



VCC ORISTANO 2 Srl

REGIONE SARDEGNA
COMUNE DI SCANO DI MONTIFERRO (OR)



**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DI
POTENZA PARI A 75.000 kW**
"Crastu Furones"

Valutazione di Impatto Ambientale artt.23-24-25 D.Lgs. 152/2006

REL.A.06

Elaborato di Progetto

PROGETTO DEFINITIVO
SIMULAZIONE DI INSERIMENTO VISIVO

Committente:
VCC Oristano 2 Srl
Via O.Ranelletti, 281 - 67043 - Celano (AQ)
P.IVA e C.F.: 01602470666
PEC: vcc.oristano.2.srl@pec.it

PROGETTO REDATTO DA: Gamma Srl

Progettista:
Ing. Mariangela Taurasi
Ordine degli ingegneri della Provincia di Avellino N. 1856

Prof. Ing. Marco Trapanese
Ordine degli ingegneri della Provincia di Palermo N. 6946

Data:
18/05/2022

Rev.00

INDICE

1. PREMESSA	3
2. METODOLOGIA UTILIZZATA	3
3. ELEMENTI DI RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA	3
4. CONDIZIONI DI VISIBILITÀ	5
5. MODELLI 3D	5
6. PUNTI DI RIPRESA	6
7. SIMULAZIONI DI INSERIMENTO	7
8. CONSIDERAZIONI	11
9. CONCLUSIONI	15
10. ELENCO ALLEGATI	15

Informazioni documento

Categoria documento	Relazione Tecnica
Progetto	Parco Eolico "Crastu-Furones"
Titolo documento	Simulazioni di inserimento
Autore	Ing. Mariangela Taurasi
Elaborazioni grafiche	Alessandro Conti
Numero di pagine	15
Data Registrazione	18 maggio 2022

1. PREMESSA

Nell'ambito delle attività di sviluppo di iniziative eoliche VCC ha individuato un'area di potenziale interesse localizzata nei territori del Comune di Scano di Montiferro, in provincia di Oristano.

La presente relazione ha per oggetto le **simulazioni di inserimento** elaborate per consentire di valutare l'impatto visivo e paesaggistico della centrale eolica da punti di pubbliche visuali.

2. METODOLOGIA UTILIZZATA

I passi attraverso i quali si articola la metodologia utilizzata sono:

- ✓ Definizione dei parametri di ripresa che approssimano al meglio la visione dell'occhio umano, in modo da fornire elementi di valutazione il più possibile oggettivi;
- ✓ Scelta dei punti di ripresa, sulla base del grado di visibilità della centrale e dell'importanza dei potenziali punti di ripresa dal punto di vista paesistico;
- ✓ Esecuzione delle riprese fotografiche;
- ✓ Realizzazione dei modelli tridimensionali del territorio e dei diversi componenti significativi dell'impianto eolico, ad un livello di dettaglio adeguato per le simulazioni grafiche;
- ✓ Rendering dei modelli 3D ed inserimento nelle riprese fotografiche.

3. ELEMENTI DI RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA

La simulazione di inserimento di una centrale eolica è un esercizio particolarmente stimolante perché combina metodologie prettamente scientifiche e fondamenti di estetica: il risultato finale è a tutti gli effetti una rappresentazione fotografica e quindi ad essa si applicano tutti i concetti che si riferiscono alla comunicazione per immagini.

Nel caso di una simulazione di inserimento è importante assicurare una informazione il più possibile oggettiva, il più vicina possibile a quanto l'occhio umano comunicherebbe all'osservatore se questi si fosse trovato al posto del fotografo.

E' per questo motivo che il primo passo nella definizione della metodologia da adottare è stato l'individuazione e l'analisi del campo di visione dell'occhio umano. Come si può vedere nella **Figura 1**, ripresa a partire da misure del campo di visione disponibili in letteratura, l'occhio umano medio presenta un campo di visione che arriva fino a circa 97° in verticale (40° verso l'alto e 57° verso il basso); in orizzontale si hanno circa 110° di visione stereoscopica ed altri 30° (15° per lato) di visione monoscopica.

Una fotografia normale, scattata con il classico obiettivo 50 mm, presenta un campo di visione di 40° in orizzontale e 27° in verticale: anche se in termini di resa prospettica rappresenta quello che si avvicina di più all'occhio umano, appare evidente che non basta!

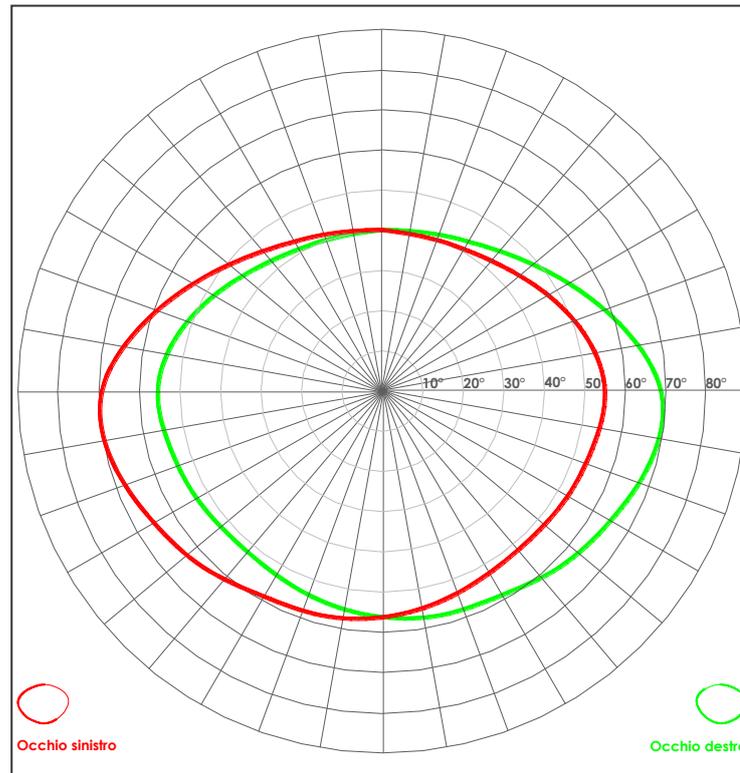


Figura 1: Campo di visione dell'occhio umano

Ciò che invece può fornire un contenuto informativo che meglio si avvicina a quanto rileverebbe un osservatore sul campo è la cosiddetta *fotografia "panoramica"*: una striscia fotografica che proietta una significativa porzione di mondo su un settore cilindrico avente asse passante per il punto di ripresa.

Le fotografie panoramiche possono essere ottenute con macchine fotografiche apposite dotate di obiettivo rotante (del tipo Horizon) oppure ricavate da una serie di fotogrammi scattati in successione. In quest'ultimo caso esistono appositi software di elaborazione che consentono di unire insieme le diverse immagini tenendo conto sia della loro parziale sovrapposizione che della correzione per proiezione su una superficie cilindrica appunto o sferica (il cosiddetto warping).

Se i singoli fotogrammi vengono poi scattati con inquadratura verticale (portrait) si ottiene anche un campo di visione verticale sufficientemente esteso (fino a 50°).

L'utilizzo di immagini "panoramiche" in luogo di fotografie convenzionali scattate con un grandangolo spinto riduce gli effetti di deformazione ai bordi, che sono invece molto evidenti nel caso di fotografie scattate con obiettivi a corta focale (p.es. 15 mm), pur permettendo un campo di visione abbastanza prossimo a quello dell'occhio umano.

Per una visualizzazione corretta di una fotografia panoramica questa dovrà essere osservata con gli occhi il più possibile in corrispondenza dell'asse del cilindro/del centro della sfera di proiezione e curvando l'immagine in conformità con la superficie del cilindro di proiezione stesso.

4. CONDIZIONI DI VISIBILITÀ

La troposfera è lo strato più basso della troposfera terrestre, che alle nostre latitudini geografiche si estende circa fino a 11 km di altezza. Tutti i processi che determinano il nostro tempo meteorologico si svolgono nella troposfera, questa è limitata superiormente dalla tropopausa.

Se le masse d'aria troposferiche sono ben mescolate, la temperatura e l'umidità relativa dell'aria decresce abbastanza regolarmente, con l'aumento dell'altezza. Questa situazione però non è riscontrabile molto spesso in nessun luogo della terra.

Una difformità interessante si manifesta per esempio in presenza di alta pressione meteorologica, caratterizzata notoriamente da belle giornate con poco vento. In tale caso l'aria troposferica non è mescolata in modo uniforme, ma vi è aria più calda, più asciutta e perciò più leggera disposta sopra altra aria più fresca, più umida e perciò più pesante. Questa condizione naturale, aggravata da fattori antropici quali possono essere le polveri, determina la cosiddetta "foschia atmosferica".

La foschia atmosferica è sempre presente a pochi gradi d'altezza sull'orizzonte (mentre il disturbo è minimo oltre i 50 gradi) ed impedisce quella che dovrebbe essere la normale percezione dell'orizzonte in sua assenza.

Orizzonte reale è quindi quella linea percepita realmente dall'osservatore nel punto dove è situato, quella zona che separa la superficie della terra con il cielo. La sua posizione e l'ampiezza della calotta sferica di terra visibile dipende dall'altitudine di osservazione ed è influenzata, in misura più o meno predominante, dalla rifrazione atmosferica e dalla presenza di foschia.

5. MODELLI 3D

5.1. MODELLI DEL TERRITORIO

Il modello del territorio circostante la centrale eolica copre un'area di circa 35 km x 35 km, per un totale di circa 1 225 kmq.

5.2. MODELLI DEI COMPONENTI

È stato realizzato il modello tridimensionale dell'aerogeneratore (sono state considerate le dimensioni massime in termini di diametro rotore ed altezza torre dell'aerogeneratore che andrà ad installarsi) con un livello di dettaglio adeguato alle simulazioni da realizzare; questo, poi, posizionato sul modello orografico del territorio individua il layout di impianto.

6. PUNTI DI RIPRESA

Operando considerazioni complessive sull'intero ambito di studio per quanto riguarda l'impatto sulla componente "Paesaggio" sono stati individuati alcuni punti significativi per la verifica visiva di inserimento.

Sono stati presi in considerazione tutti i centri abitati ed i centri storici dei comuni appartenenti all'Area Vasta (così come individuata nell'allegato 4 del D.M. 10.09.2010) ed in sua prossimità, nonché punti di particolare interesse paesaggistico, storico, turistico.

I punti di ripresa così individuati sono:

- **S_00** *Comune di Semestene (SS)*
- **P_01** *Comune di Pozzomaggiore (SS), Chiesa San Pietro*
- **P_02** *Stazione di Campeda nel comune di Macomer (NU), ZPS, S.S.131 "Carlo Felice"*
- **S_03** *Comune di Macomer (NU), S.S.131 "Carlo Felice"*
- **P_04** *Comune di Borone (NU), in prossimità della S.S.131 "Carlo Felice", Santuario di San Lussorio*
- **P_05** *Comune di Abbasanta (OR), Parco archeologico Nuraghe Losa, in prossimità della S.S.131 "Carlo Felice"*
- **S_06** *Comune di Santu Lussurgiu (OR)*
- **P_07** *Comune di Norbello (OR), in prossimità della S.S.131 "Carlo Felice"*
- **P_08** *Comune di Cuglieri (OR), Basilica di Santa Maria della Neve*
- **P_09** *Comune di Scano di Montiferro (OR), SP21*
- **P_10** *Comune di Sennariolo (OR), S.S.292 Nord Occidentale Sarda, Chiesa Parrocchiale di Sant'Andrea Apostolo*
- **P_11** *Comune di Tresnuraghes (OR), S.S.292*
- **P_12** *Comune di Magomadas (OR), S.S.292*
- **P_13** *Comune di Flussio (OR), S.S.292*
- **P_14** *Comune di Sagama (OR), S.S.292, Chiesa di San Gabriele Argangelo*
- **P_15** *Comune di Tinnura (OR), "paese museo a cielo aperto"*
- **P_16** *Comune di Suni (OR), S.S.292 Circonvallazione Sud*
- **P_17** *Comune di Suni (OR), S.S.292 Nord Occidentale Sarda, Parco archeologico di Suni "Nuraghe Nuraddeo"*
- **P_18** *Comune di Sindia (NU), a sud verso Circonvallazione di Sindia*
- **S_19** *Comune di Magomadas (OR), Santa Maria del Mare*
- **S_20** *Comune di Bosa (OR), Isola Rossa*

I punti di ripresa sono etichettati con la lettera "P" se l'impianto eolico risulta visibile e si è proceduto a fare una simulazione di inserimento fotografico, con la lettera "S" se l'impianto risulta non visibile da punto di ripresa e si è proceduto a fare una sezione del terreno allo scopo di individuare eventuali ostacoli alla vista.

7. SIMULAZIONI DI INSERIMENTO

7.1. RIPRESE FOTOGRAFICHE

Le riprese fotografiche sono state effettuate durante le giornate del 10-11 gennaio 2022 e del 23-24 febbraio 2022, giornate caratterizzata da discrete condizioni meteorologiche con visibilità attenuata dalla presenza di foschia a livello dell'orizzonte.

Ulteriori informazioni sulle riprese sono fornite nella seguente tabella.

Punto di Ripresa	Coordinate piane UTM WGS84	
	E	N
S_00	476 874	4 471 940
P_01	471 226	4 470 984
P_02	481 675	4 464 160
S_03	480 789	4 458 248
P_04	481 807	4 451 174
P_05	482 304	4 440 606
S_06	470 567	4 443 420
P_07	484 549	4 443 245
P_08	463 408	4 448 939
P_09	464 819	4 452 701
P_10	462 230	4 451 522
P_11	459 379	4 455 237
P_12	459 854	4 456 776
P_13	460 595	4 457 306
P_14	463 958	4 456 822
P_15	461 828	4 457 801
P_16	461 746	4 458 617
P_17	464 504	4 463 869
P_18	471 416	4 459 984
S_19	455 887	4 456 842
S_20	455 338	4 459 945

Tabella 1: Coordinate punti di ripresa fotografica

E' stata utilizzata una fotocamera digitale **Canon EOS Mar III**, con risoluzione di 3840 x 5760 pixel, lunghezza focale di 50.00 mm, *full frame*.

Simulazioni di inserimento

I fotogrammi sono ripresi con inquadratura portrait (verticale), e successivamente uniti insieme con apposito software: l'immagine risultante è del tipo "panorama", con warping cilindrico.

Le immagini, eccezion fatta per le sezioni, coprono un campo di visione di 180° in orizzontale e di 45° in verticale, come indicato in **Tabella 2**.

Foto	Dimensione immagine (pixel)		Campo di visione [°]		Distanza Aerogeneratore più vicino windfarm Crastu Furones [km]
	orizzontale	verticale	orizzontale	verticale	
S_00	11811	2835	180	45	18,38
P_01	11811	2835	180	45	16,55
P_02	11811	2835	180	45	13,80
S_03	11811	2835	180	45	9,92
P_04	11811	2835	180	45	10,47
P_05	11811	2835	180	45	16,53
S_06	11811	2835	180	45	9,31
P_07	11811	2835	180	45	16,29
P_08	11811	2835	180	45	6,67
P_09	11811	2835	180	45	3,72
P_10	11811	2835	180	45	6,51
P_11	11811	2835	180	45	9,30
P_12	11811	2835	180	45	9,30
P_13	11811	2835	180	45	8,87
P_14	11811	2835	180	45	5,68
P_15	11811	2835	180	45	8,03
P_16	11811	2835	180	45	8,58
P_17	11811	2835	180	45	10,97
P_18	11811	2835	180	45	5,69
S_19	11811	2835	180	45	13,09
S_20	11811	2835	180	45	14,72

Tabella 2

7.2. ELABORAZIONI GRAFICHE

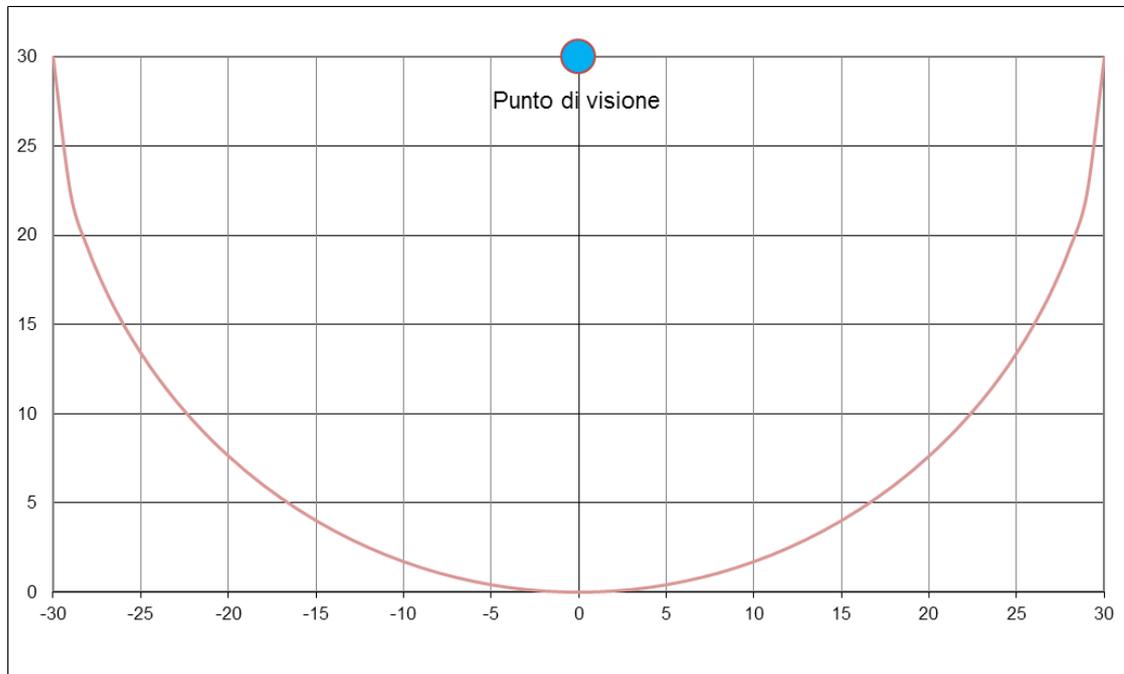
La simulazione di inserimento è stata effettuata con tecnica mista, sovrapponendo il modello 3D del territorio e della centrale con le immagini ricavate dalle riprese fotografiche effettuate a partire dai punti di ripresa selezionati.

Per consentire un più corretto rapporto dimensionale dell'intera simulazione, le immagini fotografiche sono state ricampionate, una volta montate, portandole ad una dimensione in orizzontale di 11811 pixel.

Per ottenere una visione realistica, in linea con gli intendimenti della simulazione, le foto vanno osservate ponendosi a circa 30 cm dalle stesse; l'immagine deve essere curvata in

Simulazioni di inserimento

modo che gli estremi della fotografia si trovino praticamente allo stesso livello dell'osservatore, come illustrato nella seguente figura.



Modalità di visione suggerite

I risultati delle Simulazioni di Inserimento sono riportati nell'allegato fascicolo, i cui contenuti sono elencati nella tabella seguente.

	Simulazioni di inserimento			Visibilità	
	Ante operam	Post operam	sezione	teorica	reale
S_00 Semestene (SS)	-	-	X	no	no
P_01 Comune di Pozzomaggiore (SS), Chiesa San Pietro	X	X	-	si	si
P_02 Stazione di Campeda nel comune di Macomer (NU), ZPS, S.S.131 "Carlo Felice"	X	X	-	si	si
S_03 Comune di Macomer (NU), S.S.131 "Carlo Felice"	-	-	X	si	no
P_04 Comune di Borone (NU), in prossimità della S.S.131 "Carlo Felice", Santuario di San Lussorio	X	X	-	si	si

Simulazioni di inserimento

P_05 Comune di Abbasanta (OR), Parco archeologico Nuraghe Losa, in prossimità della S.S.131 "Carlo Felice"	X	X	-	si	si
S_06 Comune di Santu Lussurgiu (OR)	-	-	X	no	no
P_07 Comune di Norbello (OR), in prossimità della S.S.131 "Carlo Felice"	X	X	-	si	si
P_08 Comune di Cuglieri (OR), Basilica di Santa Maria della Neve	X	X	-	si	si
P_09 Comune di Scano di Montiferrò (OR), SP21	X	X	-	si	si
P_10 Comune di Sennariolo (OR), S.S.292 Nord Occidentale Sarda, Chiesa Parrocchiale di Sant'Andrea Apostolo	X	X	-	si	si
P_11 Comune di Tresnuraghes (OR), S.S.292	X	X	-	si	si
P_12 Comune di Magomadas (OR), S.S.292	X	X	-	si	si
P_13 Comune di Flussio (OR), S.S.292	X	X	-	si	si
P_14 Comune di Sagama (OR), S.S.292, Chiesa di San Gabriele Argangelo	X	X	-	si	si
P_15 Comune di Tinnura (OR), "paese museo a cielo aperto"	X	X	-	si	si
P_16 Comune di Suni (OR), S.S.292 Circonvallazione Sud	X	X	-	si	si
P_17 Comune di Suni (OR), S.S.292 Nord Occidentale Sarda, Parco archeologico di Suni "Nuraghe Nuraddeo"	X	X	-	si	si
P_18 Comune di Sindia (NU), a sud verso Circonvallazione di Sindia	X	X	-	si	si
S_19 Comune di Magomadas (OR), Santa Maria del Mare	-	-	X	no	no
S_20 Comune di Bosa (OR), Isola Rossa	-	-	X	no	no

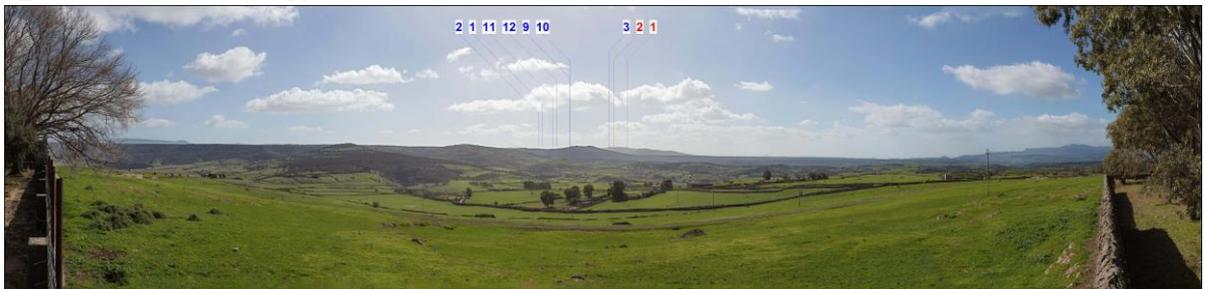
Tabella 3: Contenuto del fascicolo simulazioni fotografiche

8. CONSIDERAZIONI

Dalla maggior parte dei punti di ripresa la centrale eolica risulta visibile in misura più o meno rilevante a seconda della distanza del punto di vista dalla centrale stessa, dell'orario e delle condizioni meteorologiche, nonché della presenza di ostacoli naturali e/o artificiali.

Per una più facile individuazione degli aerogeneratori visibili, si riportano di seguito le miniature delle panoramiche realizzate. In blu sono indicate le turbine facenti parte del layout della centrale di Crastu-Furones, in rosso le turbine di altra Ditta.

P_01 Comune di Pozzomaggiore (SS), Chiesa San Pietro



P_02 Stazione di Campeda nel comune di Macomer (NU), ZPS, S.S.131 "Carlo Felice"



P_04 Comune di Borone (NU), in prossimità della S.S.131 "Carlo Felice", Santuario di San Lussorio



P_05 Comune di Abbasanta (OR), Parco archeologico Nuraghe Losa, in prossimità della S.S.131 "Carlo Felice"



P_07 Comune di Norbello (OR), in prossimità della S.S.131 "Carlo Felice"



P_08 Comune di Cuglieri (OR), Basilica di Santa Maria della Neve

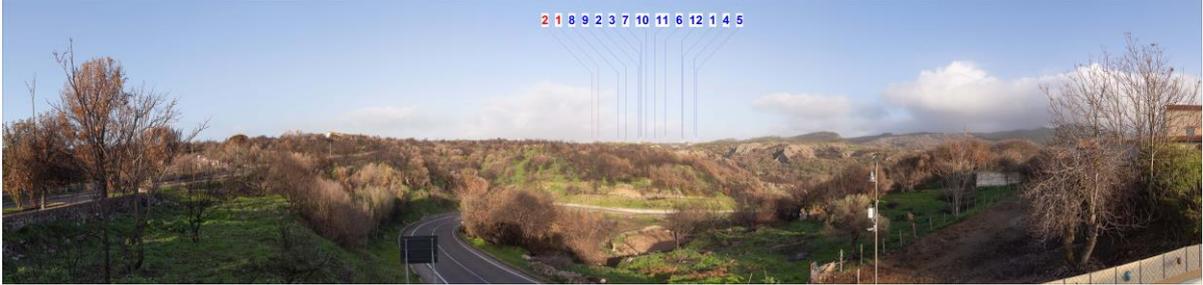


P_09 Comune di Scano di Montiferro (OR), SP21



Simulazioni di inserimento

P_10 Comune di Sennariolo (OR), S.S.292 Nord Occidentale Sarda, Chiesa Parrocchiale di Sant'Andrea Apostolo



P_11 Comune di Tresnuraghes (OR), S.S.292



P_12 Comune di Magomadas (OR), S.S.292



P_13 Comune di Flussio (OR), S.S.292



P_14 Comune di Sagama (OR), S.S.292, Chiesa di San Gabriele Argangelo



P_15 Comune di Tinnura (OR), "paese museo a cielo aperto"



P_16 Comune di Suni (OR), S.S.292 Circonvallazione Sud



P_17 Comune di Suni (OR), S.S.292 Nord Occidentale Sarda, Parco archeologico di Suni "Nuraghe Nuraddeo"



P_18 Comune di Sindia (NU), a sud verso Circonvallazione di Sindia



9. CONCLUSIONI

Le simulazioni di inserimento presentate permettono di verificare l'aspetto estetico dell'intervento, così come potrà essere percepito da punti di visione significativi.

I punti di ripresa da cui sono state effettuate le simulazioni sono significativi delle diverse zone a valenza ambientale individuate nell'area vasta intorno all'intervento proposto, a distanze ragionevoli dalla centrale.

La risoluzione dell'occhio umano in condizioni ottimali di illuminazione (ed in assenza di atmosfera) è di circa 1' di grado, quindi un oggetto delle dimensioni di una turbina eolica sarebbe in teoria percepibile ancora a 30 km! La presenza dell'atmosfera, sommata alle caratteristiche della turbina eolica, implica che già ad una distanza di 3-4 km l'effetto di visione si possa considerare trascurabile.

10. ELENCO ALLEGATI

Per quanto non espressamente specificato nella presente relazione tecnica, si fa riferimento agli allegati elaborati grafici e progettuali che di essa costituiscono parte integrante:

- All.1 - Indicazione dei punti di ripresa
- All.02 - Fascicolo Simulazioni di Inserimento ante operam
- All.03 - Fascicolo Simulazioni di Inserimento post operam
- All.04 - Fascicolo Simulazioni di Inserimento sezioni