Messa in opera con scavo a cielo aperto;
- Messa in opera con tecnologia "No-Dig" anche detta "Trenchless".

Nell'ambito della messa in opera con scavo a cielo aperto, è possibile trovarsi in presenza di particolari attraversamenti di strade e/o sottoservizi quali: fognature, gasdotti, cavidotti, ecc., per cui la posa dell'elettrodotto potrebbe non avvenire semplicemente secondo le tipologie standard su citate ma potrebbe essere necessario integrare tali soluzioni mettendo in atto tubazioni di PVC della serie pesante, PE o di ferro all'interno delle quali far passare i cavi. Nell'ipotesi in cui non sia possibile eseguire uno scavo a cielo aperto, come nel caso di impedimenti nel mantenere la trincea aperta per lunghi periodi, ad esempio in corrispondenza di attraversamenti trasversali di strade di grande afflusso, svincoli, attraversamenti di canali, ferrovie o di altri servizi di cui non è consentita l'interruzione, la realizzazione dell'elettrodotto può avvenire mediante l'uso della tecnologia "No-Dig".

La tecnica Directional Drilling prevede una perforazione eseguita mediante una portasonda teleguidata ancorata a delle aste metalliche. L'avanzamento avviene per la spinta esercitata a forti pressioni di acqua o miscele di acqua e

Orune Wind S.r.l. 	N° Doc. IT-VesOru-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 27 di 49
--	------------------------------------	-------	--------------------

polimeri totalmente biodegradabili; per effetto della spinta il terreno è compresso lungo le pareti del foro. L'acqua è utilizzata anche per raffreddare l'utensile. Questo sistema non comporta alcuno scavo preliminare, ma eventualmente necessita di effettuare solo delle buche di partenza e di arrivo; non comporta quindi, la demolizione prima e il ripristino dopo di eventuali sovrastrutture esistenti. Gli attraversamenti per i quali verrà utilizzata questa tecnica sono 32, ed è possibile vederli nella tavola "Corografia CTR con impianti e attraversamenti": si tratta di ponti, canali e strade.

Problemi legati al trasporto e messa in opera dei cavi fanno sì che, in genere, non si realizzino pezzature di cavo superiori ai seicento metri; ecco quindi la necessità di realizzare dei giunti, per elettrodotti di lunghezza superiore.

- I giunti necessari per il collegamento del cavo, tipo "GMS 1245, saranno posizionati lungo il percorso del cavo, a metri 400-600 circa l'uno dall'altro, ed ubicati all'interno di apposite buche;
- I giunti saranno collocati in apposita buca ad una profondità prevalente di m -2,00 ca. (quota fondo buca) e alloggiati in appositi loculi, costituiti da mattoni o blocchetti in calcestruzzo;
- I loculi saranno riempiti con sabbia e coperti con lastre in calcestruzzo armato, aventi funzione di protezione meccanica;
- Sul fondo della buca giunti, sarà realizzata una platea di sottofondo in calcestruzzo, allo scopo di creare un piano stabile sul quale poggiare i supporti dei giunti.
- Accanto alla buca di giunzione sarà installato un pozzetto per l'alloggiamento della cassetta di sezionamento della guaina dei cavi.

### 1.7.3 Stazione di trasformazione e di utenza

La stazione di trasformazione (vedi elab. "Planimetria elettromeccanica Stazione 30/150 kV Utente"), che costituisce impianto di utenza per la connessione, sarà ubicata nel comune di Orune (NU) sulla particella 9 del Foglio di mappa N.33.

Complessivamente l'area individuata per la realizzazione della stazione di trasformazione è pari a circa **4920 mq**, comprensiva di una fascia di rispetto di 5 m intorno alla SE.

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 di condivisione di utenza e due montanti trasformatore 30/150 kV per l'energia prodotta dal parco eolico di Orune, inoltre, è previsto uno stallo disponibile per eventuali futuri proponenti.

L'edificio della stazione di Orune di circa 44,30 x 4,6 m con altezza di 3,9 m. 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 è previsto un edificio per eventuale ampliamento. I fabbricati saranno realizzati con struttura portante in calcestruzzo armato

Orune Wind S.r.l. 	N° Doc. IT-VesOru-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 28 di 49
--	------------------------------------	-------	--------------------

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.

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 eseguite 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. L'accesso alle stazioni sarà carrabile, corredato di cancello scorrevole di 7 metri di ampiezza con cancelletto pedonale, entrambi inseriti fra pilastri.

La recinzione perimetrale sarà del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e paletti, anch'essi prefabbricati in calcestruzzo, 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. L'illuminazione esterna del quadro all'aperto sarà realizzata con n. 5 proiettori montati su pali in fibra di vetro di 9 metri. I proiettori sono del tipo con corpo in alluminio, grado protezione IP65, con lampade a LED 250 W.

#### 1.7.4 Stazione di condivisione 150 kV

La Stazione elettrica AT condivisa a 150 kV costituisce impianto di utenza per la connessione, necessaria a condividere lo Stallo AT nella stazione di Terna. Essa è costituita dalle sbarre 150 kV con isolamento in aria e dallo stallo arrivo cavo Terna 150 kV; sarà ubicata in adiacenza alle aree destinate ai proponenti (trasformazione e arrivo cavi 150 kV); l'area occupata è di circa 4682 m<sup>2</sup>. L'edificio della stazione di Orune ha superficie di circa 14,6 x 4,6 m con altezza di 3,9 m, e sarà diviso in diversi locali adibiti a: locale GE, servizi igienici, locale BT e manovre, locale TRSA ed un piccolo locale per eventuali misure totali con ingresso sia dall'interno della stazione sia dall'esterno posto sul confine della recinzione. L'edificio sarà servito da impianti tecnologici quali: illuminazione, condizionamento, antintrusione etc.

Per le apparecchiature AT sono previste fondazioni in calcestruzzo armato. 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. 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 eseguite in conglomerato

Orune Wind S.r.l. 	N° Doc. IT-VesOru-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 29 di 49
--	------------------------------------	-------	--------------------

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. L'accesso alle stazioni sarà carrabile, corredato di cancello scorrevole di 7 metri di ampiezza con cancelletto pedonale, entrambi inseriti fra pilastri.

La recinzione perimetrale sarà del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e paletti, anch'essi prefabbricati in calcestruzzo, 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. L'illuminazione esterna del quadro all'aperto sarà realizzata con n. 5 proiettori montati su pali in fibra di vetro di 9 metri. I proiettori sono del tipo con corpo in alluminio, grado protezione IP65, con lampade a LED 250 W.

Orune Wind S.r.l. 	N° Doc. IT-VesOru-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 30 di 49
--	------------------------------------	-------	--------------------

## 1.8 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 sia della stazione di trasformazione che della SE di 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.

Orune Wind S.r.l. 	N° Doc. IT-VesOru-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 31 di 49
--	------------------------------------	-------	--------------------

## 1.9 Dismissione e ripristino del contesto

Alla fine del periodo di vita utile dell'impianto, ovvero 30 anni di esercizio, tutti i manufatti fuori terra, aerogeneratori e stazione di trasformazione verranno regolarmente smontati in modo da poter riciclare quanto possibile e procedere a ripristinare lo stato dei luoghi ex-ante.

Precedentemente all'inizio della fase di decommissioning e demolizione dell'impianto, verrà predisposto un apposito Piano Ambientale di Dismissione che conterrà le azioni, le attività e i tempi necessari per gestire nel miglior modo la dismissione dell'impianto, tenendo conto di:

- Definizione di azioni di messa in sicurezza;
- Valutazione delle possibilità di recupero per riutilizzo di macchinari e componenti;
- Gestione delle autorizzazioni e permessi ambientali.

Lo smantellamento avverrà nel pieno rispetto di tutte le norme ambientali e di sicurezza, applicando modalità organizzative, operative e gestionali tali da garantire la minimizzazione di tutti gli impatti connessi (es.: formazione di polveri, rumore, traffico, ecc..) e può essere schematizzato nelle fasi seguenti:

- Disconnessione dell'impianto dalla rete elettrica
- Messa in sicurezza degli aerogeneratori
- Smontaggio delle apparecchiature elettriche ubicate all'interno degli aerogeneratori
- Smontaggio della sottostazione elettrica
- Smontaggio rotore
- Smontaggio navicella
- Smontaggio torre
- Recupero dei cavi elettrici di media tensione tra aerogeneratori e sottostazione elettrica

La rimozione degli aerogeneratori verrà effettuata da ditte specializzate nel campo delle demolizioni industriali, che provvederanno anche al recupero dei materiali. Le torri degli aerogeneratori verranno smontate e ridotte in pezzi tali da consentirne il trasporto presso aziende di riciclaggio.

Allo stesso modo, i rottami ricavati dalla demolizione degli aerogeneratori verranno conferiti in impianti dedicati allo smaltimento e riciclaggio dell'acciaio.

I plinti di fondazione degli aerogeneratori verranno demoliti fino alla quota di -1 m dal piano di campagna, e i materiali di risulta verranno trasportati ad apposita discarica. Il ripristino delle aree occupate dalle piazzole e dalla viabilità a servizio degli aerogeneratori avverrà secondo le seguenti fasi:

- rimozione di parte del terreno di riporto per le piazzole in rilevato. Il materiale di risulta sarà utilizzato per coprire le parti in scavo o trasportato a discarica.

- disfacimento della pavimentazione, costituita da uno strato di fondazione con misto granulare naturale di 40 cm e dal soprastante strato di misto artificiale di cm 10. Trasporto a scarica del materiale
- Stesa e modellazione di terra da coltivo.

La sottostazione elettrica e tutte le sue apparecchiature al suo interno verranno demolite e dismesse alla fine della vita utile dell'impianto. L'area verrà ripristinata alle condizioni iniziali mediante stenditura di terra da coltivo.

Durante le operazioni di dismissione dell'impianto verranno demoliti i pozzetti di ispezione dei cavidotti e verranno sfilati dagli stessi i cavi elettrici.

Il rame ricavato dai cavi verrà venduto a specifiche imprese che provvederanno al suo riciclaggio.

La demolizione degli impianti esistenti comporterà la produzione delle seguenti tipologie di materiali di risulta classificabili in base al codice CER per lo smaltimento:

TIPOLOGIA MATERIALE	CODICE CER
Ferro da demolizione di strutture metalliche	170405
Cavi elettrici	170411
Apparecchiature elettriche	160214
Componenti rimossi da apparecchiature elettriche	160216
Calcestruzzo da rimozione edifici, platee, infrastrutture, ecc	170101 o 170107 o 170904
Plastica 170203	170203
Alluminio 170402	170402
Asfalto e miscele bituminose	170302
Inerti	170504
Scarti oli per motori ingranaggi e lubrificazione	130206

Oltre alle tipologie sopra richiamate potranno essere presenti altri rifiuti minori, che saranno classificati con adeguato codice CER e gestiti secondo normativa.

La dismissione del parco eolico richiederà indicativamente una durata di circa 6 mesi, così suddivisa:

- Dismissione strutture fuori terra: 2 mesi;
- Dismissione strutture interrato: 2 mesi;
- Ripristino dell'area: 2 mesi.

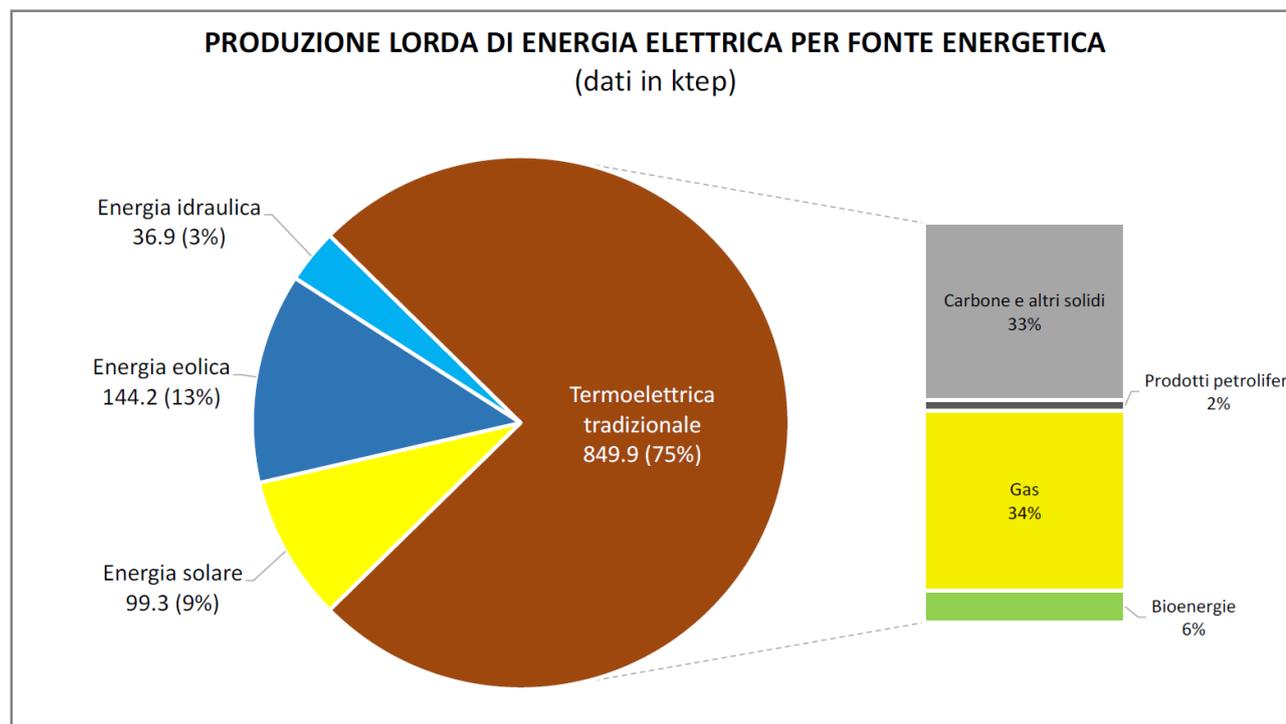
## 2. Analisi delle alternative progettuali

### 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 Terzo Rapporto di Monitoraggio del PEARS fotografa la situazione del macrosettore Energia al 2020 (Figura 13) 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 75% del totale; segue la produzione attraverso impianti eolici (13% della produzione totale), la produzione da impianti fotovoltaici (9%) e infine la produzione da impianti idroelettrici (3%).

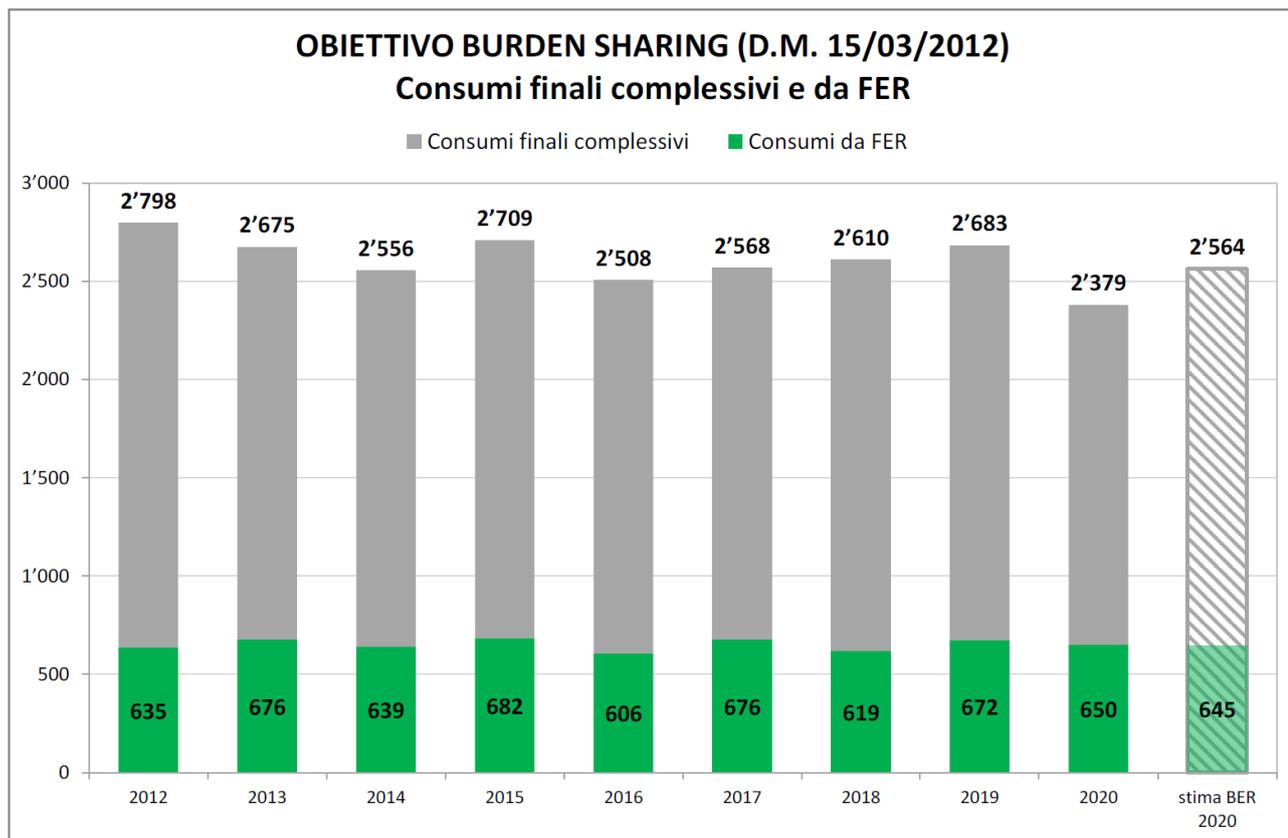


**Figura 13: produzione di energia elettrica per fonte energetica nel 2020. Fonte: (Regione Autonoma della Sardegna, 2023).**

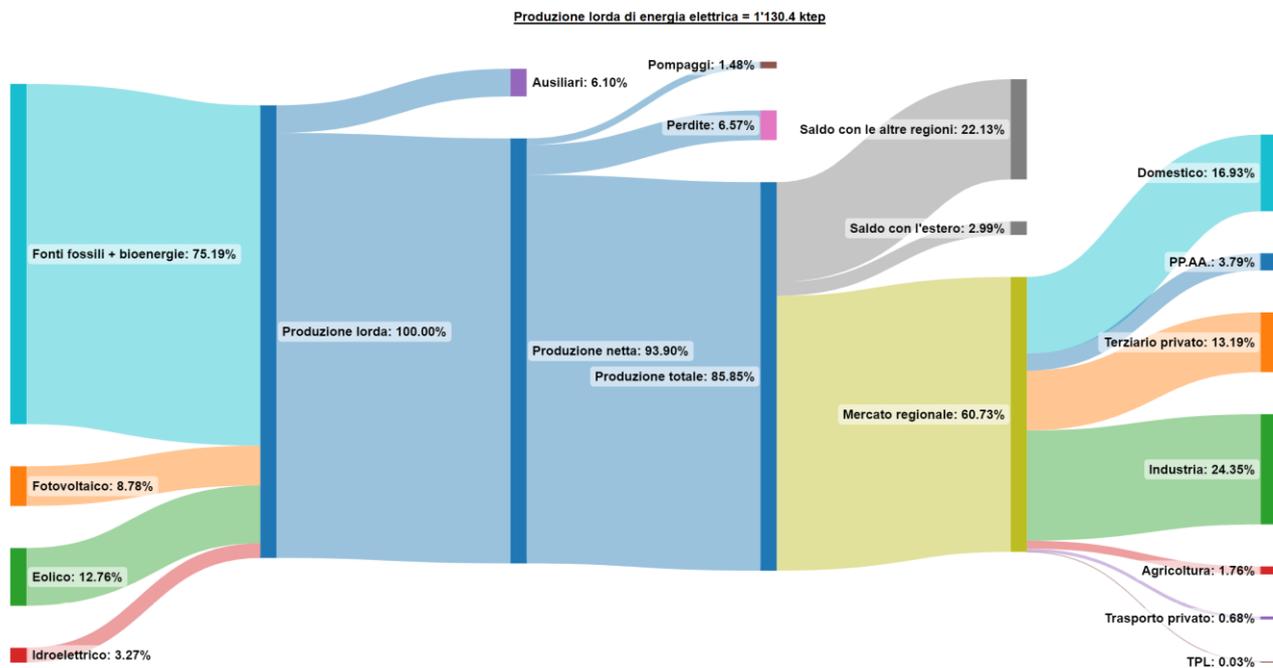
<sup>1</sup> Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna 2015-2030 – Proposta Tecnica, dicembre 2015; p.44.

Effettuando alcune stime in base ai dati forniti dai proprietari di alcuni impianti, **appare evidente come il carbone rappresenti ancora una delle fonti più utilizzate negli impianti termoelettrici (51% dei consumi totali), con una corrispondente produzione elettrica pari al 33% del totale, leggermente inferiore alla produzione elettrica da gas di raffineria (34%), i cui consumi rappresentano però solo il 40% dei consumi totali degli impianti termoelettrici.**

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.

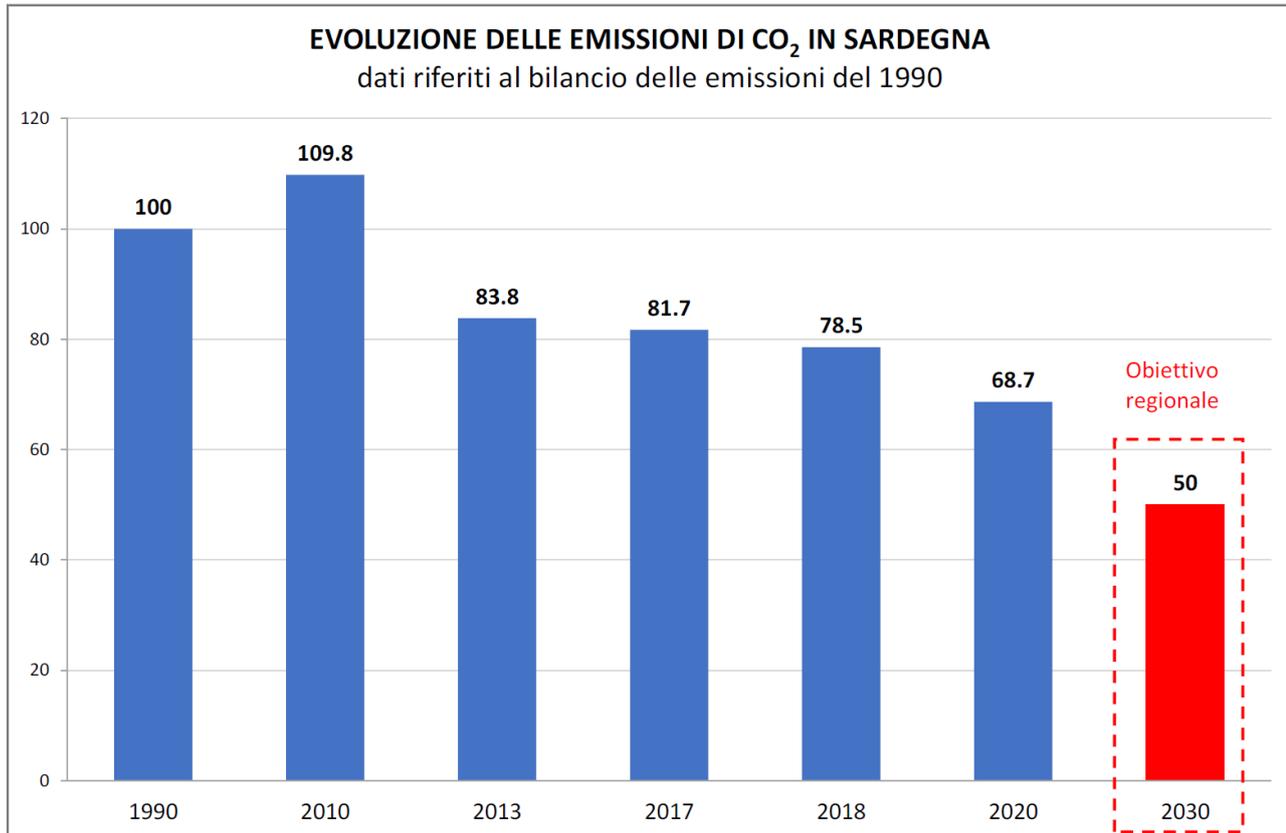


**Figura 14: andamento dei consumi finali lordi di energia complessivi e coperti da fonti rinnovabili in Sardegna. Fonte: dati GSE dal 2012 al 2020, elaborazione degli autori a partire da dati BER per anno 2020).**



**Figura 15: Diagramma di Sankey relativo al macrosettore Elettricità (produzione, distribuzione e usi finali), dati relativi al 2020 espressi in quote percentuali rispetto alla produzione lorda (Fonte: Terna S.p.A. - elaborazione degli autori, 2022).**

Nella figura successiva, in analogia con quanto riportato nel Secondo Rapporto di Monitoraggio e nel PEARS, si restituisce l'andamento delle emissioni di CO<sub>2</sub> associate alle attività sviluppate in Sardegna in forma normalizzata rispetto alle emissioni del 1990. Appare evidente come i dati del 2020 ricavati dal BER confermino il trend in progressivo calo e in avvicinamento all'obiettivo regionale di riduzione delle emissioni del 50% al 2030. Analizzando i dati puntuali relativi ai tre macrosettori, è possibile verificare che tale risultato sia principalmente dovuto ai cali registrati nelle emissioni associate ai consumi termici (più che dimezzate rispetto al 1990 e caratterizzate da una riduzione annua del 8% negli ultimi 10 anni), mentre si rileva un continuo aumento delle emissioni legate al macrosettore dei trasporti (+34% rispetto al 1990, con un aumento annuo dello 0.2% negli ultimi 10 anni). Invece, per quanto riguarda il settore delle trasformazioni, a seguito della crescita avvenuta tra il 1990 e il 2010, negli ultimi 10 anni si assiste ad un calo del 23% circa (-2.9% annuo).



**Figura 16: Evoluzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in Sardegna riferite al bilancio delle emissioni del 1990, dati ricavati dal PEARS integrati con le emissioni stimate a partire dal BER 2017, 2018 e 2020 (Fonte: elaborazione degli autori, 2022).**

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.

**Il PEARS indica come obiettivo strategico di sintesi per l'anno 2030 la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> associate ai consumi della Sardegna del 50% rispetto ai valori del 1990.**

La mancata realizzazione dell'intervento in oggetto porterebbe, dunque, al mancato contributo al conseguimento degli obiettivi nazionali e regionali di riduzione delle emissioni inquinanti, oltre che a negative ricadute socioeconomiche.

I terreni oggetto della presente relazione sono allo stato attuale impiegati come pascoli. La maggior parte della superficie risulta essere occupata da sugherete, da gariga e da macchia mediterranea, con presenza di latifoglie, cespuglieti ed arbusteti. Sono presenti in minor misura coltivazioni prative stabili i cui usi sono sempre pascolivi.

**I suoli in oggetto sono classificabili in maggior misura nella categoria VII-VIII. Sono quindi suoli che hanno limitazioni molto severe che restringono la scelta delle colture e/o richiedono rigorose tecniche conservative.**

Orune Wind S.r.l. 	N° Doc. IT-VesOru-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 37 di 49
--	------------------------------------	-------	--------------------

Tra le limitazioni riscontrate, quelle più penalizzanti risultano essere la scarsa profondità, l'abbondante rocciosità e pietrosità superficiale che limitano fortemente le potenzialità agricole limitandole al pascolamento e al ripristino ambientale. L'agricoltura di pregio è quindi esclusa.

L'alternativa zero porterebbe, dunque, a proseguire l'utilizzo attuale del terreno.

La realizzazione del parco eolico, invece, si configurerebbe come occasione per convertire risorse a favore del miglioramento delle aree in oggetto come aree produttive per lo sviluppo locale, contribuendo alla conversione della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

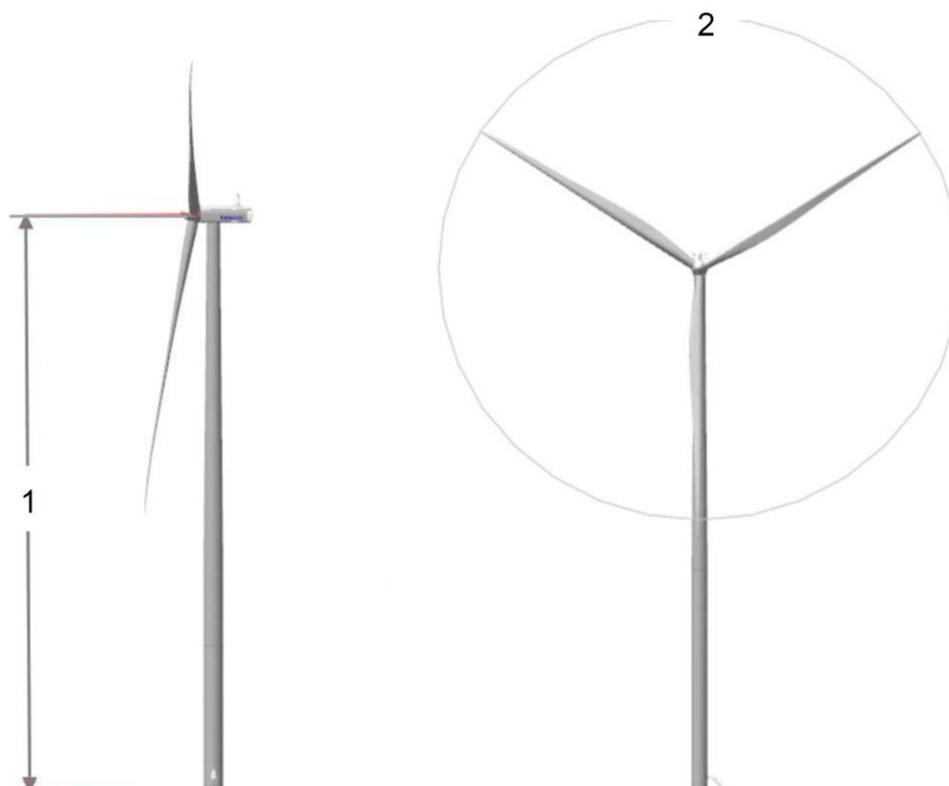
Riassumendo l'alternativa zero porterebbe alla:

- 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 differente modello di macchine del produttore Vestas. In particolare, si è presa in considerazione la Vestas V163 4,5 MW HH 113.



1: altezza mozzo = 113 m

2: diametro del rotore = 163 m

**Figura 17: dimensioni struttura aerogeneratore Vestas V163.**

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

Modello turbina	n. turbine	HH (m)	Installed capacity (MW)	AEP - P50 (GWh/yr)	Wake losses (%)
V162 6 MW	15	125	90	287.4	3.9
V163 4.5 MW	15	113	67,5	248.3	3.4

Un parco eolico composto con il modello di turbina sopra proposto (Vestats V163) porterebbe ad una diminuzione percentuale della produzione netta pari al 13,6 %, mantenendo il numero di turbine del layout proposto.

Con l'obiettivo di mantenere la potenza installata invariata, sarebbe necessario installare 5 aerogeneratori in più. Installando 20 aerogeneratori si giungerebbe a una potenza installata di 90 MW.

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.

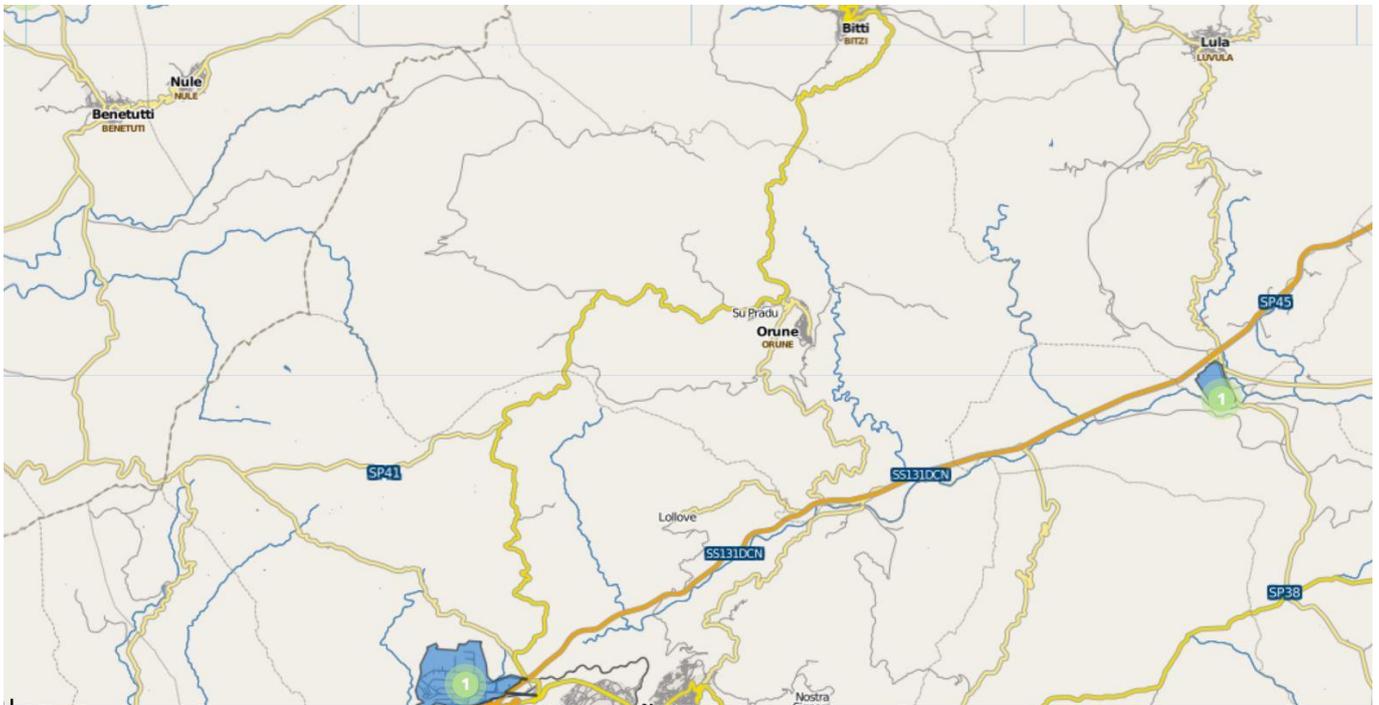
Pertanto, l'installazione di macchine di maggiore potenza garantisce la massima producibilità a fronte di inferiori impatti sulle componenti aria, suolo, rifiuti, flora, fauna e componenti elettromagnetiche.

Un'analisi più approfondita deve essere condotta per la componente paesaggio. A tal fine si deve ipotizzare 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 nelle vicinanze.



**Figura 18: aree industriali nell'area vasta.**

Orune Wind S.r.l. 	N° Doc. IT-VesOru-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 40 di 49
--	------------------------------------	-------	--------------------

Il Comune di Orune non possiede un'area industriale. L'area più vicina, di dimensioni comunque contenute rispetto all'impianto in esame, è la zona di "Prato Sardo" di Nuoro, situata nei pressi del centro abitato. La prossimità al centro abitato porterebbe al manifestarsi dei seguenti impatti negativi:

- effetto incombenza minacciosa;
- effetto ombra portata;
- effetto dell'alterazione dell'integrità architettonica;
- presenza di recettori all'interno dell'area di gittata delle pale in caso di incidente.

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 Convezioni internazionali e dalle Direttive Comunitarie in materia di protezione delle specie rare, endemiche, vulnerabili, a rischio di estinzione).

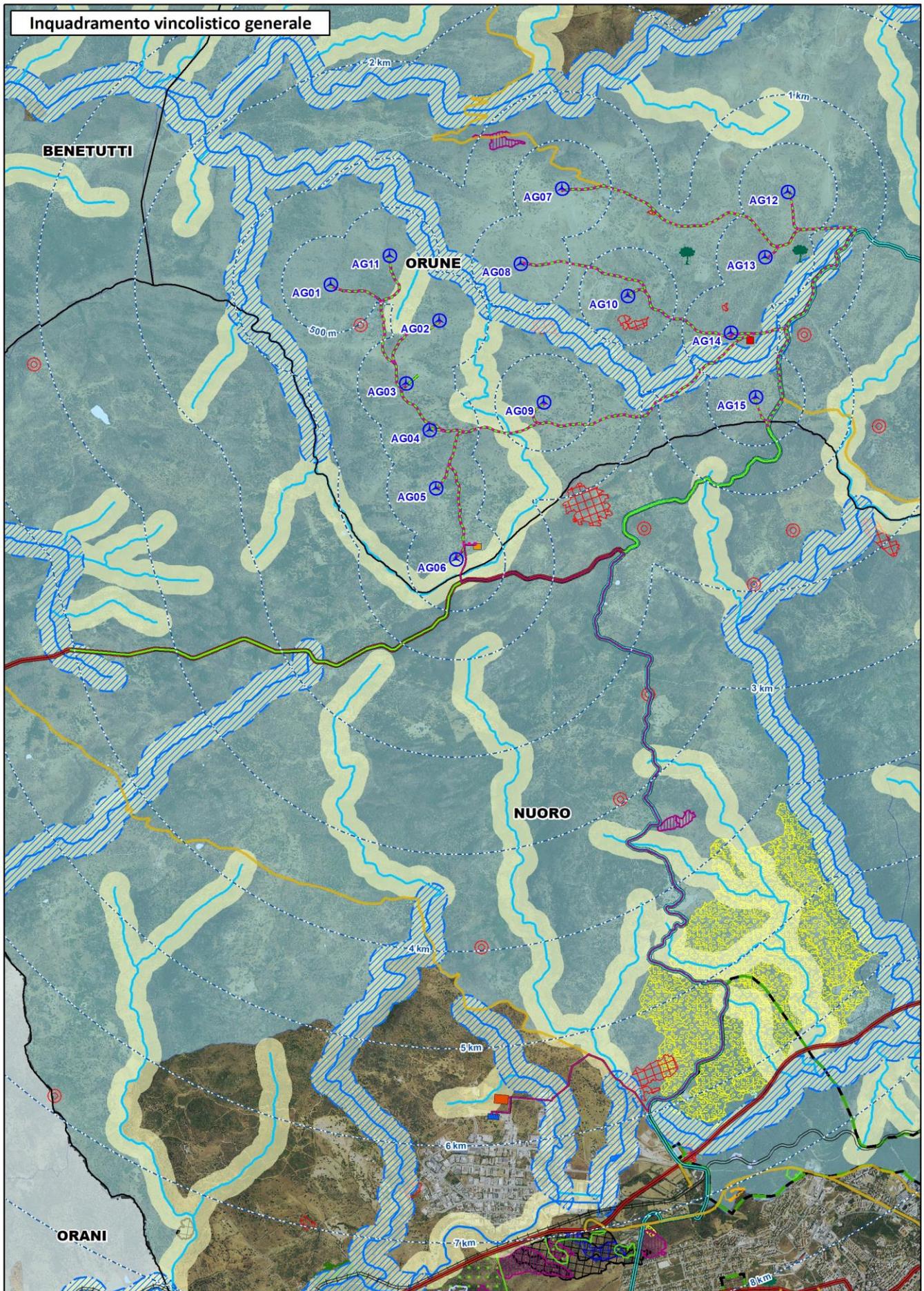
Orune Wind S.r.l. 	N° Doc. IT-VesOru-CLP-SIA-TR-03	Rev 0	Pagina 41 di 49
--	------------------------------------	-------	--------------------

- 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.

La dislocazione degli aerogeneratori ha fatto inoltre riferimento alle indicazioni per la realizzazione di impianti eolici in Sardegna così come definite dall'Allegato e) alla Delib.G.R. n. 59/90 del 27.11.2020, in particolare:

- Ogni turbina dello schieramento costituente l'impianto eolico dista oltre 500 m dall'edificato urbano;
- La distanza di ogni turbina dal confine della tanca in cui ha la fondazione è superiore alla lunghezza del diametro del rotore;
- La distanza di ogni turbina dalle strada provinciale e dalla strada statale è superiore alla somma dell'altezza dell'aerogeneratore al mozzo e del raggio del rotore, più un ulteriore 10%;
- Al fine di garantire la massima efficienza del parco eolico nel suo complesso, evitando l'insorgenza di mutue turbolenze fra gli aerogeneratori, la distanza minima fra gli stessi è superiore a 5 volte il diametro del rotore nella direzione del vento predominante e superiore a 3 volte il diametro del rotore lungo la direzione perpendicolare a quella del vento predominante;
- Al fine di limitare gli impatti visivi, acustici e di ombreggiamento, ogni singolo aerogeneratore dista oltre 300 m da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui è stata accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno. In fase di censimento dei fabbricati non sono stati rilevati corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario notturno o case rurali ad utilizzazione residenziale di carattere stagionale né tantomeno nuclei e case sparse destinati ad uso residenziale.

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 **15 aerogeneratori e quello alternativo con 20 aerogeneratori di potenza inferiore.**



 Aerogeneratori (AG)

 Cavidotto MT

 Cavidotto AT 150 kV

 Viabilità

 Area cantiere

 Punto di connessione alla RTN - SE Prato Sardo

 SE 30-150 kV di utenza

 SE di condivisione 150kV

### Viabilità PPR

 Strade statali e provinciali

 Strada SS e SP a specifica valenza paesagg. e panoramica

 Rete stradale locale

 Impianti ferroviari lineari

### R.D.L. 3267/1923

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

### Aree con valore paesaggistico Art 142

 Art.142 - Fiumi torrenti corsi d'acqua iscritti in elenco RD1775/33

#### Art.142 - Fascia 150m fiumi elenco RD1775-33

CODICEPPR

 BP02\_C2\_B2

### Aree con valore paesaggistico Art 143

#### Repertorio beni 2017 - Beni paesaggistici

 NURAGHE

 Alberi monumentali

 Alberi Monumentali agg. 19.4.2019

 Alberi Monumentali agg. 2020-07-24

 Alberi Monumentali agg. 2021-05-05

 Alberi Monumentali agg. 2022

 Aree Gestione Speciale Ente Foreste

 Laghi invasi e stagni

 Art.143 - Fiumi e torrenti (alveo inciso)

 Fiumi e torrenti (alveo inciso)\_Buffer 150m

 Parco geomin. ambient. e storico - DM 08/09/2016

### Aree incendiate

 2022  2017  2013  2008

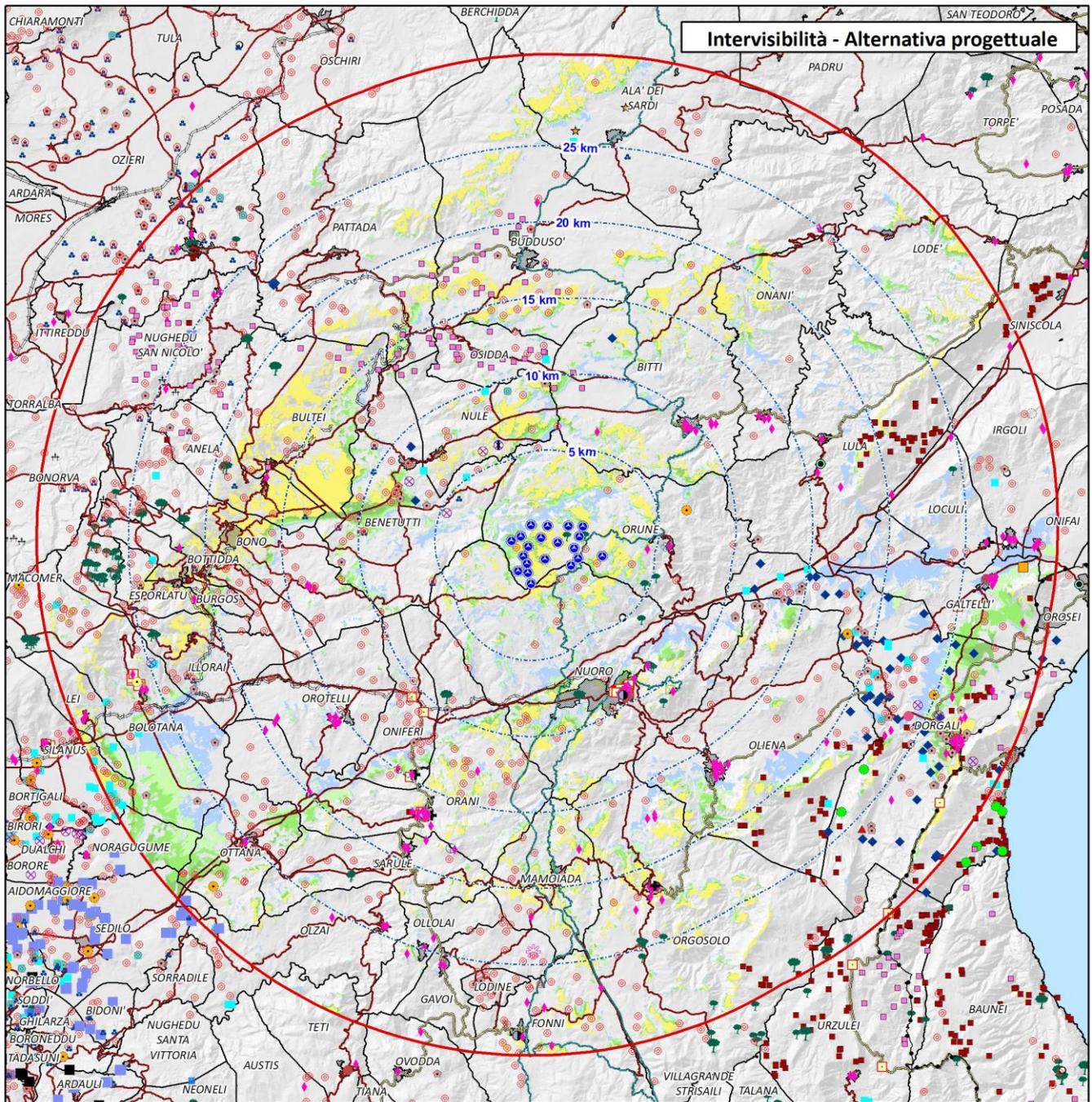
 2021  2016  2012

 2020  2015  2011

 2019  2014  2009

### Figura 19: inquadramento vincolistico generale nell'area vasta.

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.



----- Buffer distanze da area di progetto

 AG alternativa progettuale

 Buffer 31km

 Art.142 - Zone di interesse archeologico individuate

### Repertorio beni 2017 - Beni paesaggistici

-  ABBAZIA
-  ABITATO
-  ALLE'E COUVERTE
-  CAPANNA
-  CASTELLO
-  CHIESA
-  CIMITERO
-  COMPLESSO
-  CONVENTO
-  CUMBESSIAS
-  DOLMEN
-  DOMUS DE JANAS
-  FONTE-POZZO
-  GROTTA
-  INSEDIAMENTO
-  INSEDIAMENTO SPARSO
-  MENHIR
-  NECROPOLI
-  NURAGHE
-  POZZO
-  RUDERI
-  SANTUARIO
-  TEMPIO
-  TOMBA
-  TOMBA DEI GIGANTI
-  VILLA
-  VILLAGGIO

### Repertorio beni 2017 - Beni identitari

-  ACQUEDOTTO
-  CASA
-  COLLEGIO
-  EDIFICIO
-  FABBRICATO
-  FONTANA
-  MONTE GRANATICO
-  MULINO
-  PALAZZO
-  PONTE
-  STATUA
-  Repertorio beni 2017 - Beni culturali archeologici
-  Repertorio beni 2017 - Beni culturali architettonici
-  Repertorio beni 2017 - Proposte di Insussistenza vincolo
-  Fascia costiera
-  Alberi monumentali
-  Alberi Monumentali agg. 2022
-  Alberi Monumentali agg. 2020-07-24
-  Alberi Monumentali agg. 2021-05-05
-  Grotte e caverne

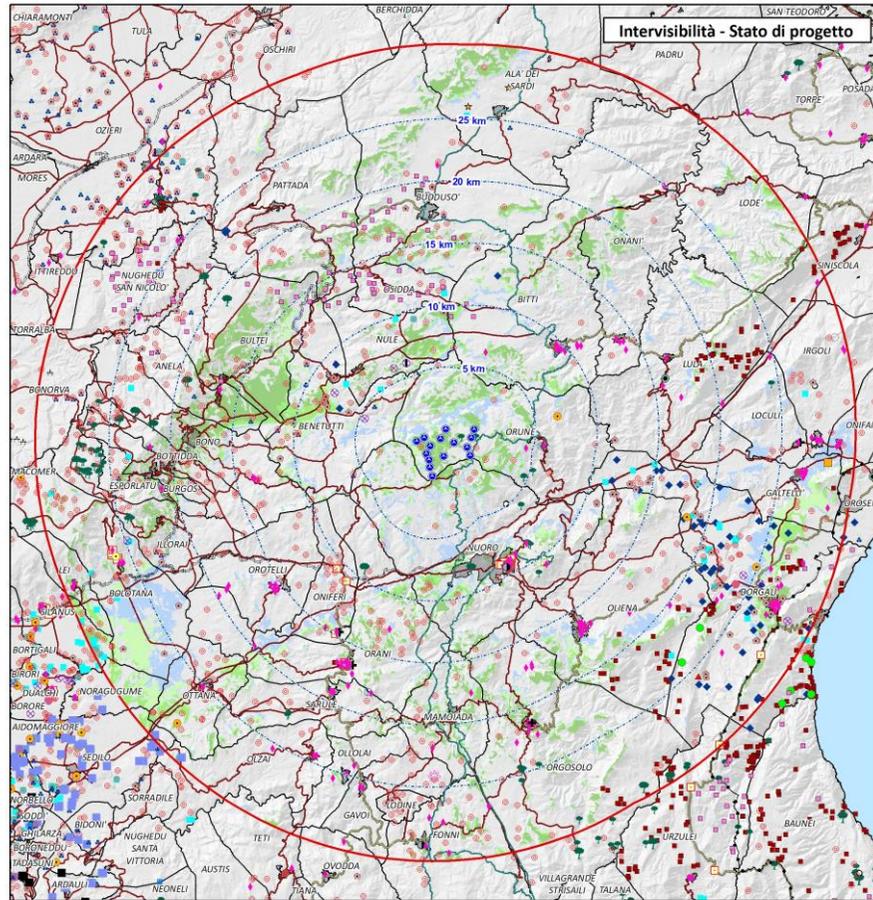
### Strade

-  Strade statali e provinciali
-  Strada SS e SP a specifica valenza paesaggistica e panoramica
-  Strada SS e SP a specif. valenza paesagg. e panoram. di fruiz. turistica
-  Impianti ferroviari lineari
-  Centri urbani
-  Confini comunali
-  Mare

**Figura 20: mappa dell'intervisibilità teorica per il parco eolico con 20 turbine Vestas V163.**

PARCO EOLICO IN PROGETTO

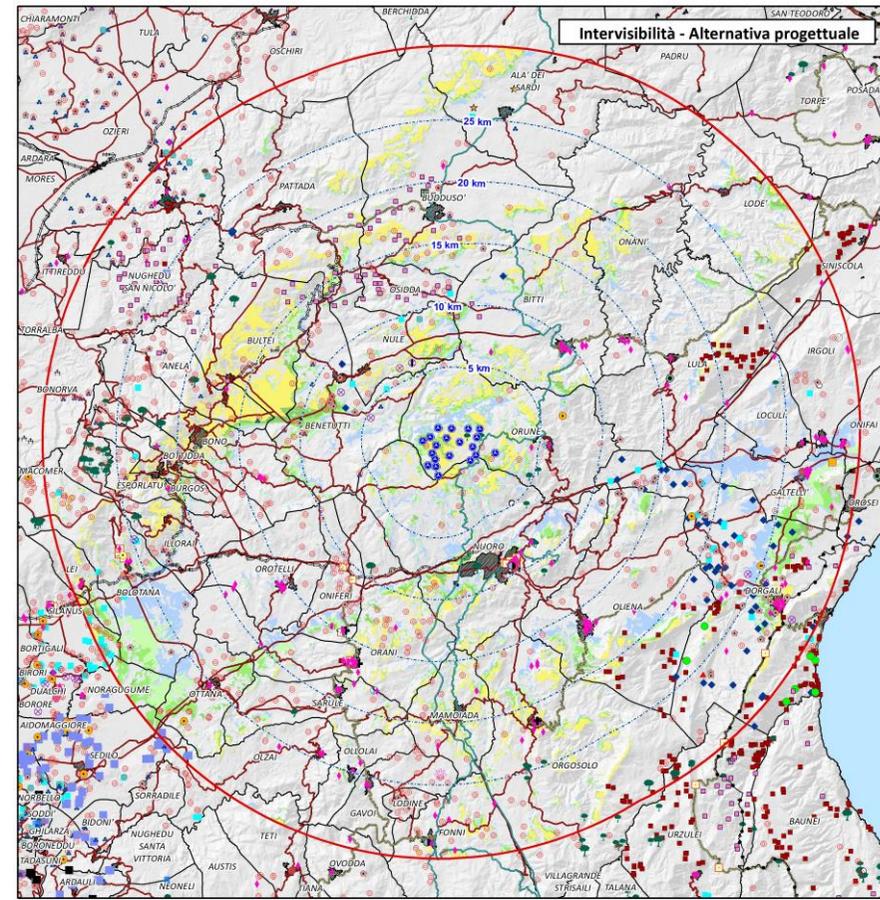
15 TURBINE VESTAS V162 – Hmozzo=125 m



N° AG visibili  
 0 1-4 5-8 9-12 13-15

PARCO EOLICO ALTERNATIVA PROGETTUALE

20 TURBINE VESTAS V163 – Hmozzo=113 m



N° AG visibili  
 0 1-4 5-8 9-12 13-15 16-20

Figura 21: raffronto intervisibilità parco eolico in progetto (Vestas V162, altezza al mozzo 125 m) e alternativa progettuale (Vestas V163, altezza al mozzo 113 m).

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

WTG visibili	Aerogeneratori in Progetto (15 turbine V162)		Alternativa progettuale (20 turbine V163)	
	Kmq	Incidenza su sup tot (%)	Kmq	Incidenza su sup tot (%)
0	2949,2	85,42%	2926,1	84,79%
1-4	149,3	4,32%	153,3	4,44%
5-8	91,4	2,65%	80,9	2,34%
9-12	74,0	2,14%	70,0	2,03%
13-15	188,7	5,47%	37,7	1,09%
16-20			183,2	5,31%
Area totale considerata = 3453 kmq				

Come visibile dalla mappa dell'intervisibilità e dalla Tabella 2, la differenza percentuale di superficie dalla quale, in un buffer di 31 km, non saranno visibili turbine è dello 0,63%.

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 0,63 %, a fronte di un incremento degli impatti negativi su tutte le altre componenti.

Si consideri, inoltre, che dal 5,31 % del territorio si vedrebbero dalle 16 alle 20 turbine invece che al massimo 15 come nel progetto proposto. La configurazione con 20 aerogeneratori, seppure più bassi, aumenta quindi la possibilità del verificarsi dell'effetto concentrazione (effetto selva); aumentano, quindi, 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 22: vista dalla periferia di Nule con 15 aerogeneratori V162.**



**Figura 23: vista dalla periferia di Nule con 20 aerogeneratori V163.**



**Figura 24: vista dai pressi della chiesa campestre della Madonna del Buon Pastore con 15 aerogeneratori V162.**



**Figura 25: vista dai pressi della chiesa campestre della Madonna del Buon Pastore con 20 aerogeneratori V163.**