

PARCO EOLICO "KERSONESUS"

COMUNE DI TEULADA

PROVINCIA DEL SUD SARDEGNA (SU)



STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Elaborato:

ELABORAZIONI SIA

Relazione interferenza telecomunicazioni

Codice elaborato:

TL_SIA_A013

Data: Marzo 2023

Il committente: Sardeolica s.r.l.

Coordinamento: FAD SYSTEM SRL - Società di ingegneria

Dott. Ing. Ivano Distinto

Dott. Ing. Carlo Foddis

Elaborazione SIA:

BIA s.r.l.

Società di ingegneria

Elaborato a cura di:

Prof. Ing. Emilio Ghiani

Prof. Ing. Giuseppe Mazzarella

rev.	data	descrizione revisione	rev.	data	descrizione revisione
0	16/03/2023	Emesso per procedura di VIA			

PARCO EOLICO ON-SHORE "Kersonesus"
POTENZA NOMINALE 43,4 MW
COMUNE DI TEULADA (SU)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**STUDIO PREVISIONALE PER LA VALUTAZIONE DELLE INTERFERENZE
CON LE TELECOMUNICAZIONI**

Elaborato da:



DIEE – Dipartimento di Ingegneria Elettrica ed Elettronica - Università di Cagliari

Prof. Ing. Giuseppe Mazzarella – Prof. Ing. Emilio Ghiani

0	10/01/23	Emissione per procedura di VIA	GM	DIEE EG	Sardeolica	Sardeolica
<i>Rev.</i>	<i>Data</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Red.</i>	<i>Contr.</i>	<i>Appr.</i>	



Sede Amministrativa
I-20122 Milano
Galleria Passarella 2
Tel. +39 02 77371
Fax +39 02 7737209

Sede Legale
Sesta Strada Ovest
Z.I. Macchiareddu
I-09068 Uta (CA)
Tel. +39 070 24661780
Fax +39 070 24661211

Stabilimento
Parchi Eolici di Ulassai
S.P. 13, km.11+500
I-08040 Ulassai (NU)
Tel. +39 3297518302
Fax +39 078240594

Cap. Soc. € 56.696.00 int. vers.
Reg. Imprese di Cagliari e
Cod. Fisc. IT 01953460902
Società appartenente al Gruppo IVA
P. IVA 03868280920
sardeolica@pec.grupposaras.it
comunicazioni.sardeolica@pec.grupposaras.it



EN ISO 9001
20 100 121257604
EN ISO 14001
20 104 121257607
ISO 45001
20 116 203009206
EN ISO 50001
TA270173002575

INDICE

PREMESSA.....	2
1. LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO.....	3
1.1 Parco Eolico “Kersonesus”	3
1.2 Aerogeneratori.....	4
2. SISTEMI TLC INDIVIDUATI NELL’AREA DI PROGETTO.....	4
3. SPECIFICHE TECNICHE E MODELLIZZAZIONE PER LO STUDIO DEI CAMPI ELETTRICI.....	7
3.1 Premessa	7
3.2 Valutazione della Radar Cross Section (RCS).....	8
3.3 Analisi tecnica	10
4. CONCLUSIONI DELLO STUDIO	12

PREMESSA

La presente relazione tecnica riguarda lo studio previsionale per la valutazione delle interferenze con le telecomunicazioni, relativamente al progetto denominato "Kersonesus" per la realizzazione di un parco eolico nel comune di Teulada (SU) che prevede l'installazione di n. 7 Aerogeneratori tipo Vestas V162 HH 125 da 6,2 MW per una potenza complessiva dell'impianto di 43,4 MW.

Nello specifico, è obiettivo dello studio la valutazione dell'effetto degli aerogeneratori sul campo incidente nella zona di servizio, proveniente dai ripetitori presenti nello spazio circostante all'area in cui è prevista la realizzazione del nuovo impianto eolico. Questo effetto si manifesta nell'aggiunta al campo preesistente del campo diffuso dalle torri eoliche previste in progetto.

In questa analisi va ricordato che il campo della sorgente primaria (il ripetitore) risulta inversamente proporzionale alla distanza, e quello diffuso risulta inversamente proporzionale al prodotto della distanza ripetitore-torre e della distanza torre-zona di servizio. Quindi, ai fini dello studio, ha interesse considerare solo i ripetitori vicini al parco eolico, in particolare sono stati considerati preliminarmente i ripetitori presenti entro 10 km dall'area di progetto.

Quindi a partire dalle valutazioni del campo nelle due situazioni (con e senza parco eolico), la relazione intende determinare se esista un effetto dovuto al parco eolico sulla copertura dei sistemi di telecomunicazione (e.g. trasmissioni televisive, radio, ecc.) nell'area interessata al progetto e se questo possa dare effetti di interferenza peggiorativi sulla qualità del servizio trasmesso.

I nuovi aerogeneratori del progetto del parco Eolico "Kersonesus" sono previsti in territorio di Teulada, saranno elettricamente collegati in entra esce e raggruppati in sottocampi con cavi in Media Tensione (30 kV), quindi l'energia prodotta verrà convogliata per tramite di una sottostazione di trasformazione 30/150kV e con il successivo collegamento in antenna a 150 kV alla rete AT di e-distribuzione, per l'immissione dell'energia prodotta nella rete di trasmissione nazionale, secondo il preventivo di connessione alla rete identificato con il codice di rintracciabilità della richiesta n. T0738582.

1. LOCALIZZAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DEL PROGETTO

1.1 Parco Eolico “Kersonesus”

Il parco eolico del progetto ricade nel comune di Teulada e sarà costituito da n° 7 generatori eolici la cui ubicazione definitiva è qualitativamente illustrata in Figura 1, e i cui dati altimetrici sono indicati in Tabella 1.

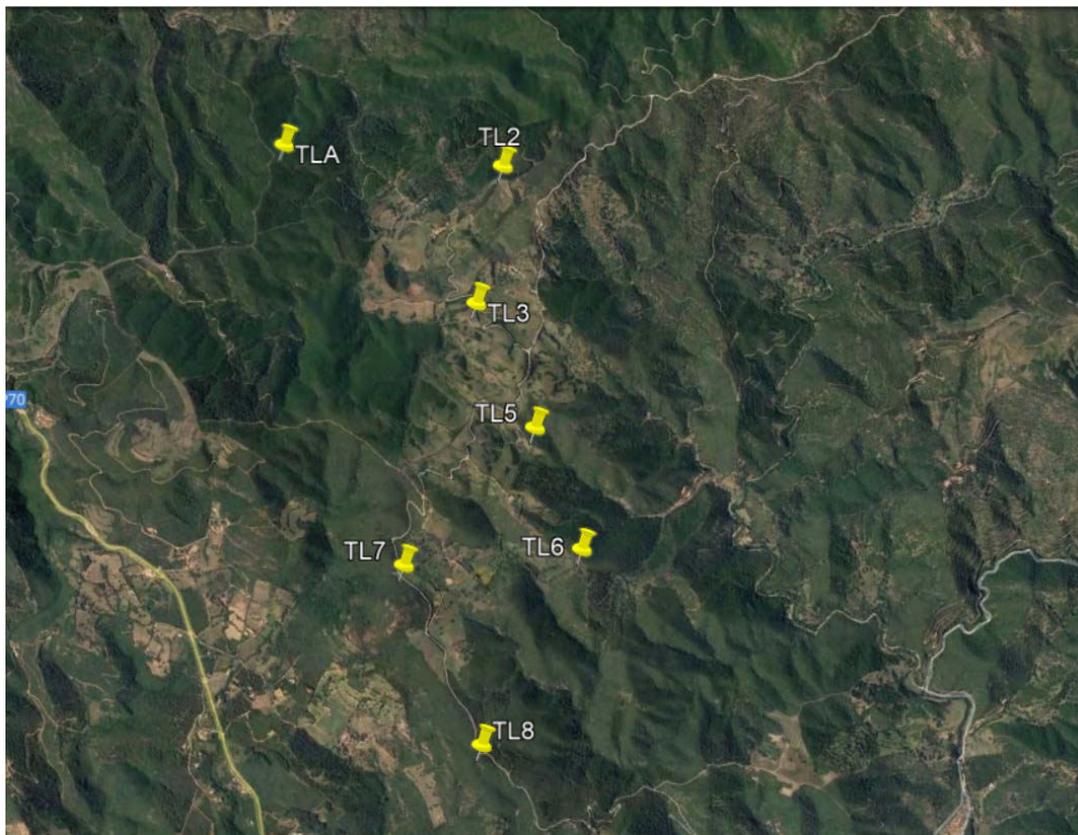


Figura 1 - Ubicazione dell'impianto eolico in progetto

Tabella 1 - Coordinate geografiche installazione aerogeneratori progetto “Kersonesus”

WTG	Geografiche WGS84		Quota di progetto installazione WTG (m)	Tipologia WTG	HH hub (m)	P (MW)
	Latitudine	Longitudine				
TL_02	8°45'42.98"	39° 0'19.36"	364,50	V162	125	6.2
TL_03	8°45'32.43"	38°59'57.73"	308,50	V162	125	6.2
TL_05	8°45'40.01"	38°59'35.79"	327,00	V162	125	6.2
TL_06	8°45'45.16"	38°59'14.65"	335,60	V162	125	6.2
TL_07	8°45'7.83"	38°59'17.13"	344,50	V162	125	6.2
TL_08	8°45'17.10"	38°58'45.53"	322,50	V162	125	6.2
TL_A	8°44'56.82"	39° 0'29.78"	300,00	V162	125	6.2

1.2 Aerogeneratori

Gli aerogeneratori considerati per le valutazioni progettuali sono quelli di tipologia Vestas V162 da 6,2 MW con le seguenti dimensioni con riferimento alla schematizzazione in Figura 2:

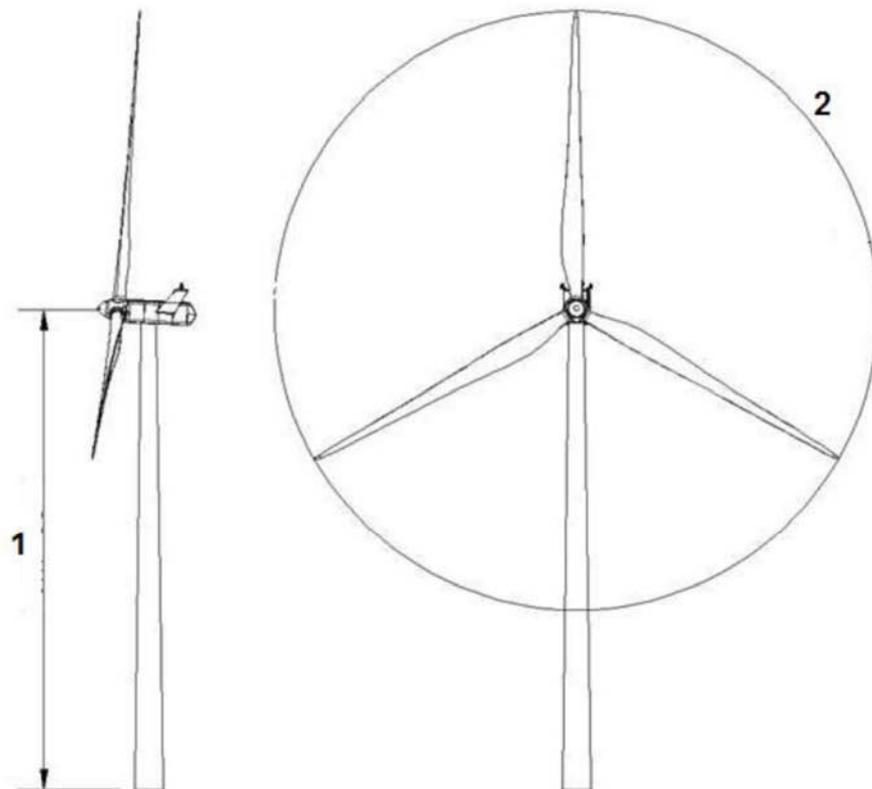


Figura 2 – Aerogeneratore tipo in progetto 1 - Altezza dell'hub (mozzo), 2 - Diametro rotore, diametro alla base 4,5 m, diametro al mozzo 4,15 m.

2. SISTEMI TLC INDIVIDUATI NELL'AREA DI PROGETTO

Al fine di procedere alla valutazione delle interferenze con le telecomunicazioni si è proceduto preliminarmente a censire tutte le sorgenti presenti in prossimità dell'impianto eolico, in particolare si è proceduto a individuare il numero e posizione degli impianti riceventi e trasmettenti presenti entro il raggio di 10 km dall'area del sito di realizzazione del parco eolico.

Le emittenti di diffusione Radio TV e gli impianti sono stati individuati mediante una ricerca di prossimità, mediante accesso al pubblico registro impianti di diffusione dell'A.G.COM. e il Catasto Nazionale delle Frequenze Radiotelevisive (CNF) (<http://www.catastofrequenze.agcom.it/catasto/pubblico>), nonché' utilizzando le informazioni presenti nel sito di pubblico accesso sardegnahertz.it.

Ai fini del presente studio ha interesse considerare il solo ripetitore di "Su Calcinau" (comune di Teulada) per la copertura TV del comune di Teulada e dintorni. L'apparato TLC dista circa 3 km dal parco eolico in progetto come illustrato in Figura 3 ed ha le caratteristiche indicate in Tabella 2.

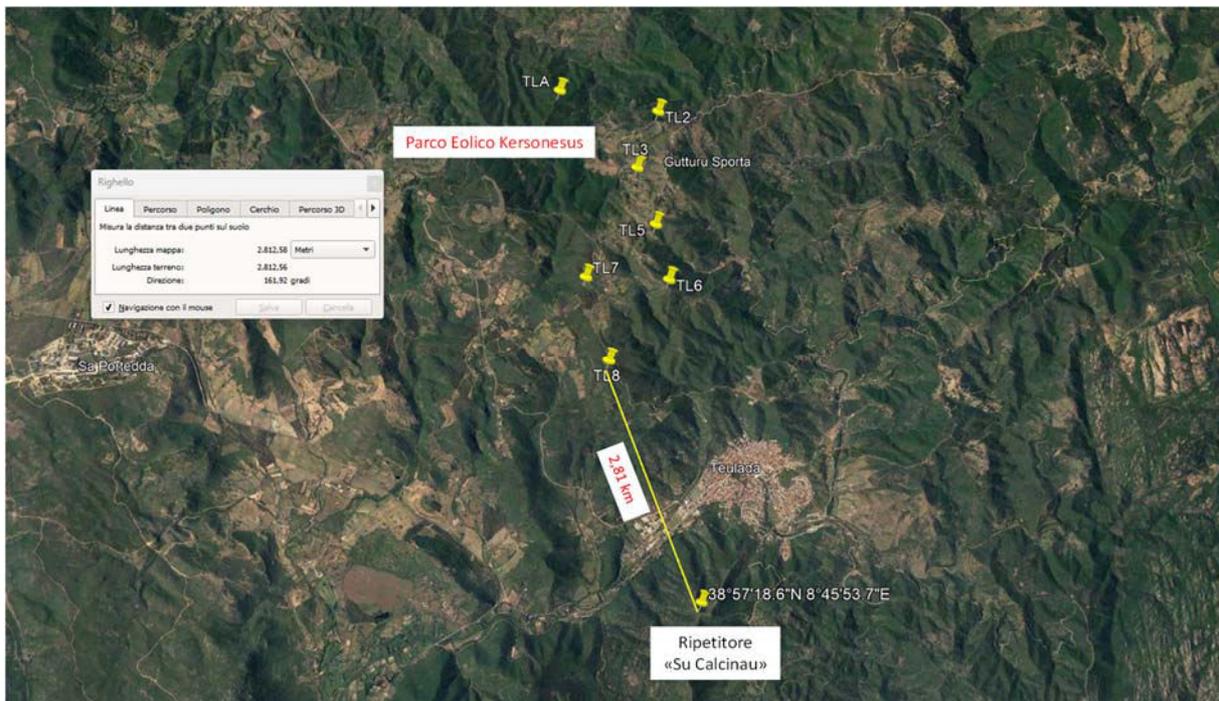


Figura 3 – Ripetitore "Su Calcinau" entro 10 km dall'area di impianto

Tabella 2 – Principali caratteristiche ripetitore "Su Calcinau"

OPERATORE	ID IMPIANTO	TIPO	UBICAZIONE	LAT.	LONG.	ALT. (m slm)	CANALE	BOUQUET	ERP MAX H (dBW)	FREQ. CENTRALE PORTANTE
PERSIDERA S.P.A.	CNF176791	TD	TEULADA – SU CALCINAU	38N5719	08E4553	342	32	Persidera 1	10	562,000
PERSIDERA S.P.A.	CNF176820	TD	TEULADA - SU CALCINAU	38N5719	08E4553	342	47	Persidera 3	10	682,000
PERSIDERA S.P.A.	CNF176857	TD	TEULADA - SU CALCINAU	38N5719	08E4553	342	42	Persidera 2	10	642,000

Nella Figura 4 è mostrato il profilo altimetrico della direttrice "Su Calcinau" (Teulada) – Parco Eolico (WTG-TL8). L'aerogeneratore TL8 si trova a un'altezza di

circa 322m, e a distanza di 2,81km dal punto di installazione del ripetitore "Su Calcinau", il cui posizionamento è a circa 340 m s.l.m.. La zona di servizio, ovvero l'abitato di Teulada, è a circa 50 m s.l.m.

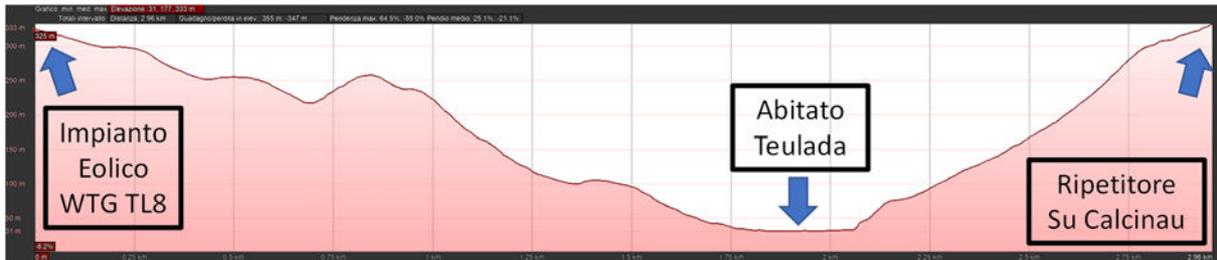


Figura 4 – Profilo altimetrico direttrice "Su Calcinau" (Teulada)– Parco Eolico

E' inoltre rappresentato il diagramma di irradiazione del ripetitore considerato, con evidente diagramma di emissione orientato verso le aree di copertura in cui è presente il centro abitato di Teulada.

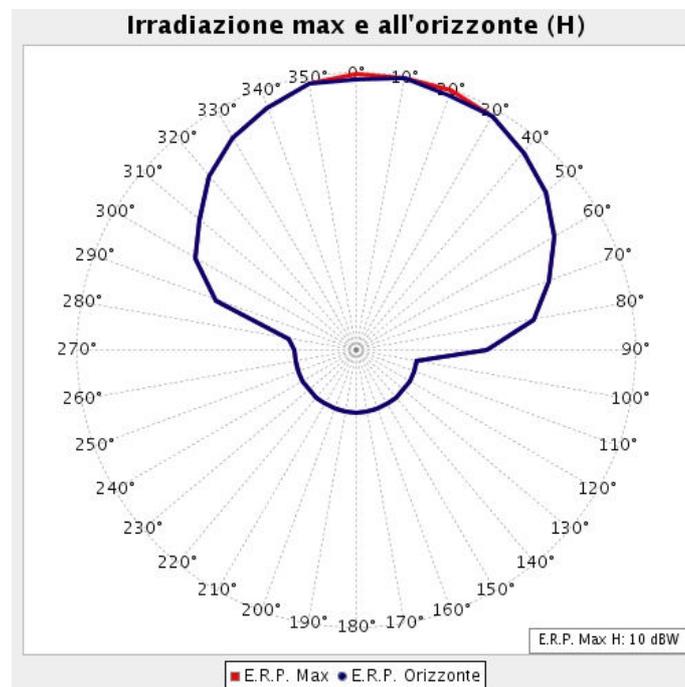


Figura 5 – Diagramma di irradiazione ripetitore "Su Calcinau" (Teulada)

Dalla analisi del profilo altimetrico (Fig. 4) e del diagramma di irradiazione (Fig. 5) si ne deduce quanto segue:

- il ripetitore di "Su Calcinau" si trova dalla parte opposta del parco Kersonesus rispetto alla zona di servizio. La sua irradiazione è rivolta pertanto sia verso la zona di servizio di Teulada, sia verso il parco.
- Il campo prodotto dal ripetitore nella zona di servizio risulta significativamente superiore a quello che incide sugli aerogeneratori del parco, stante la maggiore distanza di quest'ultimo.
- Il ripetitore si trova ad una quota (342 m s.l.m.) inferiore a quella dei centri di tutti gli aerogeneratori del parco (che vanno dai 362.5 m s.l.m. di TL_A ai 427 m s.l.m. di TL_02).
- Il ripetitore trasmette a due frequenze che sono in V banda e una terza che è al limite superiore della IV banda Televisiva. L'analisi verrà quindi condotta alle due frequenze minima (562 Mhz) e massima (682 Mhz).

3. SPECIFICHE TECNICHE E MODELLIZZAZIONE PER LO STUDIO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

3.1 Premessa

Esistono un significativo numero di tecniche di analisi elettromagnetica, sia di tipo modellistico, sia di tipo full-wave, che, in linea di principio, sono applicabili al problema in esame. Queste tecniche si differenziano per:

- accuratezza;
- range di validità;
- precisione richiesta ai dati del problema;
- carico computazionale.

Indicando con "dati del problema" l'insieme di tutte le informazioni necessarie ad analizzare il problema, in questo caso di studio alcuni di questi dati potrebbero essere del tutto non noti (ad es., la costante dielettrica del terreno in tutta la zona di interesse) o noti con errori che potrebbero diventare significativi (l'altezza di una torre eolica può variare anche di alcuni cm a causa delle variazioni di temperatura, variazione che è una frazione significativa della lunghezza d'onda). Pertanto è buona pratica ingegneristica fare delle analisi preliminari per valutare, in particolare, i parametri effettivamente significativi per il risultato finale. Occorre infatti

considerare che la dimensione della regione di interesse è superiore a 10 km, enormemente più grande della lunghezza d'onda (che varia da 50 cm a 2 m circa nelle bande televisive), e questo limita le possibili tecniche full-wave al solo metodo dei momenti¹, in cui solo gli oggetti di interesse vengono discretizzati. Tuttavia anche questi ultimi sono significativamente più grandi della lunghezza d'onda (le torri sono in genere alte ben oltre i 100 m), e quindi una soluzione diretta col metodo dei momenti risulta sostanzialmente inapplicabile.

3.2 Valutazione della Radar Cross Section (RCS)

In prima approssimazione, il contributo diffuso dalle torri del parco eolico in progetto può essere calcolato approssimando la torre metallica ad un cilindro metallico conduttore perfetto e perfettamente liscio², e valutando il campo diffuso mediante l'approssimazione di ottica fisica³ (PO). Questa approssimazione consente di calcolare semplicemente e con buona precisione le correnti indotte su oggetti metallici di dimensioni grandi rispetto alla lunghezza d'onda. Una volta note le correnti, il campo si ottiene come convoluzione di queste correnti con la funzione di Green (risposta impulsiva spaziale) di spazio libero. Per punti a grande distanza questo integrale può poi essere valutato asintoticamente. L'approssimazione di campo lontano non è completamente accettabile e questo si traduce in una riduzione del valore massimo del campo diffuso con conseguente allargamento del diagramma di diffusione. Ne segue pertanto che supporre le zone di servizio in campo lontano del parco eolico fornisce una sopravvalutazione del campo diffuso, che è quindi accettabile costituendo un worst case.

Poiché il raggio medio della torre del generatore è di poco superiore ai 2 m, l'approssimazione di ottica fisica è sicuramente accurata nelle bande televisive IV e V, che hanno frequenze nella parte bassa della gamma UHF e lunghezze d'onda inferiori a 80 cm. Per la banda III, in VHF, la lunghezza d'onda è intorno ai 2 m, per cui ci si attende una precisione inferiore nel piano orizzontale, mentre la precisione è

¹ Harrington R.F. - Field Computation by Moment Methods - IEEE Press 1993

² Ipotesi che fanno aumentare la diffusione del cilindro (worst-case).

³ Stutzman W. L., Thiele G.A. - Antenna Theory and Design - John Wiley & Sons - 3rd Ed.2013, Sect. 16.14

sicuramente molto più elevata nel piano verticale, essendo l'altezza della torre superiore alle decine di lunghezze d'onda in tutti i casi.

La valutazione della diffusione da un cilindro come sopra descritto è nota in letteratura⁴. Il calcolo della diffusione viene basato sul concetto di Radar Cross Section (RCS), che è sostanzialmente il rapporto tra la densità di potenza diffusa e quella incidente sull'oggetto. E quindi consente di valutare immediatamente la relazione tra il campo in assenza dell'oggetto e quello diffuso dall'oggetto stesso.

Indicando con E_i il campo del ripetitore incidente sul cilindro, e con S_i la relativa densità di potenza, essa si può valutare mediante la (1):

$$S_i = \frac{1}{2\zeta} |E_i|^2 \quad (1)$$

Dove $\zeta = 377 \Omega$.

La densità di potenza diffusa $S_d(\mathbf{R}, \Omega)$ dalla struttura (dipendente dalla direzione Ω in cui la si osserva, e dipendente come R^{-2} dalla distanza R tra struttura e punto di osservazione) è proporzionale ad S_i e può essere espressa mediante la sezione radar $\sigma(\Omega)$ della struttura tramite la (2):

$$S_d(R, \Omega) = \sigma(\Omega) \frac{S_i}{4\pi R^2} \quad (2)$$

Le torri eoliche sono strutture essenzialmente verticali, alte e snelle, e per esse la sezione radar ha un massimo molto pronunciato nella direzione che è il prolungamento della direzione da cui arriva il campo incidente.

Quindi è sufficiente valutare l'effetto solo per tale zona, dove la sezione radar (per un segnale di lunghezza d'onda λ) di una struttura cilindrica verticale di raggio a e lunghezza L risulta, se valutata in approssimazione di Ottica Fisica (PO), pari a σ come dalla (3):

$$\sigma = \frac{4}{\pi} (\beta a)^2 L^2 \quad (3)$$

essendo $\beta = 2\pi/\lambda$ e assumendo condizioni di campo lontano. Nel caso in esame le condizioni di campo lontano sono verificate nel piano orizzontale ma non in quello

⁴ E.F. Knott et al., Radar Cross Section II ed., Scitech

verticale. Tuttavia (per le distanze dalla sorgente del caso in esame) la vera RCS è solo di poco inferiore alla (3), che quindi viene usata come worst case.

Il valore massimo dato dalla (3) è relativo al prolungamento della direzione del raggio incidente (direzione di *forward-scattering*). Nel caso in esame, come si vede dalla Fig. 3, le direzioni di interesse del campo diffuso sono, nel piano orizzontale, prossime alla direzione di arrivo del campo incidente (direzione di *back-scattering*), e questo riduce significativamente la RCS. Poiché la direzione di back-scattering è un massimo relativo della RCS, che vale

$$\sigma = \beta a L^2 \quad (4)$$

Si può quindi assumere la (4) per tutte le direzioni di interesse nel piano orizzontale, e quindi, tenendo conto del comportamento nel piano verticale, utilizzare la (5)

$$\sigma = \beta a L^2 \text{sinc}^2 \left[\frac{\beta L}{2} \sin \Delta \theta_s \right] \quad (5)$$

dove $\Delta \theta_s$ l'angolo tra la congiungente centro del cilindro–punto campo e il piano orizzontale.

3.3 Analisi tecnica

Per valutare la perturbazione prodotta dal Parco Eolico Kersonesus, occorre preliminarmente confrontare la potenza diretta nelle varie zone di servizio, data dalla (5)

$$S_0(R, \Omega) = \frac{\text{EIRP}}{4\pi R_0^2} \quad (6)$$

con le potenze diffuse, nella stessa zona, dalle varie torri del parco eolico, calcolabile tramite la (2), che qui si richiama:

$$S_d(R, \Omega) = \sigma(\Omega) \frac{S_i}{4\pi R^2} \quad (2)$$

dove S_i è la potenza che incide su ciascuna torre del parco eolico, data dalla (7)

$$S_i(R, \Omega) = \frac{\text{EIRP}}{4\pi R^2} \quad (7)$$

Il principale parametro di interesse è il rapporto C/I (segnale diretto diviso interferenza totale dovuta a tutte le torri del parco eolico).

Data la geometria del parco eolico, le potenze diffuse dai vari aerogeneratori sono abbastanza diverse tra loro. Infatti tale potenza, stante le relazioni del paragrafo 3.2, sono:

- inversamente proporzionali al quadrato del prodotto (distanza ripetitore-torre)x(distanza torre-zona di servizio);
- dipendenti dall'angolo del raggio diffuso rispetto al piano orizzontale.

Il raggio diffuso ha, per tutti gli aerogeneratori, un angolo superiore a 10° rispetto al piano orizzontale e quindi l'ultimo fattore della (5) è sempre inferiore a 6×10^{-5} .

Le distanze invece sono molto variabili, e chiaramente il campo diffuso più forte è dovuto all'aerogeneratore TL_8.

Tenendo conto dei dati e delle espressioni precedenti, si trova, considerando il solo aerogeneratore TL_8, un C/I superiore a 70 dB.

Gli altri aerogeneratori hanno potenze diffuse più piccole ma anche assumendo la stessa potenza diffusa da parte di tutti gli aerogeneratori il rapporto C/I totale resta superiore a 63 dB (ovvero la potenza totale diffusa dal parco eolico è di 10^6 volte più piccola di quella fornita direttamente dal ripetitore).

In definitiva, è del tutto evidente che potenze diffuse così piccole (e sostanzialmente non misurabili) implicano assenza di qualsivoglia effetto del parco eolico sulle trasmissioni televisive nelle zone di servizio intorno al parco.

4. CONCLUSIONI DELLO STUDIO

Questo studio ha valutato l'effetto della futura installazione del parco eolico "Kersonesus" nel comune di Teulada, sul servizio di broadcasting fornito al comune di Teulada.

L'analisi worst case fatta mostra che la potenza disponibile in antenna è sempre identica a quella preesistente e quindi il segnale ricevuto presenta la stessa qualità sia in assenza, sia in presenza del parco eolico.

Dai risultati ottenuti ed illustrati nel presente documento si può concludere che sono da escludersi effetti di peggioramento della qualità del servizio televisivo nei centri abitati circostanti il parco eolico in progetto.

Cagliari, 10.01.2023

I professionisti

Prof. Ing. Giuseppe Mazzarella

Prof. Ing. Emilio Ghiani