



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



PROVINCIA DI SASSARI

# REGIONE SARDEGNA PROVINCIA DI SASSARI

## PARCO EOLICO MISTRAL (35 MW) NEI COMUNI DI LUOGOSANTO, TEMPIO PAUSANIA E AGLIENTU

DATA	REVISIONE
Dicembre 2023	Valutazione di Impatto Ambientale

**CONSULENTE:**  
 BioPhilia S.A.S.  
 Via G. Verdi 29B  
 75016 Pomarico (MT)  
[www.biophilia.eu](http://www.biophilia.eu)



**BioPhilia**

consulenze nel settore  
ambientale

**SOCIETA' PROPONENTE:**  
 ENGIE MISTRAL S.r.l  
 Via Chiese 72  
 20126 Milano (MI)  
 C.F e P.IVA 13054420966  
 REA MI-2700957



ELABORATO

01W.R.28

Studio di impatto cumulativo

**Progetto per la realizzazione del parco eolico Mistral (35W)  
Comuni di Luogosanto, Tempio Pausania e Aglientu**

**STUDIO IMPATTI CUMULATIVI**



Gruppo lavoro: BioPhilia S.a.s.

relazione a cura di: ing. Nicola La Macchia



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>AEROGENERATORI .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>VISUALI PAESAGGISTICHE .....</b>	<b>5</b>
3.1	MAPPE DI INTERVISIBILITA' TEORICA MIT .....	7
3.2	INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI SENSIBILI .....	9
3.3	DESCRIZIONE DEI SITI DI MAGGIORE RILIEVO .....	13
3.3.1	<i>Nuraghe</i> .....	14
3.3.2	<i>Architettura funeraria Nuragica</i> .....	17
3.3.3	<i>Fortificazioni</i> .....	21
3.3.4	<i>Chiese</i> .....	24
3.4	FOTOINSERIMENTI E CONI VISUALI.....	26
3.4.1	<i>Indice di visione azimutale</i> .....	27
3.4.2	<i>Indice di affollamento</i> .....	28
3.4.3	<i>Indice di impatto visivo (IP)</i> .....	30
3.4.4	<i>Fotoinserimenti</i> .....	37

## 1 PREMESSA

Il presente Studio di Impatto cumulativo è stato effettuato al fine di verificare la variazione dell'impatto di alcune componenti più sensibili nell'area vasta dall'impianto tra il progetto e gli altri impianti esistenti o per i quali sia in corso l'iter autorizzativo o l'iter autorizzativo ambientale.

Pertanto, in conformità a quanto indicato dal DM 2010 il cumulo degli impatti sarà indagato con riferimento ai seguenti aspetti, nell'ambito della materia paesaggistica:

- Visuali paesaggistiche;
- Patrimonio culturale e identitario (per la cui descrizione si rimanda alla Relazione Paesaggistica).

## 2 AEROGENERATORI

L'impianto eolico in oggetto, di tipo *on-shore* (su terraferma) è composto da n. 5 torri eoliche per le quali è possibile individuare 3 elementi principali:

- una torre di sostegno;
- un rotore a tre pale;
- una navicella con gli organi di conversione elettromeccanica.

La torre di sostegno, generalmente di forma tronco-conica, è la struttura che sostiene il rotore e la navicella. Il rotore è collegato al mozzo posto all'estremità della torre ed accoppiato al generatore elettrico, posto nella navicella. Il rotore presenta un diametro di 85 m, mentre la torre di sostegno presenta un'altezza di 135 m con un'altezza complessiva dell'aerogeneratore pari a 220 m.

Aerogeneratori	Coordinate UTM WGS8_32N		Coordinate Geografiche	
	E	N	E	N
<b>WTG MIS-1</b>	519347	4551939	9,230455	41,118515
<b>WTG MIS-2</b>	518250	4552033	9,21739	41,119389
<b>WTG MIS-3</b>	520243	4551327	9,241111	41,112984
<b>WTG MIS-4</b>	520796	4551707	9,247712	41,116385
<b>WTG MIS-5</b>	518013	4551616	9,214554	41,115634

Tabella 1: Coordinate aerogeneratori

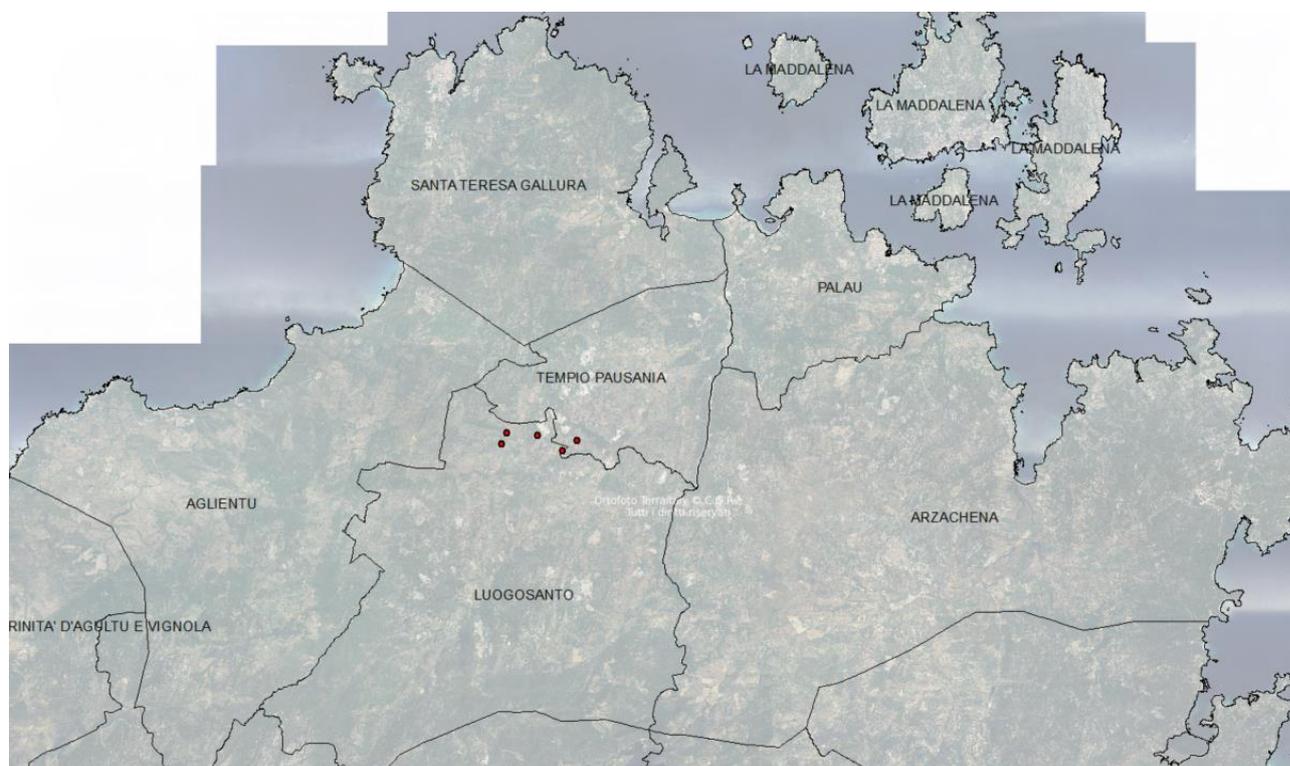


Figura 1: Indicazione della posizione del contesto di intervento

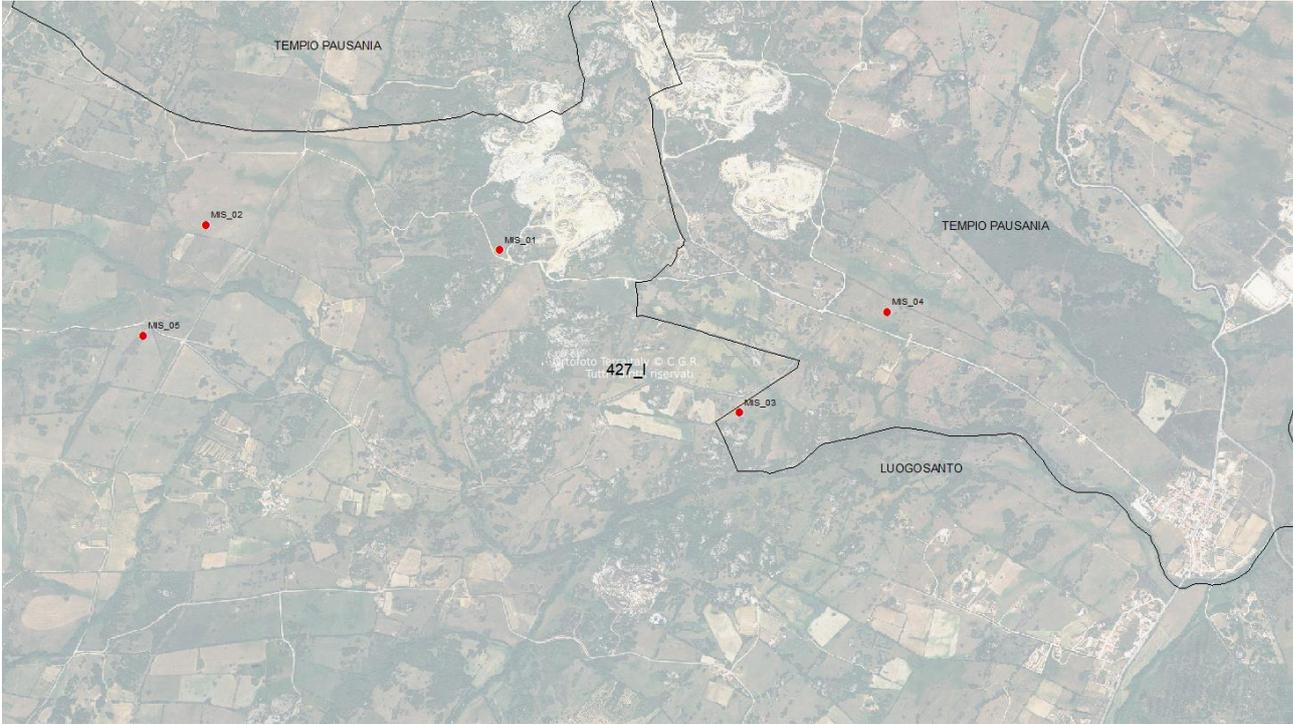


Figura 2: Dettaglio del contesto di intervento

### 3 VISUALI PAESAGGISTICHE

Nel caso impianti eolici, costituiti da strutture che si sviluppano sia in piano e sia in verticale, si rileva una forte interazione con il paesaggio, soprattutto nella sua componente visuale.

La definizione dell'ampiezza dell'area di indagine per valutare l'impatto visivo cumulativo relativo a più parchi eolici non può prescindere dalla conoscenza dello sviluppo orografico del territorio, della copertura superficiale (terreni a pascolo e seminativo, presenza di alberature, fabbricati, presenza di ostacoli di varia natura, etc..) e dei punti e luoghi sensibili dai quali valutare l'eventuale impatto cumulato. Le linee guida nazionali (Decreto del Ministero dello Sviluppo del 10 settembre 2010) definiscono un areale minimo di raggio pari a 50 volte l'altezza massima dell'aerogeneratore entro cui condurre la ricognizione dei centri urbani e dei beni culturali e paesaggistici; per tale motivo l'area vasta è stata individuata tracciando intorno alla linea perimetrale esterna dell'impianto in oggetto un *BUFFER* ad una distanza pari a 50 volte lo sviluppo verticale degli aerogeneratori, definendo così un'area più estesa dell'area di ingombro, racchiusa dalla linea perimetrale di congiunzione degli aerogeneratori esterni. Tale area prende il nome di "**zona di visibilità teorica (ZTV)**", definita come l'area in cui l'impianto può essere teoricamente visto.

Inoltre, va precisato che il potere risolutivo dell'occhio umano ad una distanza di 20 km, pari ad un arco di 1 minuto (1/60 di grado), è di circa 5.8 m, il che significa che sono visibili oggetti delle dimensioni maggiori a circa 6 m [fonte: *Linee Guida Impianti Eolici a cura del MIBAC*]. Ad una distanza di 10 km la risoluzione è di circa 2.9 m, per tale motivo sono visibili oggetti delle dimensioni maggiori a circa 3m. Considerato che il diametro della torre tubolare in corrispondenza della navicella in genere non supera i 2,5 m di diametro, si può ritenere che a 11 Km l'aerogeneratore sia scarsamente visibile ad occhio nudo e conseguentemente l'impatto visivo prodotto sia sensibilmente ridotto, se non trascurabile.

Alla luce di tali considerazioni e in riferimento alle dimensioni dell'impianto proposto, l'Area di Studio per l'analisi della visibilità è racchiusa in un buffer di 11 km, in cui la presenza di più impianti può generare le seguenti condizioni:

- co-visibilità, quando l'osservatore può cogliere più impianti da uno stesso punto di vista
- effetti sequenziali, quando l'osservatore deve muoversi in un altro punto per cogliere i diversi impianti.

All'interno della **ZTV** sono stati cartografati i parchi eolici in esercizio individuati per mezzo del portale "*Atlaimpianti*" e tramite la ricerca visiva approfondita per mezzo delle immagini satellitari aggiornate al 2.11.2022 sulla piattaforma "*google Earth*" con l'obiettivo di definire ed individuare l'impatto cumulativo indotto dalla realizzazione del parco in questione e dalla presenza di eventuali altri impianti.

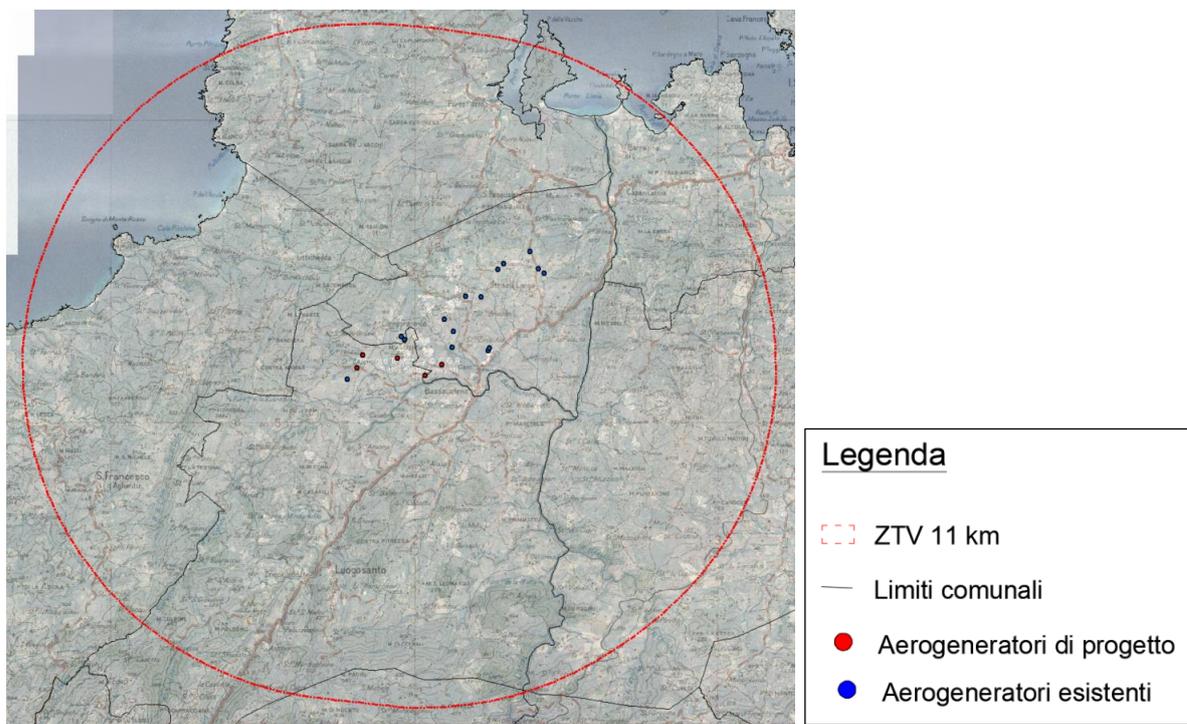


Figura 3: Individuazione di impianti eolici esistenti in un intorno di 11 km

La progettazione del parco eolico oggetto di studio (Mistral) si sviluppa parallelamente alla progettazione di altri 2 parchi (Valentino e Palo singolo trynyty) che verranno presi in considerazione nello studio degli impatti cumulativi.

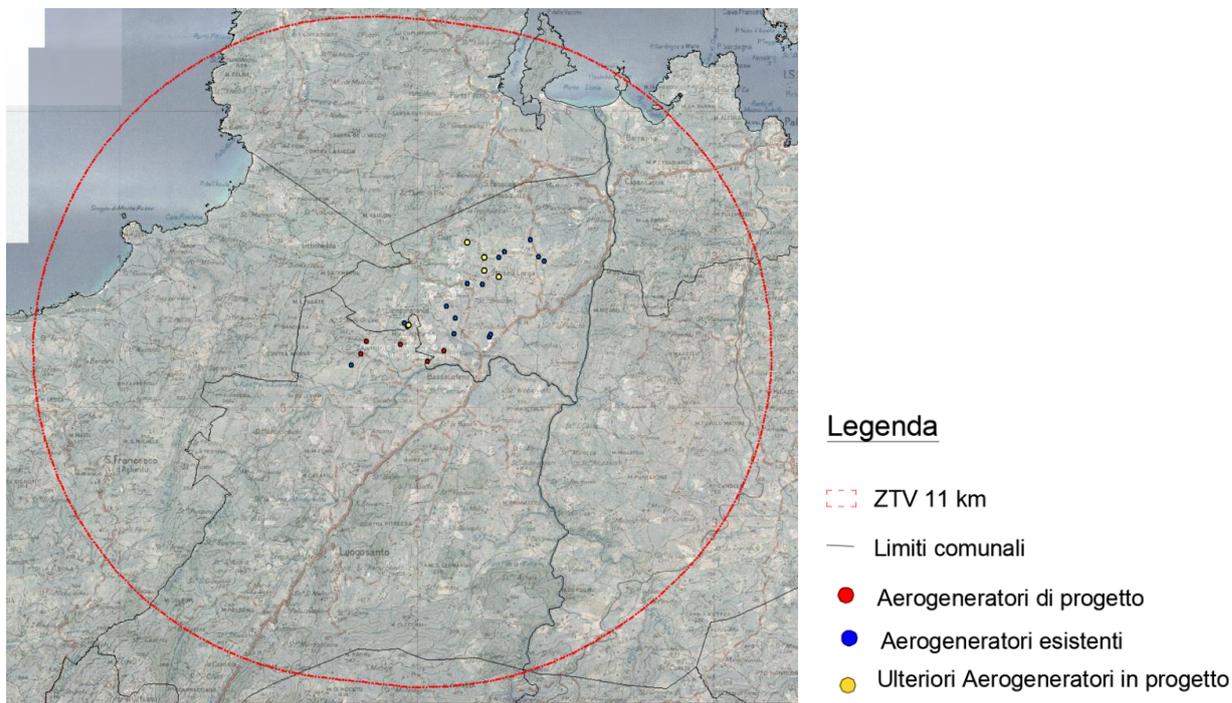


Figura 4: Individuazione di impianti eolici esistenti e in fase di progettazione in un intorno di 11 km. In rosso sono indicati gli aerogeneratori di progetto, in giallo quelli relativi ad ulteriori 2 progetti che saranno proposti contestualmente al presente

### 3.1 MAPPE DI INTERVISIBILITA' TEORICA MIT

Lo studio prevede l'analisi della visibilità dell'impianto eolico attraverso la stesura di mappe di intervisibilità teorica dell'area dell'impianto (*MIT*), e la valutazione della visibilità dell'impianto da punti di vista sensibili, quali luoghi e assi viari panoramici, immobili e aree di valenza architettonica o archeologica, elementi di naturalità ecc.

Posto che la mappa di intervisibilità fornisce un primo elemento di misura della visibilità del parco, al proposito, è opportuno evidenziare che la carta generata non tiene conto della copertura del suolo (sia vegetazione che manufatti antropici). L'analisi condotta risulta, pertanto, essere assai conservativa, limitandosi soltanto a rilevare la presenza o assenza di ostacoli orografici verticali che si frappongono tra i vari aerogeneratori ed il potenziale osservatore.

Le mappe di intervisibilità sono state realizzate mediante l'ausilio di algoritmi di calcolo dedicati, implementati su piattaforme GIS, in grado di:

- ricostruire l'andamento orografico del territorio, attraverso l'elaborazione delle informazioni contenute nei file numerici DTM (Digital Terrain Model) di input, disponibili sul portale cartografico della Regione Sardegna, risoluzione 10m;
- ricostruire l'uso del suolo del territorio e la "geometria" degli elementi naturali in grado di costituire un ostacolo alla visibilità dell'impianto, ossia in grado di rappresentare una barriera visiva tra un potenziale osservatore e gli impianti, esercitando così una vera e propria azione schermante.

Per la valutazione dell'impatto visivo è necessario valutare il numero di elementi visibili dal punto di osservazione considerato, determinando, in estrema sintesi, "quanti" aerogeneratori si vedono, "da dove" e "quanto" si vedono.

Le mappe forniscono la distribuzione della visibilità degli aerogeneratori all'interno dell'area vasta d'indagine, considerando le seguenti condizioni di calcolo:

- altezza aerogeneratori di progetto: 220 m s.l.t
- altezza dell'osservatore: 1,8 m s.l.t.;
- limite (imposto) areale di calcolo: 11 km.

In via cautelativa sono stati ipotizzati per tutti i parchi eolici degli aerogeneratori di dimensioni analoghe a quelli previsti nel parco di progetto, considerando anche in tale ambito il worst case scenario.

Sono state prodotte 4 diverse Mappe di intervisibilità:

1. M.I.T. Relativa al solo parco eolico di progetto
2. M.I.T. Relativa allo stato di fatto elaborata considerando i parchi già realizzati
3. M.I.T. Relativa alla realizzazione del parco di progetto-Analisi cumulata (*Cumulativa Caso 1*)
4. M.I.T. Relativa alla realizzazione del parco di progetto – Analisi cumulata, ipotizzando l'avvenuta realizzazione degli ulteriori 2 parchi Valentino e Palo singolo trynyty (*Cumulativa Caso 2*)

*(Per consentire una maggiore chiarezza e facilità di lettura delle mappe si è scelto di utilizzare una stessa scala cromatica e una distinzione delle fasce che resta invariata in 3 diverse mappe, ossia M.I.T. Stato di fatto, Cumulativa Caso 1 e Cumulativa Caso 2. In tale modo è possibile cogliere più facilmente le variazioni di visibilità al cambio dei diversi scenari).*

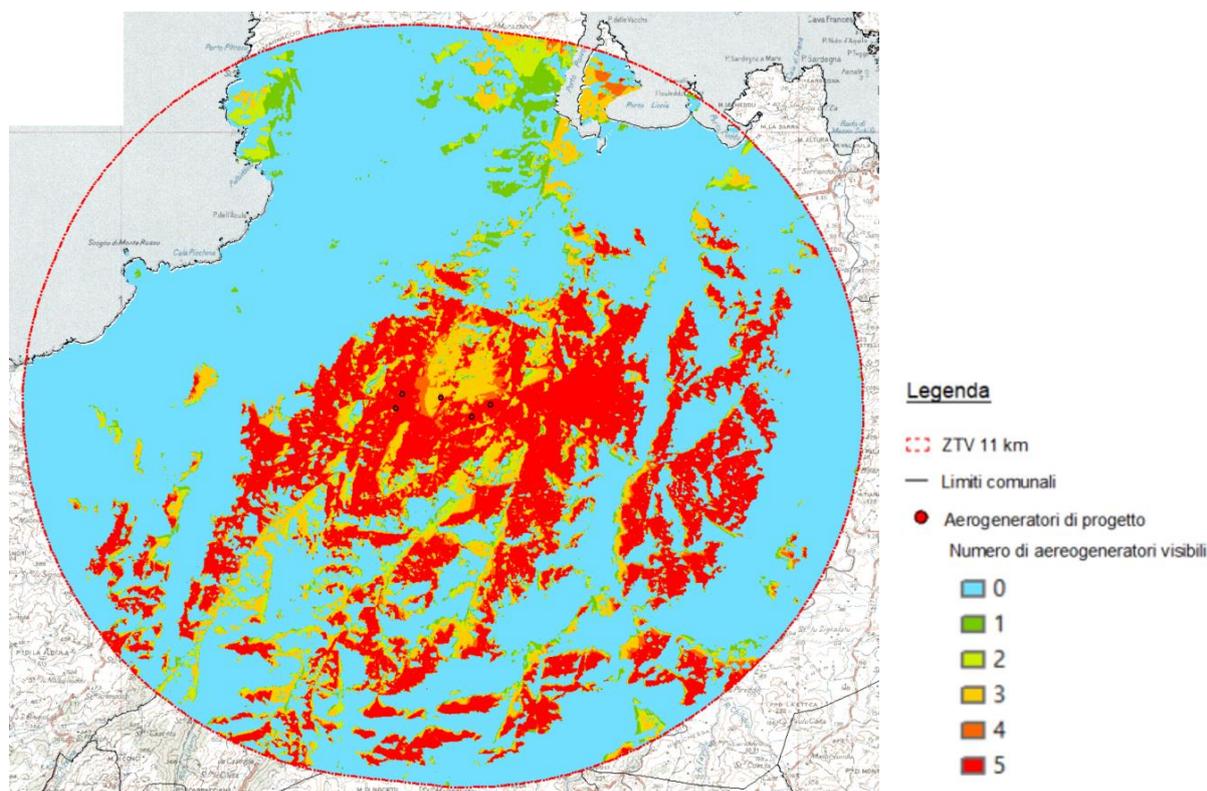


Figura 5: M.I.T. Relativa al solo parco eolico di progetto

Come si evince dalla mappa di intervisibilità teorica sopra riportata, in accordo con le indicazioni e previsioni teoriche delle L.G. FER, il numero di aerogeneratori visibili da una distanza di circa 11 km è praticamente trascurabile in tutte le direzioni, nonostante l'altezza caratterizzante le macchine in progetto ( $H_{tot} = H_{Hub} + R_{Rotore} = 135 \text{ m} + 85 \text{ m} = 220 \text{ m}$ ).

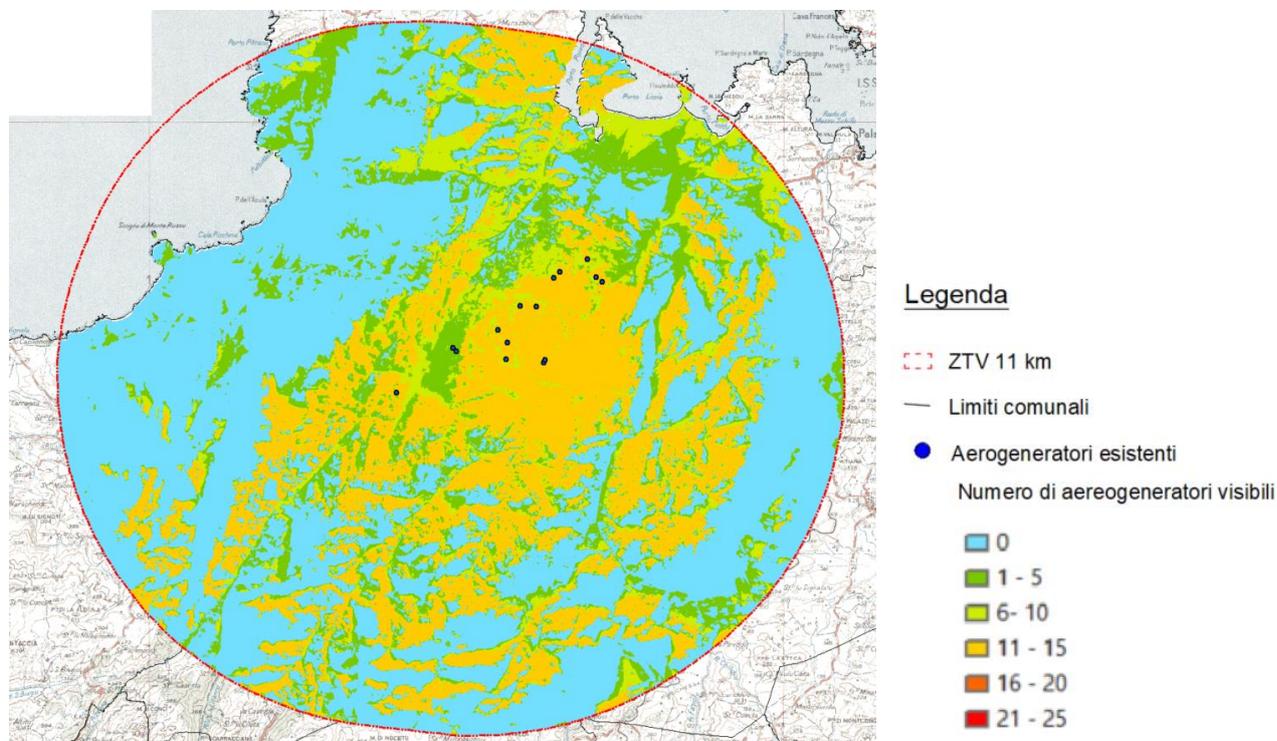


Figura 6: M.I.T. Relativa ai soli parchi eolici esistenti

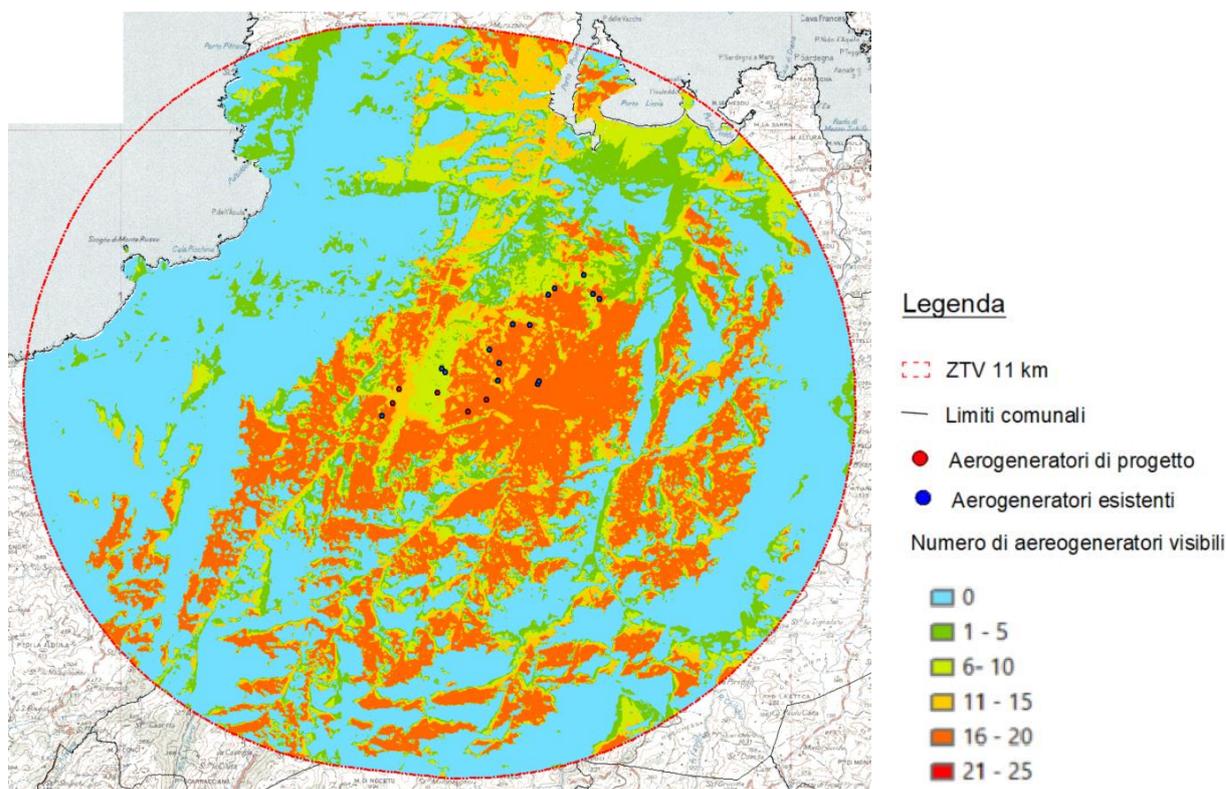


Figura 7: M.I.T. 1. Cumulata (Cumulativa Caso1 – Impianti di progetto + impianti esistenti)

Dagli stralci sopra riportati, si osserva che la realizzazione del parco in progetto non incide in maniera significativa sul numero di aerogeneratori visibili dalle diverse aree del territorio circostante.

E' da evidenziare che, viste le ipotesi/condizioni di calcolo imposte (sviluppo delle linee di visibilità a 360 gradi per ogni aerogeneratore, base di calcolo unicamente orografica senza considerare l'uso del suolo e gli ostacoli schermanti quali alberature stradali, alberature poderali, filari isolati di alberi), quanto restituito dalla mappa di intervisibilità fornisce una rappresentazione fortemente cautelativa e, può affermarsi, decisamente in eccesso rispetto alla reale visibilità della totalità degli impianti all'interno della ZTV.

### 3.2 INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI SENSIBILI

Note le aree di maggiore o minore visibilità dell'impianto, si è provveduto all'individuazione dei possibili punti di osservazione sensibili, per ciascuno dei quali è stata effettuata una specifica valutazione. I punti di vista significativi che si è scelto di considerare nell'analisi, consistono in elementi significativi del sistema storico – culturale, strade panoramiche e paesaggistiche, comuni nell'intorno del parco, nell'intorno di 11 km, coincidente con la zona di visibilità teorica (ZTV).

Il territorio compreso nell'area di indagine ha subito negli ultimi decenni lievi trasformazioni con la realizzazione di parchi eolici che sicuramente hanno determinato un cambiamento dello stato dei luoghi. L'area su cui dovrà sorgere l'impianto è caratterizzata da quote variabili mediamente tra i 70 - 240 metri. All'interno dell'area vasta dei 11 Km di indagine è presente una rete stradale composta da alcune statali e strade provinciali, da strade asfaltate o in sterrato in mediocri condizioni, ma comunque percorribili. Con riferimento all'impatto visivo, all'interno ed ai margini dell'area di indagine si è valutata l'esistenza di eventuali punti di osservazione sensibili: punti di vista significativi, ossia localizzazioni geografiche che, in relazione alla loro fruizione da parte dell'uomo (intesa come possibile presenza dell'uomo), sono da considerarsi sensibili all'impatto visivo indotto dall'inserimento degli impianti eolici nel paesaggio (borghi abitati, singolarità di interesse turistico, storico archeologico, ecc). Dei punti sensibili individuati nel territorio di seguito riportati sono stati presi in considerazione solo quelli ricadenti all'interno dell'area vasta d'indagine (Buffer di 11km)

ID	PUNTO SENSIBILE	TIPOLOGIA	COMUNE	WGS UTM 32N	
				X	Y
01	Nuraghe Vignamarina	Sito storico archeologico	Santa Teresa di Gallura	516226	4563906
02	La balcaccia	Riserva Naturale	Santa Teresa di Gallura	522192	4564763
03	Punta de la Balcaccia	Punto Panoramico	Santa Teresa di Gallura	522592	4565343
04	SS 133 di Palau	Strada Statale 133 di Palau		512195	4538525
05	Chiesa Campestra San Pancrazio -Aglientu	Chiesa	Aglientu	508249	4544646
06	Nuragiche la Prisgiona	Sito archeologico	Arzachena	530454	4544101
07	Tomba dei giganti di Coddu Vecclu	Sito archeologico	Arzachena	529902	4544388
08	Nuragiche Albucciu	Sito archeologico	Arzachena	534420	4546396
09	Tomba dei giganti di Moru	Sito archeologico	Arzachena	534624	4546509
10	Complesso nuragico di Malchittu	Sito archeologico	Arzachena	534483	4547610
11	Punto Panoramico SP121	Punto panoramico SP121	Palau	533906	4557947
12	Panorama dell'arcipelago di la Maddalena _SS133	Punto panoramico SS133	Palau	531415	4558669
13	Tomba dei giganti di Monte S'Ajacciu	Punto di riferimento storico	Palau	526929	4556414
14	Chiesa Campestre San Giorgio	Chiesa	Palau	527111	4556519
15	Chiesa Campestre di San Michele Arcangelo	Chiesa	Tempio Pausania	526421	4556282
16	Comune di Aglientu	Centro abitato	Aglientu	509542	4547754
17	Palazzo di Baldu	Castello	Luogosanto	518954	4546565
18	Tomba dei giganti di Li Lolghi	Sito archeologico	Arzachena	528024	4546216
19	Comune di Arzachena	Centro abitato (SS 427)	Arzachena	532367	4547226
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	Punto panoramico	Luogosanto	517253	4544807
21	Punto panoramico _La Pétra Niéda	Punto panoramico	Luogosanto	517178	4545104
22	Castello di Balaiana	Castello	Luogosanto	520847	4544192
23	Tomba dei giganti di Li Mizzani	Sito archeologico	Palau	527931	4554512
24	Muraglia Megalitica e Nuraghe di Sarra di d'Aglientu	Sito archeologico	Sant'Antonio di Gallura	523752	4538546
25	Lago del Liscia	Territori contermini ai laghi		522685	4539758
26	Sito archeologico e Belvedere "Lu Naracu"	Sito archeologico	Sant'Antonio di Gallura	525353	4538154
27	Necropoli di Li Muri	Sito archeologico	Arzachena	527015	4546591
28	Chiesa Santa Maria della Neve	Chiesa	Luogosanto	514617	4543254
29	Belvedere Arzachena	Punto Panoramico	Arzachena	532849	4547967
30	Rocchia Lu Puntareddu	Punto Panoramico	Santa Teresa di gallura	518953	4556887
31	Fortezza Monte Altura	Fortezza	Palau	530418	4559426
32	Monte Russu	Zona SIC		510451	4555645
33	Torre Napoleonica	Punto di riferimento storico	Isola di Santo Stefano	533764	4560071
34	Forte San Giorgio	Punto di riferimento storico	Isola di Santo Stefano	533700	4560336

*Tabella 1 : Individuazione dei punti sensibili*

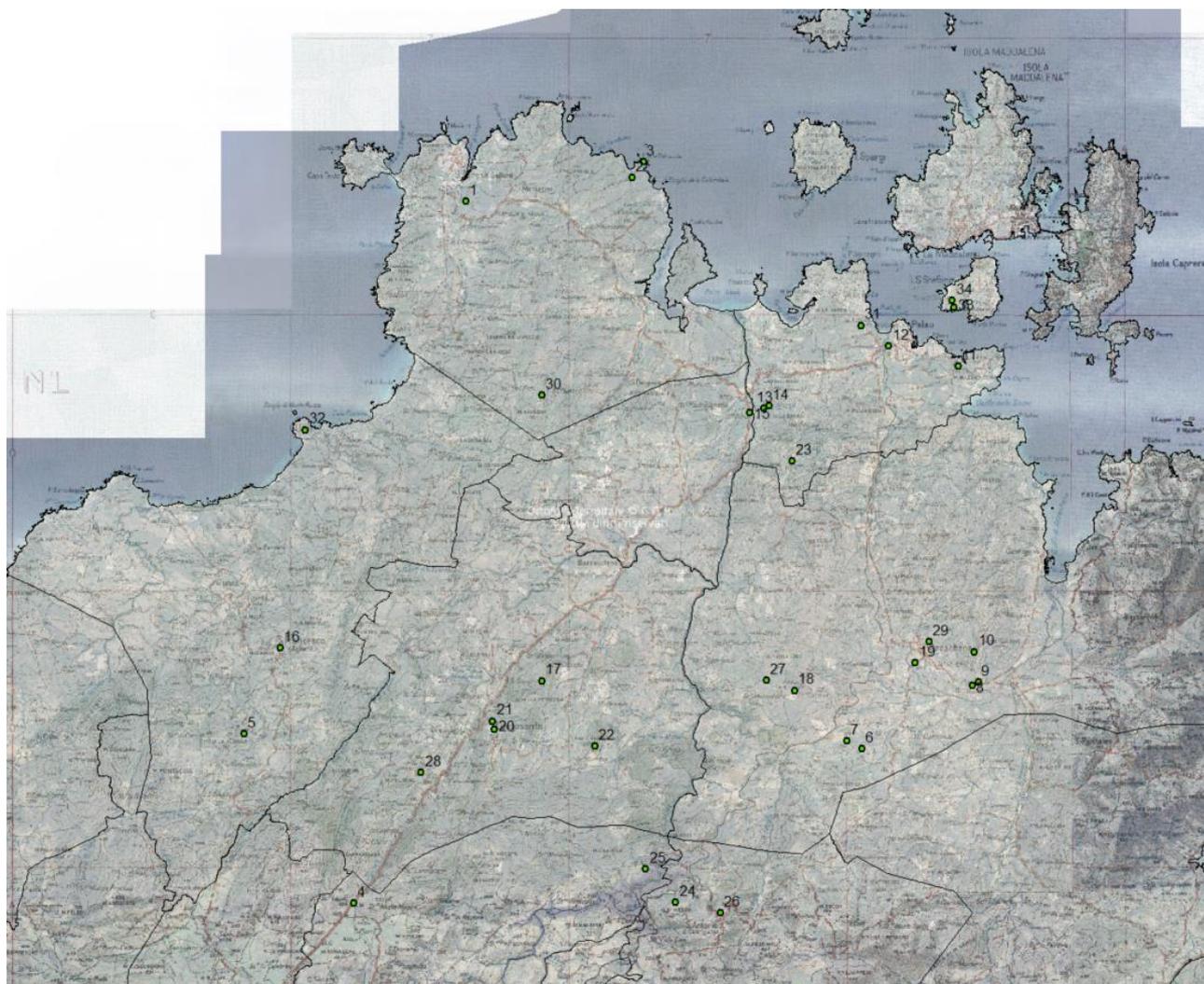


Figura 8: Individuazione dei punti sensibili nel territorio indicato

Dei 34 punti individuati sono stati esclusi quelli ricadenti al di fuori della zona di visibilità teorica (ZTV). Per ogni punto sensibile ricadente all'interno della ZTV inoltre è stata fatta una verifica per individuare da quali punti e/o zone gli aerogeneratori non sono in realtà visibili o la loro visibilità risulta trascurabile. Tale verifica tiene conto della mappa di intervisibilità e di sopralluoghi in loco, effettuati allo scopo di individuare possibili visuali libere in direzione dell'impianto e l'attuale stato dei luoghi.

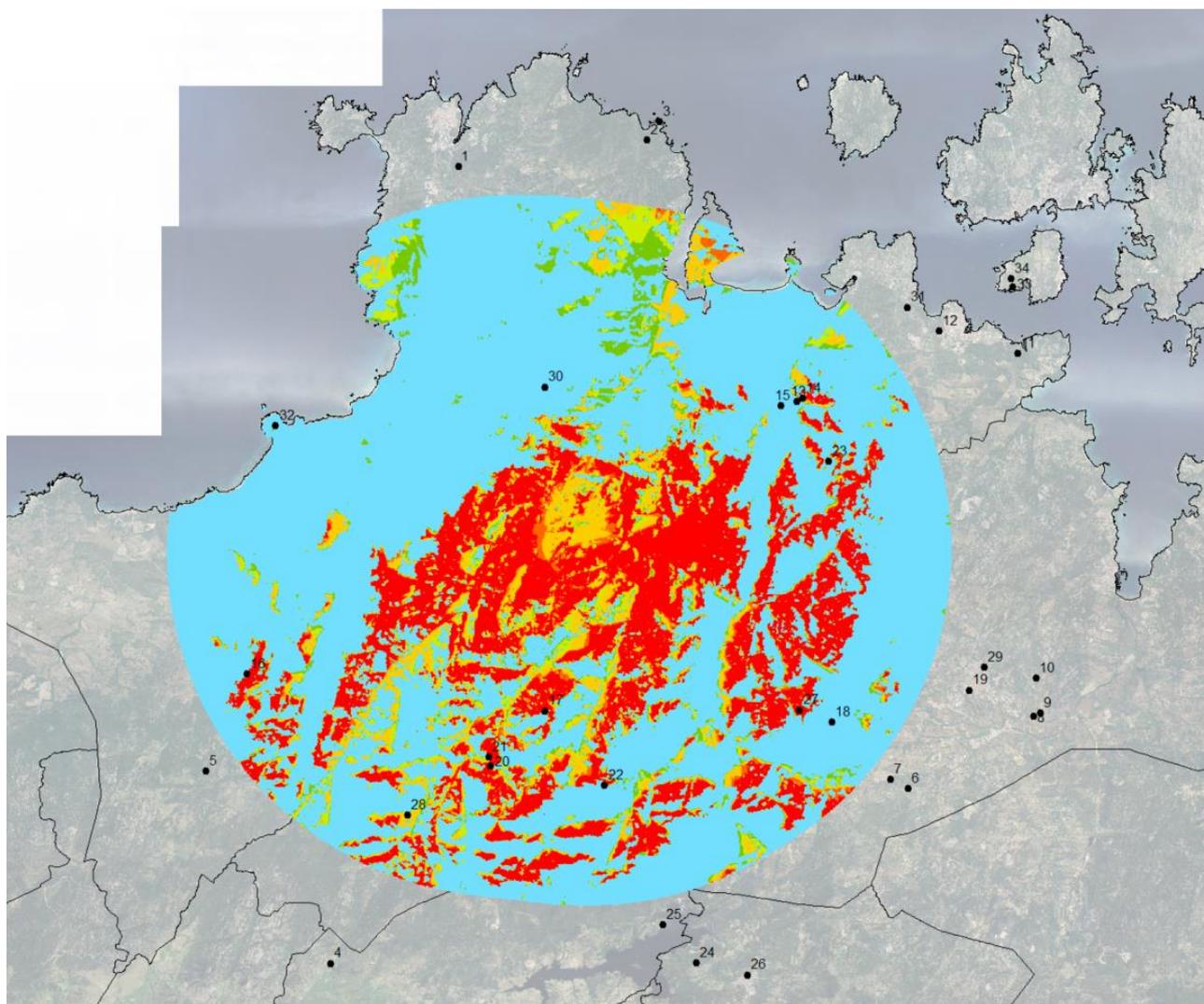


Figura 9: M.I.T. Relativa ai soli parchi eolici di progetto con punti sensibili

IMPIANTI VISIBILI	VISIBILITA'
0	Assente
1	Bassa
2	
3	Media
4	
5	Alta

Figura 10: Legenda discretizzazione visibilità teorica.

ID	PUNTO SENSIBILE	TIPOLOGIA	WGS UTM 32N		VISIBILITA' TEORICA	DISTANZA (km)
			X	Y		
13	Tomba dei giganti di Monte S'Ajacciu	Punto di riferimento storico	526929	4556414	Assente	7.9
14	Chiesa Campestre San Giorgio	Chiesa	527111	4556519	Media	7.7
15	Chiesa Campestre di San Michele Arcangelo	Chiesa	526421	4556282	Assente	7.2
16	Comune di Aglientu	Centro abitato	509542	4547754	Alta	9.3
17	Palazzo di Baldu	Castello	518954	4546565	Alta	5.1
18	Tomba dei giganti di Li Lolghi	Sito archeologico	528024	4546216	Assente	9.3
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	Punto panoramico	517253	4544807	Alta	7.2
21	Punto panoramico_La Pétra Niéda	Punto panoramico	517178	4545104	Alta	7.0
22	Castello di Balaiana	Castello	520847	4544192	Alta	7.2
23	Tomba dei giganti di Li Mizzani	Sito archeologico	527931	4554512	Assente	7.7
27	Necropoli di Li Muri	Sito archeologico	527015	4546591	Alta	8.5
28	Chiesa Santa Maria della Neve	Chiesa	514617	4543254	Media	9.0
30	Roccia Lu Puntareddu	Punto Panoramico	518953	4556887	Assente	4.9
32	Monte Russu	Zona SIC	510451	4555645	Bassa	8.5

Tabella 2 : Punti sensibili ricadenti nel buffer con visibilità

Segue che i punti di vista oggetto di interesse sono:

- ID\_14: Chiesa Campestre San Giorgio
- ID\_16: Comune di Aglientu
- ID\_17: Palazzo di Baldu
- ID\_20: Punto panoramico, belvedere dei graniti
- ID\_21: Punto panoramico\_La Pétra Niéda
- ID\_22: Castello di Balaiana
- ID\_27: Necropoli di Li Muri
- ID\_28: Chiesa Santa Maria della Neve
- ID\_32: Monte Russu

E' possibile notare che la visibilità risulta alta da soli 9 punti sensibili, dei quali:

- 2 aventi distanza dal parco eolico  $> 9$  km, distanza che a causa del potere risolutivo dell'occhio umano renderebbe l'aerogeneratore scarsamente visibile ad occhio nudo con conseguentemente l'impatto visivo prodotto sensibilmente ridotto.
- 6 aventi distanza dal parco eolico maggiore di 7 km.
- 1 distante dal parco eolico 5.1 km

*Ne consegue che, l'impatto visivo risulta essere elevato solo per il sito ID17 Palazzo di Baldu distante dal parco eolico meno di 6 km. Tuttavia, come già precedentemente detto, l'analisi condotta non tiene conto della copertura del suolo (sia vegetazione che manufatti antropici e per tale motivo risulta essere assai conservativa, limitandosi soltanto a rilevare la presenza o assenza di ostacoli orografici verticali che si frappongono tra i vari aerogeneratori ed il potenziale osservatore.*

### 3.3 DESCRIZIONE DEI SITI DI MAGGIORE RILIEVO

Il territorio sardo è ricco di testimonianze del passato tra complessi prenuragici e nuragici, resti di epoca fenicia, romana, bizantina, cristiana e medievale. Una ricchezza e diversità di luoghi della cultura tale da poter definire l'Isola come un museo a cielo aperto. Come confermano anche i dati statistici. Secondo l'Istat in Sardegna ci sono:

- 39 aree archeologiche, tra le regioni italiane è seconda solo al Lazio che ne ha 66;
- 8 parchi archeologici, come Toscana e Sicilia e dietro solo alla Campania che ne ha 16;
- 14 architetture fortificate, seconda in Italia dopo la Toscana che ne ha 15.

Per “area archeologica” si intende un sito caratterizzato dalla presenza di reperti di natura fossile, manufatti, strutture preistoriche o di età antica e per “parco archeologico” si intende un ambito territoriale caratterizzato da importanti evidenze archeologiche e dalla compresenza di valori storici, paesaggistici o ambientali, attrezzato. In effetti la Sardegna ha una storia antica e complessa che attraversa diverse epoche e fasi di cui ancora oggi rimangono numerose testimonianze. I più antichi manufatti ritrovati risalgono addirittura al Neolitico, databili tra 450.000 e 125.000 anni fa, e sono stati rinvenuti nella storica regione dell'Anglona, affacciata sul Golfo dell'Asinara.

Dunque, molto prima rispetto allo sviluppo della civiltà nuragica (1800-238 a.C.), che deve il nome al suo monumento più rappresentativo ovvero il nuraghe, tipica costruzione a torre fatta di pietre di grandi dimensioni, che viene spesso legata alla storia e alle tradizioni più antiche della Sardegna. E sono proprio i resti di quell'antica civiltà, non solo i nuraghi ma anche i protonuraghi, le tombe dei giganti, i templi a pozzo, le fonti sacre, complessivamente oltre 10 mila monumenti legati alle diverse attività e pratiche culturali della popolazione, a rappresentare una delle testimonianze archeologiche più diffuse e rappresentative della storia della Sardegna. Si pensi ai complessi nuragici di Su Nuraxi a Barumini, patrimonio mondiale Unesco, Arrubiu di Orroli, Genna Maria di Villanovaforru, Santa Vittoria di Serri, Santu Antine di Torralba, Santa Cristina di Paulilatino. come museo all'aperto.

### **3.3.1 Nuraghe**

I **nuraghi** sono antiche costruzioni in pietra di forma troncoconica presenti, con diversa concentrazione, in tutta la Sardegna. Sono unici nel loro genere e rappresentativi della civiltà nuragica, che ad essi deve il suo nome. Alcuni sono complessi e articolati, veri e propri castelli nuragici con la torre più alta che in alcuni casi raggiungeva un'altezza tra i 25 e i 30 metri. Nella maggior parte dei casi, tuttavia, si tratta di singole torri ristrette verso l'alto, un tempo alte dai 10 ai 20 metri, con diametro alla base tra gli 8 e i 10 metri. Gli studiosi non hanno ancora espresso un parere comune sulla loro funzione originaria, mentre per quanto riguarda la datazione la maggior parte pensa che furono costruiti nel II millennio a.C., a partire dal 1800 a.C. fino al 1100 a.C. Vista la varietà delle costruzioni che tradizionalmente sono raggruppate sotto la dicitura di "nuraghe" è difficile fornire una descrizione univoca. Sono sparsi sull'intera isola, mediamente uno ogni 3 km<sup>2</sup>, contraddistinguendone fortemente il paesaggio; in alcune zone sono posizionati a poche centinaia di metri gli uni dagli altri, come nella Valle dei Nuraghi della regione storica del Logudoro-Meilogu, oppure nelle regioni della Trexenta e della Marmilla.

La divisione più semplice è quella tra il protonuraghe, o nuraghe "a corridoio", con una distribuzione degli spazi prevalentemente orizzontale e il nuraghe a thòlos. La maggioranza dei nuraghi è di quest'ultimo tipo, costituito da singole costruzioni megalitiche a tronco di cono con uno o più ambienti interni, anche sovrapposti e coperti a thòlos. Al loro interno, oltre alle camere circolari si aprono spesso altri ambienti minori quali nicchie, magazzini, sili. Attorno alla torre singola si svilupparono talvolta architetture più complesse come bastioni con torri aggiuntive e cinte murarie. Le mura che lo compongono sono poderose e possono arrivare a uno spessore di quattro o cinque metri, con un diametro esterno fino a trenta-cinquanta metri alla base, diminuendo poi con l'aumentare dell'altezza, con inclinazione più accentuata nelle torri più antiche. L'altezza supera non di rado i venti metri.

- **Nuraghe Vignamarina:** è un Nuraghe monotorre situato in una zona denominata Alta Gallura a circa 2 km in linea d'aria da Santa Teresa Gallura, vicino alla località chiamata "Vignamarina".



Figura 11: Nuraghe Vignamarina-Sito archeologico (ID\_01)

- **Complesso Nuragico La Prisgiona:** L'area archeologica comprende il nuraghe complesso e il villaggio di capanne che si estende intorno ad esso. E' situato su una sommità in regione Capichera, da cui si ha un'ampia visuale su un territorio di svariati chilometri quadrati. La posizione, le caratteristiche e la complessità delle strutture suggeriscono l'importante ruolo che questo insediamento doveva assumere nel territorio. Il nuraghe è costituito da una torre centrale (il mastio), affiancato da due torri laterali; il tutto è protetto da un imponente bastione a cui si accede attraverso un corridoio curvilineo. La camera interna è coperta a "tholos" (a falsa cupola) e raggiunge quasi i 7 metri di altezza. Tre nicchie disposte a croce ricavate nello spessore murario, erano forse destinate anche a momenti della vita quotidiana, come testimonierebbero alcuni reperti rinvenuti. Gli oggetti ritrovati suggeriscono che nell'ambito di questi incontri si svolgessero anche rituali particolari, forse legati alla preparazione e alla consumazione di bevande particolari. Gli scavi archeologici hanno permesso di capire in base ai reperti ritrovati, che ciascuna capanna era destinata allo svolgersi di una specifica attività artigianale, come la fabbricazione, la cottura e il restauro della ceramica, la lavorazione dei cereali, la produzione del pane. La vita del villaggio e del nuraghe di La Prisgiona abbraccia un lungo arco cronologico che va dal XIV sec. a.C. agli inizi dell'VIII sec. a.C., a cui segue diversi secoli dopo, una breve frequentazione in età romana imperiale (II-V sec. d. C.).

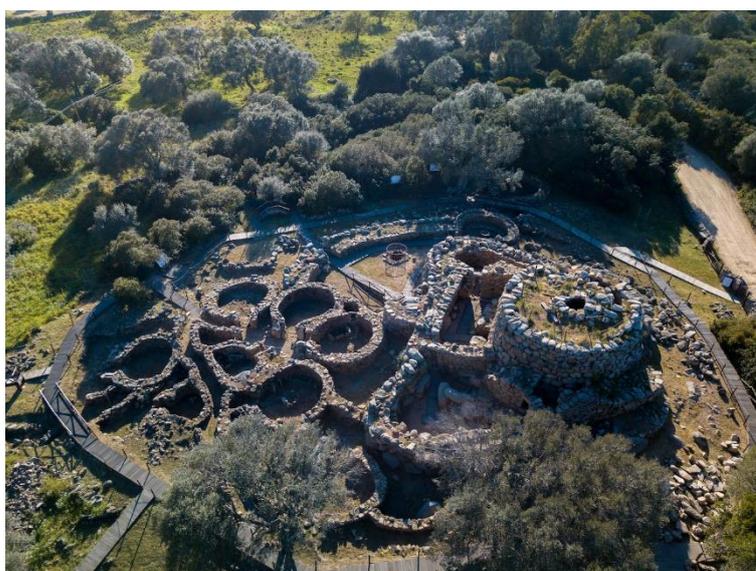


Figura 12: Nuraghe La Prisgiona-Sito archeologico (ID\_06)

- **Nuraghe Albucciu:** L'area archeologica di Albucciu comprende il nuraghe omonimo e la tomba di giganti Moru. Non lontano si trova anche il tempietto nuragico di Malchittu. Il nuraghe, di forma sub-rettangolare, è stato costruito sfruttando un affioramento di roccia granitica diventato parte integrante della struttura. L'edificio è considerato un nuraghe di tipologia mista: nella stessa struttura infatti, sono presenti caratteristiche tipiche dei nuraghi "a corridoio" (come la planimetria, la presenza di corridoi coperti a piattabanda) ed espedienti architettonici propri dei nuraghi a tholos (come la copertura a falsa cupola della camera a, seppur non completa). Nel terrazzo e nei vari ambienti del nuraghe sono stati rinvenuti numerosi e importanti reperti, testimonianza delle varie attività quotidiane che si svolgevano nel nuraghe, come la lavorazione del latte e dei cereali, la cottura del pane e di altri cibi, ma anche testimonianze della presenza della comunità di Albucciu nei traffici commerciali transmarini, come per esempio un frammento di situla etrusca, un pendaglio a rotella e perline di pasta vitrea. Spiccano tra i reperti bronzei nuragici un pugnale ad elsa gammata, una statuetta di offerente e un ripostiglio di bronzi. Gli oggetti ritrovati hanno permesso di inquadrare la frequentazione del Nuraghe Albucciu in un arco cronologico che va dalla fine del Bronzo Medio all'età del Ferro, cioè dal 1400 a.C. circa al 650 a.C. circa, con un breve interruzione tra l'800 e il 700 a.C.

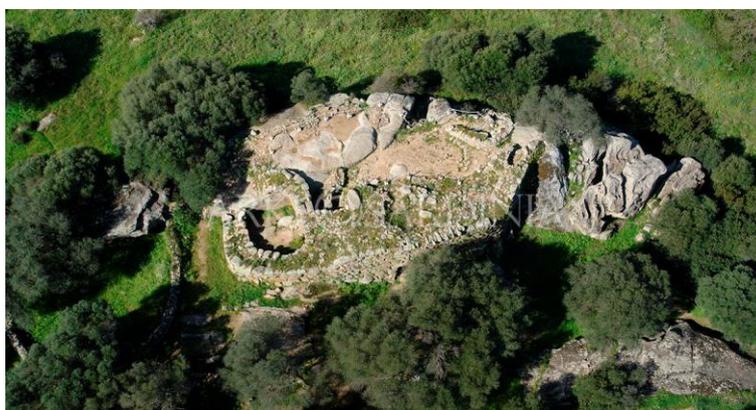


Figura 13: Nuraghe Albucciu-Sito archeologico (ID\_08)

- **Il tempietto di Malchittu:** è un interessante e originale edificio di culto nuragico, in ottimo stato di conservazione. Si trova arroccato su un avvallamento posto tra due alture granitiche a 120 metri sul livello del mare ed era protetto da un nuraghe collocato sull'altura di fronte ad esso di cui oggi resta solo il crollo, e da una muraglia difensiva. A una quota più bassa si trova anche un grande capanna circolare. Lungo il sentiero che conduce al tempietto, si incontrano numerosi tafoni, anfratti naturali nel granito, creati dall'erosione dell'acqua e del vento, che gli uomini in antichità avevano adibito a ripari e a sepolture. Il tempietto presenta una camera a pianta sub-rettangolare con andamento arrotondato, preceduta da un atrio quadrangolare creato dal prolungamento dei muri laterali sulla facciata, la quale termina con un frontoncino. La struttura dell'edificio è conservata quasi integralmente e permette di capire bene l'aspetto originario. All'interno della camera è possibile osservare gli arredi forse legati ai rituali che si svolgevano qui, come nicchiette, sedili, banconi e un focolare circolare al centro dell'ambiente. I frammenti di reperti ceramici ritrovati, che presentano una caratteristica decorazione a nervature triangolari verticali, hanno permesso di capire che la vita del tempietto è iniziata nel corso del Bronzo Medio, intorno al 1600 a.C.



Figura 14: Tempietto di Malchittu-Sito archeologico (ID\_10)

- **Sito archeologico e Bel vedere Lu Naracu:** Lu Naracu si trova a pochi metri dal centro storico di Sant'Antonio di Gallura. Gli affioramenti granitici di questo sito archeologico hanno costituito, sino dalla preistoria, una sorta di fortezza naturale facilmente difendibile con l'ausilio di brevi tratti murari fra roccia e roccia. Durante l'età del bronzo (1800 – 900 AC) la parte più alta era occupata da un nuraghe (naracu in gallese) del tipo a corridoio, mentre i numerosi ripari sotto roccia (tafoni) presenti nell'area, devono aver avuto utilizzo sia come abitazione che come luogo di sepoltura.



Figura 15: Bel vedere Lu Naracu (ID\_26)

### 3.3.2 Architettura funeraria Nuragica

Si tratta di grandi sepolcri collettivi risalenti all'epoca nuragica. Durante l'età del bronzo si diffondono in tutta la Sardegna; se ne conoscono al momento circa 800 di diverse tipologie costruttive, ma il loro numero doveva essere molto maggiore.

- **La tomba di giganti di Coddu 'Ecchju:** è uno splendido esempio di architettura funeraria nuragica. Si tratta di un imponente sepolcro collettivo che probabilmente accoglieva i defunti del vicino villaggio

di La Prigionia. Il monumento, risalente all'età del Bronzo, è stato realizzato in due fasi costruttive: ad una tomba a galleria (lunga m 10,50), costruita intorno al 1800 a.C., venne aggiunta l'edera (presumibilmente tra il 1600 e il 1400 a.C.), ovvero uno spazio semicircolare delimitato da una serie di lastre infisse nel terreno con al centro una grande stele centinata (alta m 4,04), decorata da una cornice in rilievo e dotata di un piccolo portello alla base che serviva probabilmente per deporre delle offerte all'interno della tomba. L'inumazione dei defunti avveniva presumibilmente dall'alto, mediante la rimozione di una delle lastre di copertura del corridoio. Il corpo tombale venne incluso in un grande tumulo di terra e pietrame che comprendeva la zona retrostante l'edera, la quale rivestiva la funzione pratica di contenere il tumulo stesso, ma delimitava anche lo spazio cerimoniale dove si svolgevano riti in onore degli antenati che prevedevano delle offerte, come testimoniano i numerosi recipienti ceramici ritrovati in quest'area.



Figura 16: La tomba di giganti di Coddu 'Ecchju - Sito archeologico (ID\_07)

- **Tomba dei giganti Moru:** si trova a un centinaio di metri dal Nuraghe Albucciu, a cui probabilmente era pertinente. Il sepolcro collettivo è costituito da un corridoio rettangolare, coperto da lastre disposte orizzontalmente (a piattabanda), dove venivano deposti i corpi dei defunti. Come nelle altre tombe di giganti, venne aggiunta in un momento successivo, l'edera che delimita l'ampio spazio cerimoniale antistante la tomba. Di quest'ultima si conservano purtroppo solo i filari di base e alcune piccole lastre che suggeriscono che il prospetto della tomba fosse a filari (cioè in muratura a secco), diversamente dalle altre tombe di giganti del territorio arzachenese. Tuttavia, è presente un espediente tecnico utilizzato nelle tombe di giganti con l'edera dotata di stele: sono presenti due blocchi paralleli che restringono il corridoio tombale appena dietro l'ingresso e che potrebbero essere stati funzionali all'equilibrio della stele. La parte retrostante l'edera e il corridoio di sepoltura erano racchiusi in un tumulo di terra e pietrame, ampliato contestualmente all'aggiunta dell'edera. I reperti appartenenti alla fase più antica della tomba, in particolare dei vasetti miniaturistici, sono stati ritrovati all'interno del corridoio. Numerosi oggetti attribuibili alla seconda fase di vita del monumento, tra cui una coppa su piede, i frammenti di due pugnali e un grano d'ambra, provengono dal corridoio e dell'edera. Altri materiali, risalenti alle due fasi di frequentazione della tomba, erano stati raccolti in una fossa scavata nell'area antistante l'ingresso. I reperti appartengono a un lungo arco cronologico di utilizzo della tomba, che va dal Bronzo Medio (tra 1600-1300 a.C.) all'età del Bronzo Recente e Finale (tra 1300 e 900 a.C.). La tomba è stata frequentata e riconosciuta come luogo sacro anche in età punica: ne sono testimonianza l'aggiunta di un piccolo chiusino d'ingresso con l'incisione di un dalet, quarta lettera dell'alfabeto punico e simbolo legato al culto della dea Tanit e una moneta punica che costituisce l'elemento di datazione dell'ultima frequentazione della tomba Moru, fra il 300 e il 264 a.C..



Figura 17: La tomba dei giganti Moru - Sito archeologico (ID\_09)

- **Tomba di giganti di monte S’Ajacciu:** è una delle più grandi della Sardegna, e si trova purtroppo in stato di conservazione precario, aumentato dal fatto che buona parte dei resti sono invasi dalla fitta vegetazione. Il complesso comprende una tomba di giganti, un circolo megalitico con due menhir, ed un edificio rettangolare. Scavata negli anni Sessanta da Editta Castaldi, la tomba è orientata ad Est. La sepoltura appartiene alla tipologia delle sepolture a filari con concio “a dentelli”. Il monumento conserva ancora in parte le ali dell’esedra, mentre quasi niente rimane della camera, già demolita in età bizantina – per costruire un edificio a pianta rettangolare nelle vicinanze – e smantella in anni recenti da mezzi meccanici. La presenza, nell’area dell’emiciclo, di due pozzetti votivi scavati nella roccia, ed il rinvenimento all’interno di essi di numerosi frammenti ceramici, attestano la funzione sacra di questa parte del monumento. La sepoltura è databile al 1400-900 a.C. Presso la tomba sono presenti un menhir e un circolo megalitico, che testimoniano la frequentazione del sito in una fase precedente. Il circolo, conservato per metà del suo sviluppo è costruito con lastre di granito conficcate a coltello e disposte su due allineamenti paralleli e curvilinei. Due menhir giacciono ad est del circolo. Poco a nord-est dell’esedra della tomba, si trovano i resti di un edificio di pianta rettangolare con paramento a doppio filare di lastre ortostatiche; sull’angolo della costruzione è stata edificata una struttura anch’essa rettangolare realizzata con pietre dal profilo esterno ben lavorato.



Figura 18: La tomba dei giganti di S’Ajacciu- Sito archeologico (ID\_13)

- **Tomba dei giganti di Li Lolghi:** La tomba di giganti Li Lolghi svetta maestosa su un rialzo collinare, in regione Li Muri. Il grande sepolcro collettivo nuragico, di m 27 di lunghezza complessiva, è il frutto di

due momenti costruttivi. Durante l'età del Bronzo Antico (intorno al 1800 a.C.) è stata costruita una tomba costituita da un dolmen allungato (allée couverte); successivamente, durante il Bronzo Medio (tra il 1600 e il 1400 a.C.), venne aggiunto un lungo corridoio sepolcrale a una quota inferiore rispetto alla parte più antica della tomba, che si conclude con una sorta di edicola a due piani che presumibilmente doveva accogliere offerte particolari. Nello stesso momento venne aggiunta l'asedra, spazio semicircolare delimitato da lastre infisse nel terreno con al centro una grande stele centinata monolitica, alta m 3,75 e decorata dalla consueta cornice in rilievo. Alla base si trova un portello da cui venivano introdotte delle offerte all'interno della tomba. Tutta la parte retrostante l'asedra, che comprende il corridoio tombale e l'allée couverte, venne inclusa in un grande tumulo di terra e pietrame, i cui resti sono tuttora visibili. Lo scavo del monumento ha restituito numerosi reperti, soprattutto ceramici, appartenenti alle due fasi costruttive della tomba. Il tipo di recipienti e la loro collocazione fanno ipotizzare che fossero utilizzati per le offerte di cibi nell'ambito di pasti consumati in onore dei defunti.



Figura 19: La tomba dei giganti di Li Lolghi- Sito archeologico (ID\_18)

- **Tomba dei giganti Li Mizzani:** Il monumento sorge su un breve pianoro dominato dalle alture del Monte Cau, a pochi km dal mare, nella Gallura settentrionale. La tomba, di piccole dimensioni, è costruita con tecnica a filari. Il corpo tombale contiene un corridoio funebre chiuso sul fondo da un'unica lastra di testata sagomata ad arco. L'asedra si conserva solo in parte: l'emiciclo è delimitato da lastre ortostatiche di dimensioni ridotte, alla base delle quali si sviluppa un basso bancone-sedile, anch'esso incompleto, destinato ad accogliere le offerte. Il paramento murario posteriore dell'asedra si raccorda senza soluzione di continuità col corpo tombale. Al centro dell'asedra si trova la stele monolitica (largh. m 1,55; alt. m 2,80; spess. m 0,25), di dimensioni ridotte rispetto agli esempi documentati in altre tombe galluresi e priva dello spartito centinato. Il monolito poggia, privo di fondazioni, da un lato su una pietra piatta e dall'altro direttamente sul terreno. Il portello d'ingresso, semicircolare, presenta un elemento insolito, dovuto probabilmente ad un errore dei costruttori: l'accurata smussatura del profilo perimetrale della faccia interna; tale lavorazione è invece di norma riservata alla faccia esterna. I materiali frammentari ritrovati (tegami, olle, vasi con cordoni plastici applicati, tazze carenate) risalgono al Bronzo recente.



Figura 20: La tomba dei giganti Li Mizzani- Sito archeologico (ID\_23)

- **Necropoli di Li Muri:** La necropoli neolitica di Li Muri rappresenta sicuramente il sito archeologico più conosciuto della vasta area di Arzachena per la singolarità dei sepolcri che la compongono. È composta da una serie di cisti dolmeniche, ossia di piccole celle per la sepoltura costituite da lastre infisse a coltello, in origine dotate di una lastra di copertura, contornate da lastre disposte a cerchi concentrici. Queste ultime avevano la funzione di contenere un tumulo di terra e pietrisco che doveva ricoprire il sepolcro, evitandone per quanto possibile il dilavamento dovuto alla pioggia. La necropoli nella sua completezza doveva perciò apparire come un insieme di collinette circolari, tangenti fra di loro, di diametro variabile da 5,30 a 8,50 metri. Nel circolo che delimitava ogni sepolcro sono presenti i resti di un menhir, cippo di pietra infisso nel terreno a cui si attribuiva un valore sacrale. In prossimità dei punti di tangenza dei circoli funerari sono state rinvenute tre cassette di pietra, destinate probabilmente ad accogliere periodiche offerte alimentari per i defunti. Alcuni oggetti componenti i corredi funerari di questa necropoli, tra i quali coppette in steatite, lame di selce e piccole accette triangolari in pietra dura levigata, grani di collana a forma di piccole olive, presentano una lavorazione particolarmente raffinata. La tipologia dei sepolcri della necropoli di Li Muri ha dato il nome ad una cultura ascrivibile all'età Neolitica (IV millennio a.C.): quella dei "circoli megalitici", detta anche Cultura di Arzachena o Cultura Gallurese, per la particolare concentrazione appunto in questo territorio di circoli tombali con cista litica.



Figura 21: Necropoli di Li Muri- Sito archeologico (ID\_27)

### 3.3.3 Fortificazioni

- **Castello di Balaiana:** I ruderi del castello si elevano su un affioramento di rocce granitiche, ricoperte da macchia mediterranea. A pochi metri dalle strutture militari si trova la chiesa di San Leonardo, che ha dato il nome al colle. Il castello è detto di Balaiana dal nome dei Balari, una delle popolazioni autoctone che abitavano la Sardegna, presumibilmente la Gallura, prima della conquista romana. Il castello di Balaiana, affascinante per via del pittoresco inserimento nel paesaggio, è tra le fortificazioni isolate di più antica attestazione. Si hanno sue notizie nel "Condaghe di Santa Maria di Bonarcado", dove risulta intorno al 1130 una disputa tra il sovrano di Gallura Costantino e i figli del suo predecessore, proprio per il possesso dell'edificio fortificato. Si individuano i resti di un ambiente rettangolare e di una torre, racchiusi dai resti di una cinta muraria che presumibilmente doveva recingere e difendere la fortificazione. Nulla si può dedurre circa gli ambienti interni alla cinta di mura, distrutti da crolli e frane. La chiesa di San Leonardo doveva svolgere funzione di cappella palatina. La peculiarità del castello di San Leonardo risiede nella tecnica costruttiva, interamente in granito, messo in opera per mezzo di una serie di incastri che prescindono da malta o calce. Le mura sono a doppia cortina, realizzate con filari di conci squadrate sia internamente sia esternamente, con riempimento di pietrame minuto privo di qualunque tipo di legante.



Figura 22: Castello di Balaiana (ID\_22)

- **Palazzo di Baldu:** Il sito è immerso nella vegetazione, in località Santu Stevanu. Le indagini archeologiche hanno consentito l'individuazione di tre unità principali: il complesso edilizio che comprende il cosiddetto Palazzo di Baldu e gli edifici ad esso pertinenti; la chiesa di Santo Stefano; la fornace. Il nucleo più vasto (1600 mq circa) è costituito da 16 ambienti a pianta rettangolare che formano un recinto pentagonale attorno ad un ampio cortile (780 mq circa), verso il quale erano rivolti gli ingressi. La parte S/E del piazzale interno è occupata dalla costruzione a pianta quadrilatera (m 9,20 per lato), di cui si conservano i muri perimetrali per circa 10 m di altezza, articolata in origine su tre piani e dotata di un terrazzo, provvista di una scalinata esterna per raggiungere l'accesso principale e di un basamento a scarpa. La tecnica edilizia con cui è stato realizzato indicano notevole perizia costruttiva e richiamano le chiese romaniche in granito della Gallura e della Corsica. Lo scavo della piccola costruzione a pianta circolare, ubicata circa 25 m a S della chiesa di Santo Stefano, ha restituito una fornace, utilizzata per la cottura di materiale fittile. La struttura, di circa 3 m di diametro, risulta realizzata con piccole pietre di granito e, in alcune parti, con mattoni. Numerosi scarti di lavorazione, soprattutto coppi rovinati da una cattiva cottura, sono stati ritrovati in prossimità dell'impianto artigianale. L'analisi dei manufatti ha permesso di accertare l'importazione di prodotti ceramici da diverse aree del bacino del Mediterraneo. Oltre ad oggetti ceramici realizzati in loco o in ambito regionale, la stratigrafia ha restituito manufatti prodotti in Toscana, Liguria, Spagna e Islam occidentale tra il XII ed il XV secolo. I reperti forniscono indicazioni utili per risalire alla funzione dei diversi vani dell'isolato: per esempio in un vano della zona N/E si è riscontrata una forte concentrazione di chiodi e punteruoli in ferro; invece, l'ambiente adiacente, collegato direttamente con l'esterno del complesso ha restituito staffe e finimenti per cavalli. In altre costruzioni erano presenti oggetti come lampade vitree decorate, che potrebbero indicare una condizione sociale elevata per i proprietari della residenza.



Figura 23: Palazzo di Baldu (ID\_17)

- **Fortezza di Monte Altura:** La Fortezza di Monte Altura è situata su un pendio granitico sovrastante Palau, in splendida posizione prospiciente l'arcipelago della Maddalena e la Corsica. Si tratta di uno dei forti edificati nel XIX secolo a protezione della costa settentrionale della Sardegna, area ritenuta di grande rilevanza strategica. Costruita nel 1887-1889 con il granito di monte Altura, si fregiava allora del titolo di fortezza più bella in Europa. Dopo la Seconda guerra mondiale, rimase inutilizzata per un lungo periodo, sino al 1990, epoca dalla quale, con il passaggio alla Soprintendenza, è iniziata la sua valorizzazione in chiave culturale. Circondata da possenti mura, è una struttura di notevole interesse dal punto di vista architettonico e ambientale: rilevante testimonianza della tecnica muraria e dell'architettura militare ottocentesca, la sua forma si inserisce naturalmente nella roccia, riprendendone anche il colore, costituendo un felice esempio di fusione tra architettura e ambiente circostante. I numerosi fabbricati che troviamo al suo interno, un tempo furono abiliti ad alloggi ufficiali, sottufficiali, dormitori per i militari.

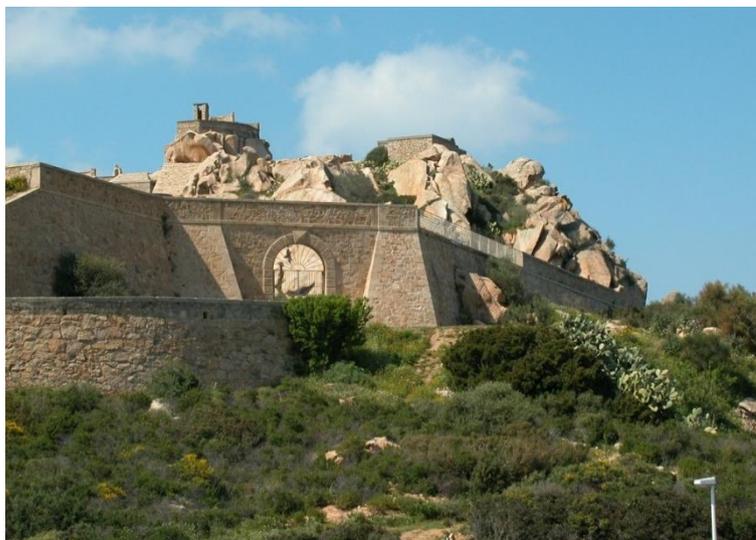


Figura 24: Fortezza di Monte Altura (ID\_31)

- **Torre Napoleonica.** Costruita tra il 1771 ed il 1773 era particolarmente destinata a proteggere il seno fra l'isola di Santo Stefano e la Sardegna. A forma di "casamatta", che protetta con murature a volta molto spesse e robuste, la Torre ha pianta quadrata ed è circondata da un fossato profondo e largo tre metri, in parte occupato da quattro piccole costruzioni simmetriche, adibite a servizi, forno e prigione. Attraverso un ponte levatoio, che superava il fossato dal lato nord opposto al mare, si raggiungeva l'ingresso che immetteva al piano terreno, formato da due camere. Da quella più piccola

si sale al primo piano, alla sala del presidio ed alla cucina. Le pareti esterne, interrotte all'altezza dei due piani da lunghe e strette finestre profondamente incassate, terminavano con un parapetto che circondava tutta la terrazza: su questa erano piazzati i cannoni capaci, come quelli di tutte le altre fortezze coeve, di una lunga gittata.



Figura 25: Torre Napoleonica (ID\_33)

- **Forte di San Giorgio:** Concorreva con quello di S. Teresa a battere il mare fra la costa della Sardegna e le isole di S. Stefano e La Maddalena, a proteggere le comunicazioni fra l'isola madre e quest'ultima e a rinforzare, assieme alla Torre, l'occupazione stabile dell'isola di Santo Stefano. La sua posizione, oltremodo elevata rispetto al livello del mare era giustificata dai compiti che doveva assolvere. Al piano terra vi era un piccolo corpo di guardia situato esternamente all'ingresso; percorrendo un angusto corridoio angolato si arrivava a due malsani sotterranei di ridotte dimensioni, comunicanti fra loro, adibiti a prigione o magazzini e ad un altro locale, più grande, destinato a quartiere per i soldati e gli ufficiali. Attraverso una rampa di scala si accedeva al piazzale sul quale insistevano una piccola camera ed una polveriera. Sui prospetti ovest e nord si aprivano, sui parapetti, le troniere per le bocche da fuoco.



Figura 26: Forte di San Giorgio (ID\_34)

#### 3.3.4 Chiese

- **Chiesa di San Pancrazio di Nursi:** La chiesa di San Pancrazio si trova in località Nursi, isolata su un'altura nelle campagne di Sedini, visibile dai tornanti della strada provinciale. La chiesa di San Pancrazio fu ricavata nell'unico ambiente superstite di un monastero del XII secolo, che è l'unico rimasto in piedi nel panorama dell'architettura romanica della Sardegna. Il monastero si strutturava attorno a un cortile quadrato. Nell'edificio superstite a E sono evidenti i conci di ammortatura dei

fabbricati che formavano i bracci N e S. L'ambiente sopravvissuto è voltato a botte ogivale, con una serie di fori che segnano il livello di un perduto solaio ligneo. Le murature sono in tecnica bicroma, che alterna filari di cantoni in calcare ad altri in pietra vulcanica. In diversi conci bassi del paramento murario esterno è incisa la sagoma di una scarpa da pellegrino.



Figura 27: Chiesa campestre di San Pancrazio (ID\_05)

- **Chiesa Campestre San Giorgio:** La chiesetta campestre dedicata a S. Giorgio martire, fu riedificata nel 1675, in piena dominazione spagnola, in una zona considerata tradizionalmente sacra, probabilmente già in epoche remotissime: vi si conservano tracce abbondanti di presenze del periodo pre-nuragico e nuragico, nonché vestigia romane e bizantine. Con ogni probabilità la chiesetta fu ricostruita da una setta d'eremiti che popolavano queste zone di campagna in completo isolamento, attorno al XVI/XVII secolo, ma non è escluso che essi, a loro volta, avessero scelto un luogo ancor più antico ove già era presente qualche area sacra: vicino al lato esterno della chiesetta, verso sud, si possono infatti notare tracce di più antiche fondamenta. La chiesa fungeva a quei tempi, oltre che da tempio per la devozione dei pastori e contadini dei vicini stazzi, anche da cimitero: sotto la pavimentazione, infatti, erano deposti i cadaveri, ma all'occorrenza, erano effettuate deposizioni nelle vicinanze. Attualmente la chiesetta è stata rafforzata con la costruzione di contrafforti aggiuntivi, resisi necessari a causa del cedimento d'alcune strutture murarie; anche il tetto è stato completamente rifatto onde evitare crolli ai sostegni ormai ultracentenari.



Figura 28: Chiesa Campestre San Giorgio (ID\_14)

### 3.4 FOTOINSERIMENTI E CONI VISUALI

Nella realizzazione di un fotoinserimento finalizzato alla rappresentazione dello stato dei luoghi post operam ed alla quantificazione dell'impatto visivo e paesaggistico che la realizzazione di strutture e/o impianti tecnologici possono indurre sul contesto territoriale in cui si inseriscono, risulta fondamentale acquisire rilevamenti fotografici comparabili con ciò che l'occhio umano è in grado di visualizzare. Il campo di fuoco dell'occhio umano, ossia l'ampiezza degli angoli di vista in cui si verifica la visualizzazione di ciò che sta intorno, così come riportato nei manuali di oculistica, è pari a circa 160° in orizzontale e di 120° in verticale (limitazione anatomica questa, causata dalle arcate zigomatica e sopracciliare), considerando la visione d'insieme dei due occhi.

In altre parole, è necessario girare la testa o girare su se stessi per poter vedere la restante porzione dell'angolo giro. In questo modo gli aerogeneratori sparsi nelle diverse visuali intorno ad un punto di osservazione sono più facilmente percepiti come separati attenuando l'impatto visivo complessivo.

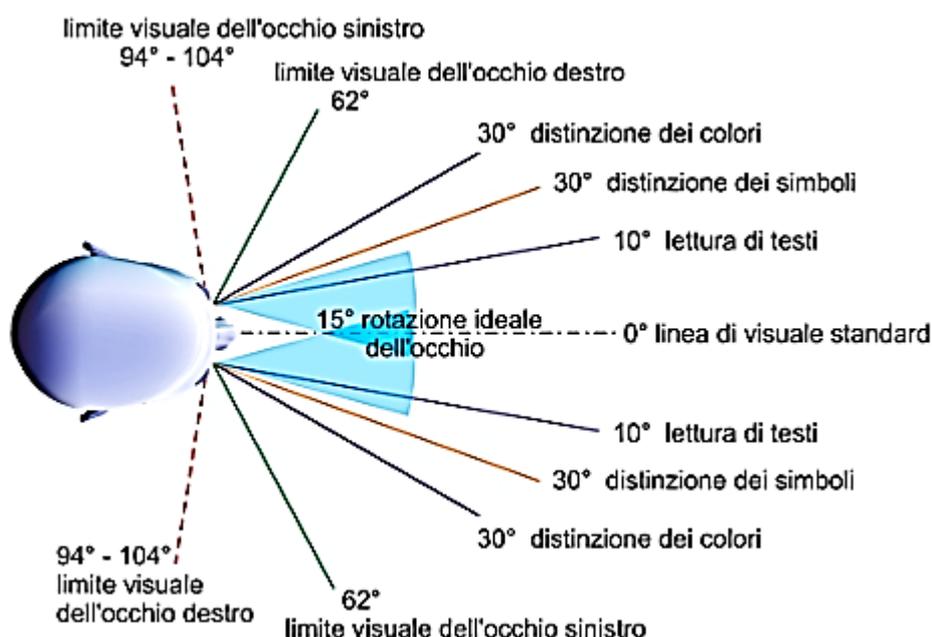


Figura 29: Angolo di vista orizzontale

Rispetto alle problematiche inerenti agli impatti cumulativi è importante verificare dai punti di osservazione il numero di aerogeneratori visibili e valutarne la capacità di ingombro e percezione di affollamento che contribuisce a produrre l'effetto selva. Dato che per angoli di vista > 60° viene meno la distinzione dei simboli e quindi la percezione degli aerogeneratori nello studio che segue si farà riferimento ad angoli di visione pari a 60°.

A questo scopo sono stati calcolati, per ciascun punto di osservazione, due indici che tengono conto della distribuzione e della percentuale di ingombro degli elementi dell'impianto eolico, all'interno del campo visivo:

- **l'indice di visione azimutale**
- **l'indice di affollamento.**

### 3.4.1 Indice di visione azimutale

L'indice di visione azimutale (Iva) esprime il livello di occupazione del campo visivo orizzontale da parte degli elementi degli impianti eolici. È dato dal rapporto tra l'angolo di visione e l'ampiezza del campo della visione distinta, pari a 50°; il suo valore può variare da 0 (visione libera) a 1.2 (campo visivo tutto occupato dall'impianto).

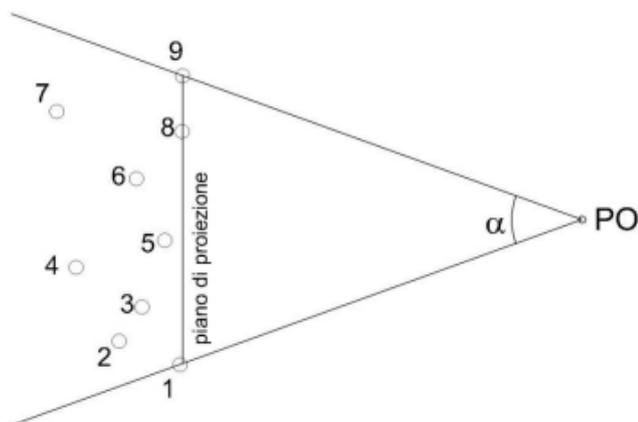


Figura 30: Indice di visione azimutale

Da ciascun punto di Osservazione sono rappresentati gli angoli di visione, considerando l'angolo visivo medio dell'occhio umano pari a 60°.

Di seguito sono stati individuati gli indici di visione azimutale in riferimento al

1. Solo parco eolico di progetto
2. Parchi eolici esistenti
3. Cumulativo – parchi esistenti + parco di progetto (Cumulativa Caso 1)

Id	Punto di vista ZTV 11 km	Angolo di visione			Indice di visione azimutale			
		Parco eolico di progetto	Parchi eolici esistenti	Cumulativo - Caso 1	Parco eolico di progetto	Parchi eolici esistenti	Cumulativo -Caso 1	Incremento o Caso 1 (%)
14	Chiesa Campestre San Giorgio	11	26	26	0,2	0,5	0,5	0%
16	Comune di Aglientu	3	3	3	0,1	0,1	0,1	0%
17	Palazzo di Baldu	30	48	48	0,6	1,0	1,0	0%
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	20	31	31	0,4	0,6	0,6	0%
21	Punto panoramico_La Pétra Niéda	22	32	32	0,4	0,6	0,6	0%
22	Castello di Balaiana	20	42	42	0,4	0,8	0,8	0%
27	Necropoli di Li Muri	10	45	45	0,2	0,9	0,9	0%
28	Chiesa Santa Maria della Neve	15	15	16	0,3	0,3	0,3	6%
32	Monte Russu	7	18	18	0,1	0,4	0,4	0%

Tabella 3 : Indice di visione azimutale

In base ai risultati ottenuti si osserva che l'indice di visione azimutale teorico (IVA) associato al solo parco in progetto è generalmente minore con l'indice riferito allo stato di fatto, a conferma di una progettazione compatibile con le visuali paesaggistiche esistenti.

L'unico punto di osservazione per il quale, alla realizzazione del parco in progetto, corrisponde un aumento di occupazione del campo visivo (*Incremento Caso 1-caso 2*), seppur molto modesto, è:

- ID\_28: Chiesa Santa Maria della Neve

Gli ulteriori 8 punti di vista registrano un incremento dell'indice azimutale pari allo 0% in entrambi i casi (caso 1 e caso 2)

L'indice di visione azimutale non tiene conto della copertura del suolo, ne contempla la presenza di ostacoli orografici verticali che si frappongono tra i vari aerogeneratori ed il potenziale osservatore.

In riferimento al sito ID\_28, si registra una distanza pari a 9 km dal parco eolico in progetto, distanza che a causa del potere risolutivo dell'occhio umano renderebbe l'aerogeneratore non perfettamente visibile ad occhio nudo con conseguentemente l'impatto visivo ridotto.

**In sostanza è possibile concludere che la realizzazione del parco eolico non genera alcun tipo di impatto sui punti di vista scelti.**

### 3.4.2 Indice di affollamento

L'indice di affollamento **IdA** è funzione del numero di impianti visibili dal punto di osservazione e della loro distanza e rappresenta l'effetto prodotto dalla presenza di più impianti nel cono visuale dell'osservatore. Misurate le proiezioni  $b_1, b_2, \dots, b_n$ , individuate come in Figura sul piano di proiezione, l'indice è pari a:

$$IdA = b_l / R$$

dove:

- $b_l$  è la media tra le proiezioni sul piano di proiezione;
- $R$  è il raggio degli aerogeneratori.

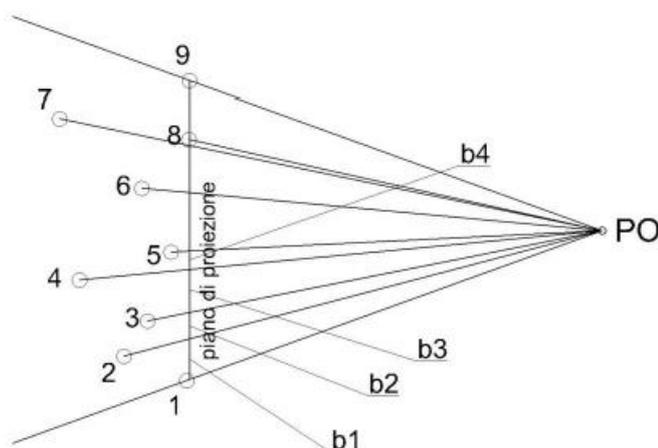


Figura 31: Indice di affollamento

Per come è definito l'indice, valori bassi corrispondono ad aerogeneratori vicini tra loro, mentre aerogeneratori più lontani tra loro danno un valore dell'indice più alto. Pertanto, un valore basso dell'indice corrisponde ad un alto affollamento dell'orizzonte visuale e viceversa.

L'analisi quantitativa dell'impatto cumulativo visivo, condotta avvalendosi degli indici numerici di Visione Azimutale ed Affollamento fornisce una base per la valutazione complessiva dell'impatto del progetto. I risultati, in alcuni casi anche elevati, sono ottenuti con un metodo teorico di quantificazione; devono essere ulteriormente valutati con la verifica in campo, di cui i fotoinserti costituiscono un importante riscontro; i Punti di Osservazione utilizzati per le riprese fotografiche sono stati scelti tra i punti sensibili per i quali è più alto il valore teorico dell'impatto dell'impianto in progetto, compatibilmente con la verifica dell'intervisibilità, indice ancora una volta teorico.

Di seguito sono stati individuati gli indici di visione azimutale in riferimento al

1. Solo parco eolico di progetto

2. Parchi eolici esistenti
3. Cumulativo – parchi esistenti + parco di progetto (Cumulativa Caso 1)

ID	Punto di vista ZTV 11 km	Media proiezioni (bl)			Indice di affollamento			Variazione Caso 1 (%)
		Parco eolico di progetto	Parchi eolici esistenti	Cumulativo - Caso 1	Parco eolico di progetto	Parchi eolici esistenti	Cumulativ o -Caso 1	
14	Chiesa Campestre San Giorgio	370	111	82	4,4	1,3	1,0	26%
16	Comune di Aglientu	255	250	102	3,0	2,9	1,2	59%
17	Palazzo di Baldu	670	283	209	7,9	3,3	2,5	26%
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	613	383	246	7,2	4,5	2,9	36%
21	Punto panoramico_La Pétra Niéda	613	367	236	7,2	4,3	2,8	36%
22	Castello di Balaiana	613	423	303	7,2	5,0	3,6	28%
27	Necropoli di Li Muri	645	425	313	7,6	5,0	3,7	26%
28	Chiesa Santa Maria della Neve	573	733	281	6,7	8,6	3,3	62%
32	Monte Russu	268	910	341	3,1	10,7	4,0	63%

Tabella 4 : Indice di affollamento

	Distanza < 6 km
	Distanza fra 6km - 8km
	Distanza ≥ 8 km

Tabella 5 : Legenda Indice di affollamento

L'indice di affollamento risente della realizzazione dell'intervento progettuale. L'area di inserimento dell'impianto di progetto ha già la connotazione di polo eolico. In definitiva l'indice di affollamento risulta accettabile dato che le macchine sono sufficientemente distanti dal punto visuale.

E' inoltre doveroso fare delle considerazioni:

1. L'indice di affollamento non tiene conto della copertura del suolo, ne contempla la presenza di ostacoli orografici verticali che si frappongono tra i vari aerogeneratori ed il potenziale osservatore. Le mappe di intervisibilità, infatti, mostrano come gli aerogeneratori realmente visibili siano << di quelli calcolati per tutti i punti di vista sensibili, suggerendo dunque un indice di visibilità reale molto più alto di quello teorico.
  2. I punti sensibili segnati in azzurro (per i quali si registra una variazione dell'indice di affollamento prossima al 60%) sono localizzati ad una distanza dall'impianto di progetto compresa fra i 8 e 11 km, dal parco eolico in progetto, distanza che a causa del potere risolutivo dell'occhio umano renderebbe l'aerogeneratore non perfettamente visibile ad occhio nudo, indice di affollamento reale dunque risulta essere >> di quello calcolato teoricamente, con una conseguente riduzione dell'affollamento
  3. I punti sensibili in giallo sono localizzati ad una distanza dall'impianto di progetto compresa fra i 6 e gli 8 km. Seppure a tale distanza l'occhio umano riesce a percepire l'aerogeneratore, l'impatto visivo reale è comunque attenuato rispetto quello teorico.
- I punti sensibili in rosso sono distanti dall'impianto meno di 6 km e quindi facilmente percepibili come impatto visivo dall'occhio umano. **Il palazzo di Baldu (ID\_17)** presenta una variazione dell'indice di affollamento trascurabile, presentando al contempo valore dell'indice di affollamento medio-alto, indice

di aerogeneratori distanti fra di loro. Per tale motivo è possibile concludere che il punto in esame subisce un impatto trascurabile.

In conclusione, l'unico sito che risente della realizzazione del parco eolico risulta dunque essere Il Palazzo di Baldu che tuttavia subisce una variazione dell'indice di affollamento rispettivamente del 26% e del 22%. Va ricordato ancora una volta che il progetto si inserisce in un paesaggio che assume già le connotazioni di parco eolico, risultando dunque già pesantemente alterato.

### **3.4.3 Indice di impatto visivo (IP)**

Per definire in dettaglio e misurare il grado d'interferenza che gli impianti eolici possono provocare alla componente paesaggistica, è opportuno definire in modo oggettivo l'insieme degli elementi che costituiscono il paesaggio, e le interazioni che si possono sviluppare tra le componenti e le opere progettuali che s'intendono realizzare. A tal fine, in letteratura vengono proposte varie metodologie. Per esempio, un comune approccio metodologico proposto dall'università di Cagliari, quantifica l'impatto paesaggistico (IP) attraverso il calcolo di due indici:

- un indice VP, rappresentativo del valore del paesaggio
- un indice VI, rappresentativo della visibilità dell'impianto

L'impatto paesaggistico IP, in base al quale si possono prendere decisioni in merito ad interventi di mitigazione o a modifiche impiantistiche che migliorino la percezione visiva, viene determinato dal prodotto dei due indici sopracitati:

$$IP = VP * VI$$

L'indice relativo al valore del paesaggio VP relativo ad un certo ambito territoriale scaturisce dalla quantificazione di elementi quali la naturalità del paesaggio (N), la qualità attuale dell'ambiente percettibile (Q) e la presenza di zone soggette a vincolo (V). Una volta quantificati tali aspetti, l'indice VP risulta dalla somma di tali elementi:

$$VP = N + Q + V$$

La naturalità di un paesaggio (**N**) esprime la misura di quanto una data zona permanga nel suo stato naturale, senza cioè interferenze da parte delle attività umane. L'indice di naturalità deriva pertanto da una classificazione del territorio, come per esempio quella mostrata in tabella 4.1, nella quale tale indice varia su una scala da 1 a 10.

(I valori dell'indice N sono stati ricavati utilizzando il livello "componenti paesaggio ambientale" su Sardegna mappe)

<i>Aree</i>	<b>Indice N</b>
<b><i>Territori modellati artificialmente</i></b>	
Aree industriali o commerciali	1
Aree estrattive, discariche	1
Tessuto urbano e/o turistico	2
Aree sportive e ricettive	2
<b><i>Territori agricoli</i></b>	
Seminativi e incolti	3
Colture protette, serre di vario tipo	2
vigneti, oliveti, frutteti	4
<b><i>Boschi e ambienti semi - naturali</i></b>	
Aree a cisteti	5
aree a pascolo naturale	5
boschi di conifere e misti	8
rocce nude, falesie, rupi	8
macchia mediterranea alta, media e bassa	8
boschi di latifoglie	10

Tabella 6 : Classificazione dell'indice N

La qualità attuale dell'ambiente percettibile (**Q**) esprime il valore da attribuire agli elementi territoriali che hanno subito una variazione del loro stato originario a causa dell'intervento dell'uomo, il quale ne ha modificato l'aspetto in funzione dei propri usi. Il valore dell'indice Q è compreso fra 1 e 6, e cresce con la qualità, ossia nel caso di minore presenza dell'uomo e delle sue attività.

AREE	Indice O
aree servizi, industriali, cave ecc.	1
tessuto urbano	2
aree agricole	3
aree seminaturali (garighe, rimboschimenti)	4
aree con vegetazione boschiva e arbustiva in	5
aree boscate	6

Tabella 7 : Classificazione dell'indice Q

Il terzo indice definisce le zone che, essendo riconosciute meritevoli di una determinata tutela da parte dell'uomo, sono state sottoposte a una legislazione specifica.

AREE	Indice V
Zone con vincoli storico – archeologici	1
Zone con vincoli idrogeologici	0,5
Zone con vincoli forestali	0,5
Zone con tutela delle caratteristiche naturali (PTP)	0,5
Zone “H” comunali	0,5
Areali di rispetto (circa 800 m ) attorno ai tessuti urbani	0,5
Zone non vincolate	0

Tabella 8 : Classificazione dell'indice V

Id	Punto di vista	Tipologia	N	Q	V	VP=N+Q+V
14	Chiesa Campestre San Giorgio	Chiesa	8	3	1	12
16	Comune di Aglientu	Centro abitato	2	2	0,5	4,5
17	Palazzo di Baldu	Castello	5	4	1	10
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	Punto panoramico	2	2	0	4
21	Punto panoramico_ La Pétra Niéda	Punto panoramico	2	2	0,5	4,5
22	Castello di Balaiana	Castello	8	4	1	13
27	Necropoli di Li Muri	Sito archeologico	5	4	1	10
28	Chiesa Santa Maria della Neve	Chiesa	8	4	1	13
32	Monte Russu	Zona SIC	8	4	1	13

Tabella 9 : Valore paesaggistico per i punti sensibili

L'interpretazione della visibilità è legata alla tipologia dell'opera ed allo stato del paesaggio in cui la stessa viene introdotta. Gli elementi costituenti un parco eolico (gli aerogeneratori) si possono considerare come un unico insieme e quindi un elemento puntale rispetto alla scala vasta, presa in considerazione, mentre per l'area ristretta, gli stessi elementi risultano diffusi se pur circoscritti, nel territorio considerato. Da ciò appare evidente che sia in un caso che nell'altro tali elementi costruttivi ricadono spesso all'interno di una singola unità paesaggistica e rispetto a tale unità devono essere rapportati. In tal senso, la suddivisione dell'area in studio in unità di paesaggio permette di inquadrare al meglio l'area stessa e di rapportare l'impatto che subisce tale area agli altri ambiti, comunque influenzati dalla presenza dell'opera.

Per definire la visibilità (**VI**) di un parco eolico si analizzano i seguenti indici:

- la percettibilità dell'impianto, P

- l'indice di bersaglio, B
- la fruizione del paesaggio, F

sulla base dei quali l'indice VI risulta pari a:

$$VI = P * (B + F)$$

Per quanto riguarda la percettibilità P dell'impianto, la valutazione si basa sulla simulazione degli effetti causati dall'inserimento di nuovi componenti nel territorio considerato. A tal fine i principali ambiti territoriali sono essenzialmente divisi in tre categorie principali: i crinali, i versanti e le colline, le pianure e le fosse fluviali. Ad ogni categoria vengono associati i rispettivi valori di panoramicità, riferiti all'aspetto della visibilità dell'impianto.

ZONE	Indice P
Zone con panoramicità bassa (zone pianeggianti)	1
Zone con panoramicità media (zone collinari e di versante)	1,2
Zone con panoramicità alta (vette e crinali montani e altopiani)	1,4

Tabella 10 : Classificazione dell'indice P

Con il termine "**bersaglio**", si indicano quelle zone che per caratteristiche legate alla presenza di possibili osservatori, percepiscono le maggiori mutazioni del campo visivo a causa della presenza di un'opera. Sostanzialmente, quindi, i bersagli sono zone in cui vi sono (o vi possono essere) degli osservatori, sia stabili (città, paesi e centri abitati in genere), sia in movimento (strade e ferrovie). Dalle zone bersaglio si effettua l'analisi visiva, che si imposta su fasce di osservazione, che comprendono quindi un continuo di punti, ove la visibilità si ritiene variata per la presenza degli elementi in progetto. Nel caso dei centri abitati, tali zone sono definite da una linea di confine del centro abitato, tracciata sul lato rivolto verso l'ubicazione dell'opera; per le strade, invece, si considera il tratto di strada per il quale la visibilità dell'impianto è considerata la massima possibile.

Gli aerogeneratori sono strutture che si sviluppano necessariamente in altezza e di conseguenza la loro percezione dal punto di vista visivo, risulta comunque elevata anche a grandi distanze.

Il metodo usato per valutare l'andamento della sensibilità visiva considera una distanza di riferimento D fra l'osservatore e l'oggetto in esame (aerogeneratore), in funzione della quale vengono valutate le altezze dell'oggetto percepite da osservatori posti via via a distanze crescenti. La distanza di riferimento D coincide di solito con l'altezza HT dell'oggetto in esame, in quanto in relazione all'angolo di percezione  $\alpha$  (pari a 45°), l'oggetto stesso viene percepito in tutta la sua altezza. Ad un raddoppio della distanza di osservazione corrisponde un dimezzamento della altezza percepita H. Raddoppiando ancora la distanza, l'angolo  $\alpha$  si riduce a 18° e l'altezza percepita si riduce al 30% dell'altezza iniziale.

Tale altezza H risulta funzione dell'angolo  $\alpha$  secondo la relazione:

$$H = D * tg(\alpha)$$

Sulla base di queste osservazioni, si evidenzia come l'elemento osservato per distanze elevate tende a sfumare e si confonde con lo sfondo. Per esempio, una turbina eolica alta 70 metri, già a partire da distanze di circa 3 km determina una bassa percezione visiva, confondendosi sostanzialmente con lo sfondo.

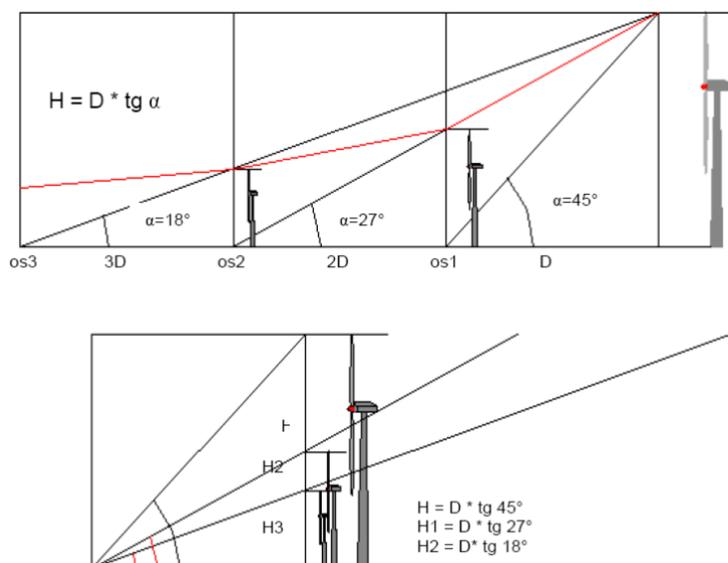


Figura 32: Schema di valutazione della percezione visiva

Le considerazioni sopra riportate si riferiscono alla percezione visiva di un'unica turbina, mentre per valutare la complessiva sensazione panoramica di un parco eolico composto da più turbine è necessario considerare l'effetto di insieme. A tal fine occorre considerare alcuni punti di vista significativi, ossia dei riferimenti geografici che, in relazione alla loro fruizione da parte dell'uomo (intesa come possibile presenza dell'uomo), sono generalmente da considerare sensibili alla presenza dell'impianto.

L'effetto di insieme dipende notevolmente oltre che dall'altezza e dalla distanza delle turbine, anche dal numero degli elementi visibili dal singolo punto di osservazione rispetto al totale degli elementi inseriti nel progetto. In base alla posizione dei punti di osservazione e all'orografia della zona in esame si può definire un indice di affollamento del campo visivo. Più in particolare, l'indice di affollamento **IAF** è definito come percentuale di turbine eoliche che si apprezzano dal punto di osservazione considerato, assumendo una altezza media di osservazione - 1,7 m per i centri abitati ed i punti di osservazione fissi, 1,5 m per le strade). Sulla base di queste considerazioni, l'indice di bersaglio per ciascun punto di osservazione viene espresso attraverso il prodotto fra l'altezza percepita del primo aerogeneratore visibile e l'indice di affollamento:

$$B = H * IAF$$

Distanza (D/H <sub>T</sub> )	Angolo α	Altezza percepita (H/H <sub>T</sub> )	Giudizio sulla altezza percepita
1	45°	1	<i>Alta</i> , si percepisce tutta l'altezza
2	26,6°	0,500	<i>Alta</i> , si percepisce dalla metà a un quarto dell'altezza della struttura
4	14,0°	0,25	
6	9,5°	0,167	<i>Medio alta</i> , si percepisce da un quarto a un ottavo dell'altezza della struttura
8	7,1°	0,125	
10	5,7°	0,100	<i>Media</i> , si percepisce da un ottavo a un ventesimo dell'altezza della struttura
20	2,9°	0,05	
25	2,3°	0,04	<i>Medio bassa</i> , si percepisce da 1/20 fino ad 1/40 della struttura
30	1,9°	0,0333	
40	1,43°	0,025	
50	1,1°	0,02	<i>Bassa</i> , si percepisce da 1/40 fino ad 1/80 della struttura
80	0,7°	0,0125	
100	0,6°	0,010	<i>Molto bassa</i> , si percepisce da 1/80 fino ad una altezza praticamente nulla
200	0,3°	0,005	

Tabella 11 : Altezza percepita in funzione della distanza di osservazione

La distanza scelta come parametro da considerare è quella che sta tra l'osservatore e il primo aerogeneratore che può ricadere nel campo visivo dell'osservatore stesso.

L'indice di bersaglio **B** può variare fra un valore minimo e un valore massimo; il minimo valore di B, pari a 0, si ha quando sono nulli H (distanza molto elevata) oppure IAF (aerogeneratori fuori vista), mentre il massimo valore di B si ha quando H e IAF assumono il loro massimo valore, ovvero pari ad HT e 1, cosicché B<sub>MAX</sub> è pari ad HT, ossia 220m.

Infine, l'indice di fruibilità **F** stima la quantità di persone che possono raggiungere, più o meno facilmente, le zone più sensibili alla presenza del campo eolico, e quindi trovare in tale zona la visuale panoramica alterata dalla presenza dell'opera. I principali fruitori sono le popolazioni locali e i viaggiatori che percorrono le strade e le ferrovie. L'indice di fruizione viene quindi valutato sulla base della densità degli abitanti residenti nei singoli centri abitati e dal volume di traffico per strade e ferrovie. Anche l'assetto delle vie di comunicazione e di accesso all'impianto influenza la determinazione dell'indice di fruizione.

L'indice di fruizione varia generalmente su una scala da 0 ad 1 e aumenta con la densità di popolazione (valori tipici sono compresi fra 0,30 e 0,50) e con il volume di traffico (valori tipici 0,20-0,30).

Considerando l'importanza dell'impatto visivo di una pala eolica, la valutazione relativa alla sensibilità del paesaggio, in tutte le sue componenti, deve tenere conto dello studio dell'intervisibilità, che viene condotto per primo. Tale studio permette infatti di accertare le Aree di Impatto Effettive, cioè le zone effettivamente influenzate dall'effetto visivo dell'impianto, visto che la morfologia del territorio può consentire la vista dell'impianto da alcuni punti e non da altri, indipendentemente dalla distanza.

Id	Punto di vista	P	D (km)	Angolo $\alpha$	H	Turbine visibili	IAF	B=(H*IAF)	F	VI=P*(B+F)
14	Chiesa Campestre San Giorgio	1	7.7	1.6	6.3	3	0.6	3.8	0.3	4.1
16	Comune di Aglientu	1	9.3	1.4	5.2	5	1.0	5.2	0.3	5.5
17	Palazzo di Baldu	1	5.1	2.5	9.5	5	1.0	9.5	0.3	9.8
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	1.2	7.2	1.8	6.7	5	1.0	6.7	0.3	8.4
21	Punto panoramico_La Pétra Niéda	1.2	7	1.8	6.9	5	1.0	6.9	0.3	8.7
22	Castello di Balaiana	1.2	7.2	1.8	6.7	5	1.0	6.7	0.3	8.4
27	Necropoli di Li Muri	1	8.5	1.5	5.7	5	1.0	5.7	0.3	6.0
28	Chiesa Santa Maria della Neve	1	9	1.4	5.4	3	0.6	3.2	0.3	3.5
32	Monte Russu	1.2	8.5	1.5	5.7	1	1.0	5.7	1.3	8.4

Tabella 12 : Visibilità dell'impianto per i punti sensibili

Alla luce di tali considerazioni l'impatto paesaggistico IP può variare nell'intervallo [0; 5259.8].

[Dal punto di vista teorico è possibile che il punto sensibile abbia un valore del paesaggio  $VP = (N+Q+V) = (10+6+1)=17$  e una visibilità dell'impianto pari a  $VI = P * (B + F) = 1.4 * (220 + 1) = 309.4$  in caso di aerogeneratore avente altezza di 220 m e distante 220 m dal punto considerato ( $\alpha=45^\circ$ ).

Ne segue che:  $IP_{max} = VP * VI = 17 * 309.4 = 5259.8$  ]

In definitiva:

- IP=0 In presenza di aree fortemente degradate per le quali l'impatto visivo risulta di importanza irrilevante.
- IP=5259.8 in presenza di aree aventi notevole importanza paesaggistica con impianti visibili al 100% con aerogeneratori aventi distanza dal punto di vista pari all'altezza stessa della pala.

Id	Punto di vista	Tipologia	VP	VI	IP
14	Chiesa Campestre San Giorgio	Chiesa	12	4.07	48.86
16	Comune di Aglientu	Centro abitato	4.5	5.50	24.77
17	Palazzo di Baldu	Castello	10	9.79	97.90
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	Punto panoramico	4	8.43	33.71
21	Punto panoramico_La Pétra Niéda	Punto panoramico	4.5	8.66	38.96
22	Castello di Balaiana	Castello	13	8.43	109.55
27	Necropoli di Li Muri	Sito archeologico	10	5.99	59.94
28	Chiesa Santa Maria della Neve	Chiesa	13	3.53	45.85
32	Monte Russu	Zona SIC	13	8.39	109.11

Tabella 13 : Impatto paesaggistico per i punti sensibili

Si osserva che gli impatti paesaggistici, si mantengono sensibilmente al di sotto dei valori massimi. I punti maggiormente impattati risultano essere:

- Castello di Balaiana
- Monte Russu

L'indice di impatto visivo IP è stato normalizzato affiancando il valore numerico a un valore qualitativo (da molto alto a trascurabile) per rendere più immediata la descrizione dell'impatto, normalizzandolo rispetto al valore IP max calcolato= 109.55.

Impatto paesaggistico IP	Valore qualitativo	Valore numerico
1	trascurabile	0 - 13.69
2	molto basso	13.70 - 27.38
3	basso	27.39 - 41.08
4	medio-basso	41.09 - 54.77
5	medio	54.78 - 68.47
6	medio-alto	68.48 - 82.16
7	alto	82.17 - 95.86
8	molto-alto	95.87 - 109.55

Tabella 14 : Normalizzazione dell'indice IP

Id	Punto di vista	Tipologia	IP	IP Normalizzato	Valore qualitativo
14	Chiesa Campestre San Giorgio	Chiesa	48.86	4	Medio-basso
16	Comune di Aglientu	Centro abitato	24.77	2	molto basso
17	Palazzo di Baldu	Castello	97.90	8	molto alto
20	Punto panoramico, belvedere dei graniti	Punto panoramico	33.71	3	basso
21	Punto panoramico_ La Pétra Niéda	Punto panoramico	38.96	3	basso
22	Castello di Balaiana	Castello	109.55	8	molto alto
27	Necropoli di Li Muri	Sito archeologico	59.94	5	medio
28	Chiesa Santa Maria della Neve	Chiesa	45.85	4	Medio-basso
32	Monte Russu	Zona SIC	109.11	8	molto alto

Tabella 15 : Valore qualitativo IP dei punti sensibili

Se a prima vista può sembrare che i punti sensibili ID\_17, ID\_22 e ID\_32 abbiano un impatto paesaggistico elevato, è bene precisare che la discretizzazione è avvenuta prendendo come valore limite di riferimento IP=109.11. Se si considera che il massimo valore IP posseduto, in presenza di impianti eolici alti 220m, è di 5259.8, è facile capire come anche il Castello di Balaiana abbia IP irrisorio, pari al 2.1 % del massimo possibile.

**Per tale motivo si può concludere che l'impianto eolico di progetto può essere inserito all'interno del territorio senza impattare negativamente le visuali ambientali.**

**Nel seguito sono riportati i fotoinserti del parco di progetto ripresi dai punti sensibili.**

### 3.4.4 Fotoinserimenti

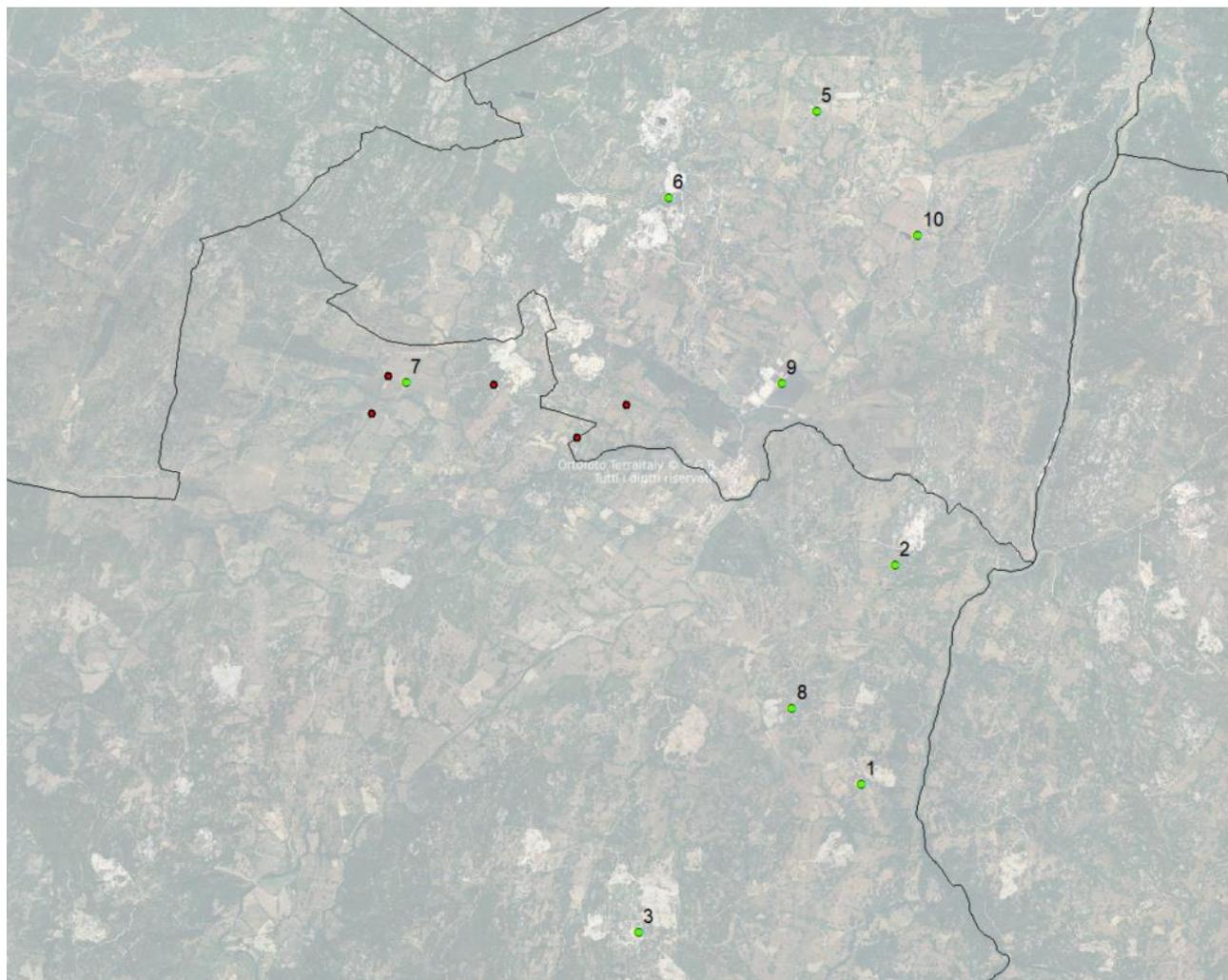


Figura 33: Punti Foto-inserimenti (in rosso impianto di progetto)



Figura 34: Foto 1



Figura 35: Foto-inserimento Foto 1



Figura 36: Foto 2



Figura 37: Foto-inserimento Foto 2



Figura 38: Foto 3



Figura 39: Foto-inserimento Foto 3



Figura 40: Foto 4



Figura 41: Foto-inserimento Foto 4



Figura 42: Foto 5



Figura 43: Foto-inserimento Foto 5



Figura 44: Foto 7



Figura 45: Foto-inserimento Foto 7



Figura 46: Foto 10



Figura 47: Foto-inserimento Foto 10