



	GET		Tipo di georeferenziazione	georeferenziazione puntuale
	GEP		Sistema di riferimento	WGS84
	GEC		COORDINATE	
		GECX	Coordinata x	9.393233
		GECY	Coordinata y	40.566964
		GECS	Note	baricentro aerogeneratore
	GPT		Tecnica di georeferenziazione	rilievo tramite GPS
	GPM		Metodo di posizionamento	posizionamento esatto
	VRP		VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO	
		VRPS	Valutazione di sintesi	3. potenziale basso
UR38	TAV. XLIV			
	RCG		RICOGNIZIONE ARCHEOLOGICA	
		RCGV	Denominazione ricognizione	Terenass - Aerogeneratore BT06 - UR38
		RCGD	Riferimento cronologico	19/06 - 5/07/2020
		RCGT	Situazione ambientale	Survey nell'areale di 100 m di raggio e oltre in corrispondenza dell'ubicazione dell'aerogeneratore BT06: vegetazione rada erbacea, cardi; diversi accumuli da spietramento. Non si segnalano evidenze archeologiche.
		RCGE	Motivo	verifica preventiva
		RCGM	Metodo	sistematico
		RCGR	Ente responsabile	SABAP SS e NU
		RCGA	Responsabile scientifico	Manca di Mores, Giuseppina
		RCGZ	Note	visibilità media
GE			GEOREFERENZIAZIONE	
	GEL		Tipo di localizzazione	localizzazione fisica
	GET		Tipo di georeferenziazione	georeferenziazione puntuale
	GEP		Sistema di riferimento	WGS84
	GEC		COORDINATE	
		GECX	Coordinata x	9.392465
		GECY	Coordinata y	40.562939
		GECS	Note	baricentro aerogeneratore
	GPT		Tecnica di georeferenziazione	rilievo tramite GPS
	GPM		Metodo di posizionamento	posizionamento esatto
	VRP		VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO	
		VRPS	Valutazione di sintesi	2. potenziale molto basso
UR39	TAV. XLV			
		RCGV	Denominazione ricognizione	Terenass - Aerogeneratore BT07 - UR39
		RCGD	Riferimento cronologico	19/06 - 5/07/2020



		RCGT	Situazione ambientale	Survey nell'areale di 100 m di raggio e oltre in corrispondenza dell'ubicazione dell'aerogeneratore BT07. Area pianeggiante con pietrame di piccola pezzatura affiorante. Vegetazione erbacea falciata, querce da sughero, macchia mediterranea. Sentiero verso cancello con macchia e sughere. Vegetazione arbustiva ed erbacea. Presenza scisto e granito chiaro. Non si segnalano evidenze archeologiche.
		RCGE	Motivo	verifica preventiva
		RCGM	Metodo	sistematico
		RCGR	Ente responsabile	SABAP SS e NU
		RCGA	Responsabile scientifico	Manca di Mores, Giuseppina
		RCGZ	Note	Visibilità alta
GE			GEOREFERENZIAZIONE	
	GEL		Tipo di localizzazione	localizzazione fisica
	GET		Tipo di georeferenziazione	georeferenziazione puntuale
	GEP		Sistema di riferimento	WGS84
	GEC		COORDINATE	
		GECX	Coordinata x	9.389009
		GECY	Coordinata y	40.558586
		GECS	Note	baricentro aerogeneratore
	GPT		Tecnica di georeferenziazione	rilievo tramite GPS
	GPM		Metodo di posizionamento	posizionamento esatto
	VRP		VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO	
		VRPS	Valutazione di sintesi	2. potenziale molto basso
UR40	TAV. XLVI			
	RCG		RICOGNIZIONE ARCHEOLOGICA	
		RCGV	Denominazione ricognizione	Terenass - Aerogeneratore BT08 - UR40
		RCGD	Riferimento cronologico	19/06 - 5/07/2020
		RCGT	Situazione ambientale	Survey nell'areale di 100 m di raggio e oltre in corrispondenza dell'ubicazione dell'aerogeneratore BT08. Zona pianeggiante risparmiata all'interno di un querceto; rari cespugli. Dopo alcune fasce di querce si apre una seconda radura, sede dell'aerogeneratore, con vegetazione coprente. Presenza di bestiame al pascolo. Oltre il raggio dei 100 m, la tomba di giganti di Ortai si trova a circa 30 m di distanza a NW, e il nuraghe Ortai a circa 85 m a N. Ai margini dell'area la fotointerpretazione sembra evidenziare anomalie lineari, da sottoporre a ulteriore verifica.
		RCGE	Motivo	verifica preventiva
		RCGM	Metodo	sistematico
		RCGR	Ente responsabile	SABAP SS e NU



		RCGA	Responsabile scientifico	Manca di Mores, Giuseppina
		RCGZ	Note	visibilità bassa temporanea
GE			GEOREFERENZIAZIONE	
	GEL		Tipo di localizzazione	localizzazione fisica
	GET		Tipo di georeferenziazione	georeferenziazione puntuale
	GEP		Sistema di riferimento	WGS84
	GEC		COORDINATE	
		GECX	Coordinata x	9.394637
		GECY	Coordinata y	40.544829
		GECS	Note	baricentro aerogeneratore
	GPT		Tecnica di georeferenziazione	rilievo tramite GPS
	GPM		Metodo di posizionamento	posizionamento esatto
	VRP		VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO	
		VRPS	Valutazione di sintesi	8. potenziale alto
UR41	TAV. XLVII			
	RCG		RICOGNIZIONE ARCHEOLOGICA	
		RCGV	Denominazione ricognizione	Terenass - Aerogeneratore BT09 -UR41
		RCGD	Riferimento cronologico	19/06 - 5/07/2020
		RCGT	Situazione ambientale	Survey nell'areale di 100 m di raggio e oltre in corrispondenza dell'ubicazione dell'aerogeneratore BT09. Vegetazione coprente di cardo e fieno, punteggiata da sughere isolate che si infittiscono nella parte più lontana dal sentiero sterrato che costeggia il terreno, delimitato da una bassa recinzione.
		RCGE	Motivo	verifica preventiva
		RCGM	Metodo	sistematico
		RCGR	Ente responsabile	SABAP SS e NU
		RCGA	Responsabile scientifico	Manca di Mores, Giuseppina
		RCGZ	Note	visibilità nulla temporanea
GE			GEOREFERENZIAZIONE	
	GEL		Tipo di localizzazione	localizzazione fisica
	GET		Tipo di georeferenziazione	georeferenziazione puntuale
	GEP		Sistema di riferimento	WGS84
	GEC		COORDINATE	
		GECX	Coordinata x	9.404641
		GECY	Coordinata y	40.544915
		GECS	Note	baricentro aerogeneratore
	GPT		Tecnica di georeferenziazione	rilievo tramite GPS
	GPM		Metodo di posizionamento	posizionamento esatto
	VRP		VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO	
		VRPS	Valutazione di sintesi	4. potenziale medio



UR42	TAV. XLVIII			
	RCG		RICOGNIZIONE ARCHEOLOGICA	
		RCGV	Denominazione ricognizione	Terenass - Aerogeneratore BT10 - UR42
		RCGD	Riferimento cronologico	19/06 - 5/07/2020
		RCGT	Situazione ambientale	Survey nell'areale di 100 m di raggio e oltre in corrispondenza dell'ubicazione dell'aerogeneratore BT10. Sulla destra del sentiero è presente un cancello, oltre il quale, a poca distanza, è ubicato il baricentro dell'installazione dell'aerogeneratore. L'area è occupata da varie piante di sughera; poco oltre il cancello è presente, a sinistra, un abbeveratoio. Al suolo la vegetazione erbacea è falciata, ma la visibilità è bassa per il permanere dello sfalcio. Sulla destra la visibilità è bassa per la presenza di vegetazione coprente. Procedendo oltre il cancello, lungo un sentierino e ai lati dello stesso, la vegetazione è costituita cardi e erba secca e da varie querce da sughero. Non si segnalano evidenze archeologiche.
		RCGE	Motivo	verifica preventiva
		RCGM	Metodo	sistematico
		RCGR	Ente responsabile	SABAP SS e NU
		RCGA	Responsabile scientifico	Manca di Mores, Giuseppina
		RCGZ	Note	visibilità media
GE			GEOREFERENZIAZIONE	
	GEL		Tipo di localizzazione	localizzazione fisica
	GET		Tipo di georeferenziazione	georeferenziazione puntuale
	GEP		Sistema di riferimento	WGS84
	GEC		COORDINATE	
		GECX	Coordinata x	9.404222
		GECY	Coordinata y	40.540043
		GECS	Note	baricentro aerogeneratore
	GPT		Tecnica di georeferenziazione	rilievo tramite GPS
	GPM		Metodo di posizionamento	posizionamento esatto
	VRP		VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO	
		VRPS	Valutazione di sintesi	4. potenziale medio
UR43	TAV. XLIX			
	RCG		RICOGNIZIONE ARCHEOLOGICA	
		RCGV	Denominazione ricognizione	Terenass - Aerogeneratore BT11 - UR43
		RCGD	Riferimento cronologico	19/06 - 5/07/2020



				Survey nell'areale di 100 m di raggio e oltre in corrispondenza dell'ubicazione dell'aerogeneratore BT11. Zona pianeggiante al limite di un bosco di roverella, cui si accede con un sentiero. Vegetazione erbacea semi-coprente, pietrame sparso di media pezzatura. Al centro dell' area un bancone di roccia. Nella zona pianeggiante centrale, in corrispondenza dell'ubicazione dell'aerogeneratore, ampia presenza di pietrame di piccole dimensioni. Non si segnalano evidenze archeologiche.
		RCGT	Situazione ambientale	
		RCGE	Motivo	verifica preventiva
		RCGM	Metodo	sistematico
		RCGR	Ente responsabile	SABAP SS e NU
		RCGA	Responsabile scientifico	Manca di Mores, Giuseppina
		RCGZ	Note	visibilità alta
GE			GEOREFERENZIAZIONE	
	GEL		Tipo di localizzazione	localizzazione fisica
	GET		Tipo di georeferenziazione	georeferenziazione puntuale
	GEP		Sistema di riferimento	WGS84
	GEC		COORDINATE	
		GECX	Coordinata x	9.397005
		GECY	Coordinata y	40.555612
		GECS	Note	baricentro aerogeneratore
	GPT		Tecnica di georeferenziazione	rilievo tramite GPS
	GPM		Metodo di posizionamento	posizionamento esatto
	VRP		VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO	
		VRPS	Valutazione di sintesi	2. potenziale molto basso



6 IL POTENZIALE ARCHEOLOGICO¹¹

6.1 LE EMERGENZE ARCHEOLOGICHE (TAVV. VIII, XVIII, XX, XXII, XXV, XXVI, XLVI)

Entro il contesto di area vasta prima indicato e descritto, si esaminano di seguito le principali emergenze archeologiche in relazione con aree, strutture e tracciati previsti dal progetto.

Aerogeneratori.

A nord del primo gruppo di aerogeneratori (1-4), a distanza di circa m 1600, è attestato un insediamento nuragico d'altura.

Nuraghe Cheddai e insediamento (o Pranu 'e Cheddai)	Età del Bronzo Medio - Età del Bronzo finale	40.593825	9.461437
---	--	-----------	----------

A m. 250 in direzione NE rispetto al nuraghe Cheddai si trova

Area funeraria Pranu 'e Cheddai	Età romana	40.594502	9.464067
---------------------------------	------------	-----------	----------

Il nuraghe Cheddai (tav. VIII, 1) è tipologicamente un nuraghe monotorre, con originaria camera a falsa cupola; nella descrizione datane il 24 dicembre del 1969 dal Soprintendente Archeologo per le provv. di SS e NU Ercole Contu,¹² è costituito da una torre circolare, una capanna nuragica e un recinto al quale si appoggiano strutture circolari (Contu parla di 'cerchi concatenati'; si veda il disegno qua riportato nel § 5.2).¹³ Tracce del villaggio furono già osservate negli anni trenta del Novecento da Antonio Taramelli.¹⁴ Il monumento mostra il caratteristico adeguamento delle murature alla roccia sulla quale viene costruito noto in altre architetture nuragiche.

Per quanto riguarda l'area funeraria di Cheddai, si tratta di un monumento inedito: nella descrizione data dei materiali provenienti dal danneggiamento (il monumento fu preda degli scavatori clandestini) entro la scheda del Parco di Tepilora, si menzionano "due frammenti minuti di probabile balsamario in vetro soffiato trasparente, alcuni frammentini di ceramica acroma tornita e 12 vaghi di collana in pasta vitrea, integri o frammentari, di forme (a corpo lenticolare, biconico, tronco-piramidale, cilindrico) e colori (verde, azzurro, blu, blu-elettrico)".¹⁵ Questi ultimi, come già osservato, potrebbero anche riferirsi a esito culturale tardo-punico. Ancora più a nord est (a circa m 500), la documentazione sembra suggerire la possibilità di un insediamento di età romana, al quale potrebbe essere relativa l'area funeraria.

Area materiali mobili Pranu 'e Cheddai/Sos Conzinos	Età romana con possibili antecedenti punici	40.597792	9.467954
---	---	-----------	----------

¹¹ Cfr. Carta del potenziale/rischio archeologico, allegato 3.

¹² Archivio SABAP SS-NU, fascicolo BITTI, s.f.4.

¹³ Il disegno è allegato alla relazione di vincolo (D.M. 14.02.1970, L. 01.06.1939. n. 1089.artt. 2-3.). Ai sensi della Delibera G.R. N. 40/11 del 7.8.2015, Allegato, p. 96, il monumento in questione è interno al buffer di m 1600.

¹⁴ TARAMELLI 1933, 41, n. 6.

¹⁵ <http://www.tepilorapark.it/pun-dettaglio.php?id=2605>



Nel secondo gruppo di aerogeneratori, ubicato a sud ovest del carcere di Mamone fra la Strada Bitti-Mamone e la SP 50, si trovano, a poca distanza all'esterno dell'area di rispetto dell'aerogeneratore BT08, la tomba di giganti Ortai (tav. XLVI) e il nuraghe Ortai (tav. VIII, 4; tav. XLVI).

Tomba di giganti Ortai	Età del Bronzo Medio - Età del Bronzo finale	40.545791	9.393770
------------------------	--	-----------	----------

Nuraghe Ortai	Età del Bronzo Medio - Età del Bronzo finale	40.546527	9.394613
---------------	--	-----------	----------

Della prima resterebbe un tratto murario, sopravvissuto agli scavi clandestini; nei pressi si notano conci di cospicue dimensioni che farebbero pensare ad una tomba di giganti,¹⁶ da presupporre in relazione con il nuraghe dal quale dista circa un centinaio di metri.

Per quel che concerne il nuraghe Ortai, anch'esso appare negli elenchi cartografici su IGM commentati da Antonio Taramelli, che quasi un secolo fa ricordava il crollo di una delle due torri dalle quali era composto.¹⁷ Le sue condizioni, pur in degrado e difficile leggibilità complessiva anche a causa della vegetazione, sono però superiori a quanto emerge dalla precedente notazione. La dettagliata scheda fornita dal Parco di Tepilora sottolinea la conservazione, pur in una rilevante massa di crollo e in una forte copertura vegetale, del circuito murario e della possibile esistenza di un villaggio nuragico.¹⁸ L'insieme appare in ogni caso (nuraghe e tomba) contesto degno di nota.

Infine, in un'area compresa fra gli aerogeneratori BT09 e BT10 è situato l'insediamento, ritenuto nuragico, di Galili.

Insediamento di Galili	Età nuragica	40.542596	9.405726
------------------------	--------------	-----------	----------

Le tracce, non leggibili in condizioni di visibilità nulla, consisterebbero in lacerti murari nei pressi del rudere di una casa colonica.¹⁹

CAVIDOTTO DORSALE

Di un certo interesse i monumenti relativamente prossimi al percorso del cavidotto dorsale fra l'aerogeneratore n. 4 e la sottostazione elettrica poco prima di Buddusò, che segue in sostanza il tracciato della SS 389 "di Correboi".

Il primo monumento rilevante è il nuraghe Ortuidda (tav. VIII, 2; tav. XVIII), poco più di trecento metri a nord dell'inizio della UR13, con un vicino insediamento in stretta relazione.

Nuraghe Ortuidda	Età del Bronzo Medio - Età del Bronzo finale	40.573482	9.386277
------------------	--	-----------	----------

¹⁶ <http://www.tepilorapark.it/pun-dettaglio.php?id=2629>

¹⁷ TARAMELLI 1931, 5, n. 2.

¹⁸ <http://www.tepilorapark.it/pun-dettaglio.php?id=2597>

¹⁹ <http://www.tepilorapark.it/pun-dettaglio.php?id=2582>



Insediamiento nuragico di Ortuidda	Età del Bronzo Medio - Età del Bronzo finale	40.57385	9.386739
------------------------------------	--	----------	----------

Il monumento è arroccato su un cocuzzolo granitico, con vicine e diffuse tracce di villaggio. Antonio Taramelli ne sottolinea lo svettamento relativamente alto (m 6) e la possibilità di leggere l'interno della torre con le classiche tre nicchie;²⁰ nella descrizione data dal Parco di Tepilora, il nuraghe, che dalle precedenti frasi di Taramelli sembra avere una camera circolare a falsa cupola (ovvero, il cosiddetto 'nuraghe a tholos'), viene definito come nuraghe a corridoio:²¹ si tratta probabilmente di uno dei casi di 'nuraghe a tecnica edilizia mista', che presenta la fusione delle due tipologie, o lo sviluppo da quella ritenuta più antica (a corridoio) a quella successiva "a tholos". In ogni caso il monumento, che presenta tuttora ricche articolazioni murarie, appare di rilevante interesse ed estensione, come mostra la vicina presenza di un altro gruppo di capanne nuragiche.²²

Andando verso Buddusò, appare l'insediamento romano, inedito, di Abbas de Frau (tav. XX), immediatamente sul lato sinistro del percorso del cavidotto, subito a Sud dell'inizio della UR14.

Insediamiento di Abbas de Frau	Età romana	40.571113	9.378005
--------------------------------	------------	-----------	----------

In questo caso il Parco di Tepilora dà la sola segnalazione, oltre al consueto posizionamento.²³ Possiamo però ricordare che nella zona, più a sud, vi è la Fonte di Abbas de Frau, una delle sorgenti del Tirso, ciò che richiama l'altra più celebre fonte di Sos Muros e ne può condividere la relazione con la problematica dell'ubicazione di *Caput Thyrsi*.

I monumenti successivi, che precedono nel tracciato l'importante complesso archeologico di Loelle, sono due dolmen.

Il primo, il *dolmen* Orunitta (tav. XXII), è situato poco più di cento metri a nord del tracciato del cavidotto e del suo stretto riferimento stradale, fra la UR 16 e la UR 17.

Dolmen Orunitta	Età Neo - Eneolitica	40.553300	9.362799
-----------------	----------------------	-----------	----------

L'umile ma suggestiva tomba neolitica si adatta al roccione granitico, sfruttandone la conformazione. Tomaso Tuccone, che lo pubblica, dà notizia dei rinvenimenti ad esso relativo di un macinello e di una brocca in terracotta.²⁴ Il secondo *dolmen* si trova a sud della linea finale della UR18, a circa m 300: si tratta del *dolmen* di Istiddi, citato come 'dolmen di Stiddi' da Antonio Taramelli, che già da allora ne constatava lo stato assai frammentario.²⁵

Dolmen Istiddi	Età Neo - Eneolitica	40.567823	9.326851
----------------	----------------------	-----------	----------

L'archeologo lo situa in regione Loelle, e ci consegna al punto più importante del tracciato, che chiude l'UR 19 e apre l'UR 20, in un incrocio dalla forte densità monumentale. A caposaldo di ciò vi

²⁰ TARAMELLI 1931, 7, n. 11.

²¹ <http://www.tepilorapark.it/pun-dettaglio.php?id=2598>

²² <http://www.tepilorapark.it/pun-dettaglio.php?id=2604>

²³ <http://www.tepilorapark.it/pun-dettaglio.php?id=2577>

²⁴ TUCCONE 2009. 97.

²⁵ TARAMELLI 1931, 8, n. 2.



è il nuraghe Loelle, imponente struttura trilobata che sfrutta in maniera magistrale la roccia granitica naturale, oltre a due tombe di giganti e un dolmen o *allée couverte* (tav. XXVI).²⁶

Nuraghe Loelle	Età del Bronzo Medio - Età del Bronzo finale	40.568547	9.315968
Tomba di giganti Loelle I	Età del Bronzo Medio - Età del Bronzo finale	40.562492	9.316233
Tomba di giganti Loelle II	Età del Bronzo Medio - Età del Bronzo finale	40.566773	9.31794
Dolmen o Allée couverte Loelle	Età Neo - Eneolitica	40.568656	9.314174

La regione attraversata in modo lineare dall'UR19 all'UR21, con epicentro il compendio di 'Loelle', mostra con evidenza una densità archeologica alta, confermata dalle notizie inedite di altri rinvenimenti nei dintorni.

6.2 LA VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO

Incrociando le indicazioni del *survey* con le diverse fonti informative (dai censimenti del Taramelli alle più recenti indagini archeologiche e ai dati d'archivio), emerge una serie di considerazioni su presenza e consistenza delle attestazioni archeologiche di seguito sintetizzate.

Nelle aree interessate dall'installazione degli aerogeneratori, le evidenze archeologiche non appaiono frequenti. Il nuraghe Cheddai si trova a 1140 m dal baricentro dell'aerogeneratore BT01. Più ravvicinata è la posizione del Nuraghe Ortai, a circa 190 m dal baricentro dell'aerogeneratore BT08 (comunque a circa 90 m all'esterno dell'area di rispetto) e della tomba omonima, a circa 130 m.

Per quanto riguarda i ruderi dell'abitato di Galili (del quale non sono note caratteristiche ed estensione), ubicato a metà strada fra gli aerogeneratori BT09 e BT10, la distanza è rispettivamente di circa 270 m dal baricentro dell'aerogeneratore BT09 e a circa 310 da BT10.

La situazione appare analoga nei tratti dei cavidotti di collegamento fra gli aerogeneratori, con alcune specificità nell'UR32, in relazione a possibili interferenze della rete viaria antica.

Una situazione più articolata può essere individuata lungo la percorrenza lineare del cavidotto dorsale, dove appare concentrata una maggiore presenza insediativa. Gli aspetti fondamentali da considerare sono qui di natura diversa: il primo è relativo alle emergenze monumentali di carattere puntuale o areale specificamente determinate, così come descritte al paragrafo precedente; il secondo, di carattere soprattutto storico, riguarda una serie di informazioni relative all'occupazione del territorio in età romana.

All'interno di questa lettura generale, lungo la dorsale si evidenziano sostanzialmente due zone di specifico interesse e attenzione, indicate in cartografia dai tratti PA1 e PA2.²⁷

²⁶ TARAMELLI 1931, 8, nn. 1-2; TUCCONE 2009. 113-4; 136-9; 98; MORAVETTI *et al.* 2017a, 41; 350, scheda 21 (a cura di L. Doro).



La prima, compresa all'interno del tratto contraddistinto dalle UR10, UR12, UR13, UR14, UR15 e UR16, ha la maggiore evidenza nel nuraghe e villaggio di Ortuidda, che si trova ad una distanza di circa 270 m dal tracciato, ubicato sulla sommità di un'altura, a 976 m s.l.m., e pertanto senza interferenza diretta con la trincea per il cavidotto dorsale che in questo punto corre sul lato sinistro del sentiero, opposto a quello dell'ubicazione del nuraghe.

All'inizio dell'UR14 è ubicata la fonte di Abbas de Frau, considerata una delle sorgenti del Tirso, area nella quale sono documentati fenomeni insediativi di età romana. In particolare, l'area è caratterizzata dal passaggio dell'arteria romana *Iter Ab Ulbia-Carales* che in un punto non pienamente definibile dovrebbe incrociare perpendicolarmente la dorsale. Dall'arteria principale partivano le ramificazioni (*diverticula*) che collegavano fra loro e all'arteria stessa una serie di insediamenti sparsi nel territorio.

Sempre all'interno dell'UR14, non con certezza ma molto probabilmente ancora entro la fascia di 50 m a sinistra del sentiero, a poche decine di metri di distanza dal tracciato del cavidotto, si segnala la presenza dell'insediamento romano di Abbas de Frau. La fittissima vegetazione non ha permesso, in sede di *survey*, di evidenziare le strutture la cui unica indicazione proviene dal censimento del Parco di Tepilora, dove l'insediamento è dato come inedito e del quale in effetti non è stata reperibile alcun'altra informazione, con situazione analoga a quella dell'abitato di Galili, precedentemente citato.

Da queste constatazioni nasce un'esigenza di attenzione e cautela per la possibilità di intercettare lembi di tracciati di pavimentazione della rete viaria antica, sia romana che medievale o anche successiva, data la persistenza e continuità d'uso delle vie di comunicazione. Per questo motivo sono stati segnalati, in particolare nelle UR10 e UR13, sulla dorsale, ma anche nella UR 32, prossima all'aerogeneratore BT09, alcuni tratti dei sentieri sistemati con pietrame che potrebbero, sia pure in via ipotetica, celare sistemazioni più antiche.

Proseguendo lungo la dorsale, poco più di 100 m a N del tracciato fra la UR16 e la UR17, troviamo il dolmen di Orunitta, sul lato opposto a quello previsto per la trincea del cavidotto, come anche il dolmen di Istiddi, 300 m a sud della parte conclusiva dell'UR18.

La seconda importante zona (PA2, con alto potenziale archeologico) ha inizio dalla fine della UR 19, dove è ubicato l'importante complesso del nuraghe e villaggio di Loelle, al quale sono da riferire una serie di altri monumenti - dolmen e tombe di giganti nelle vicinanze - a dimostrazione di un'originaria area insediativa complessa e articolata.

L'incrocio fra visibilità bassa temporanea dei suoli con le informazioni da altre fonti (bibliografiche, fotointerpretazione etc.) ha portato a presupporre che nella serie di censimenti e indagini susseguitesesi nel territorio il mutare delle condizioni di visibilità avrebbe dovuto in qualche modo portare alla luce emergenze archeologiche laddove presenti; l'assenza di tali riscontri sembra rafforzare una propensione all'assenza di emergenze nelle aree caratterizzate da questi parametri, per quanto indiziari. In altre zone, pur caratterizzate da vegetazione coprente permanente o temporanea, l'incrocio delle diverse fonti informative ha portato ad individuare aree di attenzione e tutela e di potenziale archeologico alto. Peraltro la valutazione del potenziale archeologico finale deve tenere conto di tutti questi aspetti e delle difficoltà di lettura e individuazione ad essi collegati.

In conclusione, il potenziale archeologico appare prevalentemente molto basso o basso nelle aree di installazione degli aerogeneratori, con un cono d'attenzione per la BT08 e l'area fra BT09 e BT10.

²⁷ Carta del potenziale/rischio archeologico (all.4).



Il potenziale archeologico appare prevalentemente molto basso o basso nelle aree di installazione dei cavidotti di collegamento, con un cono di attenzione all'interno della UR32 in relazione a possibili tracciati viari antichi.

Il potenziale archeologico, per quanto riguarda la dorsale, **può essere definito medio o alto**, in relazione ai tratti UR10-UR14 (PA1) e UR19-UR20 (PA2), ma non esplicitamente in diretta interferenza con le opere da realizzare. A questo assunto fanno eccezione l'insediamento di Abbas de Frau (UR 14) e il dolmen di Loelle (UR20) con **potenziale alto** con possibile interferenza nella fascia dei 50 m ai lati del tracciato.

In conclusione, e fatte salve le sottolineature precedentemente esposte, il potenziale archeologico per l'area di impianto degli aerogeneratori e dei cavidotti di collegamento può considerarsi **complessivamente basso**, mentre tratti di **potenziale medio-alto e alto** sono individuabili lungo la dorsale.

7 IL RISCHIO ARCHEOLOGICO

Com'è noto, la differenza fra la valutazione del potenziale archeologico e del rischio archeologico consiste nel grado di interferenza che l'opera, a seconda delle sue caratteristiche, realizza nei confronti delle presenze archeologiche. È pertanto evidente che per la conservazione delle emergenze e dei depositi archeologici la profondità dello scavo e la sua ampiezza sono strettamente correlate al grado di rischio.

L'opera prevede attività di scavo riferibili alla messa in opera della piattaforma degli aerogeneratori, con una profondità di ca. m 2, dunque a livelli potenzialmente interessati da presenze antiche. Ricordiamo che le indagini storiche e sul campo suggeriscono per tutte le aree interessate dall'installazione degli aerogeneratori un potenziale archeologico prevalentemente basso, con valutazioni cautelative medie e una sola valutazione alta (BT08) determinata comunque da monumenti esterni all'area diretta di intervento. Pertanto la valutazione complessiva del rischio può essere definita bassa, con tutte le opportune cautele in sede di realizzazione.

Per quanto riguarda le trincee dei cavidotti di collegamento, queste, come già esplicitato in precedenza, hanno profondità medie di circa cm 130 e un'ampiezza di circa cm 80 alla partenza dalle turbine, sino a un massimo di cm 130 in arrivo alla centrale. Queste profondità sono compatibili con i livelli di eventuali presenze antropiche, e pertanto esiste la concreta possibilità che le stesse, qualora esistenti, possano essere intercettate dagli interventi di scavo. Per contro, la limitata ampiezza della trincea restringe il fattore di rischio a contenute porzioni di terreno, consentendo, in caso di interferenza, un immediato e opportuno controllo e conseguente valutazione.

In conclusione di quanto su esposto, a fronte del potenziale archeologico sopra evidenziato, le caratteristiche dell'opera portano ad indicare un rischio complessivamente medio-basso, fatte salve ovviamente le specifiche aree di potenziale alto, di stretta interferenza con il tracciato, per le quali si richiamano ulteriormente le cautele già espresse.

In merito alle caratteristiche dell'opera in oggetto, che oltre agli interventi di scavo prevede la realizzazione di manufatti in elevato per dimensioni significative, la valutazione di rischio si estende anche agli aspetti di interferenza visuale e delle modifiche di contesto delle emergenze archeologiche.

A questo proposito, è necessario inserire un ulteriore elemento da incrociare con l'analisi del potenziale archeologico, ovvero la consistenza delle emergenze non solo in termini di estensione areale e di deposito, ma anche di conservazione in elevato. Se il problema della conservazione è un aspetto caratterizzante le emergenze di quest'area (e potremo dire di ogni emergenza), anche la dimensione degli elevati costituisce un aspetto importante nella valutazione dell'interferenza visiva, date le caratteristiche dell'opera in oggetto.



In linea generale possiamo dire – forse escludendo il nuraghe di Ortuidda, peraltro situato in zona molto elevata (circa m 900 s.l.m.) e la cui altezza relativamente significativa di m 6 è segnalata da Antonio Taramelli, mentre oggi i tratti più alti paiono invece assestarsi attorno ai m 4 – che siamo in presenza di alzati murari mediamente molto bassi. Questo significa che, fatte ovviamente salve tutte le tutele scientifiche e l'importanza dei contesti paesaggistici di cui le emergenze archeologiche in questione sono parte integrante, la loro visibilità non sembrerebbe soffrire di un forte confronto visivo con gli aerogeneratori, e la l'eventualità di interventi mirati alla fruizione diretta, allo stato attuale delle conoscenze, appare relativa e comunque da valutare contestualmente.



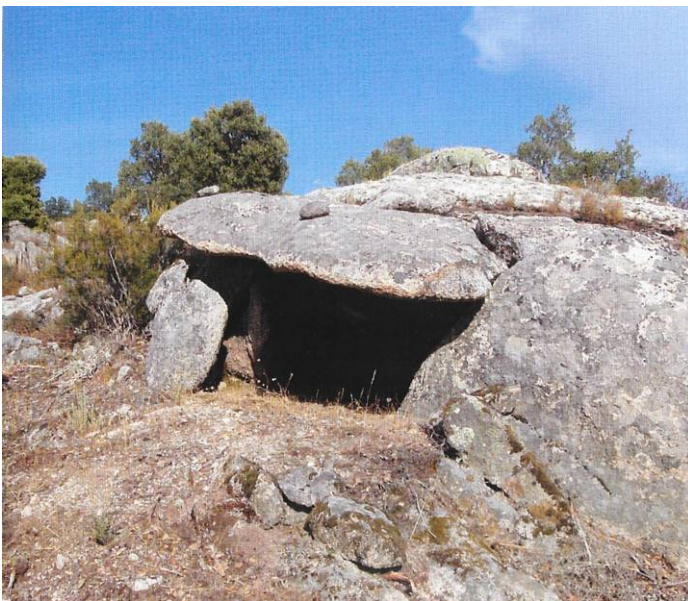
8 EMERGENZE ARCHEOLOGICHE AREA PROGETTO.

(1, 2, 4 foto Parco Tepilora; 3: foto Tomaso Tuccone: TUCZONE 2009, 97)

1. Nuraghe Cheddai



2. Nuraghe Ortuidda



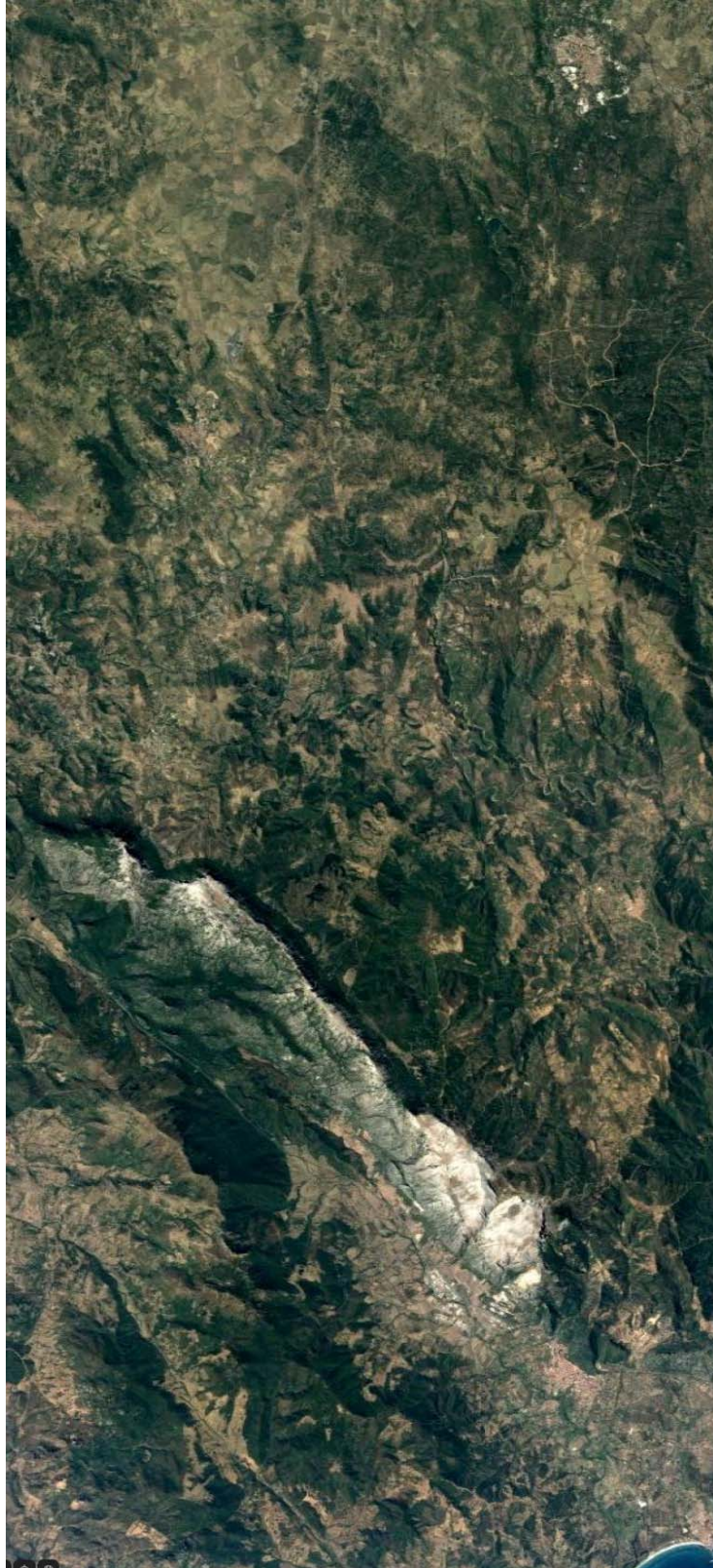
3. Dolmen Orunitta (Buddusò)



4. Nuraghe Ortai

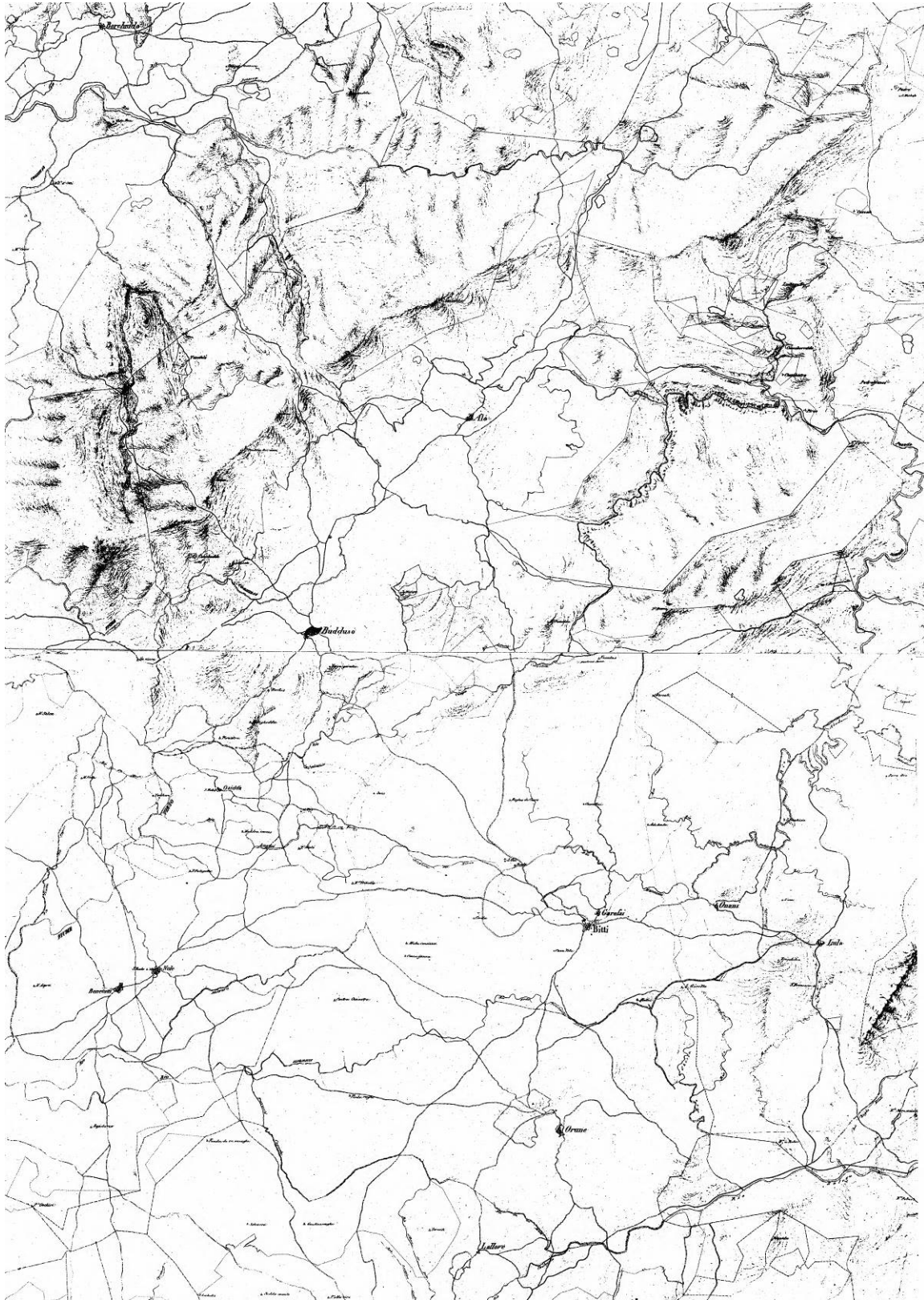


8.1 TAVOLA I – Il contesto territoriale



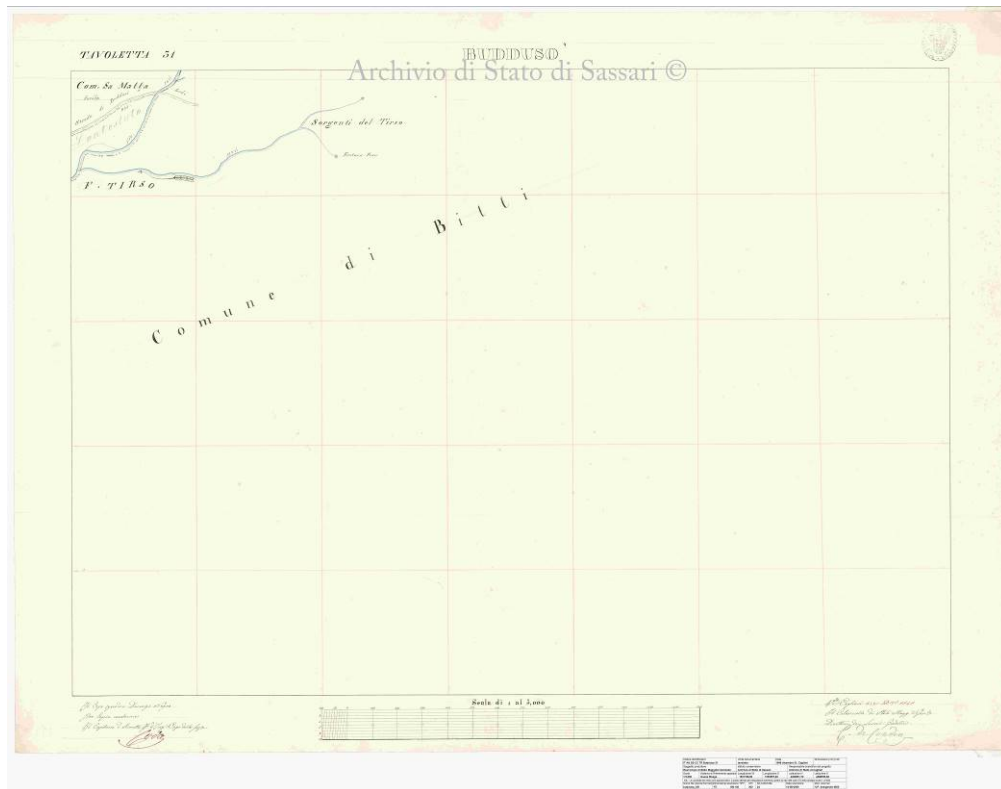
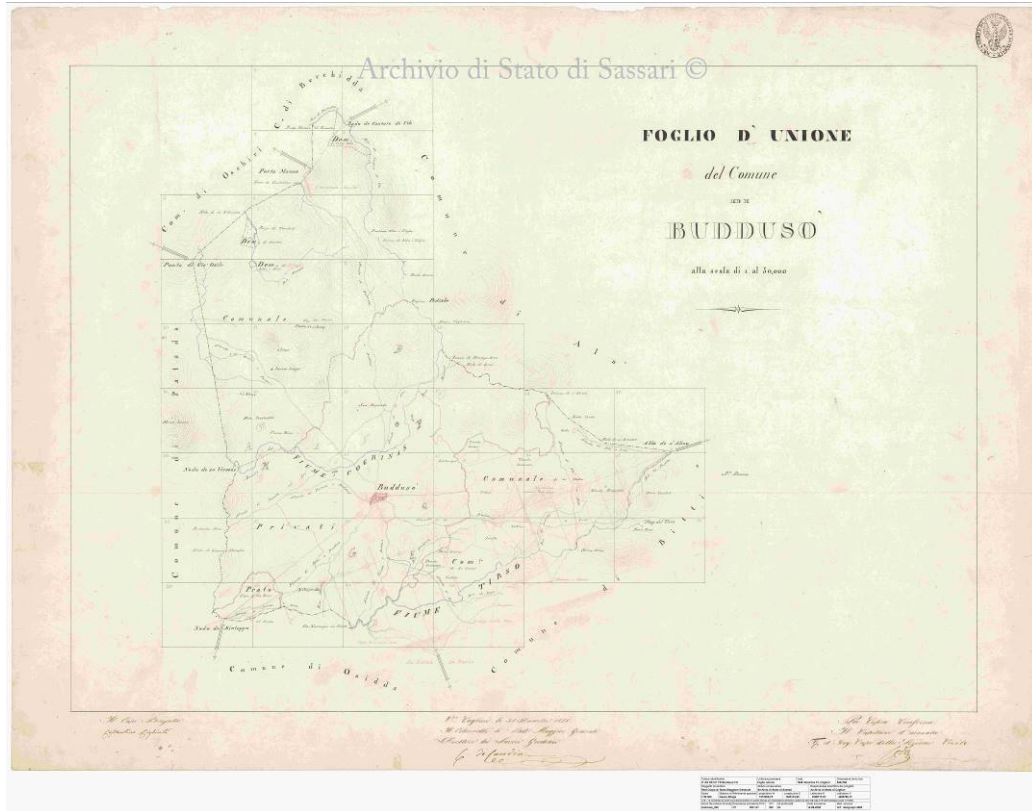


8.2 TAVOLA II – Carte storiche. 1840. Stralcio carta di Alberto della Marmora



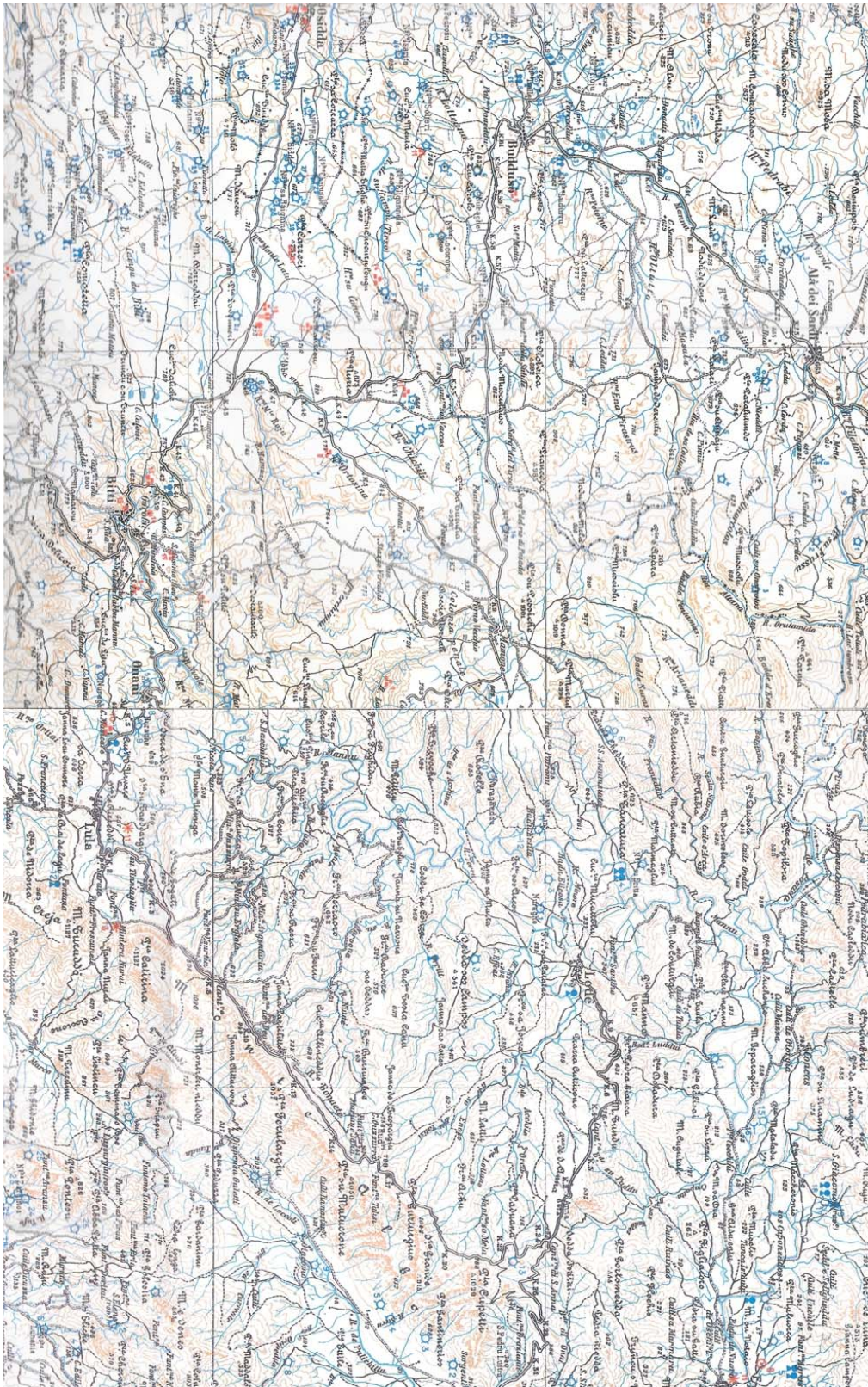


8.3 TAVOLA III – Carte storiche: 1848, cessato catasto. Buddusò.



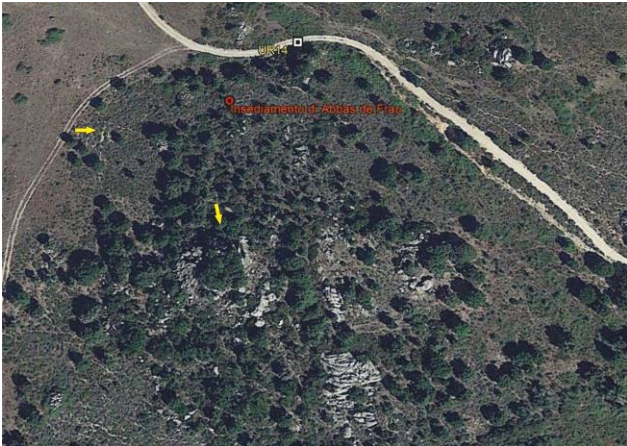


8.4 TAVOLA IV – Carte storiche: 1931-1933, carta archeologica di Antonio Taramelli (stralcio)





8.5 TAVOLA V – Fotointerpretazioni



FIPZ 01



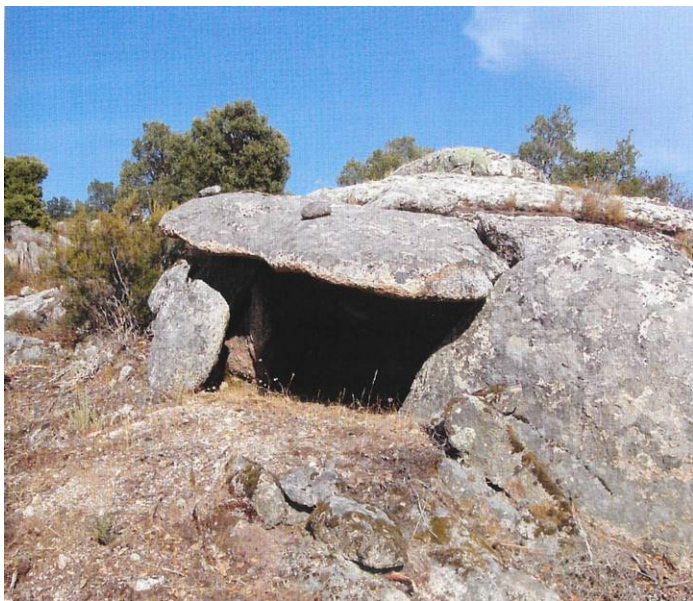
FIPZ 02



8.6 TAVOLA VI – Emergenze archeologiche area progetto

(1, 3: foto Parco Tepilora; 2: TUCCONE 2009, 97)

1. Nuraghe Ortuidda



3. Nuraghe Ortai

2. Dolmen Orunitta (Buddusò)

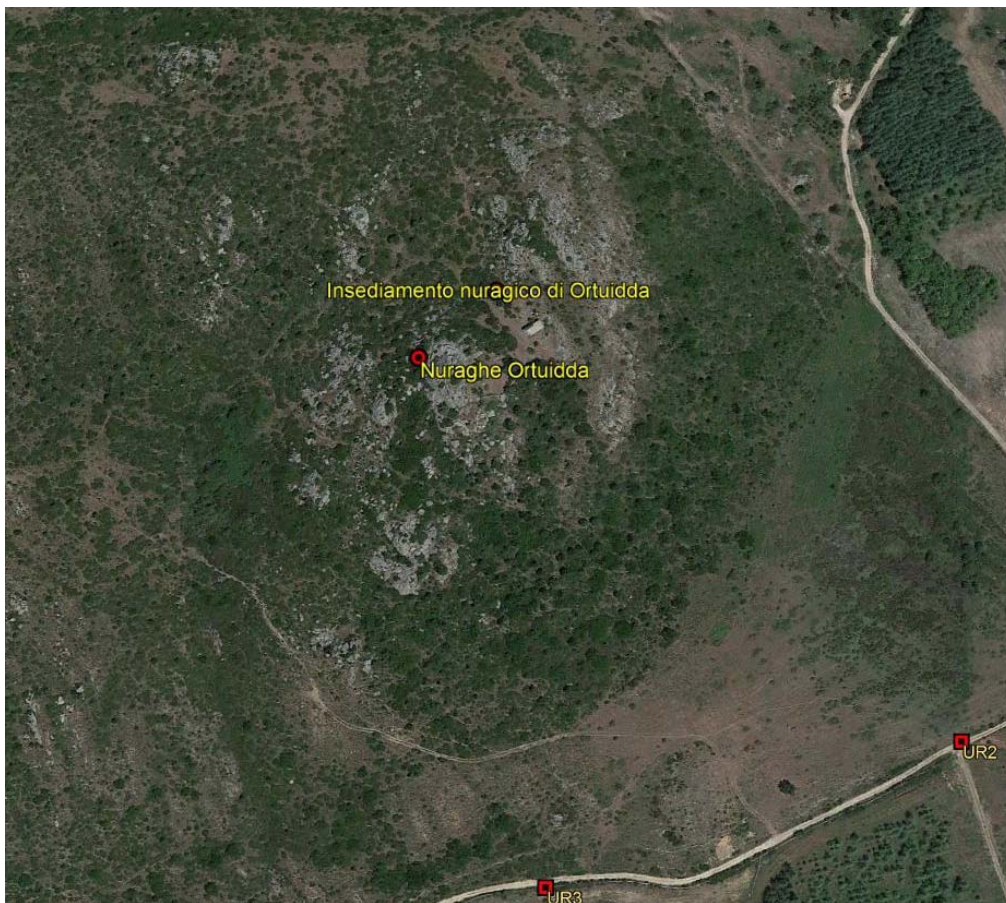


8.7 TAV. VII – UR 1



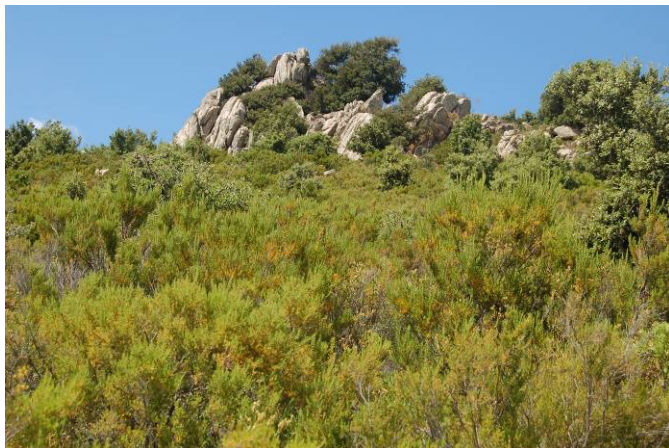


8.8 TAV. VIII – UR 2





8.9 TAV. IX – UR 3





8.10 TAV. X – UR 4



8.11 TAV. XI – UR 5





8.12 TAV. XII – UR 6





8.13 TAV. XIII – UR 7





8.14 TAV. XIV – UR 8





8.15 TAV. XV – UR 9





8.16 TAV. XVI – UR 10



Nuraghe Loelle





8.17 TAV. XVIIa – UR 11





8.18 TAV. XVIIb – UR 11

(foto 2: MARRAS 2019, 82)





8.19 TAV. XVIII – UR 12





8.20 TAV. XIX – UR 13





8.21 TAV. XX – UR 14





8.22 TAV. XXI – UR 15





8.23 TAV. XXII – UR 16





8.24 TAV. XXIII – UR 17





8.25 TAV. XXIV – UR 18





8.26 TAV. XXV – UR 19





8.27 TAV. XXVI – UR 20







8.28 TAV. XXVIII – UR 22





8.29 TAV. XXIX – UR 23





8.30 BIBLIOGRAFIA/SITOGRAFIA ARCHEOLOGICA

ANGIOLILLO et al. 2017 = S. Angiolillo, R. Martorelli, M. Giuman, A.M. Corda, D. Artizzu (edd.), *La Sardegna romana e altomedievale. Storia e materiali* (<<Corpora delle antichità della Sardegna>>), Nuoro 2017.

ANGIUS 1834a = V. Angius (a cura di), s.v. "Bitti", in G. CASALIS, *Dizionario geografico, storico, statistico, commerciale degli Stati di Sua Maestà il Re di Sardegna*, vol. II, Torino.

ANGIUS 1834b = V. Angius (a cura di), s.v. "Buddusò", in G. CASALIS, *Dizionario geografico, storico, statistico, commerciale degli Stati di Sua Maestà il Re di Sardegna*, vol. II, Torino.

ANGIUS 1841a = V. Angius (a cura di), s.v. "Lodè", in G. CASALIS, *Dizionario geografico, storico, statistico, commerciale degli Stati di Sua Maestà il Re di Sardegna*, vol. IX, Torino.

ANGIUS 1841b = V. Angius (a cura di), s.v. "Lula", in G. CASALIS, *Dizionario geografico, storico, statistico, commerciale degli Stati di Sua Maestà il Re di Sardegna*, vol. IX, Torino.

ANGIUS 1845a = V. Angius (a cura di), s.v. "Onani", in G. CASALIS, *Dizionario geografico, storico, statistico, commerciale degli Stati di Sua Maestà il Re di Sardegna*, vol. XIII, Torino.

ANGIUS 1845b = V. Angius (a cura di), s.v. "Osidda", in G. CASALIS, *Dizionario geografico, storico, statistico, commerciale degli Stati di Sua Maestà il Re di Sardegna*, vol. XIII, Torino.

BALTOLU 1973 = A. Baltolu, Alcuni monumenti inediti dell'altopiano di Buddusò e Alà dei Sardi (Sassari), in *StS*, XXII (1971-1972), 38-98.

BALTOLU 1997 = A. Baltolu, Alà dei Sardi, in M. Brigaglia (a cura di), *Il Monte Acuto*, Cagliari, 84-5.

BASOLI 1991 = P. Basoli, *Buddusò dalla preistoria all'età romana*, in G. Gelsomino (a cura di), *Buddusò. Il territorio, l'economia, la memoria*, Sassari, 30-45.

BASOLI 1993 = P. Basoli, *Buddusò (Sassari). Località Loelle*, in *Bollettino di Archeologia*, 19-21, 188-190.

BELLI 1988 = E. Belli, *La viabilità romana nel Logudoro-Meilogu*, in A. Moravetti (a cura di), *Il nuraghe Santu Antine di Torralba*, Carlo Delfino editore, Sassari, 331-92.

CAMARDA 1993 = I. Camarda (a cura di), *Montagne di Sardegna*, Carlo Delfino editore, Sassari.

COOP ARCHEO 2018 = Cooperativa Archeologia, *Realizzazione nuovi elettrodotti a 150 kV "Santa Teresa-Tempio" e "Tempio - Buddusò", nuove Stazioni Elettriche a 150 kV di "Tempio" e "Buddusò" e relativi raccordi linee. Relazione archeologica*, ottobre.

DELUSSU 2018 = F. Delussu, *Progetto definitivo Parco Eolico "Gomoretta". Documento di valutazione archeologica preventiva*, dicembre.

EEM 1922 = *Elenco degli Edifici Monumentali, Provincia di Sassari*, LXIX, Roma.

FADDA, POSI 2006 = M.A. Fadda, F. Posi, *Il villaggio santuario di Romanzesu*, Carlo Delfino Editore, Sassari.

GPN = MATTM, *Geoportale Nazionale*, www.pcn.minambiente.it/mattm/login



GUIRGUIS 2017 = M. Guirguis (ed.), *La Sardegna fenicia e punica. Storia e materiali* (<<Corpora delle antichità della Sardegna>>), Nuoro.

ISCR = MiBACT, *Carta del Rischio*, <http://www.cartadelrischio.it/>

LILLIU 1988: G. Lilliu, *La civiltà dei Sardi dal Paleolitico alla fine dell'età nuragica*, Torino.

LILLIU 1962 = G. Lilliu, *I nuraghi. Torri preistoriche di Sardegna*, La Zattera, Cagliari.

MANCINI 2015 = P. Mancini, *Alà dei Sardi. Il patrimonio archeologico*, Taphros, Olbia.

MARRAS 2020 = G. Marras, *Progetto per la realizzazione del "Parco Eolico Nule". Relazione archeologica*, gennaio.

MASTINO 2006 = A. Mastino, *La Sardegna romana*, in M. Brigaglia, G.G. Ortu, A. Mastino, *Storia della Sardegna. 1. Dalle origini al Settecento*, Laterza, Roma-Bari, 33-57.

MELIS 1967: E. Melis, *Carta dei nuraghi della Sardegna*, Spoleto.

MELIS 2009 = P. Melis, *Lodè. Testimonianze archeologiche*, Nuova Stampacolor, Sassari.

MORAVETTI *et al.* 2014 = A. Moravetti, E. Alba, L. Foddai (edd.), *La Sardegna nuragica. Storia e materiali* (<<Corpora delle antichità della Sardegna>>), Nuoro.

MORAVETTI *et al.* 2017a = A. Moravetti, P. Melis, E. Alba, L. Foddai (edd.), *La Sardegna nuragica. Storia e monumenti* (<<Corpora delle antichità della Sardegna>>), Nuoro.

MORAVETTI *et al.* 2017b = A. Moravetti, P. Melis, L. Foddai, E. Alba (edd.), *La Sardegna preistorica. Storia, materiali e monumenti* (<<Corpora delle antichità della Sardegna>>), Nuoro.

MOSAICO 2016 = RAS, PPR 2006. *Repertorio del Mosaico*, Cagliari.

NISSARDI 1903 = F. Nissardi, *Bitti (Sassari) - Nuraghi, «domus de Gianos» e "tomba di gigante" riconosciuti nell'agro del Comune e sulla strada che conduce a Lula*, in *Atti della R. Accademia dei Lincei, CCXCVIII, Serie Quinta. Classe di Scienze Morali, Storiche e Filologiche*, IX, 286-7.

PIGOZZI 2002 = G. Pigozzi, *Le Baronie e le Barbagie settentrionali*, in G. Mura, A. Sanna (a cura di), *I Paesi. Paesi e città della Sardegna*, 1, CUEC, Cagliari, 219-27.

SANNA 2005 = T. Sanna, *L'architettura funeraria nuragica nel territorio di Bitti (Nu)*, tesi di laurea, Facoltà di Lettere e Filosofia, Università degli Studi di Sassari, anno accademico 2004-2005.

SGP = RAS, *Sardegna Geoportale*, <http://www.sardegnaoportale.it/>

TARAMELLI 1919a = A. Taramelli, BITTI. *Fonte preromana in regione Poddi ArVu ed altre antichità nel territorio bittese*, in *NSc*, 126-7.

TARAMELLI 1919b = A. Taramelli, BUDDUSÒ. *Monumenti preistorici vari, fontana coperta di Sos Muros, dolmen di Sos Monimentos, e nuraghe Iselle*, in *NSc*, 127-32.

TARAMELLI 1931 = A. Taramelli, *Edizione archeologica della Carta d'Italia al 100.000. Foglio 194 - Ozieri*, R. Istituto Geografico Militare, Firenze.

TARAMELLI 1933 = A. Taramelli, *Edizione archeologica della Carta d'Italia al 100.000. Foglio 195 - Orosei*, R. Istituto Geografico Militare, Firenze.



TARAMELLI 1939 = A. Taramelli, *Edizione archeologica della Carta d'Italia al 100.000. Fogli 181-182 – Tempio Pausania, Terranova Pausania*, R. Istituto Geografico Militare, Firenze.

TEPILOLA = Parco Naturale Regionale di Tepilora, <http://www.tepilorapark.it/index.php>

TUCCONE 2009 = T. Tuccone, *Buddusò. I monumenti archeologici*, Buddusò.

TURTAS, LUPINU 2005 = G. R. Turtas, G. Lupinu (a cura di), *Le chiese e i gosos di Bitti e Gorofai*, CUEC, Sassari.

VIR = MiBACT, *Vincoli in Rete*, <http://vincoliinrete.beniculturali.it/VincoliInRete/vir/utente/login>

ZIROTTU 2005 = G. Zirottu, *Osidda – Dal passato al futuro*, Nuoro, 5-8.



9 IL CLIMA ACUSTICO ANTE OPERAM E PREVISIONALE

La Green Energy Sardegna 2 S.r.l., Società del Gruppo Fri-EI Green Power, finalizzata allo sviluppo in Sardegna di progetti nel campo delle energie rinnovabili, con sede a Bolzano in piazza del Grano n°3, partita iva N. 02993950217 e numero REA 222872, ha incaricato il Tecnico in Acustica Ambientale Carlo Poddi Dott. Forestale, di redigere la relazione di clima acustico Ante Operam e d'impatto previsionale, relativo all'area di realizzazione del Parco Eolico proposto.

La presente revisione dell'elaborato recepisce la modifica del layout che consiste in una riduzione del numero degli aerogeneratori proposti a seguito dell'eliminazione delle turbine BT01, 02, 03, 04 e BT10 e in un leggero spostamento dell'aerogeneratore BT05, modifica proposta dalla società Green Energy Sardegna 2 Srl al fine di venire incontro alle esigenze di tutela del territorio e dimostrare, pertanto, la disponibilità collaborativa e la volontà di proporre un'ipotesi progettuale che consenta il miglior rapporto costi/benefici e soddisfi le esigenze delle comunità locali, delle pubbliche amministrazioni coinvolte e l'esigenza di tutela paesaggistica, socio-culturale ed archeologica delle aree coinvolte.

Pertanto, l'attuale configurazione impiantistica del parco eolico è quindi costituita da 6 aerogeneratori della potenza nominale di 6,2 MW cadauno, anziché 11 così come inizialmente proposto nell'ipotesi progettuale sottoposta ad iter procedurale di VIA, per una potenza nominale complessiva finale pari a 37,2 MW.

La presente relazione dà riscontro anche alle osservazioni pervenute con i seguenti pareri endoprocedimentali:

- MIBACT Servizio V prot. 31225 del 27.10.2020
- RAS – Assessorato della Difesa dell'Ambiente al prot. 95596 del 19.11.2021

L'opera in progetto è dunque costituita da 6 aerogeneratori, con relative piazzole, cavidotti e vie di accesso, e cavidotto dorsale che attraversa porzioni territoriali dei comuni di Bitti e Buddusò per raggiungere l'area della sottostazione elettrica di Buddusò e collegarsi ad essa.

La presente relazione espone l'attività dei rilievi acustico-ambientali svolti nella porzione di territorio compresa tra i comuni di Bitti, Buddusò e Onani, interessati dalla costruzione del parco eolico. Il comune di Onani non è interessato da opere previste in progetto ma solo per la presenza di parte del suo territorio confinante nel buffer di distanza di 1000 metri dagli aerogeneratori.

Tale relazione, che è scaturita dall'effettuazione delle misure, dei calcoli, e della analisi tramite software previsionale CADNAA, è stata redatta dal Dott. Forestale Carlo Poddi, nato ad Oristano il 23/12/1965, codice fiscale PDD CRL 65T23 G113N con Partita Iva 00667130959, iscritto all'Ordine degli Agronomi e Dottori Forestali della Provincia di Oristano al n°82, **Tecnico competente in acustica ambientale ai sensi dell'art. 2, comma 6 e 7, della Legge 447/95, iscritto con il n° 46 nell'Elenco Regionale Dei Tecnici Competenti In Acustica Ambientale - liberi professionisti - della Regione Sardegna; Riconoscimento D.G./D.A n° 1677 del 09/07/2002 ed iscritto nell'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (EN.T.E.C.A.) al numero 3948.**

L'identificazione delle principali sorgenti di rumore e la valutazione dello stato acustico della zona ante operam, ha permesso di effettuare le valutazioni previsionali sull'impatto acustico dell'opera stessa post operam.

Il lavoro si è svolto sviluppando una campagna di misure fonometriche nel periodo diurno ed in quello notturno in punti significativi ed in prossimità di possibili ricettori.

9.1 DEFINIZIONI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO VIGENTE

9.1.1 Definizioni

1. **Inquinamento acustico:** l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei



monumenti, dell'ambiente abitativo dell'ambiente esterno o tale da interferire con le legittime fruizioni degli ambienti stessi.

2. **Valori limite di emissione:** il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.

3. **Valori limite di immissione:** il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori. I valori limite di immissione sono distinti in:

- *valore limiti assoluti*, determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale;
- *valori limite differenziali*, determinati con riferimento alla differenza tra il livello equivalente di rumore ambientale ed il rumore residuo.

4. **Valori di qualità:** i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili, per realizzare gli obiettivi di tutela previsti dalla normativa.

5. **Pressione sonora (o acustica):** è la differenza fra la pressione totale istantanea in un punto in cui esiste un'onda sonora e la pressione ivi esistente in assenza di tale onda (pressione statica). Unità di misura: [Pa] ovvero [N/m²].

6. **Livello di pressione sonora:** è la quantità data dalla relazione:

$$L = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

nella quale P è la pressione sonora e $P_0 = 2 \times 10^{-5}$ N/m² è il valore di tale pressione che corrisponde alla soglia normale di udibilità a 1000 Hz. Pertanto il livello di pressione si esprime in decibel [dB] relativi ad un livello corrispondente a tale pressione P_0 .

7. **Sorgente specifica:** sorgente sonora selettivamente identificabile che costituisce la causa del potenziale inquinamento acustico.

8. **Tempo di riferimento (T_R):** rappresenta il periodo della giornata all'interno del quale si eseguono le misure. La durata della giornata è articolata in due tempi di riferimento: quello diurno compreso tra le ore 6,00 e le ore 22,00 e quello notturno compreso tra le ore 22,00 e le ore 6,00.

9. **Tempo a lungo termine (T_L):** rappresenta un insieme sufficientemente ampio di T_R all'interno del quale si valutano i valori di attenzione. La durata di T_L è correlata alle variazioni dei fattori che influenzano la rumorosità di lungo periodo.

10. **Tempo di osservazione (T_O):** è un periodo di tempo compreso in T_R nel quale si verificano le condizioni di rumorosità che si intendono valutare.

11. **Tempo di misura (T_M):** all'interno di ciascun tempo di osservazione, si individuano uno o più tempi di misura (T_M) di durata pari o minore del tempo di osservazione in funzione delle caratteristiche di variabilità del rumore ed in modo tale che la misura sia rappresentativa del fenomeno.

12. **Livelli dei valori efficaci di pressione sonora ponderata "A":** L_{AS}, L_{AF}, L_{AI}. Esprimono i valori efficaci in media logaritmica mobile della pressione sonora ponderata "A" L_{PA} secondo le costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

13. **Livelli dei valori massimi di pressione sonora** L_{ASmax}, L_{AFmax}, L_{AImax}. Esprimono i valori massimi della pressione sonora ponderata in curva "A" e costanti di tempo "slow", "fast", "impulse".

14. **Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" (L_{Aeq,T})** valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_0^T \frac{p_A^2(t)}{p_o^2} dt \right] dB(A)$$



dove L_{Aeq} è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t_1 e termina all'istante t_2 ; $p_A(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ è la pressione sonora di riferimento.

15. Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine T_L ($L_{Aeq,TL}$): il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo al tempo a lungo termine ($L_{Aeq,TL}$) può essere riferito:

a) al valore medio su tutto il periodo, con riferimento al livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" relativo a tutto il tempo T_L , espresso dalla relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1(L_{Aeq,TR})^i} \right] dB(A)$$

essendo N i tempi di riferimento considerati;

b) al singolo intervallo orario nei T_R . In questo caso si individua un T_M di 1 ora all'interno del T_O nel quale si svolge il fenomeno in esame. ($L_{Aeq,TL}$) rappresenta il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" risultante dalla somma degli M tempi di misura T_M , espresso dalla seguente relazione:

$$L_{Aeq,TL} = 10 \log \left[\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M 10^{0.1(L_{Aeq,TR})^i} \right] dB(A)$$

dove i è il singolo intervallo di 1 ora nell'i-esimo T_R .

È il livello che si confronta con i limiti di attenzione.

16. Livello sonoro di un singolo evento L_{AE} , (SEL): è dato dalla formula:

$$SEL = L_{AE} = 10 \log \left[\frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] dB(A)$$

dove:

$t_2 - t_1$ è un intervallo di tempo sufficientemente lungo da comprendere l'evento;

t_0 è la durata di riferimento (1 s).

17. Livello di rumore ambientale (L_A): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona. È il livello che si confronta con i limiti massimi di esposizione:

1) nel caso dei limiti differenziali, è riferito a T_M ;

2) nel caso di limiti assoluti è riferito a T_R .

18. Livello di rumore residuo (L_R): è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante. Deve essere misurato con le identiche modalità impiegate per la misura del rumore ambientale e non deve contenere eventi sonori atipici.

19. Livello differenziale di rumore (L_D): differenza tra il livello di rumore ambientale (L_A) e quello di rumore residuo (L_R):

$$L_D = (L_A - L_R)$$

20. Livello di emissione: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", dovuto alla sorgente specifica. È il livello che si confronta con i limiti di emissione.

21. Fattore correttivo (K_i): è la correzione in dB(A) introdotta per tener conto della presenza di rumori con componenti impulsive, tonali o di bassa frequenza il cui valore è di seguito indicato:

- per la presenza di componenti impulsive $K_I = 3 \text{ dB}$
- per la presenza di componenti tonali $K_T = 3 \text{ dB}$



- per la presenza di componenti in bassa frequenza $K_B = 3$ dB

I fattori di correzione non si applicano alle infrastrutture dei trasporti.

22. **Presenza di rumore a tempo parziale:** esclusivamente durante il tempo di riferimento relativo al periodo diurno, si prende in considerazione la presenza di rumore a tempo parziale, nel caso di persistenza del rumore stesso per un tempo totale non superiore ad un'ora. Qualora il tempo parziale sia compreso in 1 h il valore del rumore ambientale, misurato in $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di 3 dB(A); qualora sia inferiore a 15 minuti il $L_{eq}(A)$ deve essere diminuito di 5 dB(A).

23. **Livello di rumore corretto (L_C):** è definito dalla relazione:

$$L_C = L_A + K_I + K_T + K_B$$

22. La **potenza sonora** rappresenta l'energia totale emessa da una sorgente ed è l'elemento che caratterizza una fonte sonora indipendentemente dall'ambiente in cui avviene la propagazione, un valore quindi sperimentalmente riproducibile.

La **potenza acustica** è stata ricavata dal livello di pressione sonora, grazie alla seguente formula per le sorgenti puntuali:

$$L_w = L_p + 10 \log \left(\frac{r_i}{r_0} \right)^2 + K$$

dove L_p è il livello di pressione sonora in dB(A) in corrispondenza del ricettore, L_w è il livello di potenza sonora in dB(A) della sorgente, ponderato rispetto al tempo di riferimento, e $r_0=1$ m e K è un fattore che dipende dalla geometria della sorgente e dalla morfologia del territorio.

9.1.2 Limiti di esposizione al rumore

9.1.2.1 Limiti validi per i comuni che HANNO PROVVEDUTO alla classificazione del territorio comunale ai fini dell'individuazione dei valori limite di esposizione al rumore

La legge quadro n. 447/1995 - art. 6, comma 1, lettera a) - ed il DPCM del 14/11/1997 prevedono l'inquadramento del territorio comunale in classi acustiche secondo la tabella di seguito riportata:

CLASSE I - aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.

CLASSE II - aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali

CLASSE III - aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici

CLASSE IV - aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie



CLASSE V - aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni

CLASSE VI - aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

Tabella 1: classificazione del territorio comunale (art. 1 - DPCM 14/11/97)

In riferimento a tale classificazione si definiscono i seguenti valori limite rispettivamente di **emissione, immissione e qualità**:

Valori limite di emissione – Leq in dB(A)		
Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00÷22.00)	Notturmo (22.00÷06.00)
I aree particolarmente protette	45	35
II aree prevalentemente residenziali	50	40
III aree di tipo misto	55	45
IV aree di intensa attività umana	60	50
V aree prevalentemente industriali	65	55
VI aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella 2: valori limite di emissione (art. 2, DPCM 14/11/97 – Tabella B)

Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A)		
Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00÷22.00)	Notturmo (22.00÷06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 3: valori limite assoluti di immissione (art. 3, DPCM 14/11/97 – Tabella C)

Per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime, aeroportuali e le altre sorgenti sonore di cui all'art 11, comma 1, legge 26 ottobre 1995 n° 447, i limiti suddetti non si applicano all'interno delle fasce di pertinenza, individuate dai relativi decreti attuativi.

All'esterno di dette fasce, tali sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione.

9.1.2.2 Valori di attenzione

Sono espressi come livelli continui equivalenti di pressione sonora ponderata "A", riferiti al tempo a lungo termine (T_L). Se riferiti ad un'ora, i valori di attenzione sono quelli della tabella C



aumentati di 10 dB(A) per il periodo diurno e di 5 dB(A) per il periodo notturno; se relativi ai tempi di riferimento, i valori di attenzione sono quelli della tabella C.

Per l'adozione dei piani di risanamento di cui all'art. 7 della legge 26 ottobre 1995 n° 447, è sufficiente il superamento di uno dei due valori suddetti, ad eccezione delle aree esclusivamente industriali. I valori di attenzione non si applicano alle fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali.

Valori di qualità – Leq in dB(A)		
Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00÷22.00)	Notturmo (22.00÷06.00)
I aree particolarmente protette	47	37
II aree prevalentemente residenziali	52	42
III aree di tipo misto	57	47
IV aree di intensa attività umana	62	52
V aree prevalentemente industriali	67	57
VI aree esclusivamente industriali	70	70

Tabella 4: valori di qualità (art. 7, DPCM 14/11/97 – Tabella D)

Valori limite differenziali di immissione		
Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00÷22.00)	Notturmo (22.00÷06.00)
I aree particolarmente protette	+ 5 dB(A)	+ 3 dB(A)
II aree prevalentemente residenziali	+ 5 dB(A)	+ 3 dB(A)
III aree di tipo misto	+ 5 dB(A)	+ 3 dB(A)
IV aree di intensa attività umana	+ 5 dB(A)	+ 3 dB(A)
V aree prevalentemente industriali	+ 5 dB(A)	+ 3 dB(A)
VI aree esclusivamente industriali	Non si applica in nessun caso	

Tabella 5: valori limite differenziali (art. 4, DPCM 14/11/97)

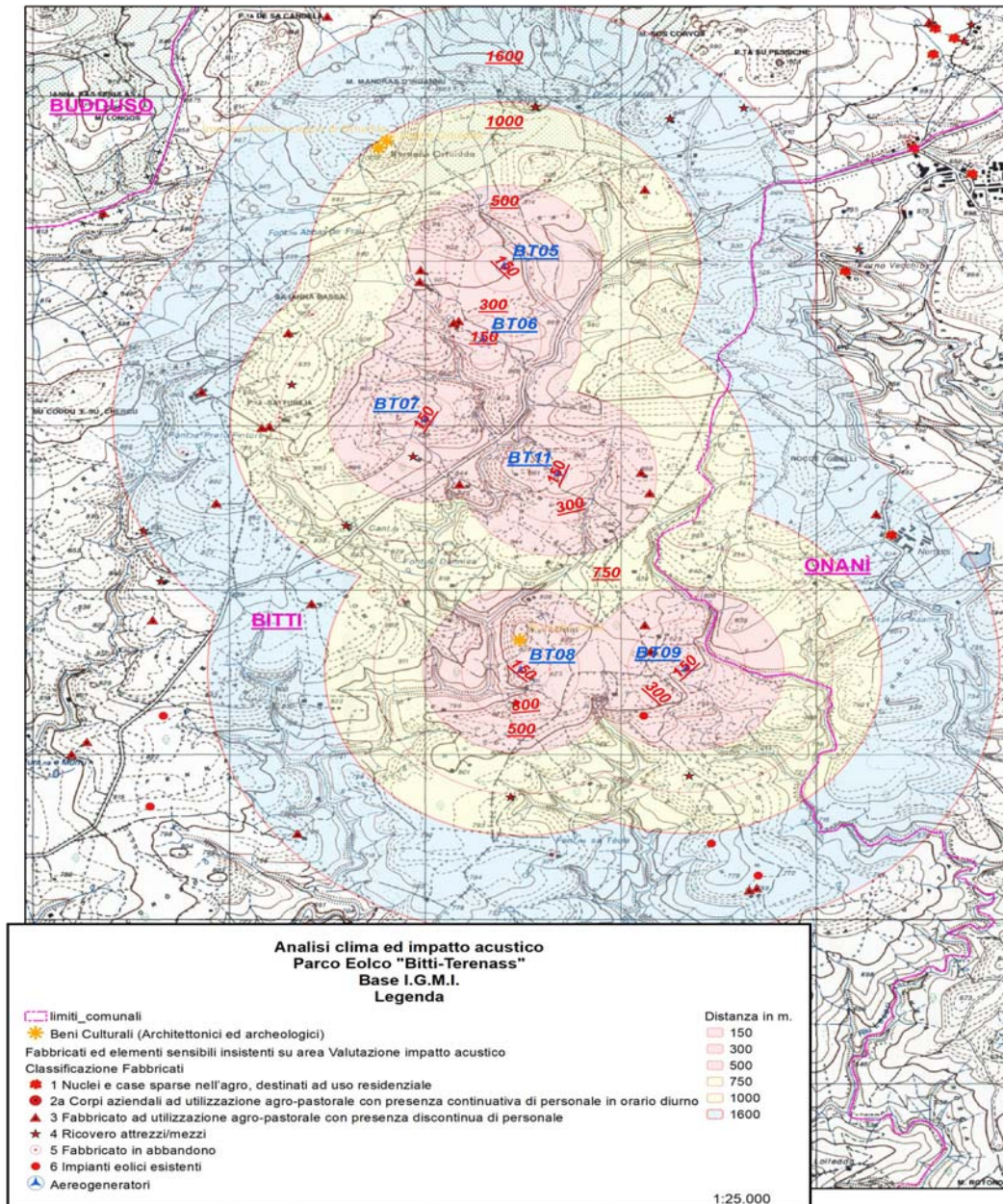
Il criterio differenziale **non si applica** se sono rispettate entrambe le seguenti condizioni:

1. se il livello di rumore ambientale misurato a finestre aperte è inferiore a
Leq 50 dB(A) nel periodo diurno
Leq 40 dB(A) nel periodo notturno;
2. se il livello di rumore ambientale misurato a finestre chiuse è inferiore a
Leq 35 dB(A) nel periodo diurno
Leq 25 dB(A) nel periodo notturno.

Le disposizioni relative ai valori limite differenziali di immissione non si applicano alla rumorosità prodotta dalle infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, da attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali, professionali, da servizi ed impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.



Ai sopradescritti limiti fa riferimento il presente studio di impatto acustico previsionale, in particolare nei comuni di Bitti e Onani, anche se quest'ultimo solo per la presenza di parte del suo territorio confinante nel buffer di distanza di 1000 metri dagli aereogeneratori, analizzato per gli esiti di impatto acustico (Vedi mappa successiva)



AREA DI STUDIO CLIMA ED IMPATTO PREVISIONALE ACUSTICO SU BASE I.G.M.I

9.1.2.3 Classificazione acustica della viabilità stradale e ferroviaria

VIABILITÀ STRADALE

Per la determinazione delle fasce di pertinenza si deve fare riferimento al Decreto del Presidente della Repubblica del 30 marzo 2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447". A partire dal confine stradale, e per ciascun lato, sono fissate fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture suddivise in due parti: la prima, più vicina all'infrastruttura, denominata fascia A, la seconda, più distante dall'infrastruttura, denominata fascia B.



Il DPR 142/2004 stabilisce, per le strade esistenti, i seguenti valori limite di immissione e le dimensioni delle fasce di pertinenza:

Tabella 8: Valori limite di immissione e dimensioni delle fasce di pertinenza per le strade esistenti secondo il DPR 142/2004

Tipo di strada (secondo Codice della strada)	Sottotipi a fini acustici (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	Ampiezza della fascia di pertinenza acustica (m)	Valore limite di immissione per ricettori sensibili (*)		Valore limite di immissione per altri ricettori	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]
A Autostrada		100 m (Fascia A)	50	40	70	60
		150 m (Fascia B)			65	55
B Extraurbana principale		100 m (Fascia A)	50	40	70	60
		150 m (Fascia B)			65	55
C Extraurbana secondaria	Ca (strade a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 m (Fascia A)	50	40	70	60
		150 m (Fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 m (Fascia A)	50	40	70	60
		50 m (Fascia B)			65	55
D Urbana di scorrimento	Da (strade a carreggiate separate e interquartiere)	100 m	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100 m				
E Urbana di quartiere		30 m	Definiti dai Comuni, nel rispetto dei valori riportati in tabella C allegata al DPCM in data 14 novembre 1997 e comunque in modo conforme alla zonizzazione acustica delle aree urbane, come prevista dall'articolo 6, comma 1, lettera a) della legge n. 447 del 1995			
F Locale		30 m				

(*) Ricettori sensibili: scuole, ospedali, case di cura e case di riposo. Per le scuole vale solo il limite diurno.



FERROVIE

Per la determinazione delle fasce di pertinenza si deve fare riferimento al Decreto del Presidente della Repubblica del 18 novembre 1998, n.459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'art.11 della Legge 26 ottobre 1995 n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario". A partire dalla mezzeria del binario e per ciascun lato sono fissate fasce territoriali di pertinenza delle infrastrutture della larghezza di 250 m; ciascuna fascia viene suddivisa in due parti: la prima, più vicina all'infrastruttura, della larghezza di m 100, denominata fascia A, la seconda, più distante dall'infrastruttura, della larghezza di m 150, denominata fascia B.

Il DPR 459/1998 stabilisce dei valori limite che sono di seguito riportati:

Tabella 9: Valori limite di immissione e dimensioni delle fasce di pertinenza per le ferrovie esistenti secondo il DPR 458/1998

Tipo di infrastruttura	Velocità di progetto [Km/h]	Fasce di pertinenza	Valore limite di immissione per ricettori sensibili (*)		Valore limite di immissione per altri ricettori	
			Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	
Esistente (**)	≤ 200	A = 100 m	50	40	70	60
		B = 150 m	50	40	65	55
Nuova	≤ 200	A	50	40	70	60
		B	50	40	65	55
Nuova	> 200	A + B (***)	50	40	65	55

(*) Ricettori sensibili: scuole, ospedali, case di cura e case di riposo. Per le scuole vale solo il limite diurno.

(**) Il significato di infrastruttura esistente si estende alle varianti ed alle infrastrutture nuove realizzate in affiancamento a quelle esistenti.

(***) Per infrastrutture nuove e per i ricettori sensibili la fascia di pertinenza A + B potrà essere estesa fino a 500 m.

9.1.3 Normativa di riferimento

9.1.3.1 Normativa nazionale

A livello nazionale la materia di tutela dell'ambiente dall'inquinamento acustico è disciplinata dalla Legge Quadro n. 447 del 26 ottobre 1995 e dai decreti attuativi della stessa legge.

Legge Quadro sull'inquinamento acustico 26 ottobre 1995 n. 447. La legge quadro del 26 ottobre 1995, n° 447, stabilisce i principi fondamentali dell'inquinamento acustico dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo, dovuto alle sorgenti sonore fisse e mobili.

Viene effettuata, inoltre, una puntuale ripartizione delle competenze tra Stato, Regioni e Comuni. In particolare, allo **Stato** attengono le funzioni di indirizzo, coordinamento e regolamentazione: ad esempio, tra i compiti dello Stato è la determinazione dei valori limite di emissione e di immissione, dei valori di attenzione e di qualità, delle tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico, dei requisiti acustici delle sorgenti sonore, dei requisiti acustici passivi degli edifici ma, anche, dei criteri per la classificazione degli aeroporti in relazione al livello di inquinamento acustico o per l'individuazione delle zone di rispetto per le aree e le attività aeroportuali e dei criteri per regolare l'attività urbanistica nelle zone di rispetto.



Le **Regioni** sono chiamate, entro il quadro di principi fissato in sede nazionale, a promulgare proprie leggi definendo, in particolare, i criteri per la predisposizione e l'adozione dei piani di zonizzazione e di risanamento acustico da parte dei Comuni.

Inoltre, in conformità con quanto previsto dal DPCM 01/03/1991, alle Regioni è affidato il compito di definire, sulla base delle proposte avanzate dai Comuni e dei fondi assegnati dallo Stato, le priorità di intervento e di predisporre un piano regionale triennale di intervento per la bonifica dall'inquinamento acustico.

Alle **Province** sono affidate, secondo quanto previsto dalla Legge 142/90, funzioni amministrative, di controllo e vigilanza delle emissioni sonore.

Ai **Comuni**, infine, sono affidati compiti molteplici, tra i quali:

- la zonizzazione acustica del territorio comunale secondo i criteri fissati in sede regionale;
- il coordinamento tra la strumentazione urbanistica già adottata e le determinazioni della zonizzazione acustica;
- la predisposizione e l'adozione dei piani di risanamento;
- il controllo del rispetto della normativa per la tutela dall'inquinamento acustico all'atto del rilascio delle concessioni edilizie per nuovi impianti e infrastrutture per attività produttive, sportive, ricreative e per postazioni di servizi commerciali polifunzionali, dei provvedimenti comunali che ne abilitino l'utilizzo e dei provvedimenti di licenza o di autorizzazione all'esercizio di attività produttive;
- l'adeguamento dei regolamenti di igiene e sanità e di polizia municipale;
- l'autorizzazione allo svolgimento di attività temporanee e manifestazioni in luoghi pubblici, anche in deroga ai limiti massimi fissati per la zona.

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore". Il DPCM del 14 novembre 1997 "*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*", integra le indicazioni normative in tema di disturbo da rumore espresse dal DPCM 1° marzo 1991 (abrogato) e dalla successiva legge quadro n° 447 del 26 ottobre 1995 e introduce il concetto dei valori limite di emissione, nello spirito di armonizzare i provvedimenti in materia di limitazione delle emissioni sonore alle indicazioni fornite dall'Unione Europea.

Il decreto determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione, i valori di attenzione ed i valori di qualità riferendoli alle classi di destinazione d'uso del territorio, riportate nella tabella A dello stesso decreto.

DECRETO 16 Marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico". Il decreto stabilisce le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento da rumore, in attuazione dell'art. 3 comma 1 lettera c) della Legge 26 ottobre 1995, n. 447.

DLgs 17 febbraio 201 n. 41 Disposizioni per l'armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico in materia di macchine rumorose operanti all'aperto

Disposizioni per l'armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico con la direttiva 2000/14/CE e con il regolamento (CE) n. 765/2008, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere i), l) e m) della legge 30 ottobre 2014, n. 161. (17G00054) (GU Serie Generale n.79 del 4-4-2017)

DLgs 17 febbraio 201 n. 42 Disposizioni per l'armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico

Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161. (17G00055) (GU n.79 del 4-4-2017)

9.1.3.2 Regione Autonoma della Sardegna - Deliberazione della Giunta Regionale N. 62/9

La Regione Autonoma della Sardegna, recependo i contenuti della legge quadro n. 447/95, dapprima istituì con deliberazione della Giunta Regionale n. 31/7 del 18/07/2000 l'elenco dei Tecnici Competenti in acustica ambientale professionalmente abilitati a redigere i piani di



classificazione acustica del territorio, affidando il riconoscimento alle competenze dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente; successivamente, con deliberazione G:R. N° 34/71 del 29/10/2002 istituì specifiche linee guida, contenute in un documento tecnico, per la predisposizione dei successivi piani di classificazione. Tali linee guida vennero successivamente abrogate e sostituite dalla deliberazione della Giunta Regionale n° 30/9 del 08/07/2005, denominata "Criteri e linee guida sull'inquinamento acustico (art. 4 della legge quadro 26 ottobre 1995, n. 447)".

Il 14 novembre 2008 vennero emanate le "**Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale**", con deliberazione della Giunta Regionale n° 62/9. Tali direttive **aggiornano e sostituiscono** i precedenti criteri di cui alla delibera G.R. n° 30/9.

Il Documento Tecnico di cui alle Direttive è finalizzato a dettare le linee guida regionali in tema di inquinamento acustico ed è articolato nelle seguenti parti:

- PARTE I - Classificazione acustica dei territori comunali
- PARTE II - Risanamento del territorio comunale
- PARTE III – Regolamento Acustico Comunale
- PARTE IV - Impatto acustico e clima acustico
- PARTE V - Attività rumorose temporanee
- PARTE VI -Requisiti acustici passivi degli edifici
- PARTE VII – Determinazione e gestione del rumore ambientale – D.Lgs. 194/05
- PARTE VIII - Tecnico competente in acustica ambientale

Come indicato nell'introduzione del Documento Tecnico, le prime due parti rispondono all'esigenza di fissare criteri omogenei, validi per tutto il territorio regionale, per la classificazione acustica dei comuni e per la stesura dei piani di risanamento.

Nelle tre parti successive si forniscono invece i criteri per la redazione del regolamento comunale per l'attuazione della disciplina statale e regionale per la tutela dall'inquinamento acustico. In tale regolamento le Amministrazioni comunali potranno prevedere, in conformità con quanto stabilito dalle norme regionali in materia di inquinamento acustico, le procedure amministrative inerenti:

- la documentazione di impatto acustico e di clima acustico (Parte IV);
- le richieste di autorizzazione per le attività rumorose temporanee (Parte V);
- il rispetto dei requisiti acustici passivi degli edifici (Parte VI).

La parte settima è dedicata alla determinazione e gestione del rumore ambientale secondo quanto prescritto dal D. Lgs. 194/05.

La parte ottava infine definisce la normativa in merito al rilascio della qualifica di tecnico competente in acustica ambientale.

Per le misurazioni fonometriche, necessarie per la determinazione del clima acustico ante operam, si è tenuto in debito conto il DM Ambiente del 16/03/1998 (tecniche di rilevamento e di misura dell'inquinamento acustico).

Per i criteri e le procedure per la redazione della documentazione di impatto acustico si è fatto riferimento alla parte IV del documento tecnico denominato Direttive Regionali In Materia Di Inquinamento Acustico Ambientale emanate con Delibera Della Giunta Regionale del 14 Novembre 2008 n° 62/9, che stabilisce i criteri e le procedure per la redazione della documentazione di impatto previsionale acustico.

9.1.3.3 D.G.R. 3/17 del 16.1.2009 ed allegato "Studio per l'individuazione delle aree in cui ubicare gli impianti eolici"

Con l'approvazione del Piano Paesaggistico Regionale (PPR) sono stati definiti i tempi per l'elaborazione di uno studio specifico per l'individuazione di aree a basso valore paesaggistico in cui ubicare gli eventuali impianti eolici, qualora siano previsti dal Piano energetico regionale (art. 112, commi 1 e 2).

In sintonia con il PPR anche il Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna (PEARS) prevede che gli impianti eolici siano realizzati nelle aree industriali o in siti già compromessi o



degradati ad esse contermini. Questa scelta è motivata anche dalla possibilità di utilizzare l'esistente infrastrutturazione.

Peraltro, l'individuazione di siti in cui installare nuove fattorie eoliche deve soddisfare da un lato l'esigenza di minimizzare gli impatti sul paesaggio e sul territorio ma dall'altro anche quello prettamente tecnico inerente alla "bontà eolica del sito".

9.2 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

9.2.1 fonometro integratore di precisione 01db

Le rilevazioni sono state effettuate con la seguente strumentazione:

- **fonometro integratore di precisione 01dB A&V, modello Fusion, avente numero di matricola 10420, conforme alla classe 1 delle norme CEI EN 60651, CEI EN 60804 e CEI EN 61094 (calibrato in data 24.06.2020).**
- **Calibratore di classe 1 modello Bruel&Kjaer 4231 (calibrato in data 11.09.2019), conforme alla classe 1 della norma CEI EN 60942 (IEC 60942).**

Tale strumentazione è di proprietà del **Dott. Carlo Poddi**, con studio tecnico in Cabras (OR), iscritto all'Ordine degli Agronomi e Dottori Forestali della Provincia di Oristano al n° 82, tecnico competente in acustica ambientale ai sensi dell'art. 2, comma 7, della Legge 447/95, iscritto con il n° 46 nell'Elenco Regionale Dei Tecnici Competenti In Acustica Ambientale - Liberi Professionisti - della Regione Sardegna, ed iscritto nell' Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica (EN.T.E.C.A.) al numero 3948.

Copia del certificato di taratura degli strumenti è allegata al presente documento.

9.2.2 Condizioni meteorologiche e ambientali

Le condizioni meteorologiche, molto buone durante l'effettuazione delle misure, si sono mantenute stabili, con cielo sereno e vento assente o debole (inferiore a 5,0 m/sec).

9.2.3 Modalità di effettuazione delle misurazioni

Le modalità di effettuazione delle misurazioni dell'inquinamento acustico applicate ai fini della redazione della presente relazione tecnica sono conformi a quanto disposto dall'Allegato B del DM 16 marzo 1998. In particolare:

- il fonometro è stato collocato su apposito cavalletto in modo da consentire agli operatori di porsi ad una distanza non inferiore a 3 m dal microfono; il microfono, dotato di cuffia antivento, è stato posto ad una altezza compatibile con la posizione dei ricettori ed orientato verso la sorgente di rumore, lontano da superfici riflettenti;
- le misurazioni sono state eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve, con vento avente velocità non superiore a 5 m/s;
- le misurazioni sono state controllate, con particolare riferimento ai campionamenti individuali, affinché le stesse non fossero influenzate da intrusioni sonore, quali urti o emissioni vocali di impronta volutamente forzata nelle adiacenze dei microfoni; ciascuna delle misure è stata verificata affinché non fossero subentrate delle condizioni di "overload strumentale"; qualora le condizioni sopra riportate non siano state rispettate, si è proceduto ad effettuare la ripetizione delle stesse;
- nell'ambito delle misurazioni, si è provveduto al rilevamento strumentale dell'impulsività dell'evento ed al riconoscimento di componenti tonali di rumore e di componenti spettrali in bassa frequenza.



9.2.4 Errore di misura

Prima e dopo ogni ciclo di misura, la strumentazione è stata controllata con il calibratore. In nessun caso la differenza tra la calibrazione iniziale e la calibrazione finale ha superato i ± 0.5 dB(A).

Si può dunque affermare che durante tutta la sessione di misure non si sono verificati eventi tali da alterare la fedeltà della catena strumentale e quindi mettere in dubbio la validità delle misure effettuate.

9.3 INQUADRAMENTO AMBIENTALE E URBANISTICO DELL'AREA

9.3.1 Inquadramento urbanistico del territorio

L'area su cui deve sorgere il parco eolico si estende per circa 150 Ha circa, con un andamento perlopiù collinare, con altezza media di circa 800 m.

Il parco eolico in progetto interessa per tutte le sue componenti, principalmente i comuni di Bitti, Onani e Buddusò. Le aree interessate ricadono per ciascun comune al di fuori del tessuto urbano definito dai rispettivi strumenti urbanistici vigenti.

L'impianto verrà realizzato in zona collinare nel territorio dei Comuni di Bitti, la zona in argomento ricade:

- nel foglio 482, Sezione IV denominata *Mamone* della carta topografica d'Italia dell'I.G.M.I. alla scala di 1:25.000
- nel foglio Sezione 482010, denominata *Sa Janna Bassa*, nel foglio Sezione 482020, denominata *Mamone*, e nel foglio Sezione 482050, denominata *Funtana e' murre* della carta tecnica regionale, alla scala 1:10.000.

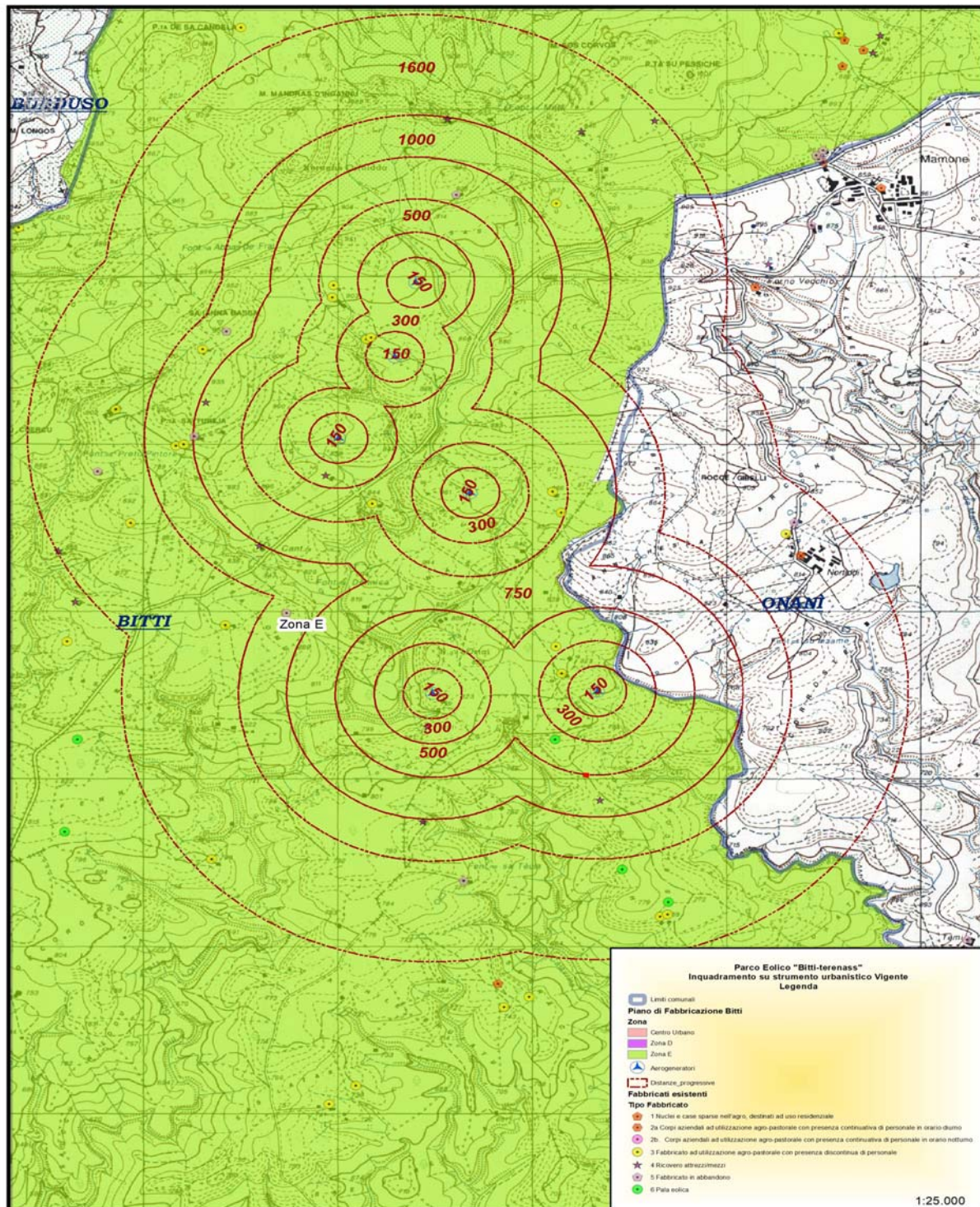
Si individuano nel territorio di questi comuni, le zone interessate dal posizionamento delle singole turbine e di tutte le infrastrutture necessarie.

In particolare si prevede il posizionamento di 6 TURBINE così dislocate:

- **Comune di Bitti con N. 6 Aerogeneratori;**

Si tratta, sostanzialmente di aree distribuite su un unico cluster, posto nel comune di Bitti.

Il cluster risulta essere posto lungo il confine con il comune di Onani in territorio agricolo del comune di Bitti ed è classificato dal PdF come Zona Agricola E (vedi mappa successiva).



AREA DI STUDIO CLIMA ED IMPATTO PREVISIONALE ACUSTICO CON INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE URBANISTICHE NEL COMUNE DI BITTI CON LE RISPETTIVE AREE DI DISTANZA PROGRESSIVA

Il progetto dell'impianto eolico interessa superfici ricadenti prevalentemente in zona E (Agricola) e dal punto di vista della classificazione acustica perlopiù ricadenti su zone acusticamente riferite in Classe III in posizione centrale del territorio comunale al confine con il comune di Onani.

Alfine di definire il clima acustico dell'area interessata, si è provveduto a realizzare una campagna di rilievi fonometrici per meglio definire il clima acustico dell'area in cui sono stati misurati i valori di clima acustico del presente progetto.



Il clima acustico o *ante operam* viene inteso come una valutazione dello stato dei valori di rumore presenti nel territorio, prima che venga realizzata l'opera, al fine di verificare l'ottemperanza di detti valori con quelli definiti dal D.P.C.M. del 14 Novembre 1997 relativamente alla classe d'uso del territorio.

Principale descrittore del clima acustico è l'andamento temporale nelle 24 ore del livello sonoro equivalente di pressione sonora ponderato A, in relazione alle diverse fasce orarie (Diurno e Notturmo).

Dove la variabilità o le caratteristiche del rumore rendano il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A non sufficientemente rappresentativo del fenomeno acustico, le misure fonometriche dovranno essere estese ad altri descrittori, quali livelli percentili LN, alla loro distribuzione statistica e all'analisi in frequenza.

La valutazione di clima acustico permette così la valutazione dell'esposizione dei recettori. Pertanto, a partire dalla situazione acustica attuale (dettagliata attraverso misure sperimentali) e dalla variabilità temporale delle sorgenti sonore, si potrà valutare la compatibilità del progetto con il clima acustico attuale, indicando le caratteristiche tecniche degli elementi di mitigazione qualora siano necessari per conseguire detta compatibilità.

Infine si dovranno descrivere le eventuali variazioni acustiche significative indotte in aree residenziali o particolarmente protette esistenti e prossime all'area in oggetto o sui recettori presenti nell'intorno del progetto, anche attraverso una corretta individuazione delle diverse tipologie di recettori presenti e investiti dagli eventi sonori prodotti dall'impianto.

Il DM del 29 novembre 2000 identifica nelle definizioni in allegato quali ricettori: "qualsiasi edificio adibito ad ambiente abitativo comprese le relative aree esterne di pertinenza, o ad attività lavorativa o ricreativa; aree naturalistiche vincolate, parchi pubblici e aree esterne destinate ad attività ricreative e allo svolgimento della vita sociale della collettività; aree territoriali edificabili già individuate dai vigenti piani regolatori generali e loro varianti generali, vigenti alla data di entrata in vigore del presente decreto".

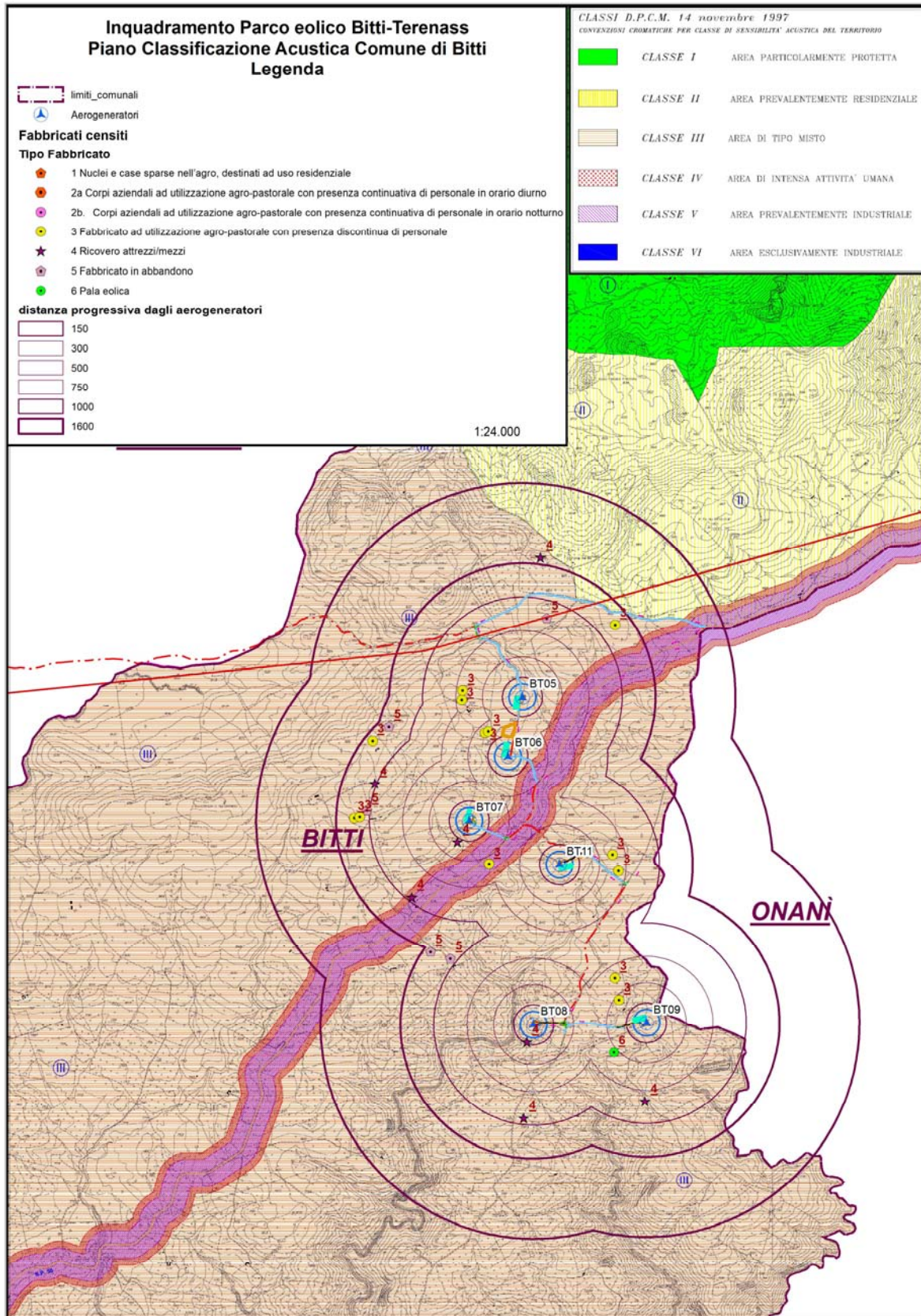
Per tale ragione a tal fine si sono effettuate misure per la caratterizzazione sperimentale del rumore ambientale all'esterno di ricettori (ambienti abitativi) collocati nell'intorno dei siti eolici, sia ai fini della misura del livello di rumore residuo "ante operam", che saranno da effettuarsi ai fini di verifiche "post operam" con impianti in esercizio, secondo i criteri e modalità di misura del rumore sulla base dei riferimenti legislativi e tecnici nazionali ed internazionali, anche al fine della valutazione dei livelli di immissione assoluti da confrontare con i limiti cogenti indicati dalla Legge Quadro 447/95 .

9.3.2 Zonizzazione acustica del territorio interessato dal Parco eolico

La zonizzazione acustica rappresenta uno strumento di governo del territorio la cui finalità è quella di perseguire, attraverso il coordinamento con gli altri strumenti urbanistici vigenti (PUC), un miglioramento della qualità acustica delle aree urbane e, più in generale, di tutto il territorio fruito dalla popolazione. Le presenti norme costituiscono lo strumento tecnico che definisce le prescrizioni, gli adempimenti ed i requisiti atti a conseguire gli obiettivi assunti con la classificazione acustica.

Il comune di Bitti risulta essere dotato di piano di Classificazione acustica ai sensi degli adempimenti previsti all'art.6, comma 1, lettera a), della legge 26 ottobre 1995, n° 447 e rappresentato nella cartografia allegata alla presente relazione.

Si riporta di seguito lo stralcio **della tavola territoriale del Piano di Classificazione acustica di Bitti:**



Si riportano di seguito i valori previsti di immissione ed emissione ai sensi della DPCM 14/11/1997 per la classe III che il Parco eolico dovrà rispettare per quanto riguarda l'impatto acustico:



Valori limite di emissione – Leq in dB(A)		
Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00÷22.00)	Notturmo (22.00÷06.00)
III aree di tipo misto	55	45

Tabella 11: valori limite di emissione (art. 2, DPCM 14/11/97 – Tabella B)

Valori limite assoluti di immissione – Leq in dB(A)		
Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00÷22.00)	Notturmo (22.00÷06.00)
III aree di tipo misto	60	50

Tabella 12: valori limite assoluti di immissione (art. 3, DPCM 14/11/97 – Tabella C)

Si riportano di seguito: Valori di attenzione

Valori di qualità – Leq in dB(A)		
Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00÷22.00)	Notturmo (22.00÷06.00)
III aree di tipo misto	57	47

Tabella 13: valori di qualità (art. 7, DPCM 14/11/97 – Tabella D)

E i valori limite differenziali di immissione

Valori limite differenziali di immissione		
Classe di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00÷22.00)	Notturmo (22.00÷06.00)
III aree di tipo misto	+ 5 dB(A)	+ 3 dB(A)

Tabella 14: valori limite differenziali (art. 4, DPCM 14/11/97)

9.3.3 Criteri di individuazione Dei potenziali Recettori

Si è scelto di utilizzare un criterio maggiormente di precauzione nell'individuazione dei potenziali recettori distinguendo quelli fabbricati abitativi adibiti ad uso residenziale, secondo le caratteristiche strutturali, da quelli adibiti ad altri usi (prevalentemente Edifici rurali di carattere zootecnico), applicando la massima distanza di rispetto di 500m a tutti fabbricati, anche se in ogni caso e per maggior tutela dei frequentatori dei luoghi, si è deciso di utilizzare la distanza di 1.000 metri, sempre e comunque a prescindere dalla destinazione d'uso.

Si evidenzia che, ai fini dell'individuazione dei punti sensibili, per la verifica del rispetto di tali limiti, nonché per il compimento delle verifiche acustiche, è stato effettuato cautelativamente il censimento di tutti i fabbricati contenuti all'interno di un raggio di 1.000m da ogni singolo aerogeneratore, anche per la verifica degli effetti alla Basse frequenze.

Ai fini di classificare la sensibilità di ogni fabbricato censito, si è utilizzata la seguente classificazione per tipologia di destinazione, ove le prime due categorie corrispondono alle



definizioni di cui al punto 4.3.3 D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009 e dell'art.82 delle NTA del PPR di cui sopra:

1. Nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale
- 2a. Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario diurno
- 2b. Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario notturno
3. Fabbricato ad utilizzazione agro-pastorale con presenza discontinua di personale
4. Ricovero attrezzi/mezzi
5. Fabbricato in abbandono
6. Pale eoliche esistenti

In base alla classificazione sopra esposta solo i fabbricati delle classi 1. e 2. costituiscono "punto sensibile" ai fini delle previsioni della D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009; inoltre sono stati presi in considerazione anche gli aerogeneratori esistenti che comunque non sono stati inseriti nel modello del calcolo previsionale, e non sono stati considerati come sorgente nel calcolo effettuato, come ulteriore elemento cautelativo.

Per tutti i casi di fabbricati rientranti nella classe n.3 e seguenti, si tratta di locali prevalentemente utilizzati per la mungitura e per il ricovero notturno del bestiame.

In questi casi la presenza umana è limitata alle attività di mungitura e foraggiamento, operazioni che prevedono la permanenza per una parte molto limitata della giornata.

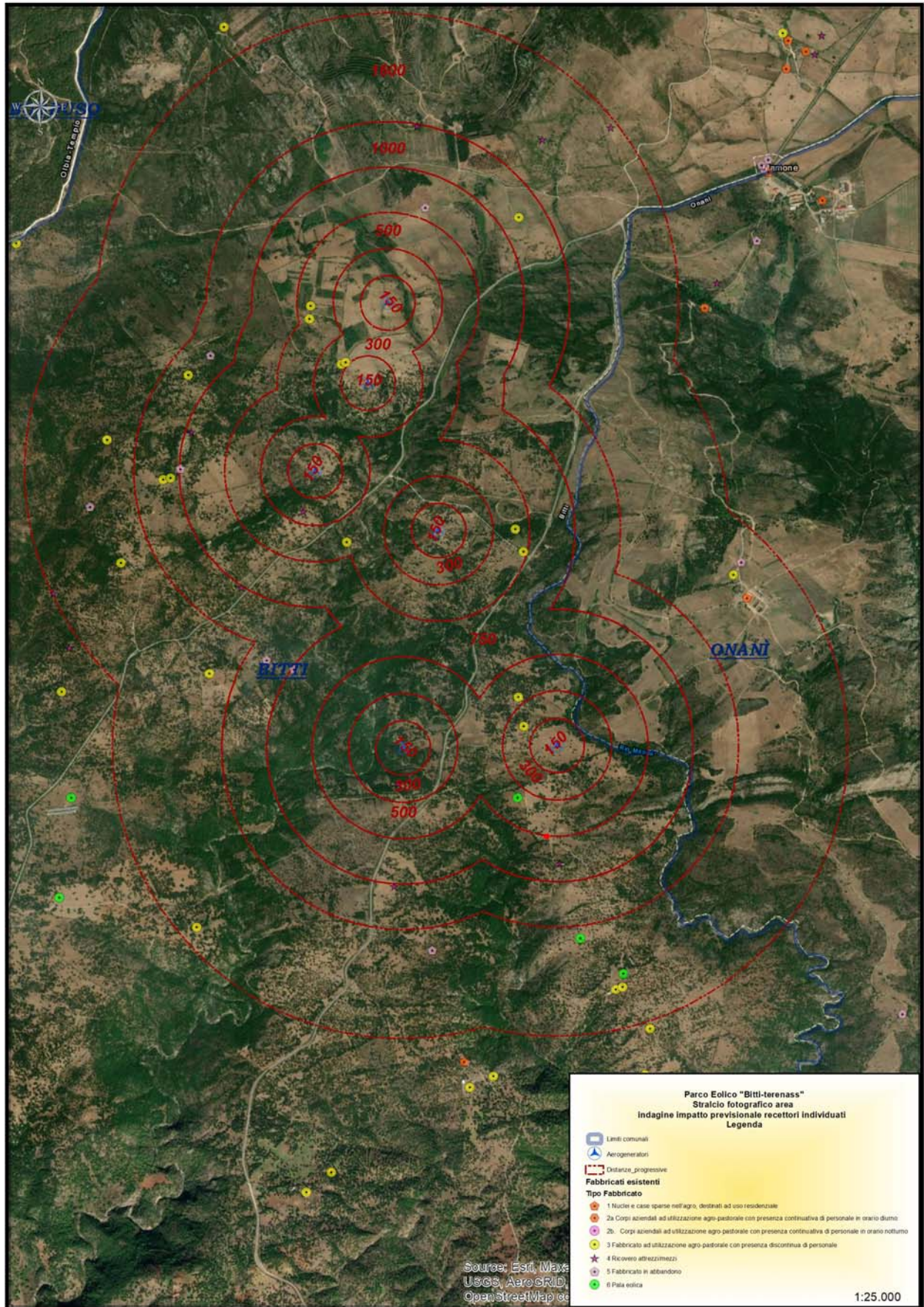
Pratica questa riscontrata durante l'effettuazione delle misure e durante i sopralluoghi effettuati.

La presenza di fabbricati quali vani appoggio e /o altri piccoli edifici indicano chiaramente un uso agroforestale saltuario degli stessi edifici.

Si riportano sia uno stralcio fotografico che una tabella con le caratteristiche delle diverse tipologie di recettori individuate nella fascia dei 500 metri dagli aerogeneratori:

FABBRICATO	DISTANZA DA TORRE EOLICA	PALA	COORD X COORD Y	TIPOLOGIA
7-BI084	Fascia 500m= 425m	BT05	1532932,85 4490675,98	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE
8-BI083	Fascia 500m= 439m	BT05	1532938,52 4490747,57	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE
9-BI082	Fascia 250m= 179m	BT06	1533107,89 4490426,46	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE
10-BI081	Fascia 250m= 167m	BT06	1533132,44 4490437,25	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE
11-BI060	Fascia 500m= 427m	BT07	1533137,25 4489447,00	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE
12-BI010	Fascia 250m= 224m	BT07	1532899,73 4489616,61	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI
13-BI023	Fascia 250m= 206m	BT08	1533422,42 4488114,99	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI
14-BI048	Fascia 250m= 210m	BT09	1534112,55 4488431,91	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE
15-BI074	Fascia 500m= 391m	BT09	1534082,99 4488592,85	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE
17-BI057	Fascia 500m= 421m	BT11	1534064,26 4489518,43	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE
18-BI011	Fascia 500m= 480m	BT11	1534108,97 4489393,45	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE

Tabella Caratteristiche e distanza fabbricati esistenti utilizzati come punti di analisi perimpatto previsionale



Stralcio cartografico fotografico edifici rilevati (recettori) nelle distanze progressive dagli aerogeneratori



Per quanto riguarda la richiesta di cui al punto 5-Amb della nota della Regione Autonoma della Sardegna prot.n. 95596 del 19/11/2020, si rimanda all'elaborato PA-R.6 (Rev.1, ott. 2021) per quanto riguarda le schede con fotografie e classificazione catastale dei recettori censiti.

9.4 METODOLOGIA DI STUDIO IMPATTO PREVISIONALE ACUSTICO IMPIEGATA

Lo studio valutazione di impatto acustico previsionale è stato articolato secondo le seguenti fasi:

- pianificazione delle attività in campo
- rilievi fonometrici
- valutazione dei risultati di misura

9.4.1 Pianificazione delle attività in campo

In questa fase si è eseguita un'analisi del territorio individuando i punti di monitoraggio più idonei (presenza di possibili ricettori sensibili, presenza di sorgenti specifiche che contribuissero al livello di rumore). In alcuni punti presso delle Stalle presenti nell'area, le misurazioni state disturbate, in quanto si è identificata la presenza di cani, e la presenza degli operatori induceva gli animali ad abbaiare falsando le misurazioni e costringendo a ripetere le misurazioni.

Le linee guida Regionali allegate alla D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009, in particolare a quanto presente al punto 4.3.3, definiscono le distanze che devono rispettare gli aerogeneratori dai corpi di fabbrica e da nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale.

In particolare, il rispetto di una distanza di 300m è previsto dai corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale, in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno (h. 6,00 – h. 22,00), e il rispetto di una distanza di 500m da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale, in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno (h. 22,00 – h. 06,00), nonché da nuclei e case sparse destinati ad uso residenziale.

Si evidenzia che, ai fini dell'individuazione dei punti sensibili, per la verifica del rispetto di tali limiti, nonché per il compimento delle verifiche acustiche, è stato effettuato cautelativamente il censimento di tutti i fabbricati contenuti all'interno di un raggio di 1.000m da ogni singolo aerogeneratore.

Ai fini di classificare la sensibilità di ogni fabbricato censito, si è utilizzata la seguente classificazione per tipologia di destinazione, ove le prime due categorie corrispondono alle definizioni di cui al punto 4.3.3 D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009 e dell'art.82 delle NTA del PPR di cui sopra:

1. Nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale
- 2a. Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario diurno
- 2b. Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario notturno
3. Fabbricato ad utilizzazione agro-pastorale con presenza discontinua di personale
4. Ricovero attrezzi/mezzi
5. Fabbricato in abbandono
6. Pale esistenti

In base alla classificazione sopra esposta solo i fabbricati delle classi 1. e 2. costituiscono "punto sensibile" ai fini delle previsioni della D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009.

Per tutti i casi di fabbricati rientranti nella classe n.3 e seguenti, si tratta di locali prevalentemente utilizzati per la mungitura e per il ricovero notturno del bestiame. In questi casi la presenza umana è limitata alle attività di mungitura e foraggiamento, operazioni che prevedono la permanenza per una parte molto limitata della giornata.

La presenza di fabbricati quali vani appoggio e /o altri piccoli edifici indicano chiaramente un uso agroforestale saltuario degli stessi edifici.



Per effetto di tale indagine sono stati censiti n. 11 fabbricati dei quali nessuno presenta le caratteristiche che lo costituiscono "punto sensibile" ai fini delle previsioni della D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009.

Dai risultati acquisiti, la tipologia prevalente risulta essere prevalentemente **in classe 3 come fabbricati agricoli funzionali alla conduzione delle diverse tipologie di aziende agro-zootecniche (sia bovini che ovini) per lo più tutte di tipo estensivo.**

Non sono presenti nel buffer dei 500 metri di ogni aerogeneratore previsto, nessun elemento di fabbricati delle classi 1. e 2. che costituiscono "punto sensibile" ai fini delle previsioni della D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009, ma risultano essere prevalentemente fabbricati aziendali, in cui la presenza umana è limitata alle attività di mungitura, foraggiamento e conduzione al pascolo del bestiame, operazioni che prevedono la permanenza per una parte molto limitata della giornata.

Nel prosieguo si riportano le caratteristiche di tutti i fabbricati censiti con l'indicazione della distanza minima degli stessi dagli aerogeneratori in progetto.

L'elenco dei punti di monitoraggio è inserito nei risultati delle misurazioni.

È da evidenziare che, in tutti i punti di rilievo fonometrico è evidente la tipologia prevalente di destinazione agricola, con assenza totale di presenza umana continuativa. Infatti tutte le pale eoliche sono inserite in un'area di intervento ad utilizzo agro-zootecnico marginale, con colture erbacee ed arboree più intensive (foraggiere, cereali, sughera, oliveti ecc.), che sono caratteristiche di questa area.

Gli elementi di copertura boschiva che caratterizzano la zona dove verrà realizzato il parco eolico, sono dati prevalentemente da *Quercus suber/Quercus ilex* ed altre specie di carattere igrofilo (*Populus.sp, Salix sp.*), presenti lungo le vallate attraversate dai rii presenti.

9.4.2 Rilievi fonometrici

La campagna di misurazioni fonometriche nei pressi degli aerogeneratori previsti dal layout di progetto è stata eseguita con Tempo di misura (TM) di 10 minuti sia in periodo diurno che notturno anche per effettuare le misure atte a caratterizzare dal punto di vista acustico il territorio circostante (Comune di Bitti).

Il tempo di osservazione per la campagna di misure, per le misure nel tempo di riferimento notturno, è stato compreso fra le ore 22 e le 04 del mattino, mentre per le misure nel tempo di riferimento diurno è stato compreso fra le ore 07 e le ore 20.

Prima e dopo ogni misura è stata verificata la calibrazione, con scarti mai superiori a 0,3 dB(A).

Il Periodo di misurazione per l'effettuazione della fonometria effettuata va dal Giugno 2020 fino al Luglio 2020 e le modalità di effettuazione delle misurazioni dell'inquinamento acustico applicate ai fini della redazione della presente relazione tecnica sono conformi a quanto disposto dall'Allegato B del DM 16 marzo 1998. Si può dunque affermare che durante tutta la sessione di misure non si sono verificati eventi tali da alterare la fedeltà della catena strumentale e quindi mettere in dubbio la validità delle misure effettuate.

9.4.3 Condizioni meteorologiche e ambientali durante i rilievi fonometrici

Le condizioni meteorologiche, durante l'effettuazione delle misure, sono state sempre stabili, con cielo sereno e vento assente o debole (inferiore a 2,0 m/sec) anche se qualche misura è stata effettuata con vento superiore, vista la destinazione di tale studio.



9.4.4 Risultati delle misurazioni nei diversi punti di misura (Clima ante Operam)

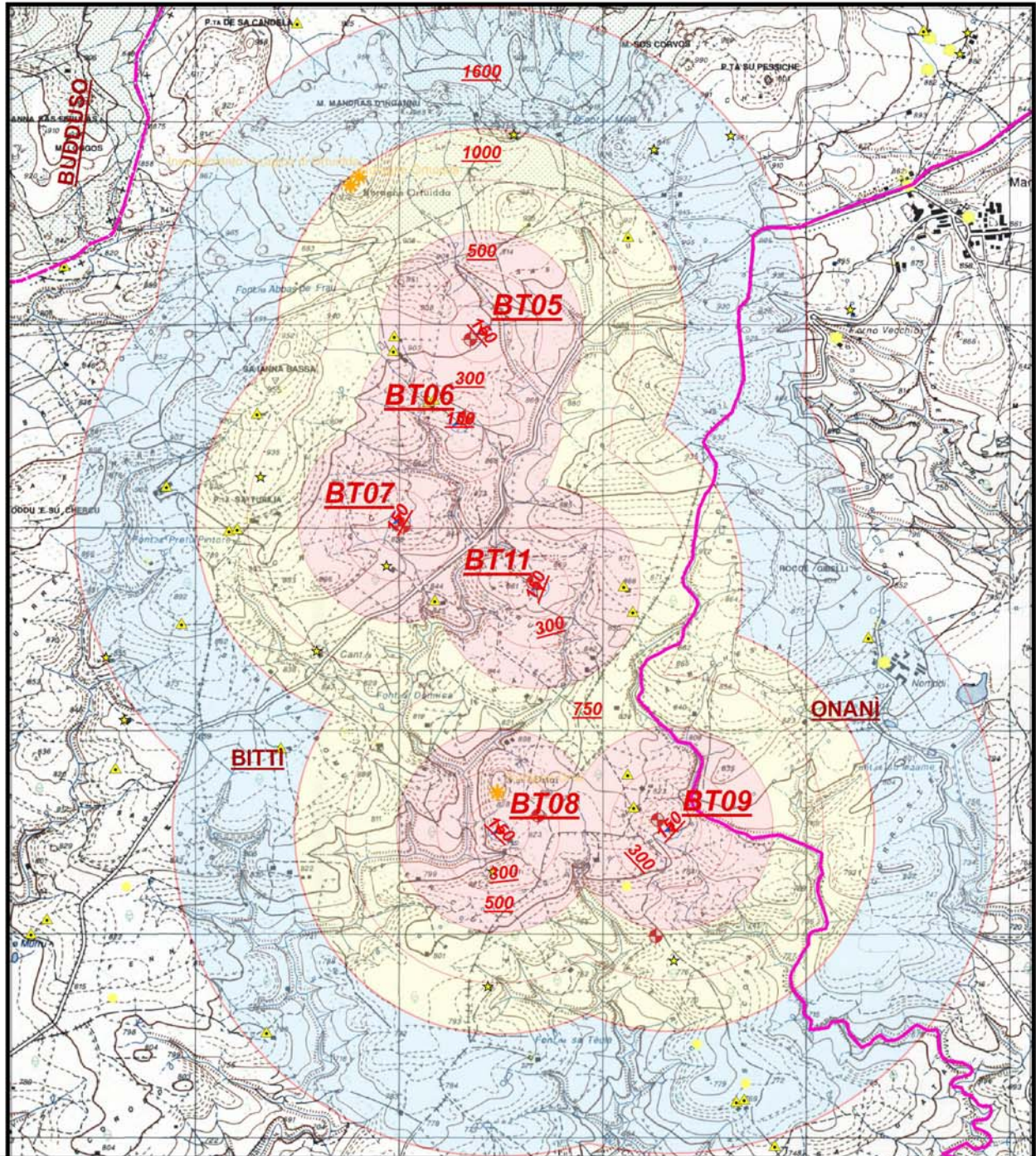
Nella seguente tabella sono riassunti i risultati delle misurazioni effettuate nella campagna di misura, con il dato del **L_{aeq}** misurato e del parametro statistico **L₉₅**, come valore indicatore del rumore di fondo, cioè il livello sonoro istantaneo durante le pause di silenzio dei rumori del misurato, utilizzato come livello del rumore ambientale residuo. L'uso di questo parametro statistico permette anche di identificare i valori di rumore di fondo in caso di vento, soprattutto nelle tipologie di territorio come quello analizzato, caratterizzato da un forte tessuto agroforestale.

Tabella 15: - Riassunto dei valori riscontrati nei punti di misura

Pala Misurata	Punti di Misura	Periodo	L ₉₅ dB(A)	L _{aeq} dB(A)
			dB(A)	dB(A)
Bitti BT05	P5	Diurno	42,5	43,0
		Notturmo	37,3	40,5
Bitti BT06	P6	Diurno	32,5	43,0
		Notturmo	30,5	39,5
Bitti BT07	P07	Diurno	31,5	40,0
		Notturmo	36,5	40,5
Bitti BT08	P08	Diurno	39,5	43,5
		Notturmo	35,5	39,5
Bitti BT09	P09	Diurno	41,0	42,5
		Notturmo	39,5	41,5
Bitti BT11	P11	Diurno	38,5	41,5
		Notturmo	35,0	41,5



Tavola Punti di misura Fonometrici con Fabbricati individuati (recettori) entro Fascia 500m



Parco Eolico "Bitti-Terenass"
Analisi Impatto acustico previsionale
Legenda

Aereogeneratori	Distanza in m.
Punti Misura Fonometrici	150
Fabbricati ed elementi sensibili insistenti su area Valutazione impatto acustico	300
Classificazione Fabbricati	500
1 Nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale	750
2a Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario diurno	1000
3 Fabbricato ad utilizzazione agro-pastorale con presenza discontinua di personale	1600
4 Ricovero attrezzi/mezzi	
5 Fabbricato in abbandono	
6 Impianti eolici esistenti	
Beni Archeologici - Culturali	

1:25.000



Foto rilievi fonometrici effettuati in fase diurna e notturna presso il sito di installazione degli aereo generatori per determinazione Clima Acustico



Punto di misura P05 Su BT05



Punto di misura P06 Su BT06



Punto di misura P07 Su BT07



Punto di misura P08 Su BT08



Punto di misura P09 Su BT09



Punto di misura P11 Su BT11

Come riportato nella cartografia allegata, si è cercato di avere una maggior copertura possibile, attraverso una distribuzione dei punti di misura, del territorio nella rilevazione del clima acustico dell'area, al fine di poter valutare la situazione ex ante e il suo clima acustico complessivamente e poter valutare gli effetti da punto di vista acustico della realizzazione del parco eolico.

Infatti già dalla nella pianificazione delle misure si è optato a individuare possibili recettori in un buffer con un raggio di 500 metri dove comunque non risultano essere presenti residenze ma solo strutture di tipo rurale legate all'indirizzo zootecnico estensivo prevalentemente sviluppato nell'area oggetto della realizzazione del Parco eolico.

All'interno del territorio così individuato, infatti si registrano attività agricole legate ad una zootecnia di tipo estensivo. Queste attività presentano la caratteristica di operosità diurna e in maniera discontinua per le attività umane che scompaiono nella fase notturna, ferme restando le attività del bestiame ivi presente.

Le linee guida Regionali allegata alla D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009, in particolare a quanto presente al punto 4.3.3, definiscono le distanze che devono rispettare gli aerogeneratori dai corpi di fabbrica e da nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale.

In particolare, il rispetto di una distanza di 300m è previsto dai corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale, in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno (h. 6,00 – h. 22,00), e il rispetto di una distanza di 500m da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale, in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno (h. 22,00 – h. 06,00), nonché da nuclei e case sparse destinati ad uso residenziale.



Si evidenzia che, ai fini dell'individuazione dei punti sensibili, per la verifica del rispetto di tali limiti, nonché per il compimento delle verifiche acustiche, è stato effettuato cautelativamente il censimento di tutti i fabbricati contenuti all'interno di un raggio di 1.000m da ogni singolo aerogeneratore.

Ai fini di classificare la sensibilità di ogni fabbricato censito, si è utilizzata la seguente classificazione per tipologia di destinazione, ove le prime due categorie corrispondono alle definizioni di cui al punto 4.3.3 D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009 e dell'art.82 delle NTA del PPR di cui sopra:

1. Nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale
- 2a. Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario diurno
- 2b. Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario notturno
3. Fabbricato ad utilizzazione agro-pastorale con presenza discontinua di personale
4. Ricovero attrezzi/mezzi
5. Fabbricato in abbandono
6. Pale esistenti

In base alla classificazione sopra esposta solo i fabbricati delle classi 1. e 2. costituiscono "punto sensibile" ai fini delle previsioni della D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009.

Per tutti i casi di fabbricati rientranti nella classe n.3 e seguenti, si tratta di locali prevalentemente utilizzati per la mungitura e per il ricovero notturno del bestiame. In questi casi la presenza umana è limitata alle attività di mungitura e foraggiamento, operazioni che prevedono la permanenza per una parte molto limitata della giornata.

La presenza di fabbricati quali vani appoggio e /o altri piccoli edifici indicano chiaramente un uso agroforestale saltuario degli stessi edifici.

Per effetto di tale indagine sono stati censiti n. 11 fabbricati dei quali nessuno presenta le caratteristiche che lo costituiscono "punto sensibile" ai fini delle previsioni della D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009.

Dai risultati acquisiti, la tipologia prevalente risulta essere prevalentemente in classe 3 come fabbricati agricoli funzionali alla conduzione delle diverse tipologie di attività agro-zootecniche (sia bovini che ovini) per lo più tutte di tipo estensivo.

Ne è scaturito che non sono presenti, nel buffer dei 500 metri di ogni aerogeneratore previsto, fabbricati delle classi 1. e 2. che costituiscono "punto sensibile" ai fini delle previsioni della D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009, ma risultano essere prevalentemente fabbricati ad utilizzazione agro-pastorale, in cui la presenza umana è limitata alle attività di mungitura, foraggiamento e conduzione al pascolo del bestiame, operazioni che prevedono la permanenza per una parte molto limitata della giornata.

Le misure fonometriche ed i sopralluoghi effettuati infatti hanno evidenziato tale caratteristica agricola anche dal punto di vista acustico dell'Area.

9.5 VALUTAZIONE DI IMPATTO ACUSTICO PREVISIONALE

9.5.1 Premessa

La valutazione di impatto acustico previsionale è stata simulata impiegando il software di modellizzazione Cadna-a prodotto da Datakustik.

Come dati di ingresso al software sono stati utilizzati:

- Files CTR Autocad di progetto e shp files dell'Area in esame, che hanno consentito la creazione di un modello geometrico tridimensionale, nel quale sono definite l'orografia del terreno, le superfici acusticamente determinanti, i principali spigoli di riflessione e diffrazione;
- Misure eseguite nell'area in esame che hanno consentito di determinare le principali potenze acustiche di pertinenza del territorio del parco eolico e della viabilità stradale.



Note le potenze acustiche delle sorgenti presenti, potenze calcolate sulla base dei rilievi acustici eseguiti esternamente ai confini degli impianti esistenti, è stato elaborato lo studio dei livelli acustici su di una superficie parallela all'orografia del terreno a quota 1,5 m dal piano campagna, estesa sino ai ricettori acusticamente critici presenti nel buffer di 500 metri utilizzando un criterio maggiormente precauzionale delle indicazioni del Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili **DECRETO 10 settembre 2010** che indicano 200m come area intorno.

La simulazione ha consentito di determinare i livelli di pressione sonora in bande d'ottava (lineari e globale pesato "A") sulla superficie a quota 1,5 m. Il modello di calcolo tiene conto di:

- potenze acustiche delle sorgenti;
- attenuazione per divergenza, rifrazione e diffrazione sulle superfici;
- attenuazione per assorbimento dell'aria in condizioni di progetto di temperatura e umidità.

Così facendo, partendo dai dati del clima acustico attuale, è stato possibile prevedere il livello sonoro ambientale nell'ambiente esterno preso in considerazione ed in corrispondenza dei potenziali ricettori considerati (mediante somma dei livelli di rumore residuo misurati e dei livelli di rumore imputabili all'impianto Eolico previsti mediante il modello, a partire dalle potenze sonore fornite dal costruttore). Tali livelli sono stati messi a confronto con i livelli ammessi dalla normativa;

Lo studio di impatto acustico considera, per il periodo di riferimento diurno, secondo le direzioni dei venti dominanti, riferiti al sito del Parco Eolico in progetto le fasi di esercizio dell'impianto eolico.

9.5.2 Caratteristiche Principali del software Previsionale utilizzato (CADNA-A)

- Importazione dati topografici 2D, 3D da file AtlasGis, ArcView, MapInfo, Ascii-Poly, AutoCad-DXF,. Compatibilità con software di modellizzazione acustica come Lima-files, Mithra, Soundplan ecc.
- Modulo sorgente Strade; implementa i seguenti Standard di calcolo: RLS-90, DIN 18005, RVS 3.02, STL 86, Nordic Pred. Method, NMPB-Routes-96, CRTN, TNM, Liberko. Ai sensi della Direttiva Europea 2002/49/CE è raccomandato il metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96.
- Modulo sorgente Ferrovie; implementa i seguenti Standard di calcolo: Schall 03, DIN 18005, ÖNORM S 5011, Semibel, CRN, SRM II. Ai sensi della Direttiva Europea 2002/49/CE è raccomandato il metodo di calcolo ufficiale dei Paesi Bassi SRM II pubblicato su Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaaai '96.
- Modulo sorgente Industrie (sorgenti puntiformi, lineari, superficiali orizzontali e verticali); implementa i seguenti Standard di calcolo: VDI 2714 / 2720, ISO 9613, DIN 18005, ÖAL 28, Nordic Pred. Method, Environmental noise from industrial plants, Ljud fran vindkraftverk, Harmonoise. Ai sensi della Direttiva Europea 2002/49/CE è raccomandato il metodo di calcolo ISO 9613-2
- Modulo Aeroportuale; implementa i seguenti Standard di calcolo: Azb, ECAC doc. 29, DIN 45684
- Possibilità di definire sulla mappa un numero illimitato di oggetti di arbitraria complessità ed elaborazione dei risultati su un numero illimitato di PC in parallelo.
- Possibilità di definizione dell'assorbimento del terreno e di tutti gli oggetti, definizione dei parametri meteo (temperatura, umidità, intensità e direzione del vento ecc.) definizione dell'ordine di riflessione (fino al 20esimo), diffrazioni ecc.
- Possibilità di simulare ogni tipo di sorgente schematizzabile come puntiforme, lineare, superficiale orizzontale, superficiale verticale. Propagazione da edifici nota la potenza sonora interna e le caratteristiche dei materiali
- Database interno al software, aggiornabile, comprendente i valori di potenza sonora in bande d'ottava per numerose tipologie di macchinari ed impianti industriali.



- Database interno al software, aggiornabile, comprendente le caratteristiche di assorbimento e di trasmissione, in bande d'ottava, di svariati materiali di impiego comune in acustica edilizia.
- CadnaA calcola i livelli sonori su tutte le facciate di tutti gli immobili di una città, come livelli max, min o medi. Calcolo Lday, Levening, Lnight, Lden in accordo con la Direttiva Europea 2002/49/CE.
- Calcolo della densità di popolazione, carico di rumore, fasce di esposizione, mappe di conflitto in accordo con la Direttiva Europea 2002/49/CE.
- Possibilità di visualizzare gli ambienti e gli oggetti in 3D muovendosi all'interno di scenari virtuali, per la verifica dell'impostazione del modello o la presentazione del progetto; è anche possibile creare un file video.
- Possibilità di inserire barriere schermanti con abbattimenti in bande d'ottava importabili dal database interno aggiornabile.
- Verifica dei limiti di immissione ed emissione in aree ad assegnabile destinazione d'uso ai sensi della zonizzazione acustica comunale.
- Modulo Cadna-A Mithra. Implementa le funzionalità di calcolo previste dal Software Mithra. In particolare nella definizione di barriere a superficie cilindrica, dello standard di calcolo NMPB-Fer e del corrispondente database di tipologie ferroviarie

9.5.3 Metodologia di calcolo previsionale

La metodologia di calcolo che normalmente viene utilizzata è basata sulla norma ISO 9613 (ISO 9613-2:1996, Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors. Part 2: General method of calculation) dove l'Equazione di base della propagazione sonora è:

$L_p(r) = L_w + Dc - A$: Il livello di pressione sonora al ricevitore è pari al livello di potenza sonora alla sorgente corretto dall'indice di direttività (pari a zero se la sorgente è omnidirezionale) a meno del termine di attenuazione: **$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ground} + A_{bar} + A_{meteo} + A_{veg} + A_{edifici} + A_{industrie}$**

Si è utilizzato come software di calcolo previsionale Cadna-A (Computer Aided Noise Abatement) che è il software per il calcolo per la presentazione, la valutazione e la previsione dell'esposizione acustica e dell'impatto dell'inquinamento atmosferico. Attraverso la quale è stato effettuato il calcolo previsionale di seguito riportato

I dati di potenza sono stati valutati alla luce della composizione spettrale delle emissioni e della direzionalità.

La potenza sonora rappresenta l'energia totale emessa da una sorgente ed è l'elemento che caratterizza una fonte sonora indipendentemente dall'ambiente in cui avviene la propagazione, un valore quindi sperimentalmente riproducibile.

La pressione sonora, che è misurata in un punto e ad una distanza precisi, è invece condizionata dal numero di variabili che influenzano la propagazione del suono in un determinato ambiente, un valore difficilmente riproducibile.

La potenza acustica è stata ricavata dal livello di pressione sonora, grazie alla seguente formula per le sorgenti puntuali:

$$L_w = L_p + 10 \log \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 + K$$

dove L_p è il livello di pressione sonora in dB(A) in corrispondenza del ricevitore, L_w è il livello di potenza sonora in dB(A) della sorgente, ponderato rispetto al tempo di riferimento, e $r_0=1$ m e K è un fattore che dipende dalla geometria della sorgente e dalla morfologia del territorio.



9.5.4 Caratterizzazione dello Scenario di Propagazione

Lo scenario di propagazione è stato inserito nel modello di calcolo Cadna-A impiegando le carte tecniche regionali, i dati di progetto ed il rilievo effettuati tramite sopralluoghi mirati e Fotointerpretazione. Le altezze e le caratteristiche degli edifici esterni all'area sono state rilevate durante i sopralluoghi eseguiti, da e dagli elaborati progettuali o dal database degli shpfiles.

Sono state considerate le proprietà acustiche delle superfici presenti nella porzione di territorio considerata. Nel calcolo di previsione sono stati introdotti i valori meteorologici di riferimento quali temperatura di 15° e umidità del 70 %.

9.5.5 Documentazione relativa alle attività di modellazione

Nell'area in esame, al fine di verificare solo gli effetti legati all'inserimento degli aereo generatori in progetto, si è scelto di non inserire tutte le altre sorgenti sonore rilevanti come gli aerogeneratori esistenti, e sono state escluse le sorgenti stradali presenti nell'area, in quanto il contributo risulta essere irrilevante, come confermato anche dai rilievi effettuati.

Si è scelto di non inserire sia le superfici acustiche schermanti (edifici, muri, barriere, rilevati), che le eventuali barriere frangivento o la presenza di copertura boschiva a *Quercus suber*. come ulteriore criterio precauzionale non solo per una maggiore tutela dei recettori individuati, ma anche per una miglior verifica degli impatti acustici legati all'esercizio esclusivo degli aereo generatori. Recettori o fabbricati presenti che comunque risultano essere legati alla destinazione urbanistica di tipo agricolo del territorio interessato.

Per la simulazione, secondo le indicazioni della dalla Direttiva Europea 2002/49/CE e dalla Raccomandazione 2003/613/CE sono stati utilizzati gli algoritmi di calcolo:

- Per il rumore dell'attività industriale: ISO 9613-2
- Per il rumore del traffico veicolare: metodo di calcolo ufficiale francese NMPB-Routes-96

I Parametri di calcolo impiegati sono:

Tipologia di asfalto stradale: asfalto liscio

Temperatura 20 °C

Umidità relativa 70%

Assorbimento acustico medio dell'area G 0.6

Distanza di propagazione 2000 metri

N° ordini di riflessioni 2

Sorgenti specifiche(torri) LwA in dB 98,4 con vento 6m/sec

LwA in dB 104,7 con vento 8m/sec

La Mappa delle curve isofoniche prodotte riportano attraverso delle simulazioni per tenere in considerazione l'effetto del vento, considerato che gli aerogeneratori entrano in esercizio con velocità del vento superiori a 3 m/s.

Considerato che lo spettro in banda d'ottava dell'aerogeneratore nella scheda tecnica è riferito ad una velocità del vento sia a 6 m/s che ad 8m/sec, (dato medio come da analisi anemometrici su cui si fa riferimento) sono state effettuate le simulazioni E-SE, W-SW, e N-NE a questa velocità, considerando le seguenti direzioni predominanti dei venti:

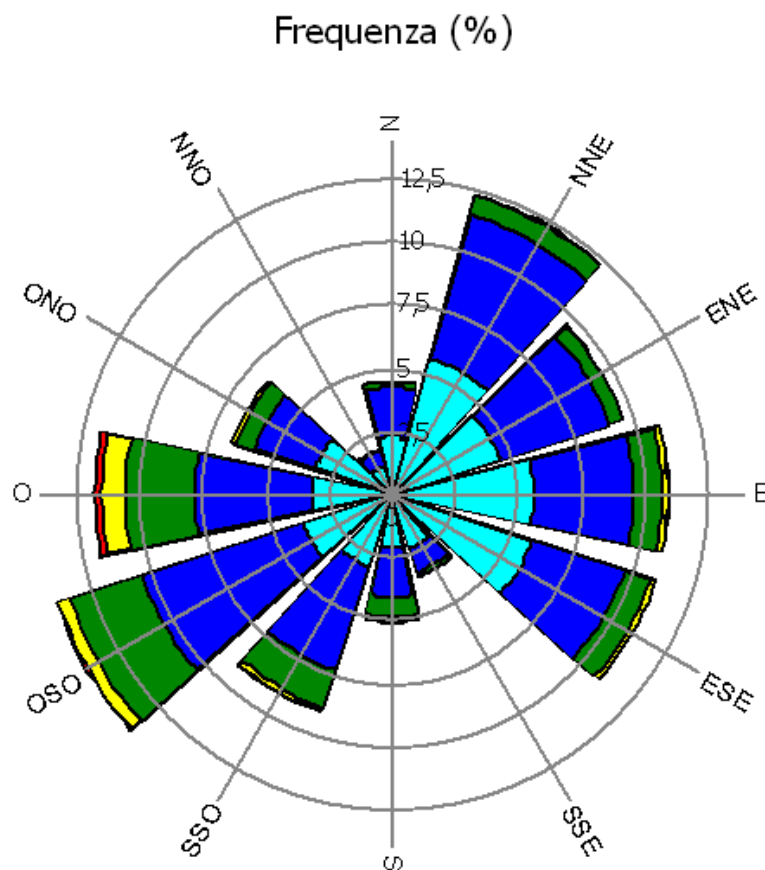
- vento proveniente da Est-Sud Est (E-SE);
- vento proveniente da Ovest Sud Ovest (W-SW);
- vento proveniente da Nord Est (NE).



Si sono tenuti in considerazione così i dati di velocità media riferiti ai dati anemometrici derivati dai rilievi effettuati in zona, di cui si riportano alcuni dati estrapolati dallo studio effettuato per la classificazione del sito anemometrica e per i singoli aerogeneratori:

Aerogeneratore	Velocità media [m/s]
BT05	6,86
BT06	6,71
BT07	6,61
BT08	6,70
BT09	6,74
BT11	6,66

Vengono riportati anche i grafici relativi alle frequenze e direzioni predominanti:



9.5.6 Potenze sonore delle sorgenti presenti

9.5.6.1 Sorgenti Puntiformi

Di seguito si riportano le informazioni riguardanti le emissioni sonore degli aerogeneratori. I dati si riferiscono all'Aerogeneratore **Siemens Gamesa SG 6.0-170**, come modello di aerogeneratore previsto.



La seguente tabella riassume i valori di potenza acustica, all'altezza del mozzo 115 m sul livello del piano di calpestio, alle diverse velocità del vento (nel calcolo si utilizza la velocità del vento di oltre 6m/s. a 115m dal suolo e con 8m/s a 115m dal suolo) come da valori medi estrapolati dai dati anemometrici individuati.

Tabella 16 dei livelli di potenza previsti secondo la norma UNI IEC 61400

Wind speed [m/s]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Up tp cut-out
AM 0	92.0	92.0	94.5	98.4	101.8	104.7	106.0	106.0	106.0	106.0	106.0

Si tratta comunque di un modello di aerogeneratore della Siemens Gamesa studiato per una maggiore efficienza e produttività che tiene conto del livello di emissioni acustiche come si può evincere dalla scheda tecnica allegata alla presente relazione.

In considerazione delle caratteristiche di ventosità dei siti dove saranno installati gli aereo generatori si è scelto di considerare i valori massimi riscontrabili nei siti di installazione degli aerogeneratori, anche in misura precauzionale, riferendosi per il calcolo del modello previsionale alle curve di ponderazione sia di 6 m/sec che di 8 m/sec, riportati nella scheda degli aereo generatori previsti

Si riporta anche gli spettri in banda di ottava utilizzato per il modello di calcolo dell'impatto acustico previsionale

Tabella 17 – Spettro in banda d'ottava dell'aerogeneratore Siemens Gamesa SG 6.0-170 all'altezza del mozzo ed alla velocità del vento 6 m/s

Ottave	(H z)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
L _{WA}	(dB)	79,9	86,7	88,9	89,9	93,1	92,8	88,3	76,5	98,4

Tabella 17 – Spettro in banda d'ottava dell'aerogeneratore Siemens Gamesa SG 6.0-170 all'altezza del mozzo ed alla velocità del vento 8 m/s

Ottave	(H z)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Totale
L _{WA}	(dB)	86,2	93,0	95,2	96,2	99,4	99,1	94,6	82,8	104,7

Inoltre risulta essere importante la possibilità, in base ai livelli di potenza sonora massima stimata in tale studio per ogni singolo recettore, di poter individuare il mode operativo più opportuno al fine di rispettare i valori di immissione e di differenziale presso i recettori.

Le diverse tabelle di potenza ai diversi modi noise, risultano essere allegate nella scheda dell'aerogeneratore Siemens Gamesa allegata alla presente relazione.

9.5.6.2 Sorgenti Lineari (Assi Stradali)

Non sono state prese in considerazione le emissioni e di conseguenza gli spettri in banda d'ottava delle sorgenti lineari (asse stradale presenti), in prossimità dell'area dove è prevista la realizzazione del parco eolico.

Questa scelta è stata effettuata sia in livello di ulteriore precauzione ma anche in base ai bassi livelli di traffico, che sono scaturiti durante i rilievi effettuati.

9.6 ANALISI DEI RISULTATI

9.6.1 Clima Acustico ante operam

Si riportano i valori riferiti al clima acustico ante operam:

Pala Misurata	Punti di	Periodo	L ₉₅ dB(A)	Laeq dB(A)
---------------	----------	---------	-----------------------	------------



	Misura		dB(A)	dB(A)
Bitti BT05	P5	Diurno	42,5	43,0
		Notturmo	37,3	40,5
Bitti BT06	P6	Diurno	32,5	43,0
		Notturmo	30,5	39,5
Bitti BT07	P07	Diurno	31,5	40,0
		Notturmo	36,5	40,5
Bitti BT08	P08	Diurno	39,5	43,5
		Notturmo	35,5	39,5
Bitti BT09	P09	Diurno	41,0	42,5
		Notturmo	39,5	41,5
Bitti BT11	P11	Diurno	38,5	41,5
		Notturmo	35,0	41,5

A seguito del monitoraggio ambientale si ritiene di poter evidenziare la seguente situazione:

- Il clima acustico in tutte le zone monitorate ha valori di livello continuo equivalente compreso fra i 43,5 dB(A) ed i 39,5 dB(A) nel periodo diurno e fra i 41,5 dB(A) e 39,5 dB(A) nel periodo notturno;
- Il Comune di Bitti in cui è localizzato l'intero impianto eolico oggetto della presente valutazione, è già dotato dello strumento Piano di Zonizzazione Acustica Comunale.
- Il territorio comunale di questo comune nel quale è previsto il Parco eolico, **rientra in classe III nel comune di Bitti** (6 Aerogeneratori: BT5, BT6, BT7, BT8, BT9, BT11);

9.6.2 Valutazione Previsionale Acustica Post operam

La valutazione d'impatto acustico previsionale ha messo in evidenza che:

- i livelli di Clima Acustico ante Operam, in prossimità dei fabbricati, in tutte le zone monitorate ha valori di livello continuo equivalente compreso fra i 43,5 dB(A) ed i 39,5 dB(A) nel periodo diurno e fra i 41,5 dB(A) e 39,5 dB(A) nel periodo notturno;
- i livelli incrementali dovuti all'inserimento degli aerogeneratori con le loro caratteristiche di potenza acustica sono state inserite nel modello di calcolo con CADNAA+ e che ha generato i valori così come riportati nelle tavole allegate con il calcolo effettuato per le direttività dei venti predominanti E-SE, W-SW, e E-NE all'intensità sia di 6 metri al sec che di 8 m/sec come dai dati dello studio anemometrico locale effettuato all'altezza di 115 m del mozzo. Tali parametri sono stati messi all'interno del modello di Calcolo previsionale con il software CADNAA.

Si riportano nelle tabelle seguenti i valori dei potenziali ricettori che sono esposti ai valori di Rumore Ambientale indicati nelle seguenti tabelle e come scaturiscono dalla modellazione eseguita con CADNAA+.

Si riportano nelle figure seguenti le mappe di Modellazione Acustica elaborate dal software CADNAA+, Diurno e Notturmo, alle diverse velocità e direzioni di provenienza del vento. Le stesse figure con le mappe di Modellazione Acustica sono riportate nell'allegato alla presente relazione, RS-1 – All.1 (Rev.0, ott. 2021).

**Tabella 20 – Valori di rumore ambientale previsti in corrispondenza dei ricettori
 (vento 6 m/s, direzione di provenienza W-SW)**

FABBRICATO	DISTANZA DA TORRE EOLICA	PALA	COORD X COORD Y	TIPOLOGIA	DIURNO	NOTTURNO
					dB(A)	dB(A)
BI084	Fascia 500m= 435m	BT05	1532932,85 4490675,98	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	32	32



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA - Comuni di Bitti (NU) e Buddusò (SS)
PROGETTO DEL PARCO EOLICO "BITTI - TERENASS"
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE – QUADRO AMBIENTALE - PARTE II

BI083	Fascia 500m= 420m	BT05	1532938,52 4490747,57	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	34	34
BI082	Fascia 250m= 179m	BT06	1533107,89 4490426,46	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	39	39
BI081	Fascia 250m= 167m	BT06	1533132,44 4490437,25	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	39,5	39,5
BI060	Fascia 500m= 427m	BT07	1533137,25 4489447,00	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	37	37
BI010	Fascia 250m= 224m	BT07	1532899,73 4489616,61	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	37	37
BI023	Fascia 250m= 206m	BT08	1533422,42 4488114,99	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	37	37
BI048	Fascia 250m= 210m	BT09	1534112,55 4488431,91	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	37	37
BI074	Fascia 500m= 391m	BT09	1534082,99 4488592,85	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	32	32
BI057	Fascia 500m= 421m	BT11	1534064,26 4489518,43	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	38	38
BI011	Fascia 500m= 480m	BT11	1534108,97 4489393,45	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	36,5	36,5
PUNTI SENSIBILI BENI ARCHEOLOGICI						
12	Fascia 1000m= 972m	BT05	1532764,67 4491531,99	ARCHEOLOGICO: INSEDIAMENTO NURAGICO DI ORTUDDA	32,5	32,5
21	Fascia 1000m= 965m	BT05	1532725,70 4491490,95	ARCHEOLOGICO: NURAGHE ORTUDDA	32,5	32
20	Fascia 300m= 187m	BT08	1533444,71 4488501,99	ARCHEOLOGICO: NURAGHE ORTAI	39,5	39,5



Mappa Modellazione Acustica con software CADNAA+ Diurno e Notturno 6 m/sec W-SW

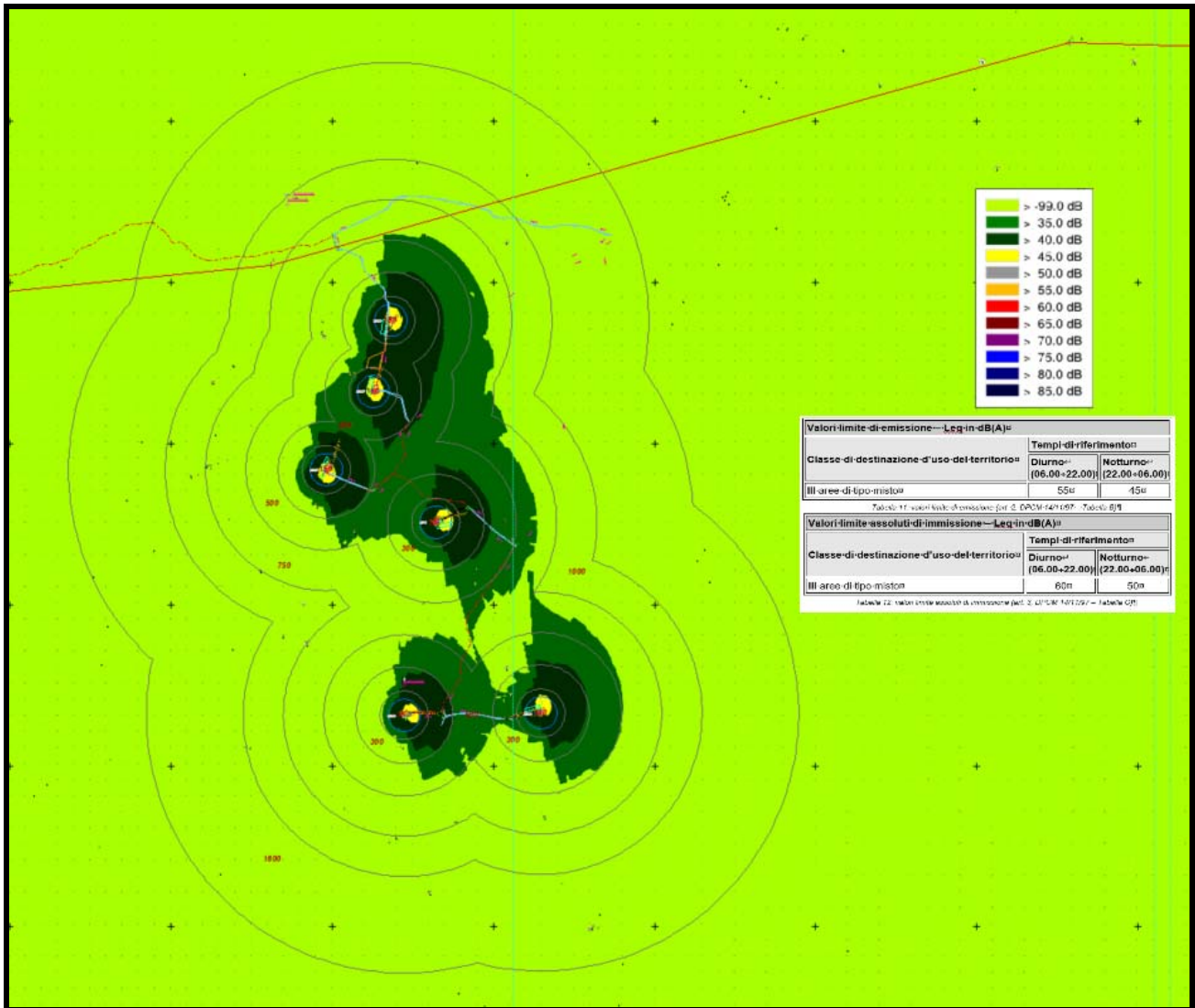


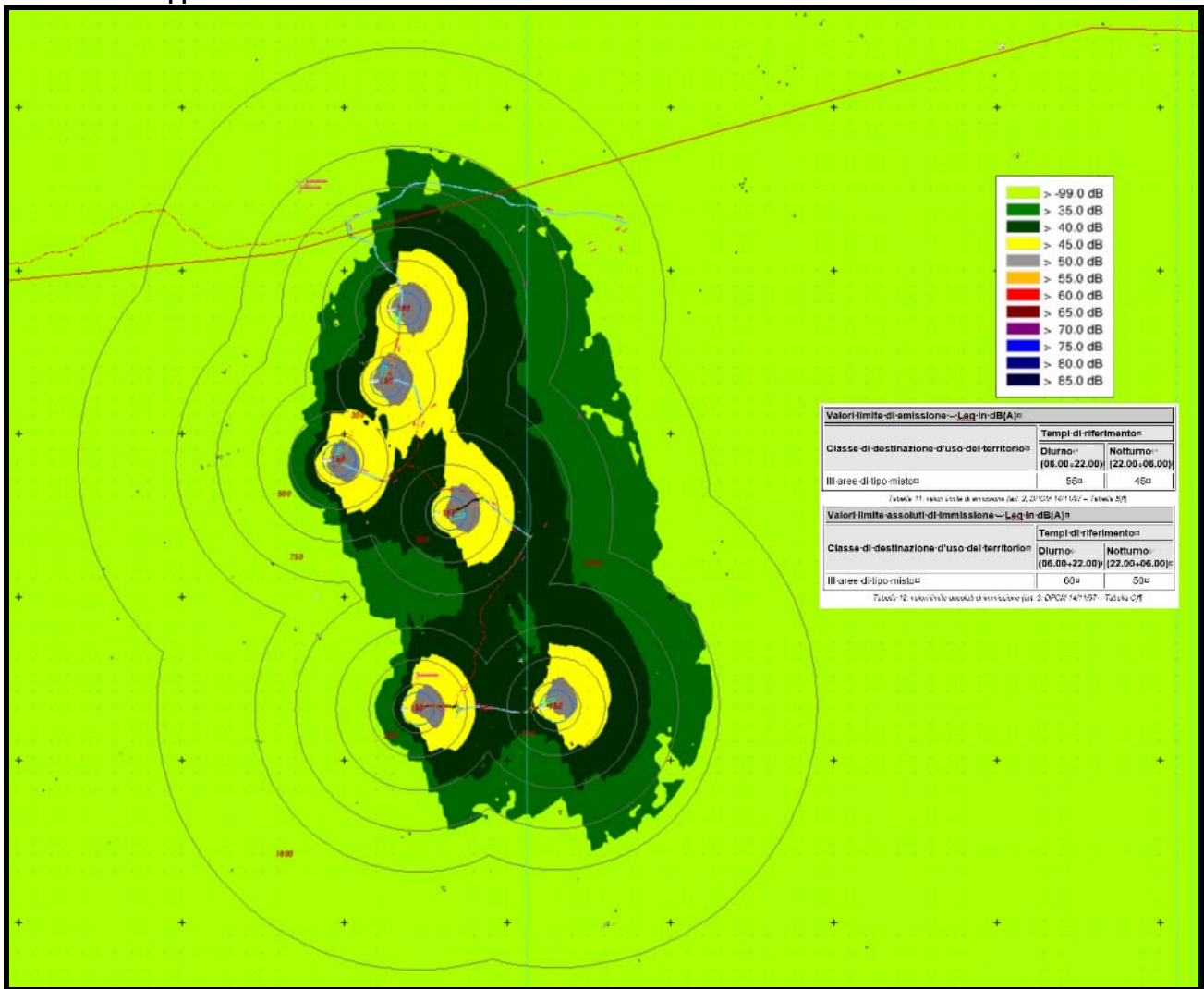


Tabella 21 – Valori di rumore ambientale previsti in corrispondenza dei ricettori
(vento 8 m/s, direzione di provenienza W-SW)

FABBRICATO	DISTANZA DA TORRE EOLICA	PALA	COORD X COORD Y	TIPOLOGIA	DIURNO	NOTTURNO
					dB(A)	dB(A)
7-BI084	Fascia 500m= 435m	BT05	1532932,85 4490675,98	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	32,5	32,5
8-BI083	Fascia 500m= 420m	BT05	1532938,52 4490747,57	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	33	33
9-BI082	Fascia 250m= 179m	BT06	1533107,89 4490426,46	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	37,5	37,5
10-BI081	Fascia 250m= 167m	BT06	1533132,44 4490437,25	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	38,5	38,5
11-BI060	Fascia 500m= 427m	BT07	1533137,25 4489447,00	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	39,0	39,0
12-BI010	Fascia 250m= 224m	BT07	1532899,73 4489616,61	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	39,5	39,5
13-BI023	Fascia 250m= 206m	BT08	1533422,42 4488114,99	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	39,5	39,5
14-BI048	Fascia 250m= 210m	BT09	1534112,55 4488431,91	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	39,5	39,5
15-BI074	Fascia 500m= 391m	BT09	1534082,99 4488592,85	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	39,5	39,5
17-BI057	Fascia 500m= 421m	BT11	1534064,26 4489518,43	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	39,5	39,5
18-BI011	Fascia 500m= 480m	BT11	1534108,97 4489393,45	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	39,0	39,0
PUNTI SENSIBILI BENI ARCHEOLOGICI						
12	Fascia 1000m= 972m	BT05	1532764,67 4491531,99	ARCHEOLOGICO: INSEDIAMENTO NURAGICO DI ORTUDDA	32,5	32,5
21	Fascia 1000m= 965m	BT05	1532725,70 4491490,95	ARCHEOLOGICO: NURAGHE ORTUDDA	32,5	32
20	Fascia 300m= 187m	BT08	1533444,71 4488501,99	ARCHEOLOGICO: NURAGHE ORTAI	40,5	40,5



Mappa Modellazione Acustica con software CADNAA+ Diurno e Notturno 8 m/sec W-SW



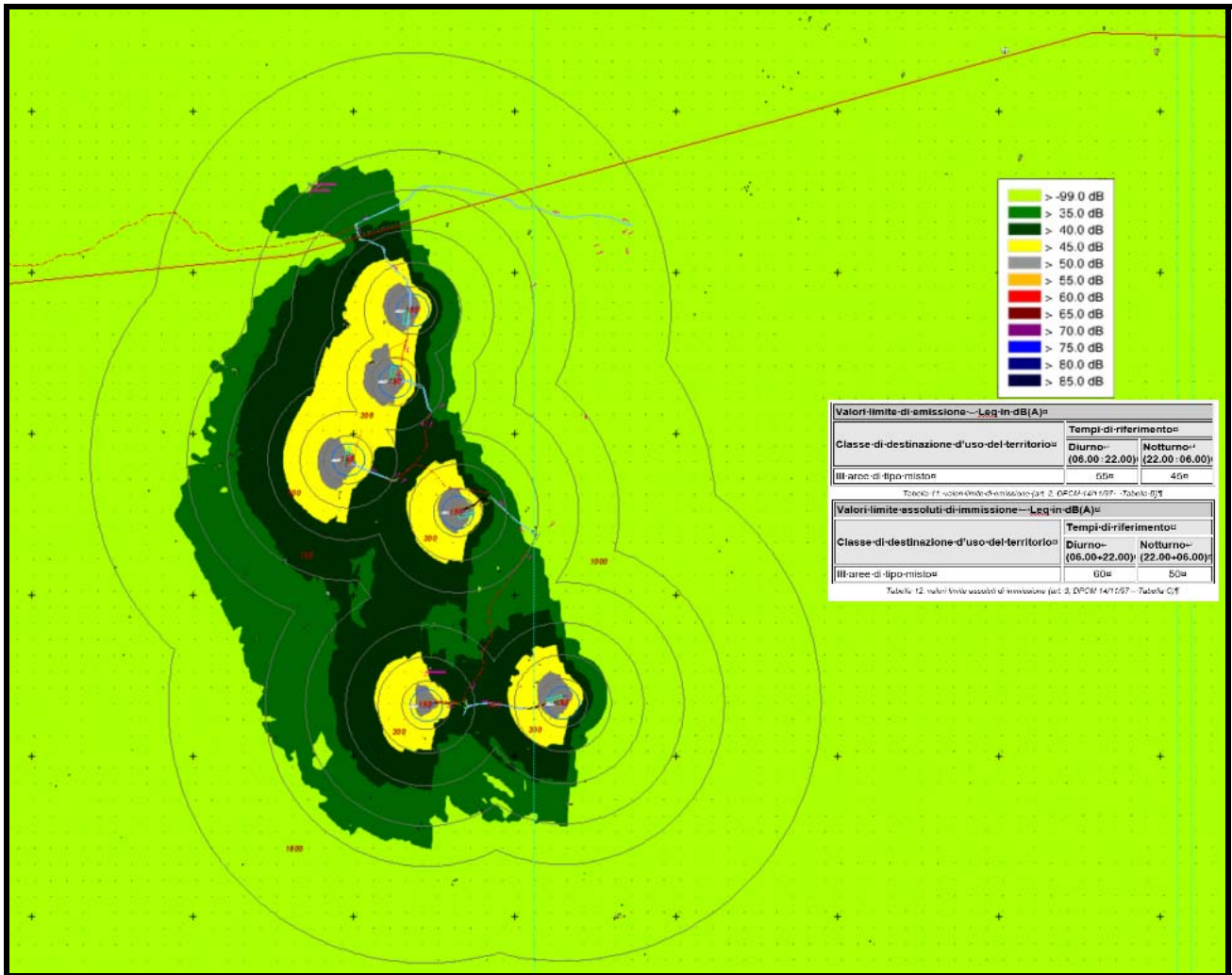


**Tabella 22 – Valori di rumore ambientale previsti in corrispondenza dei ricettori
(vento 6 m/s, direzione di provenienza E-NE)**

FABBRICATO	DISTANZA DA TORRE EOLICA	PALA	COORD X COORD Y	TIPOLOGIA	DIURNO	NOTTURNO
					dB(A)	dB(A)
7-BI084	Fascia 500m= 435m	BT05	1532932,85 4490675,98	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	32,5	32,5
8-BI083	Fascia 500m= 420m	BT05	1532938,52 4490747,57	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	33	33
9-BI082	Fascia 250m= 179m	BT06	1533107,89 4490426,46	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	37,5	37,5
10-BI081	Fascia 250m= 167m	BT06	1533132,44 4490437,25	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	38,5	38,5
11-BI060	Fascia 500m= 427m	BT07	1533137,25 4489447,00	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	39,0	39,0
12-BI010	Fascia 250m= 224m	BT07	1532899,73 4489616,61	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	39,5	39,5
13-BI023	Fascia 250m= 206m	BT08	1533422,42 4488114,99	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	39,5	39,5
14-BI048	Fascia 250m= 210m	BT09	1534112,55 4488431,91	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	39,5	39,5
15-BI074	Fascia 500m= 391m	BT09	1534082,99 4488592,85	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	39,5	39,5
17-BI057	Fascia 500m= 421m	BT11	1534064,26 4489518,43	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	39,5	39,5
18-BI011	Fascia 500m= 480m	BT11	1534108,97 4489393,45	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	39,0	39,0
PUNTI SENSIBILI BENI ARCHEOLOGICI						
12	Fascia 1000m= 972m	BT05	1532764,67 4491531,99	ARCHEOLOGICO: INSEDIAMENTO NURAGICO DI ORTUDDA	32,5	32,5
21	Fascia 1000m= 965m	BT05	1532725,70 4491490,95	ARCHEOLOGICO: NURAGHE ORTUDDA	32,5	32
20	Fascia 300m= 187m	BT08	1533444,71 4488501,99	ARCHEOLOGICO: NURAGHE ORTAI	40,5	40,5



Mappa Modellazione Acustica con software CADNAA+ Diurno e Notturno 8 m/sec E-NE



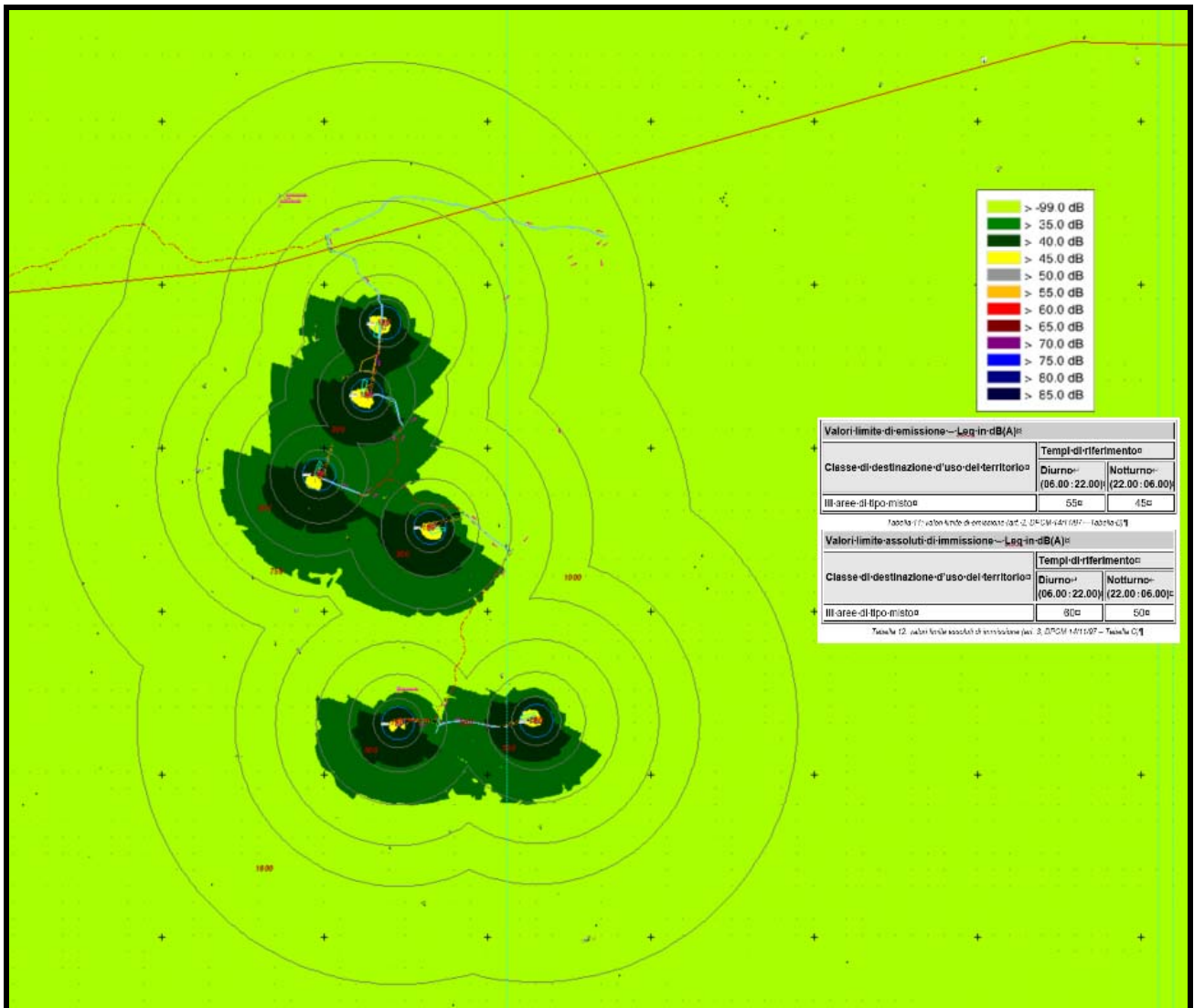


**Tabella 23 – Valori di rumore ambientale previsti in corrispondenza dei ricettori
(vento 8 m/s, direzione di provenienza E-NE)**

FABBRICATO	DISTANZA DA TORRE EOLICA	PALA	COORD X COORD Y	TIPOLOGIA	DIURNO	NOTTURNO
					dB(A)	dB(A)
7-BI084	Fascia 500m= 435m	BT05	1532932,85 4490675,98	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	38	38
8-BI083	Fascia 500m= 420m	BT05	1532938,52 4490747,57	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	37,5	37,5
9-BI082	Fascia 250m= 179m	BT06	1533107,89 4490426,46	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	44,5	44,5
10-BI081	Fascia 250m= 167m	BT06	1533132,44 4490437,25	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	45	45
11-BI060	Fascia 500m= 427m	BT07	1533137,25 4489447,00	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	42,5	42,5
12-BI010	Fascia 250m= 224m	BT07	1532899,73 4489616,61	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	43	43
13-BI023	Fascia 250m= 206m	BT08	1533422,42 4488114,99	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	42,5	42,5
14-BI048	Fascia 250m= 210m	BT09	1534112,55 4488431,91	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	38	38
15-BI074	Fascia 500m= 391m	BT09	1534082,99 4488592,85	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	40	40
17-BI057	Fascia 500m= 421m	BT11	1534064,26 4489518,43	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	37	37
18-BI011	Fascia 500m= 480m	BT11	1534108,97 4489393,45	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	37	37
PUNTI SENSIBILI BENI ARCHEOLOGICI						
12	Fascia 1000m= 972m	BT05	1532764,67 4491531,99	ARCHEOLOGICO: INSEDIAMENTO NURAGICO DI ORTUOIDDA	35,5	35,5
21	Fascia 1000m= 965m	BT05	1532725,70 4491490,95	ARCHEOLOGICO: NURAGHE ORTUOIDDA	31,5	31,5
20	Fascia 300m= 187m	BT08	1533444,71 4488501,99	ARCHEOLOGICO: NURAGHE ORTAI	45	45



Mappa Modellazione Acustica con software CADNAA+ Diurno e Notturno 6 m/sec E-NE





**Tabella 24 – Valori di rumore ambientale previsti in corrispondenza dei ricettori
(vento 6 m/s, direzione di provenienza E-SE)**

FABBRICATO	DISTANZA DA TORRE EOLICA	PALA	COORD X COORD Y	TIPOLOGIA	DIURNO	NOTTURNO
					dB(A)	dB(A)
7-BI084	Fascia 500m= 435m	BT05	1532932,85 4490675,98	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	38	38
8-BI083	Fascia 500m= 420m	BT05	1532938,52 4490747,57	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	37	37
9-BI082	Fascia 250m= 179m	BT06	1533107,89 4490426,46	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	38	38
10-BI081	Fascia 250m= 167m	BT06	1533132,44 4490437,25	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	38	38
11-BI060	Fascia 500m= 427m	BT07	1533137,25 4489447,00	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	39	39
12-BI010	Fascia 250m= 224m	BT07	1532899,73 4489616,61	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	40	40
13-BI023	Fascia 250m= 206m	BT08	1533422,42 4488114,99	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	39	39
14-BI048	Fascia 250m= 210m	BT09	1534112,55 4488431,91	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	38	38
15-BI074	Fascia 500m= 391m	BT09	1534082,99 4488592,85	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	40	40
17-BI057	Fascia 500m= 421m	BT11	1534064,26 4489518,43	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	37	37
18-BI011	Fascia 500m= 480m	BT11	1534108,97 4489393,45	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	38	38
PUNTI SENSIBILI BENI ARCHEOLOGICI						
12	Fascia 1000m= 972m	BT05	1532764,67 4491531,99	ARCHEOLOGICO: INSEDIAMENTO NURAGICO DI ORTUDDA	35,5	35,5
21	Fascia 1000m= 965m	BT05	1532725,70 4491490,95	ARCHEOLOGICO: NURAGHE ORTUDDA	31,5	31,5
20	Fascia 300m= 187m	BT08	1533444,71 4488501,99	ARCHEOLOGICO: NURAGHE ORTAI	45	45



Mapa Modellazione Acustica con software CADNAA+ Diurno e Notturno 6 m/sec E-SE

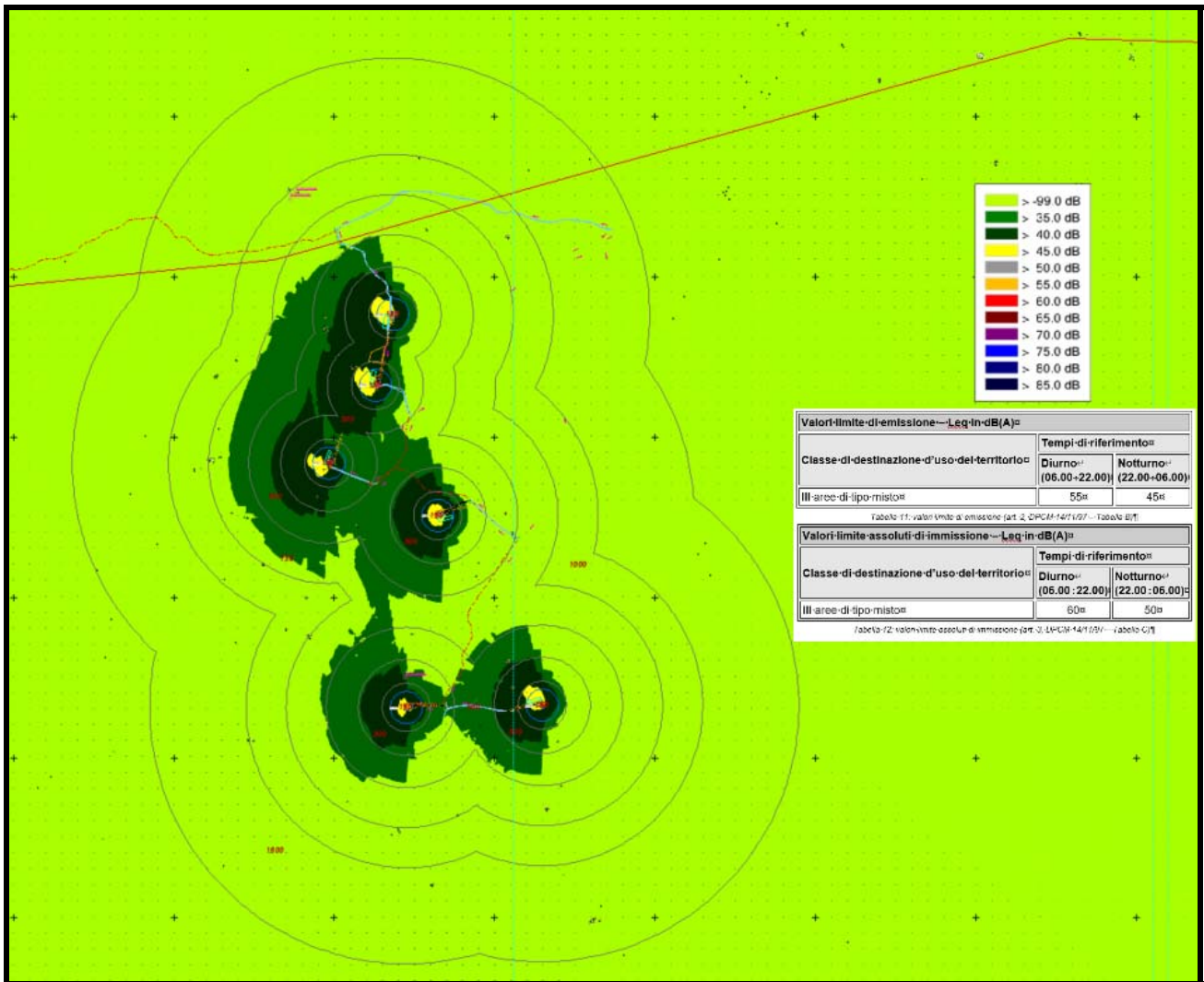


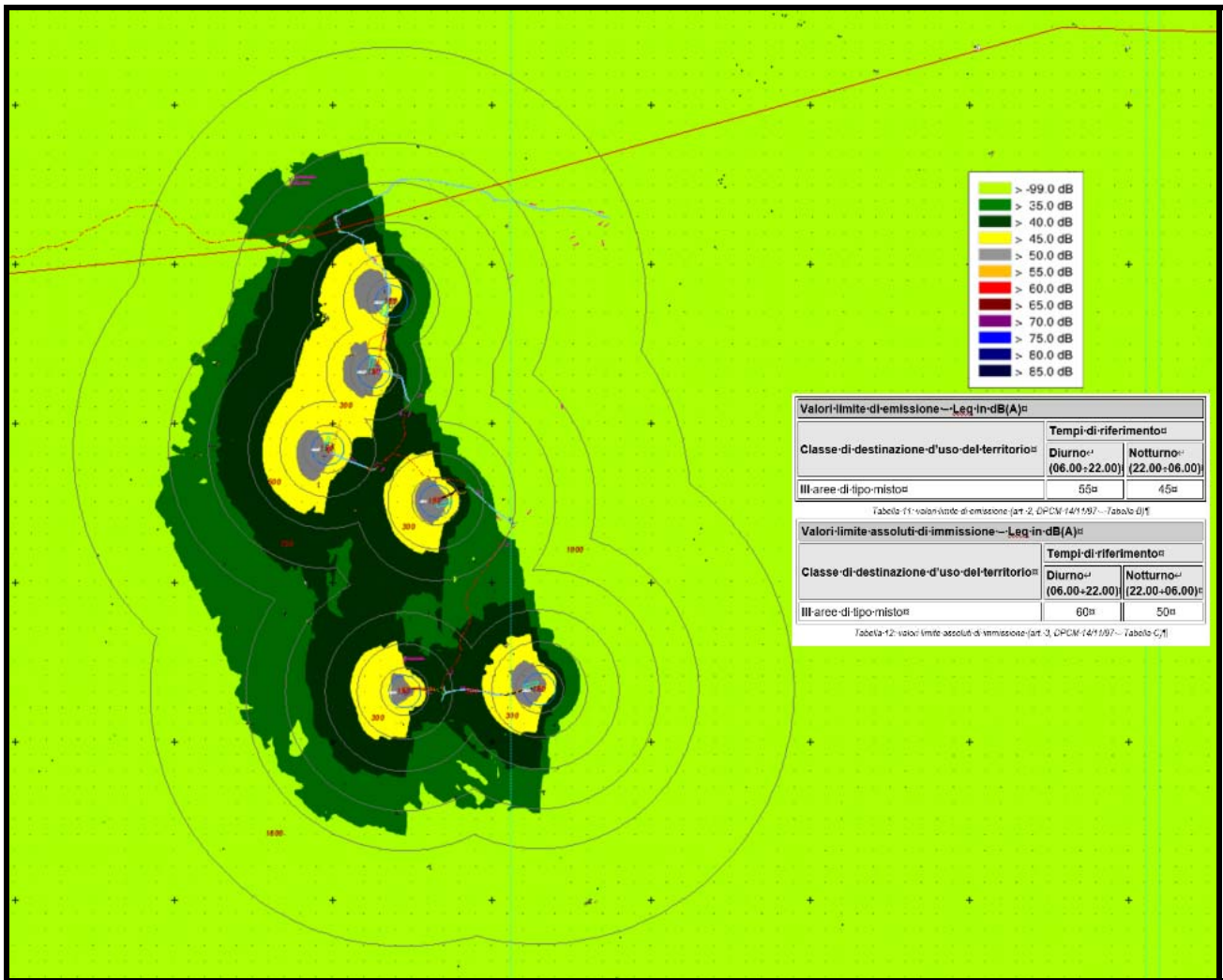


Tabella 25 – Valori di rumore ambientale previsti in corrispondenza dei ricettori
(vento 8 m/s, direzione di provenienza E-SE)

FABBRICATO	Distanza da Torre Eolica	PALA	COORD X COORD Y	TIPOLOGIA	DIURNO	NOTTURNO
					dB(A)	dB(A)
7-BI084	Fascia 500m= 435m	BT05	1532932,85 4490675,98	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	44,5	44,5
8-BI083	Fascia 500m= 420m	BT05	1532938,52 4490747,57	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	45,5	45,5
9-BI082	Fascia 250m= 179m	BT06	1533107,89 4490426,46	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	51	51
10-BI081	Fascia 250m= 167m	BT06	1533132,44 4490437,25	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	50	50
11-BI060	Fascia 500m= 427m	BT07	1533137,25 4489447,00	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	43	43
12-BI010	Fascia 250m= 224m	BT07	1532899,73 4489616,61	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	49	49
13-BI023	Fascia 250m= 206m	BT08	1533422,42 4488114,99	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	44	44
14-BI048	Fascia 250m= 210m	BT09	1534112,55 4488431,91	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	49,5	49,5
15-BI074	Fascia 500m= 391m	BT09	1534082,99 4488592,85	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	48	48
17-BI057	Fascia 500m= 421m	BT11	1534064,26 4489518,43	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	43	43
18-BI011	Fascia 500m= 480m	BT11	1534108,97 4489393,45	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	48	48
PUNTI SENSIBILI BENI ARCHEOLOGICI						
12	Fascia 1000m= 972m	BT05	1532764,67 4491531,99	ARCHEOLOGICO: INSEDIAMENTO NURAGICO DI ORTUDDA	35,5	35,5
21	Fascia 1000m= 965m	BT05	1532725,70 4491490,95	ARCHEOLOGICO: NURAGHE ORTUDDA	31,5	31,5
20	Fascia 300m= 187m	BT08	1533444,71 4488501,99	ARCHEOLOGICO: NURAGHE ORTAI	45	45



Mappa Modellazione Acustica con software CADNAA+ Diurno e Notturno 8 m/sec E-SE



9.7 MISURE DI MITIGAZIONE

Nella fase di esercizio saranno eseguite apposite misure di rilevamento fonometrico in base alle quali, in funzione dei risultati misurati, si potranno dimensionare le eventuali misure di mitigazione che si rendessero eventualmente necessarie.

Sono attuabili interventi di tipo passivo rappresentati da filari di alberi ad alto fusto sia sui confini del recettore che in prossimità dello stesso immobile intercettando la direttrice principale di propagazione del rumore prodotto.

Essendo assenti ricettori sensibili ad una distanza inferiore ai 1000 m dagli aerogeneratori si ritiene poco probabile che in futuro, a valle delle misure post-operam, si riscontri la necessità di attuare misure mitigative.

9.8 CONCLUSIONI

9.8.1 Aree esterne

Si premette che tra le aree interessate alle immissioni, vi sono sia aree inserite all'interno della Classe Acustica III che aree inserite nella Classe Acustica II del vigente Piano di Classificazione Acustica.

Allo scopo di individuare i punti sensibili da considerare ai fini della verifica dei limiti acustici di legge, sono stati censiti tutti i fabbricati nell'area interessata dal progetto e si sono definite 5 tipologie di fabbricati, a seconda delle caratteristiche e della destinazione d'uso degli stessi.

Solo alcune tipologie di fabbricato sono individuabili come punti sensibili. Si è quindi evidenziato che **in un buffer di 1.000 m dagli aerogeneratori non è presente alcun fabbricato che rappresenti un punto sensibile ai sensi delle normative nazionali e regionali in materia (D.P.C.M 1/3/1991, D.P.C.M 14/11/1997, L. 447/1995, D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009).**

Nelle aree oltre i 1.000 m di distanza dagli aerogeneratori gli studi svolti dimostrano che le caratteristiche emissive degli aerogeneratori generano valori di emissione ed immissione trascurabili e quindi non è necessario svolgere analisi di impatto acustico oltre tale distanza.

Per quanto concerne gli aerogeneratori nella Classe Acustica III, le immissioni di rumore prevedibili saranno in conformità ai limiti assoluti di immissione di cui alla Tabella C, art. 2 D.P.C.M 14/11/1997, sia nel periodo notturno che in quello diurno, con vento sia a velocità di 6 m/sec che di 8 m/sec.

Dai valori delle tabelle e dalla cartografia allegate, **si può quindi evincere il rispetto dei limiti di immissione, in relazione alla realizzazione ed esercizio del Parco eolico, con l'assoluto rispetto dei limiti di immissione delle Classi Acustiche individuate**, anche per i fabbricati individuati nel buffer di 500 m dagli aerogeneratori, poiché non essendo questi recettori sensibili, in quanto edifici funzionali alla conduzione dei fondi o fabbricati ad utilizzazione agro-pastorale con presenza saltuaria di personale, connessa alla tipologia di conduzione dell'attività tipica della zona che prevede la presenza degli operatori limitatamente alle operazioni di conduzione, ricovero, nutrizione ed eventuale mungitura del bestiame.

Si può inoltre affermare che nelle condizioni di operatività degli aerogeneratori, il disturbo del rumore ambientale generato dalla vegetazione esistente nell'intorno agricolo (barriere frangivento e presenza di vegetazione arborea di delimitazione) opererà un'emissione acustica uguale se non superiore di quella generata dall'aerogeneratore in questione.

Infatti nelle condizioni di vento necessario per il funzionamento degli aerogeneratori, in una tipologia di territorio come quello in cui ricadono gli aerogeneratori in progetto, il contributo del rumore di questi ultimi è difficilmente distinguibile dal rumore ambientale dell'area, caratterizzata da alberature e altra vegetazione presente, che facilmente generano rumori di fondo, per la presenza stessa dei fenomeni ventosi.



9.8.2 Fabbricati ad utilizzazione agro-pastorale e fabbricati rurali

Occorre osservare che le misure fonometriche, essendo state effettuate in condizioni climatiche ottimali, ossia in assenza di vento o con vento debole (anche se per tale ragione si sono effettuate comunque le misure fonometriche anche quando si superavano i 2m/sec), forniscono un quadro della situazione ante operam adeguato per la verifica del rispetto dei limiti di immissione, ma sono decisamente inappropriate per la valutazione del livello differenziale.

Infatti, la tipologia di opera in progetto genera emissioni di rumore proprio nelle situazioni di vento di media/elevata intensità, ossia quando anche il rumore residuo si incrementa sensibilmente per la presenza del vento stesso.

In particolare, per velocità del vento maggiori e oltre i 5 m/s, ossia nelle condizioni emissive di rumore dagli aerogeneratori simulata con il modello per la situazione post-operam, si può stimare un incremento del livello di rumore di fondo.

Pertanto, il differenziale generato dagli aerogeneratori in funzione sarà sensibilmente ridotto, rispetto a qualunque valutazione previsionale che si volesse fare all'interno di tali fabbricati.

Inoltre nella fase iniziale i valori riscontrati nel modello previsionale rispettano le seguenti condizioni:

il criterio differenziale non si applica se sono rispettate entrambe le seguenti condizioni:

1. se il livello di rumore ambientale misurato a finestre aperte è inferiore a **Leq 50 dB(A)** nel periodo diurno ed a **Leq 40 dB(A)** nel periodo notturno;
2. se il livello di rumore ambientale misurato a finestre chiuse è inferiore a **Leq 35 dB(A)** nel periodo diurno ed a **Leq 25 dB(A)** nel periodo notturno.

Si ricorda in ogni caso che le misure fonometriche e le valutazioni puntuali dell'impatto previsionale acustico riguardano fabbricati che non costituiscono punti sensibili, quindi il criterio differenziale non è applicabile a rigore per nessuno dei fabbricati indagati.

Il controllo effettivo della situazione sarà comunque da effettuarsi nella situazione post-operam, anche all'interno eventualmente dei fabbricati censiti, come sarà da prevedersi nell'eventuale piano di monitoraggio acustico del Parco Eolico in oggetto. Si ricorda comunque che nel territorio interessato dal Parco Eolico non vi è presenza di persone per via di residenze abituali ma solo legata alla conduzione agro forestale e prevalentemente zootecnica predominante.

9.3 Verifica del Criterio Differenziale in corrispondenza dei fabbricati censiti

Il punto 5-Amb della nota della Regione Autonoma della Sardegna, prot.n. 95596 del 19/11/2020, chiede che il presente report sia integrato con la verifica del criterio differenziale in prossimità dei recettori individuati.

Si ricorda che tutti i fabbricati censiti non rappresentano punti sensibili ai sensi delle normative nazionali e regionali in materia (D.P.C.M 1/3/1991, D.P.C.M 14/11/1997, L. 447/1995, D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009) e che quindi le valutazioni puntuali dell'impatto previsionale acustico condotte sono state svolte solo per completezza e non sono significative in relazione alle normative vigenti in materia.

Di conseguenza, il criterio differenziale non può ai sensi di legge essere applicato ad alcuno dei fabbricati censiti.



9.9 VALUTAZIONE DELL'IMPATTO ACUSTICO IN FASE DI REALIZZAZIONE (Cantiere)

Sebbene allo stato attuale non si disponga di un dettagliato programma dei lavori esecutivo, la cui redazione sarà possibile solo in fase esecutiva in funzione dell'organizzazione delle imprese appaltanti incaricate ed a seguito della predisposizione del Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di esecuzione, si può fare riferimento alla descrizione delle attività di cantiere di cui all'elaborato progettuale PA-R.16 "*Inquadramento operativo fasi lavorative, modalità esecutive e ripristino dei luoghi*" (Rev.1, ott. 2021) ed è possibile effettuare alcune considerazioni in merito alla rumorosità ipotizzabile durante la fase costruttiva, la cui durata è stimata in 15 mesi circa, così come da programma lavori progettuale di cui all'elaborato PA-R.9 (Rev.1, ott. 2021).

Le lavorazioni esaminate sono le seguenti:

- Predisposizione del cantiere;
- Scotico delle aree interessate dall'insediamento;
- Scavo di sbancamento per realizzazione delle strade interne al parco eolico;
- Adeguamento della viabilità esistente;
- Scavo di sbancamento per realizzare le piazzole delle turbine eoliche;
- Realizzazione platee e i basamenti delle torri eoliche;
- Realizzazione scavi per posa cavidotti;
- Montaggio aerogeneratori;
- Traffico indotto dalla realizzazione.

In primo luogo, in via qualitativa, occorre ricordare che gli escavatori, e numerose altre macchine di cui è previsto l'utilizzo, rientrano tra le macchine ed attrezzature soggette a limiti di emissione acustica, ai sensi del D. Lgs. 262/02 (*Attuazione della Direttiva 200/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto*). A riguardo, l'allegato I al citato decreto, indica delle formule empiriche per il calcolo della potenza sonora in relazione alla potenza netta del macchinario, oltre che alla sua tipologia.

Pertanto, è stato fatto quanto possibile per identificare delle attrezzature-tipo da utilizzare come riferimento; è tuttavia superfluo precisare che non è possibile, allo stato attuale, avere la certezza che le macchine utilizzate siano esattamente quelle prese a riferimento. A maggior tutela, all'interno di un discorso di tipo conservativo, per tali macchine sono stati utilizzati i massimi valori di rumorosità prevedibili.



Le fasi e le relative macchine sono riportate nel quadro seguente:

Predisposizione del cantiere		Lw
Autocarro con gruetta		105,3 dBA ⁷
Autocarri diversi		105,3 dBA ¹²
Scotico delle aree interessate dall'insediamento		Lw
Pala meccanica (Dozer)		105,1 dBA ²⁸
Escavatore meccanico		100,6 dBA ²⁹
Dumper o autoarticolato con vasca posteriore ribaltabile da 20m ³ per trasporto inerti;		101 dB ³⁰
Scavo di sbancamento per realizzazione delle strade interne al parco eolico		Lw
Pala meccanica (Dozer)		105,1 dBA ¹
Escavatore meccanico		100,6 dBA ²
Martello demolitore per escavatore cingolato		96 dBA ³¹
Dumper o autoarticolato con vasca posteriore ribaltabile da 20m ³ per trasporto inerti;		101 dB ³²
Adeguamento della viabilità esistente		Lw
Pala meccanica (Dozer)		105,1 dBA ¹
Escavatore meccanico		100,6 dBA ²
Martello demolitore per escavatore cingolato		96 dBA ⁴
Dumper o autoarticolato con vasca posteriore ribaltabile da 20m ³ per trasporto inerti;		101 dB ⁵
Impianto mobile di frantumazione e vaglio		89 dBA ³³
Scavo di sbancamento per realizzare le piazzole delle turbine eoliche		Lw
Pala meccanica (Dozer)		105,1 dBA ¹
Escavatore meccanico		100,6 dBA ²
Martello demolitore per escavatore cingolato		96 dBA ⁴
Dumper o autoarticolato con vasca posteriore ribaltabile da 20m ³ per trasporto inerti;		101 dB ⁵
Realizzazione platee e i basamenti delle torri eoliche		Lw
Autocarro con gruetta		105,3 dBA ³⁴
Autobetoniera da 8-12 mc in abbinamento con Autopompa per CLS		82 dBA ³⁵

²⁸ Valore massimo calcolato come $L_w=85+11\log(125kW)$ da (all. I, D.Lgs. 262/2002) con riferimento a modello Caterpillar CAT DN6

²⁹ Valore massimo calcolato come $L_w=85+11\log(75kW)$ da (all. I, D.Lgs. 262/2002)

³⁰ Fonte: autocarro tipo MERCEDES BENZ modello ACTROS 3343

³¹ Fonte: Associazione per la sicurezza in edilizia di Reggio Emilia

³² Fonte: autocarro tipo MERCEDES BENZ modello ACTROS 3343

³³ Tipo Impianto mobile di frantumazione e vaglio REV 98Gc

³⁴ Valore massimo calcolato come $L_w=85+11\log(130kW)$ da (all. I, D.Lgs. 262/2002) con riferimento a modello Iveco 150 E18

³⁵ Fonte: DEFRA – Department for Environment, Food and Rural Affairs in the United Kingdom



Realizzazione scavi per posa cavidotti		Lw
Escavatore meccanico		100,6 dBA ²
Martello demolitore per escavatore cingolato		96 dBA ⁴
Autocarro con gruetta		105,3 dBA ⁷
Autocarri diversi per il trasporto di attrezzature e dei componenti dell'impianto di distribuzione elettrica;		105,3 dBA ³⁶
Macchinario per perforazione teleguidata (T.O.C.) utilizzato per attraversamenti in sotterraneo		104,2 dBA ³⁷
Dumper o autoarticolato con vasca posteriore ribaltabile da 20m ³ per trasporto inerti;		101 dB ⁵

Montaggio aerogeneratori		Lw
Autogru: principale (600-750 t, con braccio tralicciato da 120-130 m circa) e ausiliaria (160/250 t) necessarie per il montaggio degli aerogeneratori. Gru principale necessaria per la posa in quota dei componenti degli aerogeneratori. Gru ausiliarie necessarie per dare supporto alla gru principale durante la movimentazione dei componenti degli aerogeneratori		109,3 dBA ³⁸
Mezzi di trasporto speciali con ruote posteriori del rimorchio manovrabili e sterzanti <i>Bladelifter</i> su semovente o tra linee di assi modulari per il caricamento, innalzamento e manovra delle pale eoliche Veicoli semoventi per trasporti eccezionali composti da carrelli modulari		109,5 dBA ³⁹

Traffico indotto dalla realizzazione		Lw
Tutti gli autoveicoli		82 dBA ⁴⁰

In via estremamente cautelativa, si può prevedere un tempo di funzionamento delle macchine indicate per otto ore giornaliere in *Tempo di Riferimento* diurno.

Si prenda in considerazione la macchina che, alla massima potenza, risulta più rumorosa (*gru elevatrice*: Lw = 109,3 dBA).

Applicando le leggi di propagazione in campo libero, e quindi trascurando gli effetti di assorbimento acustico dell'aria e della vegetazione (ribadendo l'approccio conservativo), e considerando una emissione semisferica, con riferimento al tempo di funzionamento massimo di 8 ore su 16 del tempo di riferimento diurno, si ottiene (vedi tab. successiva):

³⁶ Fonte: autocarro tipo MERCEDES BENZ modello ACTROS 3343

³⁷ Valore massimo calcolato come $LW=85+11\log(104,4\text{kW})$ da (all. I, D.Lgs. 262/2002) con riferimento a modello VERMEER D40X55 S3

³⁸ Valore massimo calcolato come $LW=85+11\log(300\text{kW})$ da (all. I, D.Lgs. 262/2002) con riferimento a modello LIEBHERR LTM 1750-9.1

³⁹ Valore massimo calcolato come $LW=85+11\log(315\text{kW})$ da (all. I, D.Lgs. 262/2002) con riferimento a modello per trasporti eccezionali SPMT 200 T

⁴⁰ Limite massimo relativo a veicoli di categoria N3 con potenza nominale del motore > 250 kW secondo regolamento CE n. 540/2014 (All. III)



FABBRICATO	DISTANZA DA AEROGENERATORE	WTG	COORD X COORD Y	TIPOLOGIA	Lp(8h/16h) dB(A)
7-BI084	Fascia 500m= 425m	BT05	1532932,85 4490675,98	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	45,00
8-BI083	Fascia 500m= 439m	BT05	1532938,52 4490747,57	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	44,5
9-BI082	Fascia 250m= 179m	BT06	1533107,89 4490426,46	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	51,00
10-BI081	Fascia 250m= 167m	BT06	1533132,44 4490437,25	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	51,00
11-BI060	Fascia 500m= 427m	BT07	1533137,25 4489447,00	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	44,50
12-BI010	Fascia 250m= 224m	BT07	1532899,73 4489616,61	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	48,00
13-BI023	Fascia 250m= 206m	BT08	1533422,42 4488114,99	4 RICOVERO ATTREZZI/MEZZI	46,50
14-BI048	Fascia 250m= 210m	BT09	1534112,55 4488431,91	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	46,50
15-BI074	Fascia 500m= 391m	BT09	1534082,99 4488592,85	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	44,50
17-BI057	Fascia 500m= 421m	BT11	1534064,26 4489518,43	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	44,00
18-BI011	Fascia 500m= 480m	BT11	1534108,97 4489393,45	3 FABBRICATO AD UTILIZZAZIONE AGRO-PASTORALE CON PRESENZA DISCONTINUA DI PERSONALE	42,50

Sebbene i livelli di rumore ambientale riferiti al periodo diurno dovrebbero risultare inferiori ai valori indicati anche in relazione alla durata dell'effettivo funzionamento dei macchinari (nettamente inferiore alla durata complessiva del periodo diurno), non può escludersi un potenziale superamento dei limiti di rumorosità consentiti in prossimità dei fabbricati più prossimi in caso di funzionamento di più macchine contemporaneamente o durante la realizzazione della viabilità.

Si ricorda, tuttavia, che in esito all'analisi svolta e descritta, non sono presenti nel buffer dei 500 metri di ogni aerogeneratore previsto, fabbricati delle classi 1. e 2. che costituiscono "punto sensibile" ai fini delle previsioni della D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009, ma risultano presenti prevalentemente fabbricati aziendali, in cui la presenza umana è limitata alle attività di mungitura, foraggiamento e conduzione al pascolo del bestiame, operazioni che prevedono la permanenza per una parte molto limitata della giornata.

In tali circostanze la normativa vigente in materia di inquinamento acustico consente l'esercizio di attività rumorose all'aperto (quali appunto quelle associate all'apertura di cantieri edili) in deroga ai limiti stabiliti dalla normativa. L'autorizzazione, rilasciata nell'ambito del procedimento di Autorizzazione Unica di cui al D.Lgs. 387/2003, stabilirà le opportune prescrizioni per limitare l'inquinamento acustico, avuto riguardo del parere della competente ASL (art. 1, comma 4 del D.P.C.M. 01/03/1991).



A tale proposito si ritiene utile suggerire alcuni accorgimenti di carattere generale che possono essere adottati dall'impresa civile durante la fase di cantiere.

1. Scelta delle macchine, delle attrezzature e miglioramento delle prestazioni

- selezione di macchine e attrezzature omologate in conformità alle direttive della Comunità Europea e ai successivi recepimenti nazionali;
- impiego di macchine movimento terra ed operatrici gommate piuttosto che cingolate;
- installazione di silenziatori sugli scarichi, in particolare sulle macchine di una certa potenza;
- utilizzo di impianti fissi schermanti;
- utilizzo di gruppo elettrogeni e di compressori di recente fabbricazione ed insonorizzati.

2. Manutenzione dei mezzi e delle attrezzature

- eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione;
- sostituzione dei pezzi usurati soggetti a giochi meccanici;
- controllo e serraggio delle giunzioni;
- bilanciamento delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive;
- verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori;
- svolgimento di manutenzione alle sedi stradali interne alle aree di cantiere e sulle piste esterne, mantenendo la superficie stradale livellata per evitare la formazione di buche.

3. Modalità operazionali e predisposizione del cantiere

- orientamento degli impianti che hanno una emissione direzionale in posizione di minima interferenza (ad esempio i ventilatori);
- localizzazione degli impianti fissi più rumorosi alla massima distanza dai ricettori critici;
- utilizzo di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio;
- imposizione di direttive agli operatori tali da evitare comportamenti inutilmente rumorosi (evitare di fare cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati, ecc.);
- divieto di uso scorretto degli avvisatori acustici, sostituendoli quando possibile con avvisatori luminosi.



9.10 IMPATTO ACUSTICO NELLA FASE DI DISMISSIONE

Sebbene allo stato attuale non si disponga di un dettagliato programma dei lavori di dismissione, la cui redazione sarà resa possibile solo al termine della vita operativa dell'impianto in funzione dell'organizzazione delle imprese appaltanti incaricate ed a seguito della predisposizione del Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di esecuzione, si potrà fare riferimento alla descrizione delle attività di dismissione di cui all'elaborato progettuale PA-R.11 "*Piano di dismissione e costi relativi*" (Rev.1, ott. 2021).

Al paragrafo precedente vengono fatte alcune considerazioni in merito agli impatti acustici in fase di cantiere. A tal proposito si ritiene che le medesime considerazioni fatte al precedente paragrafo relativamente alla fase di costruzione siano del tutto applicabili anche alla fase di dismissione.

9.11 INDICAZIONI SUL MONITORAGGIO DEL RUMORE

Per quanto la valutazione delle fasi di realizzazione e di dismissione del Parco sia stata condotta in maniera estremamente cautelativa, in considerazione della variabilità delle condizioni, essa non può sostituire l'esecuzione di un adeguato piano di monitoraggio che porti a una misurazione strumentale dell'impatto acustico nelle diverse fasi di lavorazione.

Con riferimento alle "*Linee Guida per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere*" (ISPRA, 2013) si rileva quanto segue:

Nel Piano di Monitoraggio, la misurazione dei livelli sonori prodotti dall'attività di cantiere è sicuramente la componente principale ed è quindi quella su cui concentrare la maggior attenzione nella progettazione del piano.

Gli obiettivi di tale progettazione sono sostanzialmente due:

1. Rendere alta la probabilità che il monitoraggio individui le situazioni maggiormente impattate dal punto di vista acustico;
2. Consentire di valutare l'emissione sonora del solo cantiere, separandola da quella di altre sorgenti presenti nella zona.

Il primo obiettivo discende in maniera ovvia dall'esigenza di utilizzare il monitoraggio per dare evidenza del fatto che il cantiere rispetti i limiti e per correggere tempestivamente i casi in cui ciò non avvenga. È quindi necessario che i modi con cui il monitoraggio sarà condotto garantiscano che le misure si svolgano durante le lavorazioni più rumorose e che siano effettuate in prossimità dei ricettori più impattati (non necessariamente gli stessi per tutte le lavorazioni).

Il secondo obiettivo è, nel caso specifico, abbastanza facilmente perseguibile, poiché non si prevedono, negli intorni delle aree in oggetto, sorgenti rumorose interferenti, se non in maniera trascurabile.

9.11.1 *Contenuti del piano*

Tenuto conto degli obiettivi indicati, per quanto riguarda le misure dei livelli sonori il piano dovrà prevedere:

- **Tipologia di misurazioni:** si prevedono misurazioni SPOT di durata adeguata, da eseguirsi secondo normativa (in particolare: D.M.16/3/98);
- **Parametri monitorati:** si prevede la misurazione di L_{eq} , L_n , analisi spettrale;
- **Metodo di misura per estrapolare il solo rumore derivante dall'attività di cantiere:** mascheramento dei rumori interferenti;
- **Postazioni di misura:** postazioni prossime al sito sede di lavorazione, postazioni in prossimità del ricettore più prossimo (o comunque di quello più esposto). Qualora non sia possibile eseguire adeguatamente le misurazioni nelle immediate vicinanze dei ricettori, il microfono verrà collocato in posizioni che siano sulla congiungente tra le lavorazioni rumorose ed i ricettori. Se il microfono è sufficientemente lontano dalle sorgenti da poterle considerare



sostanzialmente puntiformi è di solito possibile estrapolare, con buona precisione, il livello sonoro ai ricettori, calcolando l'attenuazione per propagazione dal microfono al ricettore. I principi di tale calcolo sono descritti nella ISO 9613-2, nella quale sono riportati gli algoritmi per bande di ottava.

- **Dati accessori raccolti e struttura del report:** verranno raccolte tutte le informazioni previste dall'allegato D del D.M.16/3/98. La struttura del report, sarà la seguente:
 - a) Descrizione del punto di misura;
 - b) Descrizione delle lavorazioni in corso all'interno del cantiere durante le lavorazioni e delle posizioni delle macchine attive all'interno del cantiere;
 - c) Descrizione delle sorgenti prevalenti nel rumore residuo;
 - d) Promemoria dei limiti applicabili a quel ricettore relativamente a quelle lavorazioni;
 - e) Conclusioni sul rispetto dei limiti e delle prescrizioni a cui il cantiere è soggetto.
- **Frequenza delle misure:** Tenuto conto delle finalità gestionali del monitoraggio una organizzazione ottimale delle misure è quella di prevederle all'avvio di ogni nuova fase critica, anziché con una periodicità stabilita. Con riferimento alle singole fasi, verrà eseguita una misura di monitoraggio nei primissimi giorni di attività. Le misure quindi saranno cadenzate, nell'evoluzione del cantiere, ad ogni impiego di nuovi macchinari, ogni volta che sia richiesta l'applicazione di nuove mitigazioni.
- **Tempi di restituzione dati:** per garantire le finalità gestionali del piano, ed in particolare per una corretta gestione delle anomalie ed emergenze è importante i tempi di restituzione siano contenuti strettamente a quelli necessari per misurazione ed elaborazione da parte del tecnico (indicativamente 4-5 giorni lavorativi).

9.12 CONCLUSIONI

Sulla base di quanto esposto nella presente relazione e allo stato delle conoscenze attuali, l'impatto acustico dell'attività in oggetto nelle fasi di realizzazione delle opere e nella fase di dismissione risulta limitato, anche in relazione all'assenza di "punti sensibili" ai sensi delle previsioni delle normative nazionali e regionali in materia (D.P.C.M 1/3/1991, D.P.C.M 14/11/1997, L. 447/1995, D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009).



10 LE EMISSIONI SONORE IN BASSA FREQUENZA

La presente relazione tecnica si riferisce alla valutazione d'impatto derivante da emissioni sonore a bassa frequenza generate dal futuro parco eolico Bitti - Terenass, da realizzare nel territorio ricompreso nei comuni di Bitti (NU) e Buddusò (SS).

La Valutazione è stata eseguita dal Dott. Forestale Carlo Poddi iscritto nell'elenco dei tecnici competenti in acustica ambientale della Regione Sardegna, con il numero 46.

La presente revisione recepisce la modifica del layout che consiste in una riduzione del numero degli aerogeneratori proposti a seguito dell'eliminazione delle turbine BT01, 02, 03, 04 e BT10 e in un leggero spostamento dell'aerogeneratore BT05, modifica proposta dalla società Green Energy Sardegna 2 Srl al fine di venire incontro alle esigenze di tutela del territorio e dimostrare, pertanto, la disponibilità collaborativa e la volontà di proporre un'ipotesi progettuale che consenta il miglior rapporto costi/benefici e soddisfi le esigenze delle comunità locali, delle pubbliche amministrazioni coinvolte e l'esigenza di tutela paesaggistica, socio-culturale ed archeologica delle aree coinvolte.

Pertanto, l'attuale configurazione impiantistica del parco eolico è quindi costituita da 6 aerogeneratori della potenza nominale di 6,2 MW cadauno, anziché 11 così come inizialmente proposto nell'ipotesi progettuale sottoposta ad iter procedurale di VIA, per una potenza nominale complessiva finale pari a 37,2 MW.

La presente relazione dà riscontro anche alle osservazioni pervenute con i seguenti pareri endoprocedimentali:

MIBACT Servizio V prot. 31225 del 27.10.2020

RAS – Assessorato della Difesa dell'Ambiente al prot. 95596 del 19.11.2021

Premesso che il quadro normativo vigente non considera tale fenomeno, la presente relazione testimonia la valutazione da parte del proponente delle problematiche eventuali inerenti la trasmissione di rumori in bassa frequenza che, da recenti studi, pare possano determinare disturbi di tipo otoneurologico.

10.1 DEFINIZIONI

Bassa frequenza: un rumore che ha un'energia acustica significativa nella gamma da 8 a 100 Hz.

Infrasuono: rumore in bassa frequenza che ha uno spettro con componenti significative al di sotto dei 20 Hz: si percepisce non come un suono ma piuttosto come una pressione. La valutazione di infrasuoni è ancora a livello sperimentale e attualmente non è contemplata dalle normative internazionali.



10.2 RICETTORI

Le scelte progettuali relativamente al posizionamento degli aerogeneratori sono state determinate attraverso il rispetto della normativa nazionale e regionale per l'individuazione dell'area e il rispetto delle distanze minime di sicurezza dai ricettori individuati, dallo stato dei luoghi, dalla dimensione degli aerogeneratori e dal rispetto dell'area di influenza tra di essi, nonché dall'esigenza di collocarli vicino a strade esistenti o ad una idonea viabilità, al fine di escludere e per quanto possibile limitare tutti gli impatti prevedibili sul luogo che potrebbero disturbare le attività agricole e zootecniche presenti in questa regione.

Il posizionamento ultimo degli aerogeneratori, infatti, è stato regolarmente studiato e concordato con tutti i proprietari dei terreni sui quali ricade l'iniziativa.

Al fine di avere un quadro più possibile definito, anche in base alla tipologia stessa del ricettore, è stata condotta una campagna di rilevamento di tutti i potenziali ricettori, a tal proposito si rimanda all'elaborato progettuale PA-R.6.

Nelle report fabbricati PA-R.6 con i dati censiti presso i Comuni di appartenenza si è optato di utilizzare la seguente classificazione per tipologia di destinazione, ove le prime due categorie (1. e 2.) corrispondono alle definizioni di cui al punto 4.3.3 D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009 e sono considerati "Punti Sensibili":

2. Nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale
 - 2a. Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario diurno
 - 2b. Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario notturno
3. Fabbricato ad utilizzazione agro-pastorale con presenza discontinua di personale
4. Ricovero attrezzi/mezzi
5. Fabbricato in abbandono
6. Aerogeneratori esistenti

In sede progettuale, le distanze minime dai ricettori così individuati sono state di 500 metri dai fabbricati in cui sia stata accertata la presenza stabile, anche stagionale, di un nucleo familiare, quantunque formato anche da un solo individuo.

Dalle indagini effettuate durante i sopralluoghi effettuati, le interviste e durante i sopralluoghi in fase sia diurna che notturna, **non sono risultati presenti fabbricati definiti "punti sensibili"** inclusi nelle prime due classi di cui sopra.

Per quanto attiene gli altri ricettori/fabbricati, al fine di definire gli eventuali ricettori per l'analisi degli effetti del rumore a bassa frequenza proveniente dagli aerogeneratori, si è optato di estendere l'indagine per verificare la presenza di fabbricati che potessero contenere "punti sensibili", fino a 1.000 metri di distanza progressiva.



Dall'indagine effettuata nella zona interessata dal Parco Eolico Bitti - Terenass, oggetto dello studio, non sono presenti fabbricati classificati residenziali o con presenza continuativa diurna o notturna, nella fascia d'intorno dei 1.000 metri.

Per le diverse tipologie di fabbricati presenti in una distanza di 1.000 metri da tutti gli aerogeneratori previsti si rimanda agli elaborati progettuali PA-R.6 (Rev.1, ott. 2021) e PA-Tav.21 (Rev.1, ott. 2021)

10.3 CONSIDERAZIONI

Partendo da un quadro generale di rispetto della normativa vigente, si cala la presente analisi relativa ad una problematica oggetto di recenti studi che riguarda il rumore a bassa frequenza (LFN).

Tali studi, che sono ancora in fase di ulteriore definizione, mettono in evidenza una diversa sensibilità dell'orecchio umano alle basse frequenze e solo una minima parte della popolazione è in grado di percepirle.

In vari paesi del mondo fra cui Danimarca, Australia, Stati Uniti, Giappone sono stati stanziati fondi per capire se esista una correlazione tra queste emissioni a bassa frequenza e alcune patologie che i residenti in zone limitrofe ai parchi eolici incominciano a manifestare.

Si tratta di vari problemi otoneurologici che possono manifestarsi con insonnia e cefalea fino a problemi cardiovascolari.

Fino ad oggi, al fine di proteggere gli esposti al rumore, si sono usati degli strumenti che cercassero di simulare al meglio la risposta dell'orecchio umano. Le curve di ponderazione internazionalmente riconosciute non consentono, pertanto, di stimare l'esposizione alle bassissime frequenze, non essendoci peraltro dei limiti di riferimento.

È importante ricordare che le alte frequenze si propagano molto vicino alle turbine stesse, mentre le frequenze più basse e le frequenze infrasoniche possono propagarsi a centinaia di metri. Queste infatti non vengono assorbite dalle pareti, e nemmeno dal paesaggio.

Il suono a bassa frequenza può viaggiare su lunghe distanze e penetrare negli edifici e nei veicoli e non diminuisce in modo rilevante le sue proprietà quando cambia l'elemento come ad esempio dall'aria al tessuto.

La difficoltà nel valutare tale tipo di fenomeni è che in realtà vengono percepiti e non propriamente uditi. A volte la sorgente di questi suoni è completamente ignota e non può essere in nessun modo individuata, mentre in altri casi è posta a distanze notevoli dal "punto di impatto".

Tra le fonti più note di questo tipo di suoni si annoverano anche le caldaie, i bruciatori e le ventole, che possono dare origine a fenomeni di risonanza a bassa frequenza all'interno degli edifici, ma anche i treni, le metropolitane, i camion, compressori e canalizzazioni di ventilazione.



10.4 RUMORE IN BASSA FREQUENZA ASSOCIATO AGLI AEROGENERATORI

L'emissione di rumore da una turbina eolica moderna contiene energia diffusa su tutta la gamma di frequenze del campo dell'udibile e, come la maggior parte dei suoni ha qualche livello di energia nel campo degli infrasuoni. Le prime turbine eoliche installate negli Stati Uniti nel 1980 furono progettate con le lame sottovento rispetto alla torre che veniva investita dal vento, generando turbolenze, prima di colpire le pale. Ciò generava un forte impulso a bassa frequenza, contenente livelli significativi di energia nella gamma degli infrasuoni. Come conseguenza di questo il disegno degli aerogeneratori è stato profondamente modificato cercando di spostare più possibile le pale sopravento rispetto alla torre. Oltre alle turbolenze generate dalla torre sono state eliminate anche le turbolenze derivanti dall'interazione fra le stesse pale, aumentandone la distanza reciproca.

La conseguenza diretta di questi sviluppi è stata quella di ridurre drasticamente gli effetti delle turbolenze e la generazione di elevati livelli di rumore a bassa frequenza.

Il rumore delle turbine moderne è normalmente chiaramente udibile da un ascoltatore che può facilmente percepire un suono che contiene quasi esclusivamente alte frequenze. Nel momento in cui l'ascoltatore si allontana dal sito, il livello di rumore diminuisce a causa della distanza crescente. Il carattere del rumore, inoltre, cambia a causa del fattore di assorbimento dell'aria il cui effetto cresce all'aumentare della frequenza, il che significa che l'energia associata alle alte frequenze viene ridotta maggiormente rispetto a quella che accompagna le basse frequenze. Questo effetto può anche essere osservato con il rumore del traffico stradale o fonti naturali, come il mare, dove per lunghe distanze diminuiscono le componenti di frequenza più alte rispetto alle frequenze più basse.

Al momento non si conosce se le turbine eoliche siano, dunque, una fonte significativa di rumore a bassa frequenza o infrasuoni ma, come per il rumore proveniente da qualsiasi altra sorgente sonora, con la distanza le componenti ad alta frequenza vengono ridotte significativamente rispetto a quelle a bassa frequenza il cui livello complessivo risulta comunque molto basso.

Ad oggi non ci sono studi riconosciuti che possano affermare effetti diretti sulla salute umana provenienti da emissione a bassa frequenza generati dalle turbine eoliche. Gli studi che vengono portati avanti da un lato tendono a collegare inequivocabilmente i malesseri di carattere otoneurologici alle basse frequenze generate dagli aerogeneratori, altri studi affermano che tali malesseri siano invece generati dal livello di percezione e predisposizione del recettore.

Le sorgenti sonore in esame consistono in n° 6 generatori eolici e si è provveduto a studiare considerando singolarmente i contributi dei diversi aerogeneratori. Gli aerogeneratori sono tutti del tipo **Siemens Gamesa S.G. 6.0-170** (6,2 MW di potenza), aventi un rotore a 3 pale collocato a 115 m di altezza dal terreno.



10.5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si è scelto di approfondire l'analisi del rumore a bassa frequenza, indicato anche con LFN (Low Frequency Noise), attenendosi al "principio di precauzione", anche in assenza di normative specifiche nazionali o regionali, si propone di poter assumere come base di questa analisi la norma danese n° 1284 del 15/12/2011 "Statutory Order on Noise from Wind Turbines".

10.6 METODO DI CALCOLO

La normativa italiana definisce le basse frequenze quelle comprese nel campo tra 20 e 200 Hz. La normativa danese, invece, restringe il campo alle frequenze tra 10 Hz e 160 Hz e propone un metodo di calcolo legato a questo spettro di frequenze.

Il livello previsionale del rumore a bassa frequenza, valutato secondo la curva di ponderazione A e misurato in bande di 1/3 di ottava da 10 Hz a 160 Hz incluso, viene calcolato all'interno degli edifici sulla base di valori teorici di attenuazione acustica dell'involucro edilizio dettati dalla stessa norma. La norma prevede un differenziale massimo tra impianti accesi e spenti di 20 dBA all'interno dell'edificio con vento di 8 m/s alla quota di riferimento, ovvero all'altezza del mozzo dell'aerogeneratore, che si assume essere una sorgente puntiforme.

I dati di ingresso da utilizzare in bande di terzi d'ottava, per quanto attiene gli aerogeneratori Siemens Gamesa S.G. 6.0-170 da 6,2 MW sono riferiti alla massima condizione operativa, (Mode 0, con vento a 8 m/s), lo stesso utilizzato nel calcolo previsionale, poiché per tali macchine la casa costruttrice non fornisce i valori di potenza acustica emessa nelle diverse condizioni di vento, con tutti i valori dichiarati dal costruttore relativi al livello di potenza acustica ponderato in curva A e allo spettro di emissione in bande di 1/3 di ottava per frequenze da 20 Hz a 10 kHz. Quindi ciò avrebbe portato ad utilizzare i dati così desunti dalla scheda tecnica della Siemens Gamesa S.G. 6.0-170, in considerazione che non si è riusciti a reperire i dati ufficiali della casa costruttrice.

Il Livello del rumore a bassa frequenza negli edifici più vicini si calcola mediante la seguente equazione:

$$LpALF = LWA_{ref} - 10 \times \log(d2) - 11[dB] + \Delta L_{gLF} - \Delta L_s - \Delta L_a,$$

ove:

- **d** è la distanza dal mozzo della turbina fino al punto di calcolo del ricettore sensibile.

- **ΔL_{gLF}** è la correzione per l'effetto del suolo alle basse frequenze (Tab. 1.4 Normativa Danese).

- **ΔL_s** è l'isolamento acustico alle basse frequenze (Tab. 1.4 Normativa Danese)

- **$\Delta L_a = aa \times d$** ; il coefficiente di assorbimento.

Il livello totale di pressione sonora ponderato-A di una singola turbina, $LpALF_{tot}$ nell'edificio, è dato dalla sommatoria dei livelli di pressione acustica $LpALF_i$ in ciascuna banda di 1/3 di ottava da 10 Hz a 160 Hz; come espresso dalla equazione: $LpALF_{tot} = 10 \times \log_{10} (10^{LpALF_i/10})$

Questo è il contributo di Livello di rumore di una sola turbina nel ricettore sensibile considerato.



Per calcolare il livello di pressione acustica totale prodotto in un ricettore sensibile dalle turbine di un parco eolico si devono sommare i contributi di rumore immesso da ciascuna turbina:

$$LpALF_{tot, globale} = 10 \times \log(100,1 \times LpALF_{tot,1} + 100,1 \times LpALF_{tot,2} + \dots)$$

Si riportano i valori definiti per il calcolo e si precisa che si sarebbe scelto di utilizzare gli stessi per un valore di ventosità, superiore alla media registrata che è lo stesso che è stato utilizzato anche per il calcolo previsionale come ulteriore precauzione e cioè usando i valori riferiti ad una velocità del vento all'altezza del mozzo di **8 m/s** di cui si riporta la tipica distribuzione delle frequenze della potenza del suono emesso nel suo spettro sia in banda di 1/3 ottava da 63Hz fino a 8kHz che in banda di 1/1 ottava da 10Hz a 160 kHz per entrambe le intensità di vento (6-8 m/s):

Typical Sound Power Frequency Distribution

Typical spectra for L_{WA} in dB(A) re 1 pW for the corresponding centre frequencies are tabulated below for 6 and 8 m/s referenced to hub height.

1/1 oct. band center freq.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
AM 0	79.9	86.7	88.9	89.9	93.1	92.8	88.3	76.5

Table 3: Typical 1/1 octave band spectrum for 63 Hz to 8 kHz at 6 m/s

1/1 oct. band center freq.	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
AM 0	86.2	93.0	95.2	96.2	99.4	99.1	94.6	82.8

Table 4: Typical 1/1 octave band spectrum for 63 Hz to 8 kHz at 8 m/s

1/3 oct. band center freq.	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160
AM 0	43.3	46.3	49.6	52.7	55.7	60.9	63.9	70.1	74.3	77.8	80.1	82.0	83.2

Table 5: Typical 1/3 octave band spectrum for 10 Hz to 160 kHz at 6 m/s

1/3 oct. band center freq.	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160
AM 0	49.6	52.6	55.9	59.0	62.0	67.2	70.2	76.4	80.6	84.1	86.4	88.3	89.5

Table 6: Typical 1/3 octave band spectrum for 10 Hz to 160 kHz at 8 m/s

For a detailed description of Application Mode – AM 0, please refer to Flexible Rating Specification (D2316244-003).

SGRE and its affiliates reserve the right to change the above specifications without prior notice.

Il calcolo solitamente viene effettuato su quelli che si considerano i recettori (fabbricati residenziali) ricadenti in una fascia di 1000 metri, oltre la quale il contributo che viene apportato al $LpALF_{tot, globale}$ è minimo. I recettori individuati sono maggiormente influenzati dagli effetti di più aerogeneratori vicini.

Allo scopo di individuare i punti sensibili da considerare ai fini sia del calcolo dell'impatto previsionale per il rispetto dei limiti acustici di legge che della verifica del rumore a bassa frequenza, sono stati censiti tutti i fabbricati nell'area interessata dal progetto a seconda delle caratteristiche e della destinazione d'uso degli stessi.

Ai fini di classificare la sensibilità di ogni fabbricato censito, si è utilizzata la seguente classificazione per tipologia di destinazione, ove le prime due categorie corrispondono alle



definizioni di cui al punto 4.3.3 D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009 e dell'art.82 delle NTA del PPR di cui sopra:

2. Nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale
 - 2a. Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario diurno
 - 2b. Corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale con presenza continuativa di personale in orario notturno
3. Fabbricato ad utilizzazione agro-pastorale con presenza discontinua di personale
4. Ricovero attrezzi/mezzi
5. Fabbricato in abbandono
6. Aerogeneratori esistenti

In base alla classificazione sopra esposta solo i fabbricati delle classi 1. e 2. costituiscono "punto sensibile" ai fini delle previsioni della D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009. Intendendo per punto sensibile tutti i fabbricati in cui la permanenza può essere diurna e/o notturna ma continuativa.

In tutti i casi di fabbricati presenti in una distanza progressiva di 1000 m. risultano rientranti nella classe n.3 e seguenti. Infatti, si tratta di locali prevalentemente utilizzati per la mungitura e per il ricovero notturno del bestiame. In questi casi la presenza umana è limitata alle attività di mungitura e foraggiamento, operazioni che prevedono la permanenza per una parte molto limitata della giornata.

La presenza di ulteriori fabbricati quali vani appoggio e /o altri piccoli edifici indicano chiaramente un uso agroforestale saltuario degli stessi edifici.

Dai risultati acquisiti, la tipologia prevalente risulta essere in classe 3 come fabbricati agricoli funzionali alla conduzione delle diverse tipologie di attività agro-zootecniche (sia bovini che ovini) per lo più tutte di tipo estensivo.

Ne è scaturito comunque che non sono presenti, anche in una distanza progressiva di 1.000 metri da ogni aerogeneratore previsto, fabbricati delle classi 1. e 2. che costituiscono "punto sensibile" ai fini delle previsioni della D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009, ma risultano essere prevalentemente fabbricati ad utilizzazione agro-pastorale, in cui la presenza umana è limitata alle attività di mungitura, foraggiamento e conduzione al pascolo del bestiame, operazioni che prevedono la permanenza per una parte molto limitata della giornata. Le misure fonometriche ed i sopralluoghi effettuati infatti hanno evidenziato tale caratteristica agricola anche dal punto di vista acustico dell'area indagata.

Si è quindi evidenziato che in un buffer di 1.000 m dagli aerogeneratori non è presente alcun fabbricato che rappresenti un punto sensibile ai sensi delle normative nazionali e regionali in materia (D.P.C.M 1/3/1991, D.P.C.M 14/11/1997, L. 447/1995, D.G.R. N.3/17 del 16/01/2009). E che potesse essere oggetto di calcolo e studio degli effetti del rumore a bassa frequenza.



Risultano essere presenti “punti sensibili” come fabbricati delle classi 1. e 2a. e 2b. a distanze ben oltre i 1.000 m., che la normativa danese utilizzata in questo caso come normativa di riferimento, indica come distanza limite per la valutazione degli effetti del rumore a bassa frequenza.

Nelle aree oltre i 1.000 m di distanza dagli aerogeneratori gli studi svolti dimostrano che le caratteristiche emissive degli aerogeneratori generano valori di emissione ed immissione trascurabili e quindi non è necessario svolgere analisi di impatto acustico oltre tale distanza.

Quindi sui fabbricati censiti nell’intorno di 1.000 m., non essendo ritenuti ai sensi della D.G.R 3/17 punti sensibili, non si è ritenuto necessario effettuare il calcolo, anche in considerazione dell’influenza di un solo aerogeneratore.

Quindi risulta palese il rispetto dei limiti previsti dalla normativa di riferimento danese.

10.7 CONCLUSIONI

Basandosi sulla assenza totale di “punti sensibili” in un intorno di 1.000 m. ai sensi della D.G.R 3/17 su cui dovrebbe ricadere l’influenza degli aerogeneratori di progetto, si può affermare che per il parco eolico oggetto di studio i valori massimi globali riscontrabili sono al di sotto dei 20 dB proposti dalla normativa danese utilizzata come riferimento per la conduzione di questa analisi.

Si sottolinea che tutti gli aerogeneratori sarebbero stati considerati in modalità operativa Mode0 (la stessa utilizzata nel modello previsionale effettuato tramite il Software CADNAA+) ed utilizzando la curva di potenza riferita ad un vento a 8 m/s.

Si ritiene pertanto che le scelte effettuate dal proponente sull’impiego di aerogeneratori di ultima generazione posizionate secondo il layout proposto nel rispetto delle norme vigenti, sia una misura sufficiente a garantire la salute delle persone rispetto allo stato attuale delle conoscenze in materia di immissioni di rumore alle basse frequenze.



11 RADIAZIONI IONIZZANTI E NON IONIZZANTI

Nell'area individuata per l'installazione dell'impianto Eolico per la produzione di Energia Elettrica, presso il comune di Bitti, è necessario verificare la presenza, e determinarne l'entità, delle possibili interferenze, tra gli aerogeneratori e le sorgenti intenzionali di segnali a radio frequenza costituite essenzialmente dalla Rete di Radiodiffusione locale e dai ponti radio. In tale contesto si è tenuto conto solo dei fenomeni di riflessione e rifrazione, delle onde elettromagnetiche, causate dagli aerogeneratori costituiti essenzialmente da torre e rotore. In particolare, non sono state valutate le "emissioni elettromagnetiche non intenzionali" associate agli aerogeneratori, perché di ridotta ampiezza (gli aerogeneratori sono tutti conformi alla direttiva EMC come indicato sul certificato di conformità fornito dal costruttore) e in un range di frequenza, di molto inferiore rispetto a quello impiegato dalle sorgenti radio prese in considerazione.

La modifica progettuale, oltre alla eliminazione di 5 WTG, prevede anche il leggero spostamento della BT05 verso est. I generatori nella nuova configurazione saranno 6 del tipo tripala, aventi potenza nominale pari a 6.2 MW, diametro massimo del rotore pari a 170 m e altezza massima all'hub pari a 119 m e altezza massima del tip della pala pari a 200 m, ubicati come riportato nelle tavole del progetto (in parte allegate alla presente relazione). La potenza nominale del parco eolico risulta di 37,2 MW.

11.1 INTERFERENZA CON LE RADIO-TRASMISSIONI

Poiché presso gli uffici preposti della Regione Sardegna e gli enti locali non sono disponibili informazioni puntuali circa la presenza di Stazioni Radio Base (SRB), le rispettive posizioni e le caratteristiche di interconnessione tra di esse, è stato necessario condurre una ricerca avvalendosi di indagini sul territorio con l'aiuto di notizie fornite da organizzazioni di radioamatori e da enti regionali i quali in particolare ci comunicano che è ancora in fase di bonifica il "catasto" delle SRB in quanto si è rilevata la presenza di gravi errori nel numero e nella loro posizione.

I risultati relativi all'area estesa intorno al Parco eolico di Bitti sono riassunti nella tavola allegata. I ponti radio presenti in Sardegna sono tipicamente installati sulle vette di montagne intorno a 1000 ms.l.m. e le turbine di un parco eolico in generale non causano interferenza sia per riflessione e/o rifrazione sia tenendo in conto delle emissioni elettromagnetiche intrinseche (sorgenti non intenzionali).

In assenza di informazioni dettagliate, si è condotta una analisi molto cautelativa (approssimazione conservativa), ipotizzando una connessione radio tra le SRB il cui fascio principale passa a bassa quota e può intersecare l'area di installazione delle pale eoliche.

La tavola "Principali Ponti Radio nell'area del Parco Eolico di Bitti" allegata illustra la posizione dei ponti radio e la posizione dell'insieme delle turbine del parco eolico di Bitti. Nell'immagine che segue (fig. 1) si illustra la posizione dei principali ponti radio in Sardegna.

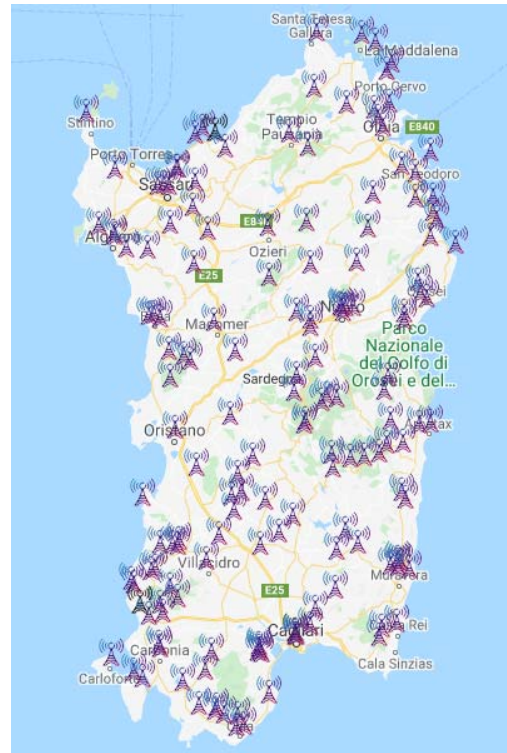


Figura 1 - Mappa delle principali SRB in Sardegna



I principali ponti radio individuati nel presente studio sono:

- SRB1: P6 - Tanca Nova – Bitti
- SRB2: P3 - Punta Martullo – Bitti
- SRB3: P5 - Nule
- SRB4: P2 - Monte Lerno – Pattada
- SRB5: P10 - Monte Limbara – Tempio Pausania

Durante lo studio sono state individuate altre postazioni radio/telefoniche, di seguito elencate:

- P15 : Bitti
- P7 : Lula
- P8 : Lodè
- P9 : Alà dei Sardi
- M1, M7, M10 : Buddusò
- M6 : Monte Lerno – Pattada
- M5 : Benetutti

Nell'immagine satellitare, riportata in fig.2, sono state indicate, con segnaposti gialli, le posizioni degli aerogeneratori e, con segnaposti rossi, tutte le SRB e le postazioni radio/telefoniche individuate.

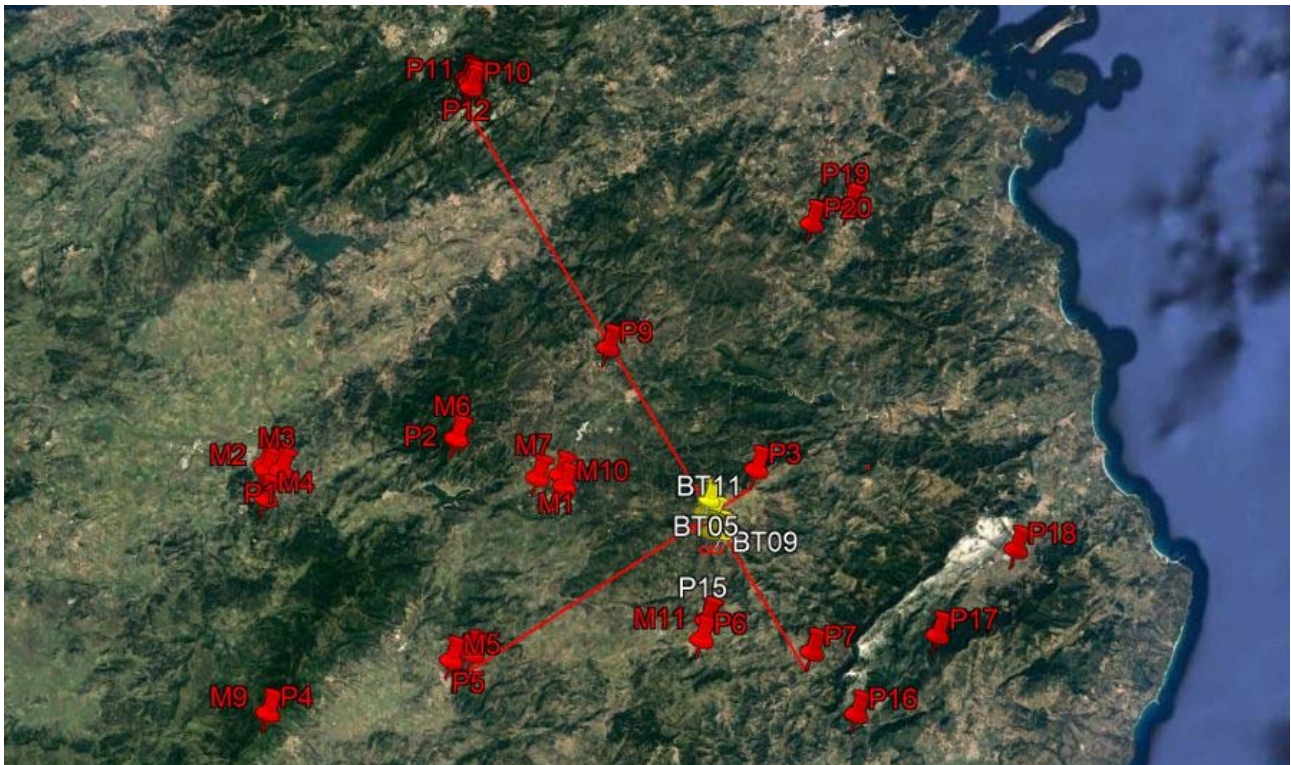


Figura 2 - Immagine satellitare dell'area di interesse con indicazione delle turbine eoliche e delle stazioni radio

Sono state analizzate le possibili interconnessioni radio tra i ponti illustrati nella figura 2, al fine di determinare possibili intersezioni tra “fasci di onde radio” e l’area di installazione dell’impianto eolico.

A questo proposito si è stabilito un range di frequenza operativo, tecnicamente plausibile, di queste sorgenti di segnali radio.



11.2 SRB N°1 – Tanca Nova – Bitti

Si riportano di seguito i dati relativi alla SRB N°1 sita nel Comune di Bitti.

Nome Ponte: Tanca Nova

Nome Alternativo: Monte Sant'Elia

Città: Bitti

Altitudine (metri): 740 ; Latitudine: 40°28'17.8"N ; Longitudine: 9°23'12.4"E

Copertura: Bitti, Lula e comuni limitrofi

Di seguito si riporta l'elenco delle frequenze del MUX relative alla SRB N°1:

ELENCO FREQUENZE MUX

EU	FREQ	POL.	MUX
36	594	O	<u>Videolina Mux 1</u>
39	618	O	<u>Sardegna 1</u>
43	650	O	<u>RAI Mux 3</u>
47	682	o	<u>RAI Mux 4</u>
49	698	o	<u>RAI Mux 2</u>
5	177,5	o	<u>RAI Mux 1</u>



11.3 SRB N°2 – Punta Martullo – Bitti – Loc. Mamone

Si riportano di seguito i dati relativi alla SRB N°2 sita nel Comune di Bitti, Loc. Mamone.



Nome Ponte: Punta Martullo

Nome Alternativo: Mamone

Città: Bitti

Altitudine (metri): 920 ; Latitudine: 40°35'10.4"N ; Longitudine: 9°26'06.8"E

Copertura: Ludurru, Alà Dei Sardi e dintorni

Di seguito si riporta l'elenco delle frequenze del MUX relative alla SRB N°2:

ELENCO FREQUENZE MUX

EU	FREQ	POL.	MUX
39	618	v	<u>Sardegna 1</u>
42	643	v	<u>Mediaset 5</u>
43	650	V	<u>RAI Mux 3</u>
46	674	v	<u>Mediaset 2</u>
47	682	V	<u>RAI Mux 4</u>
49	698	V	<u>RAI Mux 2</u>
50	706	V	<u>Mediaset 1</u>
52	722	v	<u>Mediaset 4</u>
7	191,5	v	<u>RAI Mux 1</u>



11.4 SRB N°3 – Nule

Si riportano di seguito i dati relativi alla SRB N°3 sita nel Comune di Nule.

Nome Ponte: Nule

Nome Alternativo: Nule Benetutti

Città: Nule

Altitudine (metri): 640 ; Latitudine: 40°27'41.7"N ; Longitudine: 9°11'03.7"E

Copertura: Anela, Bono, Nule e centri limitrofi

Di seguito si riporta l'elenco delle frequenze del MUX relative alla SRB N°3:

ELENCO FREQUENZE MUX

EU	FREQ	POL.	MUX
9	205,5	o	<u>RAI Mux 1</u>



11.5 SRB N°4 – Monte Lerno – Pattada

Si riportano di seguito i dati relativi alla SRB N°4 sita nel Comune di Pattada.



Nome Ponte: Monte Lerno

Nome Alternativo: Buddusò – Pattada

Città: pattada

Altitudine (metri): 1094 ; Latitudine: 40°36'25.1"N ; Longitudine: 9°10'02.0"E

Copertura: Buddusò, Osidda, Pattada

Di seguito si riporta l'elenco delle frequenze del MUX relative alla SRB N°4:

ELENCO FREQUENZE MUX

EU	FREQ	POL.	MUX
11	219.5	o	<u>RAI Mux 1</u>
43	650	O	<u>RAI Mux 3</u>
45	666	O	<u>RAI Mux 1</u>
47	682	o	<u>RAI Mux 4</u>
49	698	o	<u>RAI Mux 2</u>



11.6 SRB N°5 – Monte Limbara – Tempio Pausania

Si riportano i dati relativi alla SRB N°5 sita nel Comune di Tempio Pausania

Nome Ponte: Monte Limbara

Città: Tempio Pausania

Altitudine (metri): 1330 ; Latitudine: 40°51'13.3"N ; Longitudine: 9°10'26.8"E

Copertura: buona parte della provincia di Sassari e parte orientale della provincia di Nuoro

Di seguito si riporta l'elenco delle frequenze del MUX relative alla SRB N°5:

ELENCO FREQUENZE MUX

EU	FREQ	POL.	MUX
22	482	O	La3 (OFF)
23	490	o	TCS Mux 1
23	490	O	TCS Mux 1
25	506	o	Olbia TV
26	514	o	TIMB 3
27	522	O	Rete A Mux 2
28	530	o	Tele Sardegna
29	538	O	Mediaset 3
30	546	o	5 Stelle Sardegna
32	562	o	Rete A Mux 1
33	570	O	Terranova TV Sardegna
36	594	o	Videolina Mux 1
38	610	o	Dfree
39	618	o	Sardegna 1
40	626	O	Canale Italia mux 1
41	634	O	RAI Mux 4
42	643	O	Mediaset 5
43	650	o	RAI Mux 3
44	658	V	Canale Italia mux 2
46	674	o	Mediaset 2
47	682	o	RAI Mux 4
49	698	o	RAI Mux 2
54	738	O	Mediaset 1
55	746	o	TIMB 2
56	754	o	TIMB 1
58	770	O	Mediaset 4
59	778	O	Cairo Due
9	205,5	O	RAI Mux 1



11.7 Altre SRB

Durante l'analisi delle SRB nell'area vasta, sono stati identificati ulteriori ponti radio per telefonia mobile/fissa la cui dislocazione è riportata nella figura seguente.

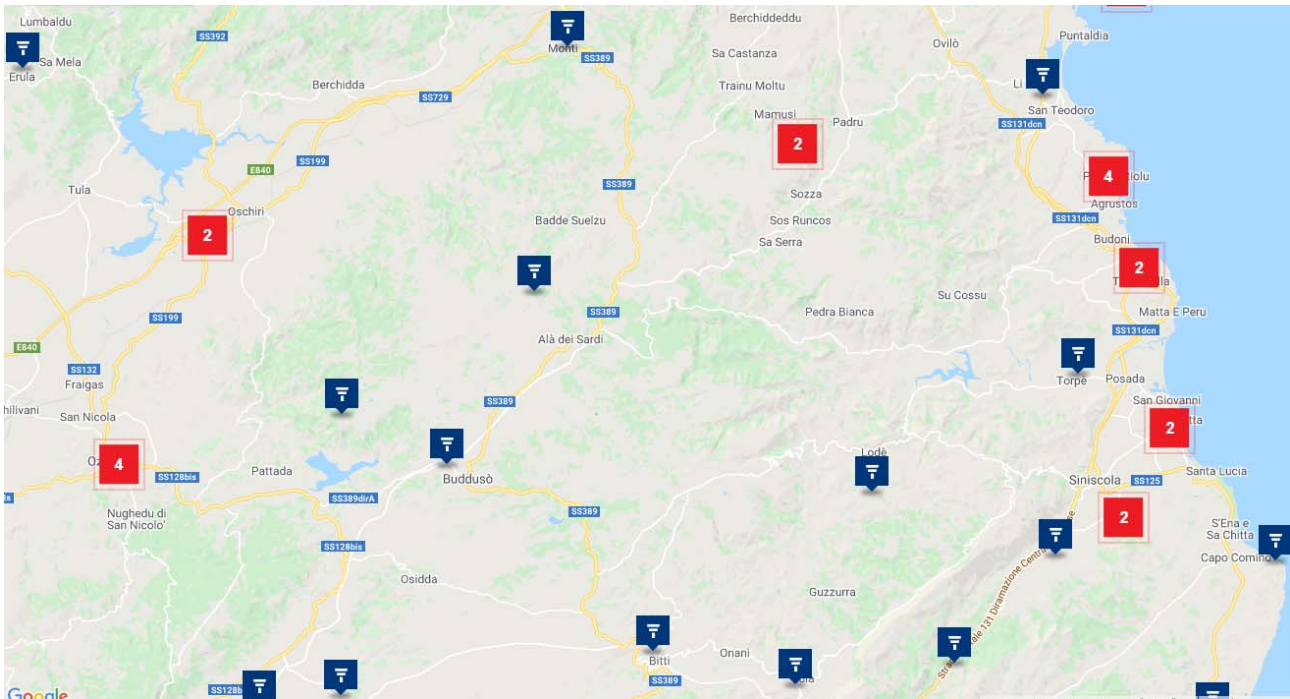


Figura 3- Mappa SRB telefonia fissa/mobile

E' stato quindi condotto uno studio cautelativo al fine di individuare le trasmissioni dei ponti radio che intersecano l'area di installazione degli aerogeneratori.

Sono stati esclusi dall'analisi tecnica, gli assi congiungenti le SRB che, per conformazione del territorio, non sono in visibilità diretta, come ad esempio l'asse P7-P9.

A tal proposito sono stati quindi individuati diversi assi radio con visibilità diretta tra le SRB nella zona di interesse:

- P3-P5 : interseca l'area di installazione del parco eolico;
- P6-P8 : non interseca l'area di installazione del parco eolico;
- P6-P10 : non interseca l'area di installazione del parco eolico;
- P7-P10 : interseca l'area di installazione del parco eolico;

Gli assi che intersecano la zona di installazione delle turbine sono quelli congiungenti i ponti P3 con P5, e P7 con P10, i cui fasci principali passano in prossimità dell'impianto in esame.

Come già accennato, sono stati analizzati i due assi al fine di valutare le possibili interferenze, per riflessione e rifrazione, ipotizzando la frequenza della portante pari a 6GHz (Worst Case); inoltre, l'analisi è stata estesa tenendo conto anche dell'interferenza tra fascio di onde radio e la superficie delle pale del rotore.

A tale fine sono state preliminarmente calcolate le zone di Fresnel per i rispettivi casi.

11.8 Effetto Fresnel

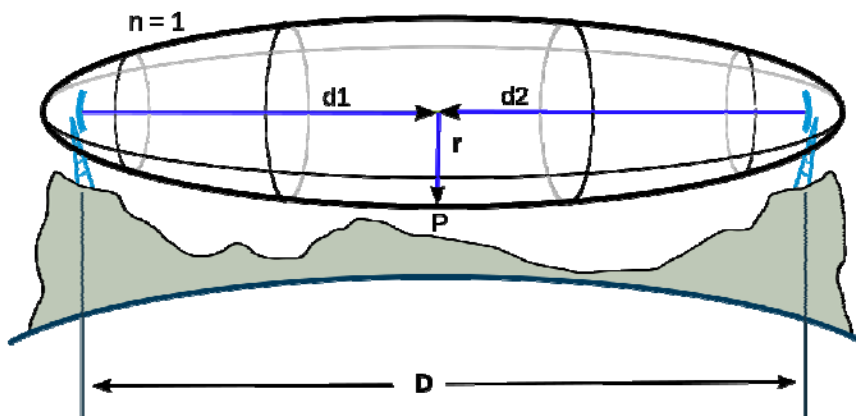
L'effetto Fresnel è quell'insieme di fenomeni fisici d'interferenza sempre presenti nelle trasmissioni a radiofrequenza. L'utilizzo di portanti in alta frequenza richiede, inoltre, che le antenne siano a portata ottica e che non vi siano ostacoli interposti tra la loro congiungente geometrica.

Si definisce LOS (Line of Sight) ovvero "linea di visibilità" quella linea ottica diretta e priva di ostacoli tra due punti. Quest'ultima condizione è facilmente verificabile e, in caso di distanze particolarmente elevate, l'utilizzo di un binocolo costituisce valido aiuto. Gli ostacoli che possono oscurare la LOS possono essere di varia natura:



- Elementi caratteristici della zona: montagne o colline;
- Palazzi o altre costruzioni;
- Piante o boschi;
- Curvatura terrestre: solo a grandi distanze

In un link radio non basta considerare la sola LOS, parte dell'energia irradiata vi si trova intorno. Si può immaginare questa zona come un ellissoide o un dirigibile il cui asse è la LOS stessa. Questo spazio viene definito come Zona di Fresnel e non dovrebbe mai essere attraversato da oggetti o dagli elementi sopra elencati. Se un oggetto solido come un monte o un palazzo rientra in tale zona, il segnale può essere deviato (per riflessione) e/o attenuato in potenza (per assorbimento o per cammini multipli del segnale). La zona di Fresnel assume dimensioni variabili e dipendenti dalla frequenza e dal percorso del segnale.



L'immagine qui sopra può rappresentare il tipico esempio di zona di Fresnel non libera, sebbene la LOS lo risulti. Fenomeni di diffrazione e riflessione possono deviare parte del segnale originale. Siccome queste riflessioni non sono mai in fase, il segnale può risultare attenuato in potenza o annullato completamente (tipico nei fenomeni di cammini multipli). Anche la presenza di piante attenua il segnale.

Da queste considerazioni si intuisce che antenne a "visibilità ottica" diretta non garantiscono in teoria l'efficienza di un link radio. Prove pratiche "sul campo" hanno però evidenziato che è sufficiente avere il 60% del raggio massimo della zona di Fresnel libera da occlusioni per avere un link efficiente ed in particolare, il 60% per la modulazione DSSS e l'80% per la FHSS Frequency Hopping Spread Spectrum.

Il calcolo della zona di Fresnel è usato per dimensionare la posizione in altezza di antenne. In caso di particolari occlusioni, è bene optare nel cambio di posizione dell'antenna in modo tale d'aver almeno il 60% del raggio massimo di tale zona libero. Vediamo come eseguire il calcolo della zona di Fresnel in un determinato punto.

$$R = 17.3 \cdot \sqrt{\frac{d1 \cdot d2}{f \cdot (d1 + d2)}}$$

Dove:

R: Raggio della zona di Fresnel espresso in metri

d1, d2: Distanza dell'ostacolo dalle antenne espressa in metri

f: Frequenza segnale espressa in Mhz

Al fine di calcolare la presenza e l'entità dell'interferenza tra i ponti radio e il campo eolico in progetto, sono stati calcolati i raggi delle zone di Fresnel per ciascuna congiungente geometrica i ponti radio individuati durante lo studio.



11.9 Asse P3-P5

L'asse P3-P5 congiunge il ponte radio P3 sito nel Comune di Bitti, a 920 metri di altitudine circa, con il ponte radio P5 sito nel Comune di Nule, a 640 metri di altitudine. La congiungente i due ponti radio, ipotizzando una connessione tra i due, passa in prossimità dell'area interessata dall'installazione delle pale eoliche e in particolare per quanto riguarda le pale BT05, BT06 e BT07, come riportato in figura 4. La distanza della pala più vicina alla congiungente geometrica (asse in radiofrequenza) è di circa 116.38 metri, quindi, considerata la larghezza delle zone di Fresnel, sia la torre che le pale degli aerogeneratori non causano di fatto alcun tipo di interferenza.

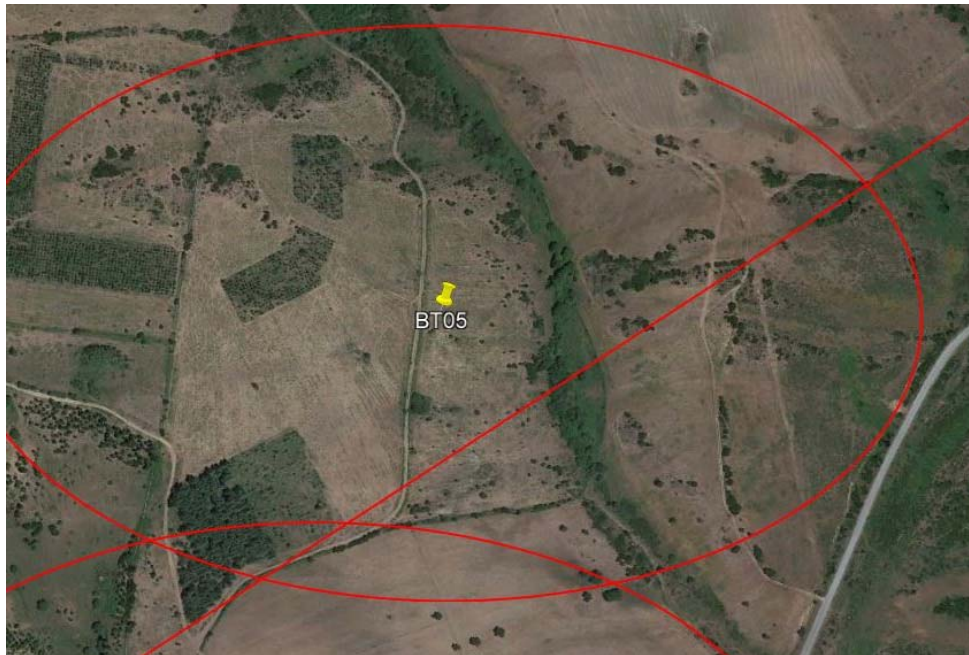


Figura 4- Asse P3-P5

Si analizzano di seguito le zone di Fresnel relative alla posizione dell'aerogeneratore BT05 che è quella più vicina all'asse P3-P5 mentre le altre pale non costituiscono alcuna fonte di interferenza in quanto a distanze maggiori.

La distanza tra i due ponti radio è di circa 25374 m e si riportano di seguito i profili altimetrici rilevati tra i due punti in corrispondenza della pala BT05.



Figura 5- Profilo altimetrico e punto BT05



Ipotizzando che il ponte radio trasmetta alla frequenza portante di 6 GHz, risulta che la prima zona di Fresnel in corrispondenza dell'aerogeneratore BT05 ha un diametro di circa 26 metri. Si rileva che tale area non intercetta alcuna aerogeneratore del gruppo menzionato, per quanto riguarda le zone di Fresnel dalla 1 alla 4.

I dati per il calcolo delle zone di Fresnel sono riportati di seguito:

Asse P3-P5 – BT05		
Distanza P3-BT05	4124	m
Distanza P5-BT05	20937	m
Frequenza	6000	MHz
Raggio 1° Zona di Fresnel	13,12547	m
Diametro 1° Zona di Fresnel	26,25094	
Raggio 2° Zona di Fresnel	18,56222	m
Diametro 2° Zona di Fresnel	37,12443	
Raggio 3° Zona di Fresnel	22,73398	m
Diametro 3° Zona di Fresnel	45,46796	
Raggio 4° Zona di Fresnel	26,25094	m
Diametro 4° Zona di Fresnel	52,50187	



11.10 Asse P7-P10

L'asse P7-P10 congiunge il ponte radio P7 sito nel Comune di Lula con il ponte radio sito nella sommità del Monte Limbara nel Comune di Tempio Pausania. La congiungente i due ponti radio, ipotizzando una connessione radio tra i due, passa attraverso l'area interessata dall'installazione delle pale eoliche e in particolare per quanto riguarda le pale da BT05 a BT09, come riportato nella figura seguente.

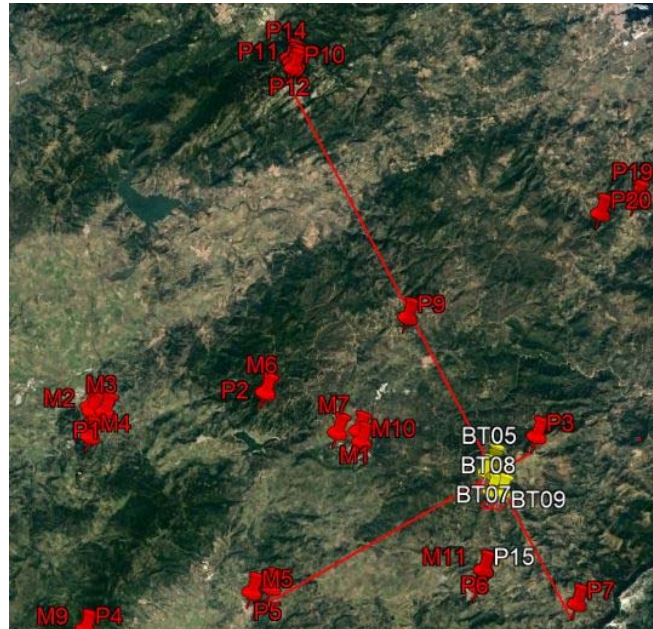


Figura 6- Asse P7-P10

Nella figura 7 si riporta il dettaglio delle posizioni delle pale interessate:



Figura 7 - Particolare distanza pala BT05 asse P7-10

Si analizzano di seguito le zone di Fresnel relative alla posizione della pala eoliche più vicina all'asse P7-P10, la BT05, mentre le altre pale non costituiscono alcuna fonte di interferenza in quanto a distanze maggiori.

La distanza tra i due ponti radio è di circa 50292 m e si riportano di seguito i profili altimetrici rilevati tra i due punti in corrispondenza della pala BT05.



Figura 8 - Profilo altimetrico e punto BT05

Ipotizzando che il ponte radio trasmetta alla frequenza portante di 6 GHz, risulta che la prima zona di Fresnel in corrispondenza della pala BT05 ha un diametro di circa 22 metri. Si rileva che tale area non intercetta alcuna pala eolica del gruppo menzionato, per quanto riguarda le zone di Fresnel dalla 1 alla 4.

I dati per il calcolo delle zone di Fresnel relativi alla pala BT05 sono riportati di seguito:

Distanza P7-BT05	13888	m
Distanza P10-BT05	36404	m
Frequenza	6000	MHz
Raggio 1° Zona di Fresnel	22,39316	m
Diametro 1° Zona di Fresnel	44,78632	m
Raggio 2° Zona di Fresnel	31,66871	m
Diametro 2° Zona di Fresnel	63,33743	m
Raggio 3° Zona di Fresnel	38,7861	m
Diametro 3° Zona di Fresnel	77,57219	m
Raggio 4° Zona di Fresnel	44,78632	m
Diametro 4° Zona di Fresnel	89,57265	m



11.11 CONCLUSIONE RELATIVA ALLE INTERFERENZE CON LA RETE RADIO-TV

Premesso che l'analisi è stata condotta sui ponti radio riportati sui documenti ufficiali e individuati nei diversi sopralluoghi condotti presso l'area in cui sorgerà l'impianto eolico; in particolare l'analisi è stata condotta per n°5 ponti radio/televisivi e n°9 ponti per telefonia mobile/fissa. Allo stato attuale non si hanno informazioni sulla presenza di ulteriori ponti radio sia realizzati e non riportati sulle carte ufficiali sia in fase di realizzazione. In conclusione, l'impianto eolico di Bitti, costituito da N° 6 aerogeneratori della potenza massima nominale di 6,2 MW, per una potenza massima totale di 37,2 MW, non causa interferenze significative sulla rete di radiodiffusione locale e regionale e peraltro è migliorativa rispetto alla configurazione impiantistica precedente in cui si prevedeva l'impiego di n° 11 aerogeneratori.

Alla presente relazione è allegata la tavola "Principali Ponti Radio nell'area del Parco Eolico di Bitti-Terenass".