



# Nuovo impianto per la produzione di energia da fonte eolica nei Comuni di Siurgus Donigala e Selegas(SU)

## RELAZIONE INTERFERENZA TELECOMUNICAZIONI

Rev. 00

Data: 12 Marzo 2021

WIND004.REL043

Committente:

**Siurgus S.r.l.**

via Michelangelo Buonarroti, 39  
20145 Milano

C. F. e P. IVA: 11189260968

PEC: siurgus@pec.it

Incaricato:

**Queequeg Renewables, ltd**

Unit 3.21, 1110 Great West Road  
TW80GP London (UK)

Company number: 111780524

email: mail@queenter.co.uk



---

**SOMMARIO**

1. Premessa.....	4
2. Descrizione del progetto .....	4
3. Effetti elettromagnetici sulle comunicazioni .....	5
4. Analisi degli impatti .....	7
4.1 Impatti sui radar .....	7
4.2 Impatti sui sistemi a microonde-ponti radio .....	10
4.3. Impatti sulle telecomunicazioni TV .....	16
4.4. Impatti sui segnali radio .....	17
4.5. Impatti sulle comunicazioni telefoniche .....	17
5. Conclusioni.....	19

## 1. Premessa

Come prescritto nell'allegato alla Delib.G.R. n. 3/17 del 16.1.2009 la presente relazione ha lo scopo di una verifica preliminare per quanto riguarda le eventuali interferenze generate dalla realizzazione del parco eolico proposto con le telecomunicazioni.

## 2. Descrizione del progetto

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica, di potenza nominale pari a 92.400 kW, da localizzarsi in località "Pranu Nieddu", nel Comune di Siurgus Donigala, in provincia Sud Sardegna, ed in particolare ai confini con i Comuni di Senorbì, San Basilio e Goni. L'impianto è costituito come segue:

- 14 WTG della potenza unitaria fino a 6,6 MW, per una potenza complessiva di circa 92,4 MW. Gli aerogeneratori saranno montati su torri tubolari di acciaio che porteranno il mozzo del rotore a un'altezza da terra di 135 metri dal piano campagna, e l'altezza massima dal suolo di ogni macchina (compresa la massima estensione da terra della terna di pale) sarà pertanto pari a 220 metri. È inoltre prevista l'installazione di una torre anemometrica di misura che monitorerà le condizioni di vento e ambientali della zona di impianto per tutta la vita di quest'ultimo.
- Opere accessorie: cabine elettriche e cavidotti interrati. L'energia prodotta sarà convogliata verso la stazione elettrica SE "Selegas", gestita dall'operatore Terna S.p.A., tramite un cavidotto in media tensione a 30 kV interamente interrato su strada pubblica, che raggiungerà la stazione di innalzamento della tensione attraversando la frazione Sisini del Comune di Senorbì, il comune di Suelli (SU) e quello di Selegas (SU). La corrente verrà quindi convogliata su una stazione di trasformazione step-up che innalzerà la tensione della corrente prodotta dall'impianto da 30 kV a 150 kV per poi convogliarla nella rete elettrica dell'operatore di alta e altissima tensione per poter essere dispacciata sul territorio servendo utenze civili e commerciali.



Figura 1: vista d'insieme del Parco.

### 3. Effetti elettromagnetici sulle comunicazioni

Gli impianti eolici possono potenzialmente generare degli impatti sui segnali elettromagnetici, attraverso le interferenze elettromagnetiche generate dalle turbine e dalle linee elettriche o creando un ostacolo e, quindi, delle distorsioni ai segnali.

Il grado e la natura dell'interferenza possono dipendere:

- dalle caratteristiche delle pale;
- dalle caratteristiche del ricevitore del segnale;
- dalla frequenza del segnale;
- dal tipo di propagazione delle onde radio nell'atmosfera.

Le interferenze possono essere prodotte dai tre principali costituenti la turbina eolica:

1. la torre;
2. le pale in rotazione;
3. Il generatore elettrico.

I primi due, (ed in particolar modo il pilone) possono costituire un ostacolo, rifrangere o riflettere le onde elettromagnetiche. Le pale presentano meno questo problema perché sono realizzate in materiali sintetici non metallici. Allo stesso modo il generatore, con i moderni sistemi di isolamento non costituisce un problema per le radio e telecomunicazioni.

Gli eventuali impatti si possono verificare su diversi sistemi:

- sistemi per le radio e telecomunicazioni;

- sistemi per le comunicazioni telefoniche;
- sistemi radar;
- sistemi a microonde (Ponti Radio).

I risultati delle ricerche su questo tema sono in genere confortanti e mostrano che, a parte ancora alcune preoccupazioni per gli impatti sui sistemi radar, è possibile evitare del tutto le interferenze con opportuni accorgimenti soprattutto considerando il progressivo ricorso a materiali non metallici nella costruzione delle turbine.

Le turbine eoliche possono influenzare le caratteristiche di propagazione delle telecomunicazioni (come qualsiasi ostacolo), la qualità del collegamento in termini di segnale-disturbo e la forma del segnale ricevuto con eventuale alterazione dell'informazione.

Per misurare gli effetti di questo fenomeno si può far ricorso sia a prove sperimentali che a previsioni teoriche. Il primo metodo consiste nel controllare, tramite rilevamenti effettuati a varie distanze dagli aerogeneratori, la qualità dell'immagine ricevuta, correlandola al livello del segnale riflesso o diffuso dalla struttura del generatore stesso.

Esistono, inoltre, modelli matematici predittivi per calcolare i livelli del segnale riflesso e diffuso dalle strutture in movimento. Questi permettono di individuare, in maniera conservativa, una zona di rispetto oltre la quale il rapporto tra segnale e disturbo è di entità tale da non incidere sulla qualità del radioservizio stesso.

Sulla base di quanto riportato in letteratura e con riferimento a risultati di prove di caratterizzazione di macchine di media taglia, si ritiene che il rischio di tali disturbi possa considerarsi irrilevante per gli aerogeneratori dell'attuale generazione che utilizzano pale in materiale non metallico ed antiriflettente.

---

## 4. Analisi degli impatti

### 4.1 Impatti sui radar

Questo tipo di impatto si rileva nelle vicinanze di aeroporti civili e militari, basi militari o stazioni radar o lungo rotte aeree o navali. Si possono avere due tipi di interferenza:

- interferenza diretta;
- doppler.

Nel primo caso il segnale radar viene riflesso dai componenti della turbina; nel secondo, la rotazione delle pale causa delle distorsioni sulle frequenze del segnale radar, facendole aumentare in una direzione e diminuire nell'altra, creando così un effetto doppler con conseguenze sui radar. Questo effetto è amplificato dalla possibilità della navicella di ruotare sull'asse verticale per ottimizzare la sua esposizione al vento. Queste interferenze riducono la sensibilità dei sistemi radar creando false immagini (gosthing), zone morte e zone d'ombra in prossimità degli impianti eolici.

Il parco eolico in proposta si trova in corrispondenza di una rotta aerea, come risulta dalla carta di crociera degli spazi aerei (Fonte ENAC) come illustrato in Figura 2, ma naturalmente le turbine non interferiscono con lo spazio aereo dedicato agli aeromobili.

Il parco eolico non ricade nella zona 2 della CTR dell'aeroporto di Cagliari, come sembrerebbe dalla cartografia di Figura 3. Quest'ultima, infatti, rappresenta solo la proiezione sul piano orizzontale dello spazio aereo dedicato alla CTR, la quale ha inizio a 1500 ft da terra, quindi ben oltre l'altezza delle turbine. Inoltre ad ovest dell'impianto si trova un'area destinata ad aerodromo.

Pertanto tali condizioni non pregiudicano la realizzazione del parco eolico.





## 4.2 Impatti sui sistemi a microonde-ponti radio

Un ponte radio è un collegamento radioelettrico tra due punti fissi effettuato per mezzo di onde elettromagnetiche dirette. Poiché il collegamento viene effettuato tra due punti in Visibilità elettromagnetica, i ponti radio sono generalmente realizzati con antenne direttive, che consentono di concentrare l'energia trasmessa in fasci di piccola apertura secondo una prefissata direzione. Per ottenere questi fasci direttivi, è necessario usare onde elettromagnetiche a frequenze molto elevate (microonde), le cui frequenze tipiche sono riportate in Tabella 1.

Poiché sulle tratte dei ponti radio deve essere garantita una visibilità priva di ostacoli tra il Trasmettitore ed il Ricevitore, bisogna studiare il posizionamento del parco eolico rispetto all'ellissoide di Fresnel che definisce il volume di radiazione dell'onda elettromagnetica trasmessa.

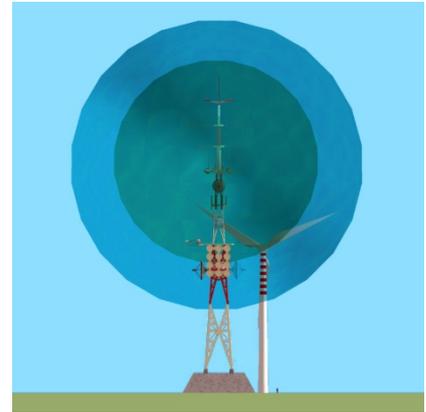


Figura 4 - Interferenza di una WTG con le zone di Fresnel

Gamma di frequenze [GHz]	Campo di frequenze [GHz]
2	1 700 ÷ 2 300
4	3 600 ÷ 4 200
6 (Bassa)	5 925 ÷ 6 425
6 (Alta)	6 430 ÷ 7 110
7	7 125 ÷ 7 725
8	7 725 ÷ 8 500
11	10 700 ÷ 11 700
13	12 700 ÷ 13 250
18	17 700 ÷ 19 700

Tabella 1 - frequenze tipiche della trasmissione a microonde

Sovrapponendo le Zone di Fresnel relative ad ogni percorso del segnale a microonde al layout dell'impianto eolico, è quindi possibile definire la qualità di un collegamento ed il disturbo eventualmente causato dalla presenza delle turbine. E' auspicabile che l'impianto eolico ricada almeno al di fuori della seconda zona di Fresnel, in quanto potrebbero manifestarsi delle interferenze in seguito a schermatura o diffrazione, e questa condizione vale per tutte le gamme di frequenza.

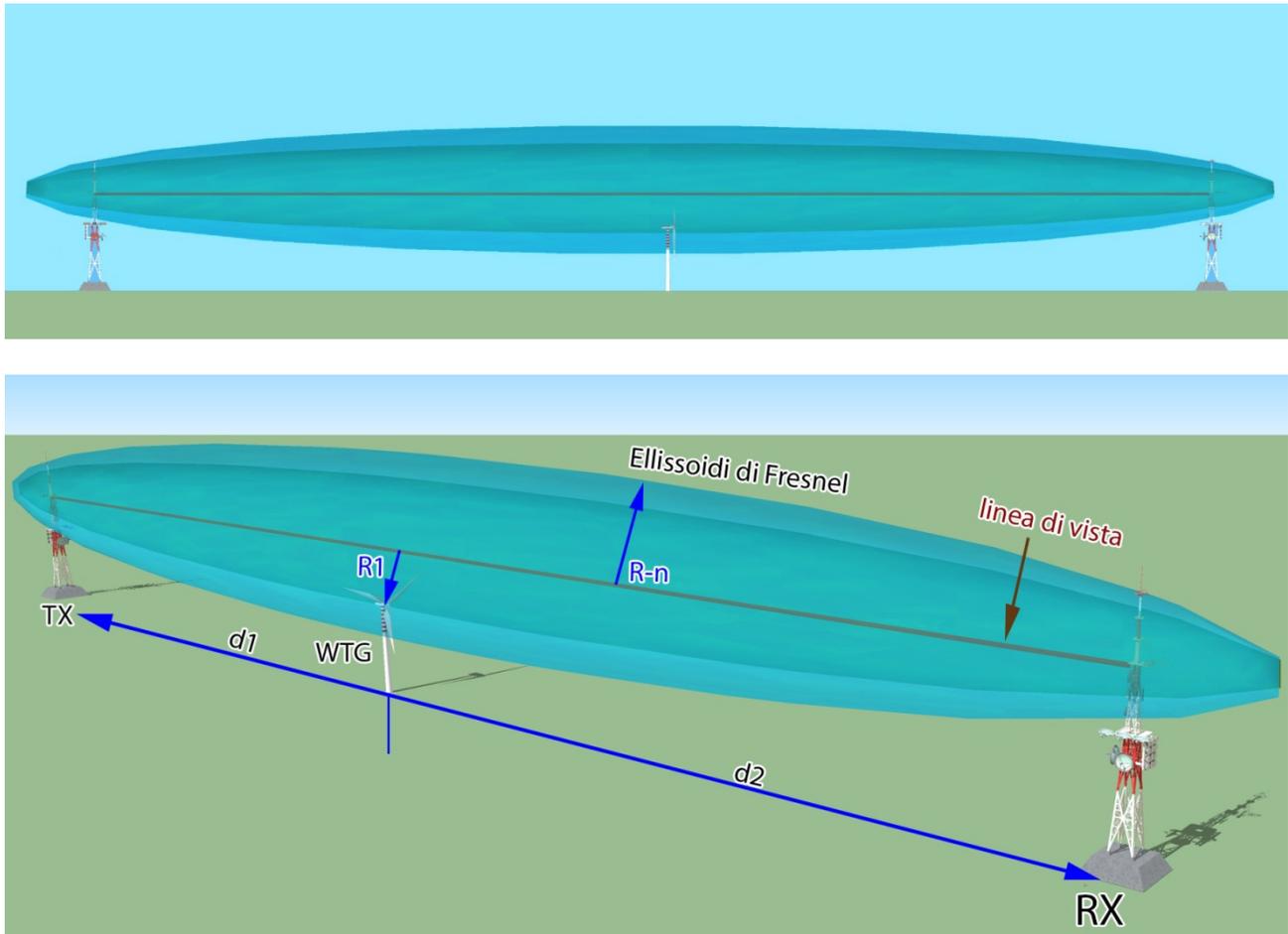
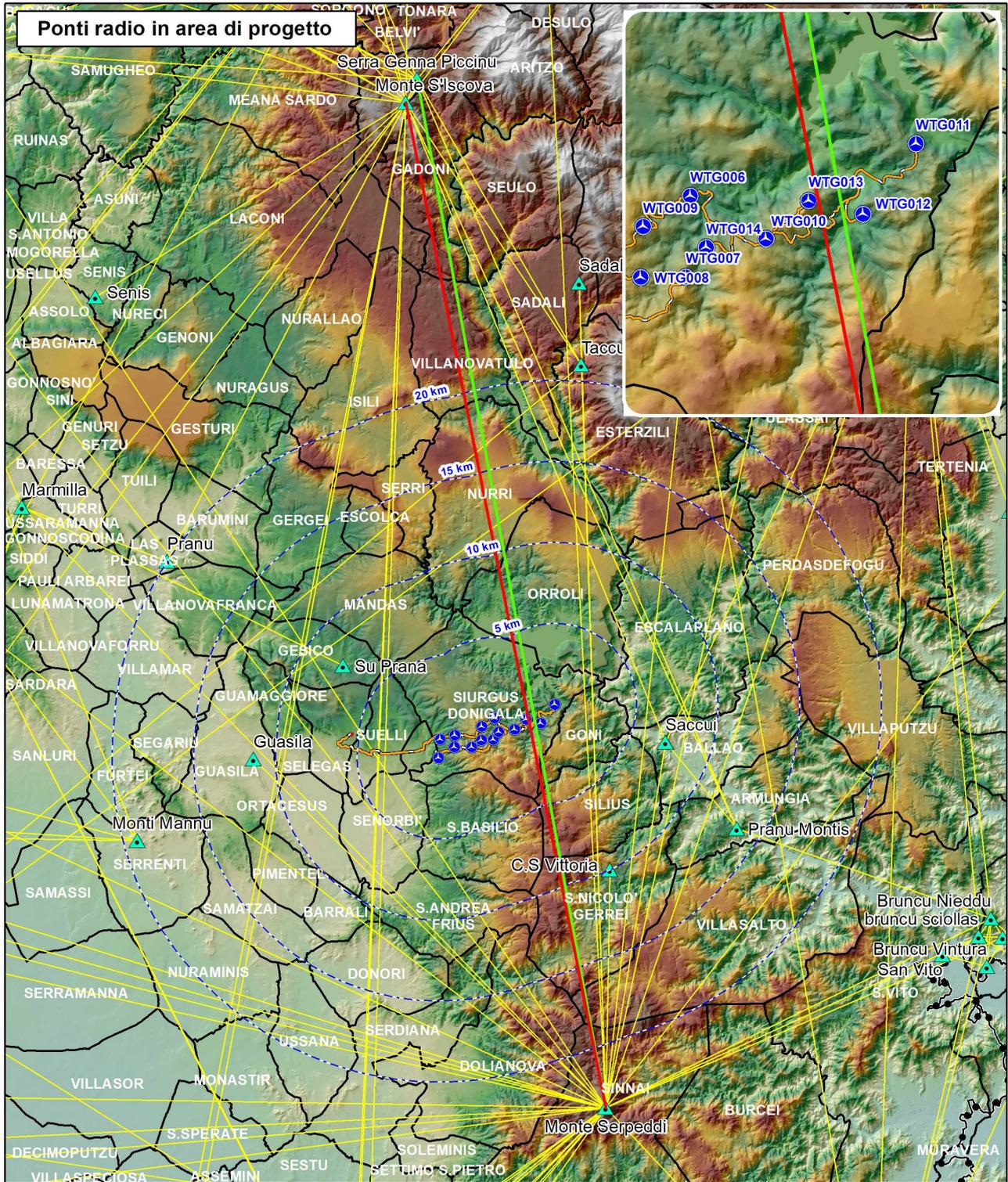


Figura 5 - Rappresentazione schematica interferenza WTG con le zone di Fresnel tra due ponti radio.

Nell'area vasta sono presenti diverse stazioni di trasmissione. Come prima ipotesi si è considerato la situazione più cautelativa, supponendo che tutti i ponti radio presenti nel raggio di 200 km siano mutuamente visibili. Si è posto, per semplicità, che ogni antenna sia alta 20 m e si è considerata la curvatura terrestre. Considerando, inoltre, anche le tratte dei ponti radio di rilevanza regionale, si è ottenuta la situazione rappresentata in Figura 6.



- Buffer distanze da area di progetto
- WTG Siurgus
- Area SE
- Elettrodotto MT
- Ponti radio
- Network ponti radio
- M. Serpeddi - M. S'Iscova
- M. Serpeddi - Serra Genna Piccinu
- Confini comunali

Figura 6 - tratte ponti radio nell'area vasta.

Da una prima analisi, i ponti radio che possono essere influenzati dalla realizzazione del parco sono quelli di Monte Serpeddì – Serra Genna Piccinu (linea verde nella Figura 7) e di Monte Serpeddì – Monte S'Iscova (linea rossa).

Dall'analisi visiva di questi due impianti, si esclude che possano esserci ponti radio che interferiscano con il parco eolico, in quanto:

- Monte Serpeddì – Serra Genna Piccinu: la linea ed il relativo ellissoide di Fresnel non intercettano la posizione dell'aerogeneratore 12;
- Monte Serpeddì – Monte S'Iscova: sul piano orizzontale vi è una interferenza tra l'aerogeneratore 13 e l'ellissoide di Fresnel relative al ponte radio. Si è, pertanto, valutata l'interferenza anche sul piano verticale.

Relativamente all'interferenza sul piano verticale, al fine di calcolare l'ellissoide di Fresnel di quest'ultima tratta di ponti radio, una volta tracciata la linea di vista, cioè il segmento che congiunge il dispositivo trasmettitore con il ricevitore, la n-esima *zona di Fresnel* si calcola con la seguente formula:

$$R_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}}$$

dove:

$R_n$  = il raggio dell'n-esima zona di Fresnel, in metri;

$n$  = indice delle zone di Fresnel ( $n = 1,2,3\dots$ );

$d_1$  = la distanza sulla linea di vista della WTG013 dal trasmettitore;

$d_2$  = la distanza sulla linea di vista della WTG103 dal ricevitore;

$\lambda$  = la lunghezza d'onda, in metri.

Nel caso in esame si è posto:

-  $n = 4$  (caso peggiore);

- la distanza tra i ponti è 63,278:  $d_1 = 24.47$  Km;  $d_2 = 38.8$  Km.

Inoltre, ponendoci nelle condizioni più cautelative, calcoliamo i raggi considerando la Frequenza di trasmissione minima pari a 2 Ghz ( $\lambda = 15$ cm) otteniamo la seguente tabella:

<b>Freq [Ghz]</b>	<b>Zona di Fresnel</b>	<b><math>\lambda</math> [cm]</b>	<b>Raggio zona Fresnel [m]</b>	
<b>2</b>	1	15,0	R1	47
	2	15,0	R2	67
	3	15,0	R3	82
	4	15,0	R4	<b>95</b>

Tabella 2 - Calcolo Raggio Ellissoide di Fresnel in corrispondenza della WTG30

Si è ottenuto, dunque, che il raggio dell'ellissoide al centro è  $R = 95$  m.

Poichè il bordo più esterno della WTG 013 dista 202,8 m al di sopra della tratta considerata sul piano verticale (Figura 8), essa risulta posizionata oltre la 4° zona di Fresnel che ha un raggio pari a 95 m.

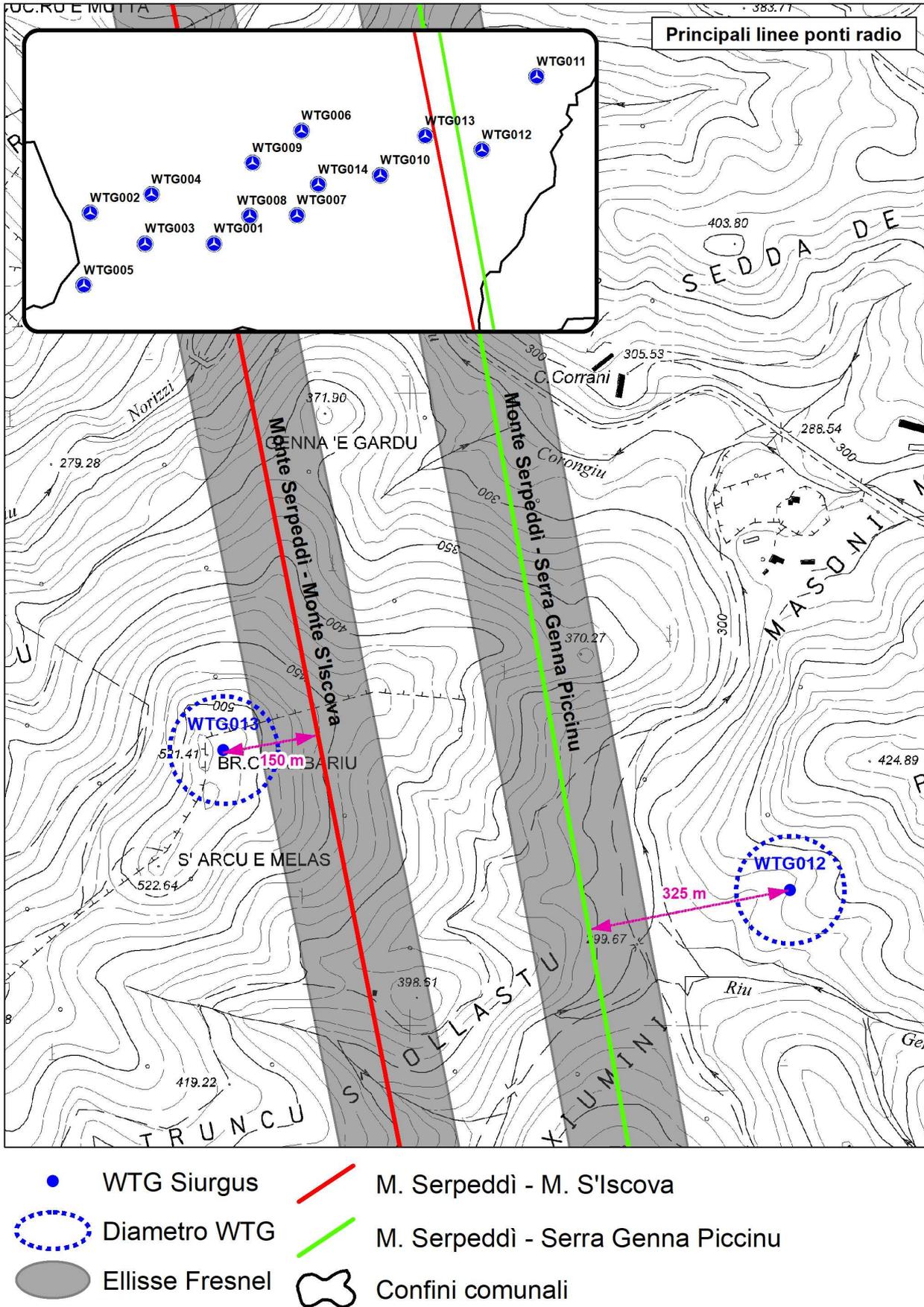


Figura 7: vista sul piano orizzontale della tratta Monte Serpeddi – Punta Tricoli in relazione alla WTG003.

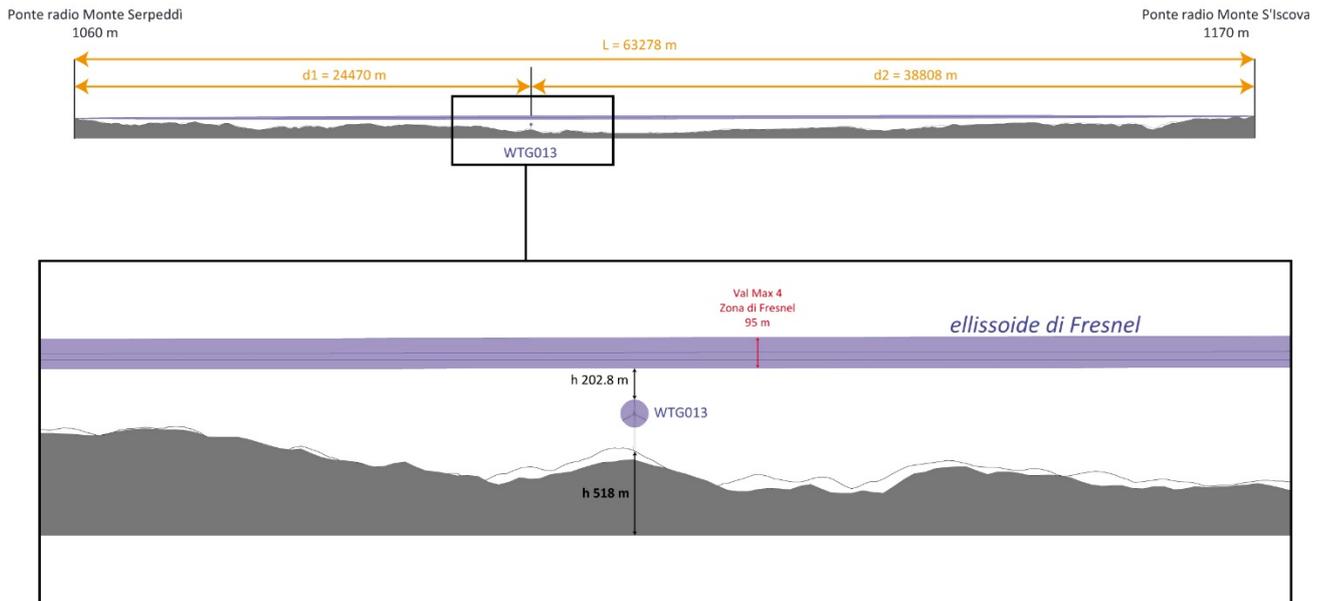


Figura 8: ellissoide di Fresnel relativo alla connessione tra il ponte radio Monte Serpeddi e il ponte radio Punta Tricoli.

### 4.3. Impatti sulle telecomunicazioni TV

I segnali televisivi possono essere soggetti a distorsioni causate dalla riflessione generata dal movimento delle pale e ad attenuazioni nel caso di passaggio attraverso le turbine.

Nel primo caso, le distorsioni possono generare dei segnali ombra (ghosting) o delle variazioni continue su contrasto e nitidezza video.

Questi effetti sono differenti nel caso di trasmissione del segnale analogica o digitale. Il progressivo abbandono della TV analogica per quella digitale riduce notevolmente le interferenze dovute ai parchi eolici in quanto il segnale digitale ha la caratteristica di essere molto più "pulito" di quello analogico, grazie alla complessa tecnologia di soppressione del rumore e dei disturbi.

Dallo studio dei recettori emerge in via preliminare che non si prevedono interferenze con il sistema di telecomunicazioni radio-TV dovuto alla presenza del parco eolico, per via della distanza (almeno 500 m dei recettori più vicini, e oltre 2 km dal centro abitato).

Tuttavia dato il carattere preliminare di questa analisi (poiché non si conoscono i dettagli tecnici dei vari apparati di ricezione), non si possono escludere totalmente delle possibili interferenze ai ricettori, ad oggi non valutabili. Tali interferenze sono tuttavia facilmente risolvibili successivamente alla realizzazione dell'impianto attraverso le seguenti azioni:

- Installazione di un'antenna ricevente di migliore qualità o con una maggiore direzionalità rispetto a quelle omnidirezionali;
- Installazione di amplificatori del segnale TV in caso di ricezione in formato analogico;
- Riposizionamento dell'antenna e/o variazione della direzione verso altre stazioni trasmittenti;
- Utilizzo di una connessione satellitare (TVSat).

#### 4.4. Impatti sui segnali radio

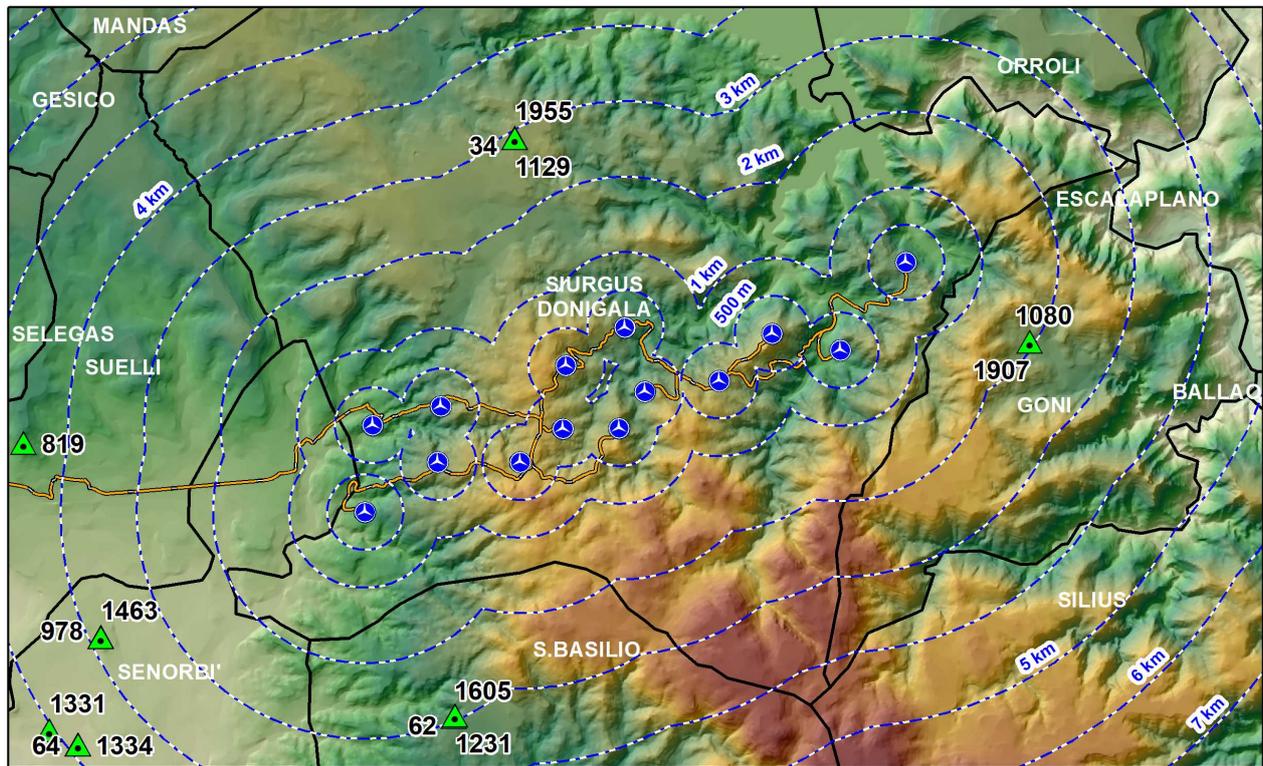
A differenza delle telecomunicazioni e dei segnali a microonde, poiché i trasmettitori radio sono omnidirezionali, le turbine, a meno che non siano localizzate nelle immediate vicinanze dell'antenna, non costituiscono alcun ostacolo ai segnali radio.

Si presume che non vi sia alcun impatto se la turbina è posizionata ad oltre 1 km di distanza da un trasmettitore omnidirezionale, o se posizionata ad oltre 3 km da un trasmettitore monodirezionale. In caso contrario vi può essere la formazione di correnti di radio frequenza che si propagano lungo le strutture metalliche della turbina, che possono causare elettrocuzione o perdita di equilibrio sul personale addetto alla manutenzione della stessa (particolarmente pericolosa per chi lavora all'esterno della navicella).

Nel caso in esame si esclude totalmente qualsiasi interferenza, in quanto come detto, l'apparato di trasmissione più vicino, dista oltre 3 km dalla WTG ad esso più vicina.

#### 4.5. Impatti sulle comunicazioni telefoniche

Nell'area in esame sono presenti diverse antenne dei principali operatori telefonici, dislocate in modo da favorire in particolare la copertura dei centri abitati e le principali vie di comunicazione, come rappresentato in Figura 9.



- Buffer distanze da area di progetto
- Area SE
- WTG Siurgus
- Antenne telefoniche
- Elettrodotta MT
- Confini comunali

Figura 9 - Ubicazione antenne rete mobile.

---

Come si può notare le distanze dal parco superano i 2 km, pertanto si può escludere qualunque tipo di interferenza con questi segnali.

## 5. Conclusioni

In questa fase preliminare si possono escludere interferenze con i sistemi di comunicazioni radar, radio, a microonde e rete di telefonia mobile per i quali sono state fatte delle ipotesi cautelative. Tuttavia non si può escludere in assoluto qualche interferenza sui sistemi di ricezione TV, a causa della non conoscenza di tutte le caratteristiche degli apparati di trasmissione e ricezione presenti nell'area, peraltro facilmente mitigabili.