



REGIONE SARDEGNA
COMUNI DI VILLANOVAFORRU, SARDARA, SANLURI E
FURTEI (SU)

PROGETTO

**Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica
di potenza pari a 42 MW denominato "Marmilla"**
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW

TITOLO

**Rel.25 - Relazione Verifica Preventiva Interesse
Archeologico (VPIA) – art. 41, c. 4 D.lgs. 36/2023**

PROPONENTE	PROGETTISTA
 ENGIE TREXENTA S.r.l. Sede legale e Amministrativa: Via Chiese 72 20126 Milano (MI) PEC: engietrexenta@legalmail.it	 SCM ingegneria S.r.l. Via Carlo del Croix, 55 Tel.: +39 0831-728955 72022 Latiano (BR) Mail: info@scmingegneria.com Dott. Ing. Daniele Cavallo



Scala	Formato Stampa	Cod.Elaborato	Rev.	Nome File	Foglio
	A4	EOMRMD-I_Rel.25	00	EOMRMD-I_Rel.25 - Relazione Verifica Preventiva Interesse Archeologico (VPIA)	1 di 116
Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
00	13/10/2023	Emesso per iter autorizzativo	E. Giannitrapani F. Ianni	D. Cavallo	D. Cavallo

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	4
2	DATI GENERALI	4
2.1	DATI DEL PROPONENTE	4
2.2	LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	5
2.3	DESTINAZIONE D'USO	5
2.4	CONTENUTI DELLA RELAZIONE	5
3	LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO.....	7
4	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	10
4.1	ACCESSIBILITÀ AL SITO	11
4.2	INQUADRAMENTO CATASTALE.....	13
5	AEROGENERATORI.....	15
5.1	CARATTERISTICHE TECNICHE AEROGENERATORE	15
5.2	CRITERI DI PROGETTO - LAYOUT AEROGENERATORI	17
5.3	OPERE CIVILI A SERVIZIO DELL'AEROGENERATORE	17
5.3.1	Fondazioni degli aerogeneratori.....	17
5.3.2	Piazzole di montaggio degli aerogeneratori	19
5.3.3	Piazzole di manutenzione	20
6	ELETTRODOTTI.....	21
6.1	PRINCIPI DI DIMENSIONAMENTO DELLE RETE MT.....	21
6.2	MODALITÀ DI INTERRAMENTO E GESTIONE DELLE INTERFERENZE	22
6.3	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 150/30 KV E COLLEGAMENTO ALLA RETE AT24	
7	VIABILITÀ DI PARCO	25
7.1	CRITERI DI PROGETTO	25
7.2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DI PORTANZA	25
7.3	OPERE DI REGIMENTAZIONE IDRAULICA	28
8	METODOLOGIA E RACCOLTA DATI.....	30
8.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	30
8.2	ARTICOLAZIONE DEL LAVORO	30
9	RICERCA VINCOLISTICA, D'ARCHIVIO E BIBLIOGRAFICA.....	35
9.1	INTRODUZIONE	35
9.2	ANALISI DEI DATI ACQUISITI	35
9.3	INQUADRAMENTO STORICO-ARCHEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO	36
10	ANALISI GEOARCHEOLOGICA	41
10.1	INTRODUZIONE.....	41
10.2	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	41

10.3	ANALISI GEOARCHEOLOGICA	45
11	FOTOINTERPRETAZIONE.....	47
11.1	INTRODUZIONE.....	47
11.2	METODOLOGIA ADOTTA E ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI	48
12	RICOGNIZIONE DI SUPERFICIE	50
12.1	METODOLOGIA ADOTTA	50
12.2	ANALISI DEI DATI OTTENUTI.....	51
12.3	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	53
13	VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO DELL'AREA E DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO RELATIVO L'OPERA	113
14	BIBLIOGRAFIA.....	116

1 INTRODUZIONE

La presente revisione del progetto presentato in richiesta di autorizzazione si è resa necessaria a valle dell'identificazione di interferenze con il progetto di un impianto eolico da 55,8 MW presentato dalla società Asja Serra e localizzato nella medesima area, come evidenziato nella comunicazione E-SERRA/FG/SC/sa/227/23 presentata al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) in data 15/06/2023.

Al fine di risolvere tali interferenze si è rivisto il progetto presentato in prima revisione andando a ridurre il numero di aerogeneratori, da 7 a 5, e il modello degli stessi, da 7,2 MW ciascuno invece di 6 MW, risultando in una riduzione di potenza totale di impianto da 42 MW a 36 MW.

Il presente documento fornisce la descrizione generale del progetto di una centrale di produzione di energia da fonte eolica, con una potenza nominale di 36 MW che la società ENGIE TREXENTA S.R.L. (di seguito “la Società”) intende realizzare nei Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU).

La società ha acquisito l'iniziativa, inclusa della proposta di connessione da parte di Terna, dalla società RENEWABLES CIRCULAR DEVELOPMENT S.R.L. in data 25/05/2022.

La Società RENEWABLES CIRCULAR DEVELOPMENT S.R.L. ha presentato a Terna S.p.A. (“il Gestore”) la richiesta di connessione alla RTN per una potenza in immissione di 42,0 MW; alla richiesta è stato assegnato Codice Pratica 202100406.

In data 19/07/2021, il gestore ha trasmesso la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG), formalmente accettata in data 17/11/2021.

Lo schema di connessione alla RTN, descritto nella STMG, prevede che l'impianto eolico debba essere collegato in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV “Ittiri - Selargius”.

Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, il Gestore ha proposto alla Società di condividere lo stallo RTN nella nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV con altri produttori.

2 DATI GENERALI

2.1 DATI DEL PROPONENTE

Di seguito i dati anagrafici del soggetto proponente:

SOCIETA' PROPONENTE	
Denominazione	ENGIE TREXENTA S.R.L.
Indirizzo sede legale	Via Chiese 72 – 20126 Milano (MI)
Codice Fiscale/Partita IVA	12367510968
Numero REA	MI - 2657279
Capitale Sociale	10.000,00

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42 MW denominato “Marmilla”

Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)

Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



Socio Unico	ENGIE ENERGIES ITALIA S.R.L.
PEC	engietrexenta@legalmail.it

Tabella 2-1 – Informazioni principali della Società Proponente

2.2 LOCALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'impianto eolico oggetto del presente documento sarà realizzato nei comuni di Villanovaforru, Sardara e Sanluri (SU).

Il cavidotto MT relativo allo stesso impianti interesserà invece i comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU).

Le opere Utente e di Rete saranno infine realizzate interamente nel comune di Sanluri (SU).

2.3 DESTINAZIONE D'USO

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo

2.4 CONTENUTI DELLA RELAZIONE

La presente relazione ha l'obiettivo di fornire indicazioni utili agli Enti istituzionalmente preposti alla tutela del patrimonio culturale circa la possibile interferenza dell'opera da realizzare con le preesistenze archeologiche note, così come con quelle potenzialmente presenti nell'area oggetto dell'intervento, tramite la redazione della carta del rischio archeologico relativo. In particolare, la presente relazione è predisposta come atto conclusivo a seguito delle attività di ricerca previste dalla normativa vigente.

Si sottolinea in questa sede come la presente relazione costituisce una revisione integrale della relazione già presentata lo scorso 02 maggio 2023. Tale revisione si è resa necessaria a seguito delle osservazioni avanzate dal MASE nel parere nota n. 0114079 del 12/07/2023. A seguito di tali osservazioni il progetto oggetto della presente analisi è stato profondamente revisionato, con l'eliminazione di due aereogeneratori e la definizione di un nuovo tracciato del cavidotto MT di collegamento dell'impianto eolico alla relativa stazione utente. Inoltre, a causa delle favorevoli condizioni di visibilità dei terreni, è stato ripetuta in modo integrale, sia nell'area di impianto che lungo il cavidotto, la ricognizione di superficie già eseguita nei mesi di marzo e aprile sul precedente layout.

Tutto il lavoro è stato inoltre svolto secondo quanto disposto dal DPCM 14/02/2022 e dalla Circolare MIC n. 53 del 23/12/2022. In questa sede si presenta la prima fase delle indagini archeologiche, che comprendono la raccolta dei dati di archivio e bibliografici, la lettura della geomorfologia del territorio, la fotointerpretazione e l'esito delle ricognizioni volte all'osservazione diretta dei terreni.

L'indagine archeologica oggetto della presente relazione è stata coordinata dal **dott. Filippo Ianni**, iscritto all'*Elenco degli operatori abilitati alla redazione del documento di valutazione archeologica nel progetto preliminare di opera pubblica* (n. 7) e all'*Elenco nazionale dei professionisti* competenti ad eseguire interventi sui beni culturali presso il MIBACT con la qualifica di *archeologo di I fascia* (n. 1219), ed è stata eseguita dal **dott. Enrico Giannitrapani**, iscritto all'*Elenco nazionale dei professionisti* competenti ad eseguire

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “*Marmilla*”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



interventi sui beni culturali presso il MIBACT con la qualifica di *archeologo di I fascia* (n. CIA0041), in collaborazione con la **dott.ssa Laura Pau**, archeologa in possesso dei requisiti di legge, che ha curato in particolare la raccolta dei dati grezzi relativamente la ricerca d’archivio e bibliografica, e la **dott.ssa Daniela Deriu**, archeologa in possesso dei requisiti di legge, che ha curato in particolare la ricognizione di superficie.

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42 MW denominato “Marmilla”

Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)

Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



3 LOCALIZZAZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la costruzione di una centrale di produzione di energia elettrica da fonte eolica nei comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU) e delle opere indispensabili per la sua connessione alla RTN, nel comune di Sanluri (SU).



Figura 3-1 – Inquadramento generale da ortofoto – impianto eolico



Figura 3-2 – Inquadramento generale da ortofoto – opere di connessione

La centrale di produzione, anche detta “parco eolico”, è costituita da n.5 aerogeneratori della potenza unitaria pari a 7,2 MW, interconnessi da una rete interrata di cavi MT 30 kV (in fase di realizzazione tale tensione di distribuzione potrebbe essere aumentata fino ad un massimo di 36 kV, in funzione di aspetti successivi inerenti eventuali opportunità legate alla connessione). Le opere di connessione, invece, prevedono la costruzione di una stazione elettrica di trasformazione MT/AT, anche detta “stazione utente”, di proprietà del soggetto produttore e delle infrastrutture brevemente descritte di seguito.

Il progetto complessivamente prevede la realizzazione delle seguenti opere:

1. Parco eolico composto da 5 aerogeneratori, della potenza complessiva di 36.000 kW, ubicati nei comuni di Villanovaforru, Sardara e Sanluri (SU)
2. Elettrodotta in cavo interrato, in media tensione, per il vettoriamento dell’energia prodotta dagli aerogeneratori verso la stazione elettrica di trasformazione 150/30 kV;
3. Nuova Stazione di Utenza 30/150 kV;
4. Opere Condivise dell’Impianto di Utenza (Opere Condivise), costituite da sbarre comuni, dallo stallo arrivo linea e da una linea in cavo interrato a 150 kV, condivise tra la Società ed altri operatori, in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV “Ittiri - Selargius”;
5. Nuovo stallo utente da realizzarsi nella nuova stazione elettrica di smistamento (SE) a 380/150 kV della RTN da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 380 kV “Ittiri - Selargius”.

Le opere di cui ai precedenti punti 1) e 2) costituiscono il cosiddetto Impianto Eolico.

Le opere di cui ai precedenti punti 3) e 4) costituiscono il cosiddetto Impianto di Utenza per la connessione.

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42 MW denominato “Marmilla”

Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)

Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



Le opere di cui al precedente punto 5) costituiscono il cosiddetto Impianto di Rete, e non sono oggetto della presente relazione tecnica.

La STMG prevede che l’impianto eolico debba essere collegato in antenna a 150 kV sulla sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV “Ittiri - Selargius”.

Nel preventivo di connessione TERNA informa che al fine di razionalizzare l’utilizzo delle strutture di rete sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

Di seguito viene illustrato il layout delle opere di connessione e delle opere di rete.



Figura 3-3 – Ubicazione opere di connessione su ortofoto

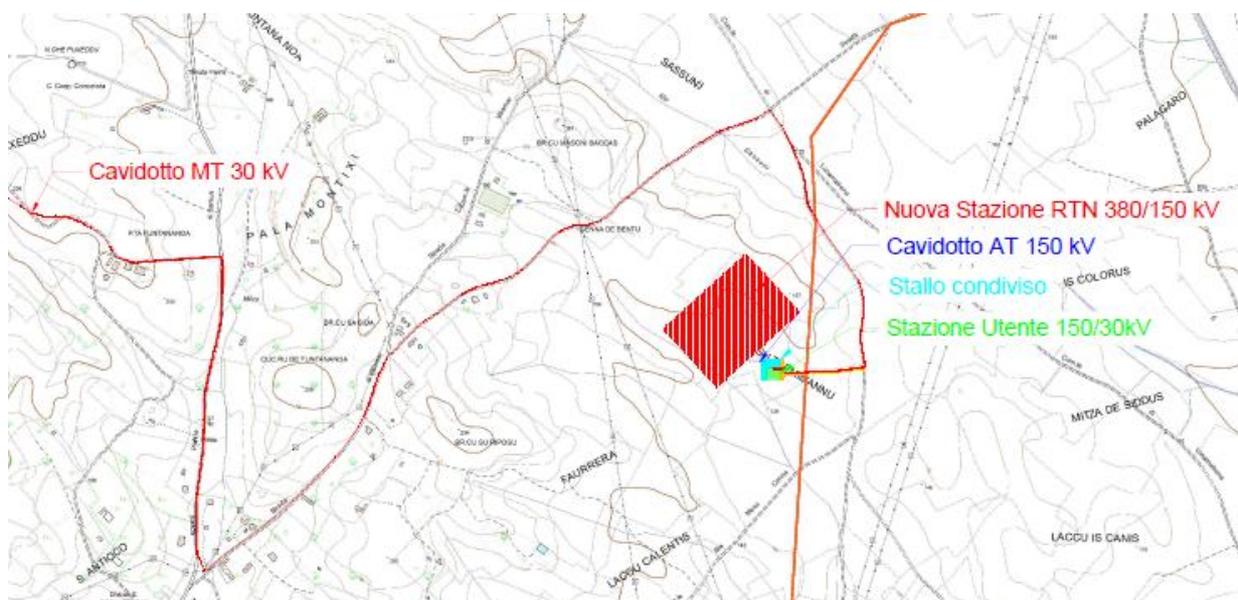


Figura 3-4 – Opere di connessione e di rete - Estratto di inquadramento generale da CTR

4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in cui sorgerà l'impianto in progetto ricade nei comuni di Villanovaforru, Sardara e Sanluri (SU), mentre il cavidotto MT di collegamento alla SE ricade nel territorio dei comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU). La Stazione Utente e le opere RTN sono invece ubicate in agro del comune di Sanluri (SU).

Di seguito le coordinate topografiche dei centri torre (formato WGS 84 UTM).

ID AEROGENERATORE	COORDINATE WGS 84 UTM - ZONE 32		QUOTA S.L.M. (M)
	EST (m)	NORD (m)	
WTG01	489691	4382230	235
WTG02	490867	4382295	241
WTG03	489303	4383100	229
WTG05	490618	4383138	285
WTG07	489500	4384526	287

Tabella 4-1 – Coordinate topografiche aerogeneratori

I centri abitati più prossimi al sito di progetto sono rispettivamente:

- Sardara (SU) ubicata a Ovest rispetto al Parco e distante circa 3,6 km;
- Villanovaforru (SU) ubicata a Nord rispetto al Parco e distante circa 2,5 km;
- Sanluri (SU) ubicata a Sud rispetto al Parco e distante circa 3,1 km;
- Villamar (SU) ubicata a Nord-Est rispetto al Parco e distante oltre 6,3 km;
- Furtei (SU) ubicata a Sud-Est rispetto al Parco e distante circa 5,3 km.

La vegetazione presente nel sito per quanto concerne i terreni inerenti all'impianto eolico, da quanto si evince dalla Relazione Agronomica allegata al presente SIA ed alla quale si rimanda per i dettagli, risulta caratterizzata dalla notevole influenza agricola del comprensorio in esame. L'analisi del sistema agrario ha interessato sia le zone di allocamento delle turbine eoliche che le aree interessate al cavidotto di collegamento alla RTN. Le superfici in esame sono caratterizzate da un uso del suolo che di seguito viene riportato:

Aree degli aerogeneratori: colture intensive (cod. 2111);

Aree di attraversamento del cavidotto: colture intensive (cod. 2111), sistemi colturali e particellari complessi (cod. 242) e oliveti (cod. 223).

Si precisa che le aree che caratterizzeranno le opere del cavidotto interessano tutte superfici su strade già esistenti.

Per quanto riguarda la Stazione Utente questa, come specificato, sarà realizzata nel territorio di Sanluri (SU). Le superfici che verranno utilizzate per la realizzazione del parco eolico rappresentano solo piccole porzioni di superfici agricole occupate da colture intensive

(seminativi). La sottrazione di tali aree sarà ampiamente compensata dalla società con interventi di rinaturalizzazione, ripiantumazioni in sito con la stessa tipologia colturale e opere ambientali. Le parti di suolo sottratte in fase di costruzione che poi in relazione alle piazzole in fase di esercizio, legate sia ai danni provocati dal passaggio dei mezzi di cantiere che al posizionamento degli aerogeneratori, saranno compensate e attenuate secondo quanto riportato nello studio florofaunistico. La società energetica provvederà ad individuare delle aree di compensazione in zone limitrofe al sito di impianto in maniera tale di ripristinare la coltivazione permanente.

4.1 ACCESSIBILITÀ AL SITO

L'area di parco, in corrispondenza degli aerogeneratori, è facilmente accessibile dalla strada statale SS131 mediante la strada provinciale SP 52 e la viabilità locale, come evidenziato nell'elaborato EOMRMD-I_Tav.28 - Planimetria parco eolico - Viabilità esterna di accesso, da cui è estratta la seguente figura.

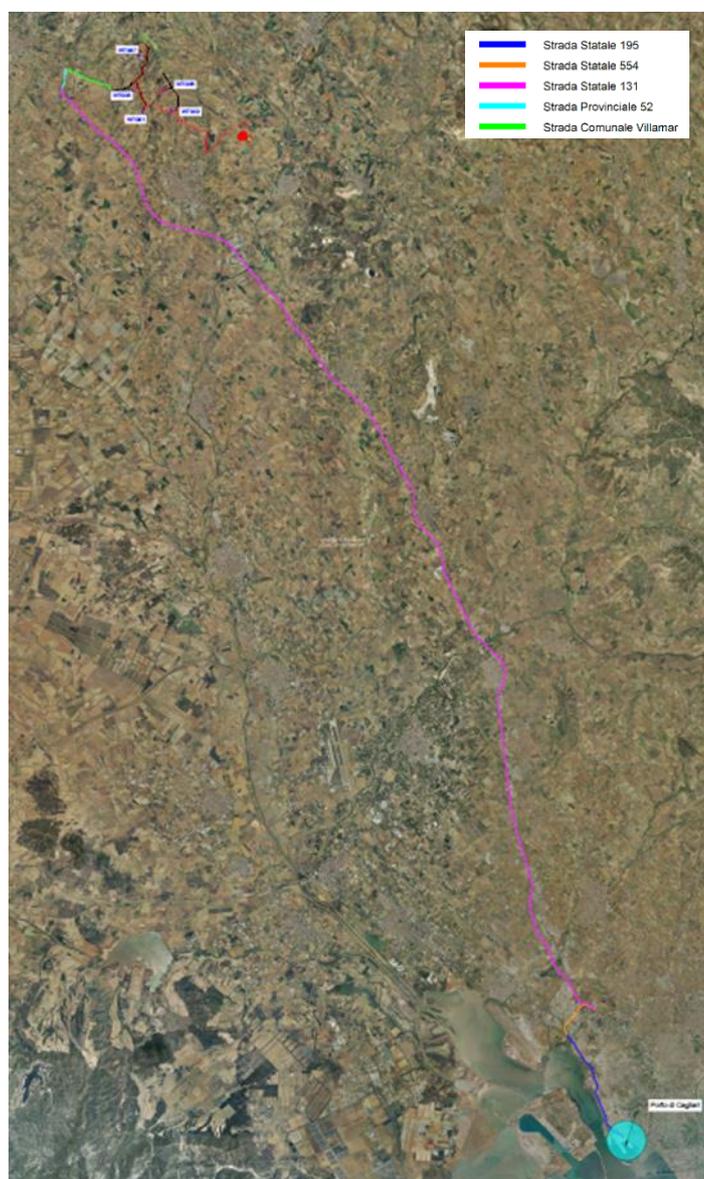
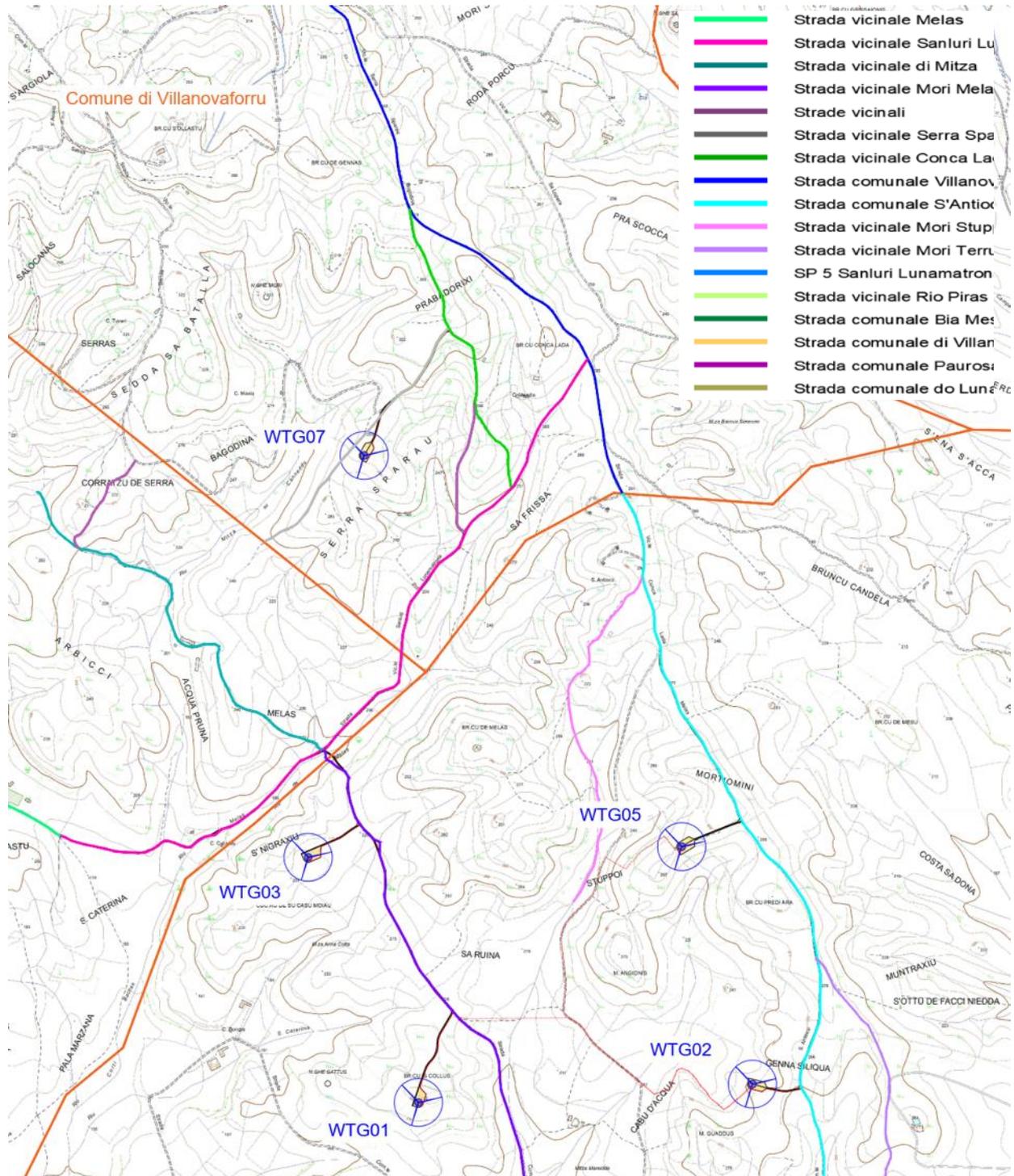


Figura 4-1 – Accessibilità esterna al parco eolico

Il percorso dei cavi MT si sviluppa lungo la viabilità interna, sulla strada provinciale SP 5 e strade locali dagli aerogeneratori fino alla stazione utente.

L’accesso alle opere di connessione è garantito dalla strada provinciale SP 5 e dalla strada statale SS 197, mediante viabilità locale.

Per i dettagli si rimanda all’elaborato grafico EOMRMD-I_Tav. 05 – Inquadramento viabilità su CTR, da cui sono presi gli estratti nelle figure seguenti.



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"

Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)

Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



Nr.	WTG	Comune	Fogli o	P.lla	Ditta catastale				Natura del Terreno- Fabbricato	Classe	Tot. Superficie catastale		
					Cognome e Nome - Città di nascita - Data di nascita	Codice fiscale	Diritti e oneri reali	Quota			ha	a	ca
1	WTG01	Comune di Sanluri (SU)	14	35	CONCU SUSANNA nata a SANLURI (SU) il 25/03/1970	CNCSNN70C65H974 D	Proprietà	1/1	SEMINATIVO IRRIGUO	U	0	4 8	65
2	WTG02	Comune di Sanluri (SU)	9	72	MELONI FIORENTINO nato a SANLURI (SU) il 09/10/1914	MLNFNT14R09H974 O	Proprietà	1/1	SEMINATIVO	4	0	7 4	25
3	WTG03	Comune di Sanluri (SU)	7	60	FENU GIUSTA nata a SANLURI (SU) il 13/01/1927	FNEGST27A53H974L	Proprietà	1/2	SEMINATIVO	4	0	6 6	30
					FENU GIUSTA nata a SANLURI (SU) il 13/01/1927	FNEGST27A53H974L	Proprietà	1/6					
					PILLONI FRANCESCO nato a SANLURI (SU) il 09/09/1954	PLLFNC54P09H974A	Proprietà	1/6					
					PILLONI MARIANGELA nata a SANLURI (SU) il 07/01/1959	PLLMNG59A47H974 O	Proprietà	1/6					
5	WTG05	Comune di Sanluri (SU)	1	164	CONGIA DANIELA nata a CAGLIARI (CA) il 28/07/1977	CNGDNL77L68B354 M	Proprietà	1/3	SEMINATIVO	4		2 8	41
					CONGIA MARIA LAURA nata a CAGLIARI (CA) il 16/11/1973	CNGMLR73S56B354 K	Proprietà	1/3	PASCOLO	4	2 4	94	
					CONGIA ROSITA nata a CAGLIARI (CA) il 07/08/1971	CNGRST71M47B354 E	Proprietà	1/3					
7	WTG07	Comune di Villanovaforru (SU)	15	48	CAEDDU MOSE nato a VILLANOVAFORRU (SU) il 02/04/1969	CDDMS069D02L986 O	Proprietà	1/1	SEMINATIVO	3	0	3 3	70

Tabella 4-2 – Particelle catastali oggetto dei terreni degli aerogeneratori

5 AEROGENERATORI

5.1 CARATTERISTICHE TECNICHE AEROGENERATORE

Il parco in progetto prevede l'installazione di aerogeneratori aventi potenza nominale pari a 7,2 MW, altezza al mozzo pari a 114 m, e lunghezza pale pari a 86 m.

L'altezza massima al colmo dell'aerogeneratore è di 200 m, intendendo tale misura uguale alla somma dell'altezza della torre più l'altezza della pala. In base al fornitore/modello di macchina selezionato, l'altezza della torre e il diametro rotorico potranno variare rispettivamente entro questi limiti: max 126 m e max 170 m; in ogni caso la somma di torre più pala sarà tale da rispettare l'altezza massima di 200 mt. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato grafico "EOMRMD-I_Tav.16 -Tipico aerogeneratore (Piante e prospetti)".

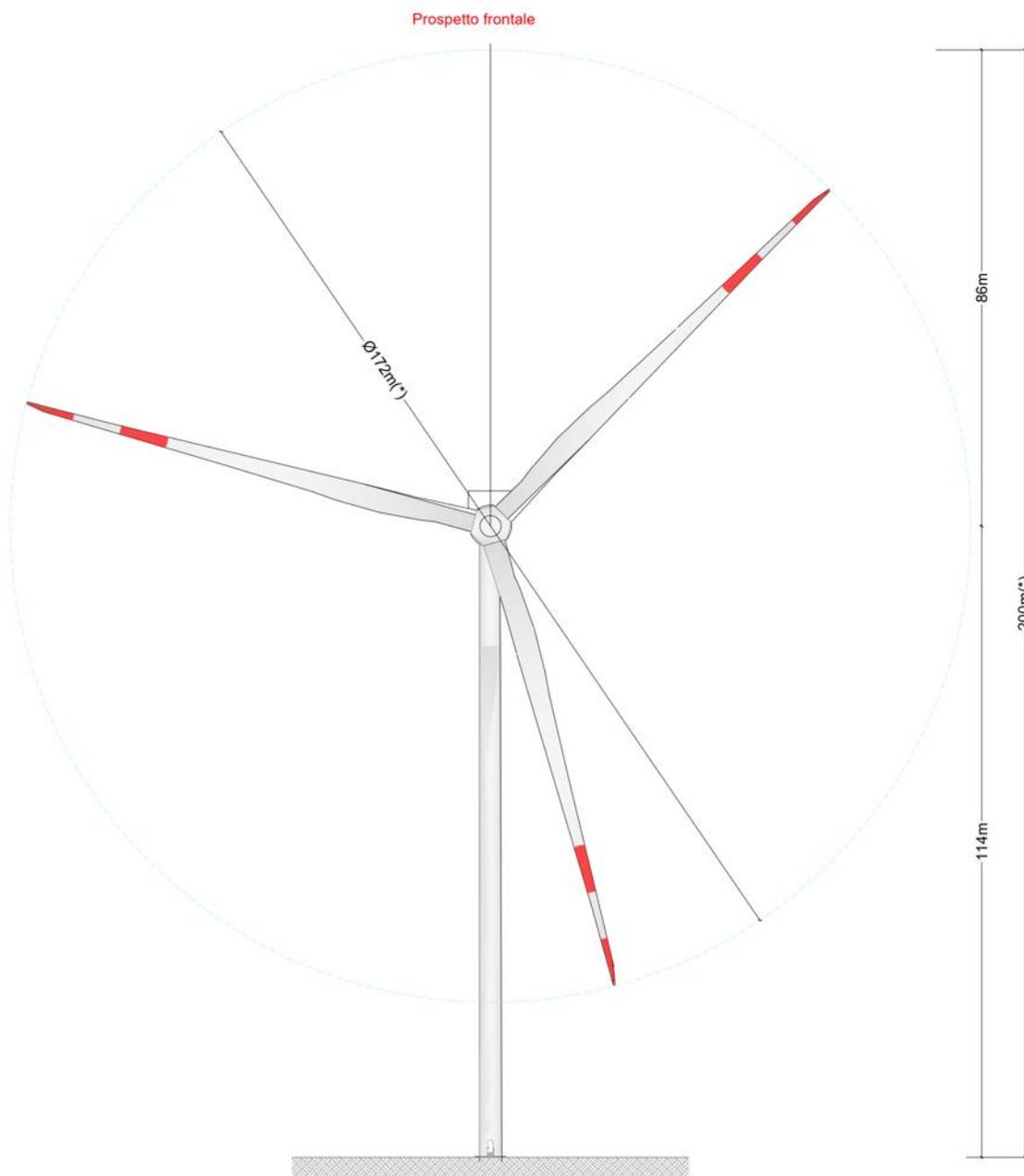


Figura 5-1 – Esempio di turbina eolica

Le componenti principali degli aerogeneratori sono le seguenti:

- un corpo centrale (navicella), costituita da una struttura portante in acciaio, rivestita da un guscio in materiale composito (tipicamente fibra di vetro e resina epossidica), vincolata alla testa della torre tramite un cuscinetto a strisciamento che le consente di ruotare sul suo asse di imbardata. La navicella contiene l'albero lento, unito direttamente al mozzo delle pale, che trasmette la potenza captata dalle pale al generatore, anch'esso installato all'interno della navicella, attraverso un moltiplicatore di giri. L'accesso alla navicella avviene tramite una scala metallica installata all'interno della torre ed un passo d'uomo posto in prossimità del cuscinetto a strisciamento;
- un mozzo, tipicamente formato da fibre di vetro in matrice epossidica, cui sono collegate 3 pale in materiale composito, a loro volta costituite da due gusci collegati ad una trave portante e con inserti di acciaio che uniscono la pala al cuscinetto e quindi al mozzo;
- la torre di sostegno tubolare in acciaio sulla cui testa è montata la navicella; la torre è ancorata al terreno a mezzo di idonea fondazione in c.a.

L'energia cinetica del vento, raccolta dalle pale rotoriche, viene utilizzata per mantenere in rotazione l'albero principale, su cui il rotore è calettato. Quindi attraverso il moltiplicatore di giri, l'energia cinetica dell'albero principale viene trasferita al generatore e trasformata in energia elettrica.

Il fattore di potenza ai morsetti del generatore è regolato attraverso un sistema di rifasamento continuo.

Le principali caratteristiche tecniche degli aerogeneratori sono riassunte di seguito:

GRANDEZZA	VALORE
Potenza nominale	7,2 MWe
Diametro rotorico	172 m
Altezza mozzo (hub height)	114 m
Altezza massima (tip height)	200 m
Tipo di torre	Tubolare
Numero di pale	3
Velocità di rotazione (*)	Tra 4 e 14 giri/min
Velocità di attivazione-bloccaggio (*)	3 – 25 m/s
Sistema di controllo (*)	Passo delle pale
Trasformatore	Interno all'aerogeneratore
Frequenza	50 Hz
Livello di potenza sonora (*)	≤ 106,9 dB(A)

(*) I valori sono indicativi e verranno confermati a valle della selezione del fornitore degli aerogeneratori.

Tabella 5-1 – Caratteristiche principali degli aerogeneratori

5.2 CRITERI DI PROGETTO - LAYOUT AEROGENERATORI

Oltre al rispetto di tutti i criteri progettuali discussi nel precedente capitolo, la posizione degli aerogeneratori è basata nel rispetto di ulteriori vincoli preclusivi, quali:

- A. distanza di almeno 200 m da unità abitative munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate, in accordo al D.M. 10 settembre 2010;
- B. distanza di almeno 200 m da linee elettriche aeree MT/AT;
- C. distanza di almeno 250 metri dalle strade provinciali limitrofe al parco eolico, come previsto dal D.P.R. 495/92 - art. 66 c. 8 - (pari alla somma dell'altezza dell'aerogeneratore al mozzo e del raggio del rotore, più un ulteriore franco del 25%);
- D. distanza dai boschi in accordo all'art. 10 della L.R. 16/1996 e ss.mm.ii..

La disposizione risulta caratterizzata da una distanza fra aerogeneratori compresa fra 3.7 e 7.1 diametri rotorici – diametro rotorico pari a 170m.

5.3 OPERE CIVILI A SERVIZIO DELL'AEROGENERATORE

L'installazione dell'aerogeneratore richiede la realizzazione di una fondazione in c.a., che ha il compito di trasferire al suolo i carichi provenienti dall'esercizio della torre.

Oltre a queste, bisogna realizzare le piazzole per il montaggio e le piazzole per l'esercizio.

5.3.1 Fondazioni degli aerogeneratori

Le fondazioni in c.a., dimensionate sulla scorta delle risultanze delle indagini geognostiche, sono del tipo tronco-conico, avente diametro di base pari a 27 m, ed altezza variabile da un minimo di 1 m (sul bordo esterno) ad un massimo di 3 m (in corrispondenza della zona centrale di attacco della torre), come da figura successiva.

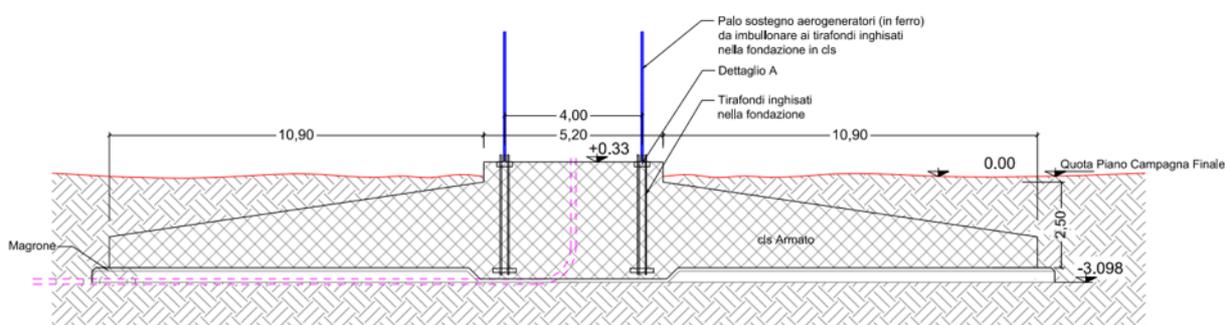


Figura 5-2 – Tipico sezione fondazione Aerogeneratore

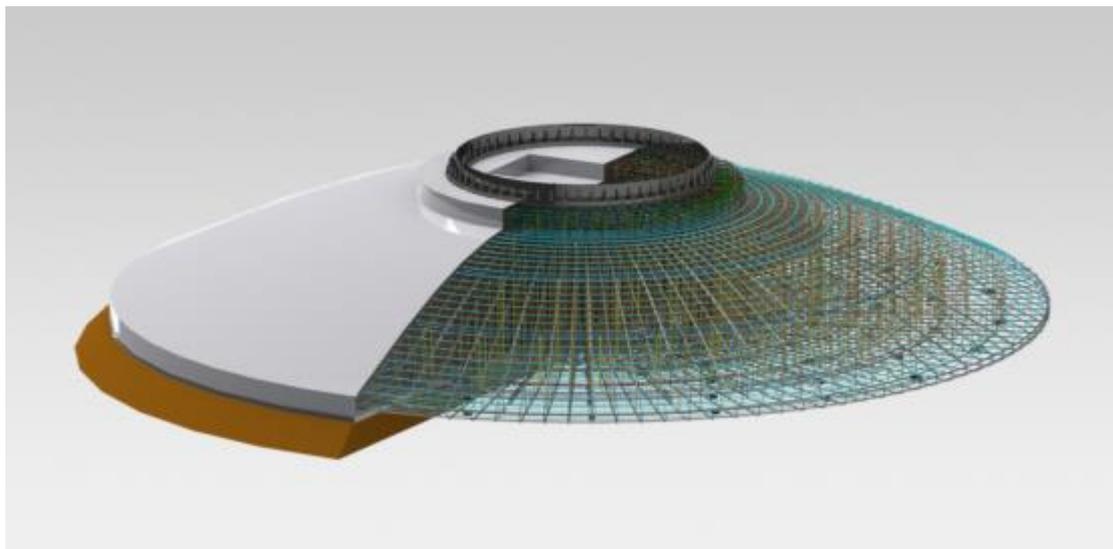


Figura 5-3 – Vista render fondazione Aerogeneratore

Il dimensionamento preliminare della struttura fondale è contenuto all’elaborato “EOMRMD-I_Rel.05 - Calcoli preliminari fondazioni strutture parco eolico”, al quale si rimanda per i contenuti di dettaglio.

Al di sotto del plinto potranno essere previsti un certo numero di pali, al fine di raggiungere un piano di posa diverso da quello ipotizzato in questa fase. Questo tipo di valutazione, tuttavia, richiede approfondimenti tipici della fase di progettazione esecutiva.

In via preliminare si dimensiona il plinto come fondazione diretta, riservando di prevedere la realizzazione dei pali nella fase costruttiva del parco.

In corrispondenza del colletto centrale della fondazione verranno annegati i tirafondi (anchor cage), necessari ad ancorare la struttura metallica della torre alla fondazione stessa.



Figura 5-4 – Vista 3D anchor cage

All'interno della fondazione saranno predisposti una serie di tubi corrugati, che consentiranno il successivo infilaggio dei cavi MT, e dei cavi di comando, e per i collegamenti di messa a terra.

Attorno ad ogni plinto di fondazione sarà installata una maglia di terra opportunamente dimensionata per mantenere le tensioni di passo e contatto entro i valori prescritti dalle normative, nonché a scaricare a terra eventuali scariche elettriche dovute ad eventi meteorici (fulmini).

Alla maglia di terra saranno interconnesse tutte le masse metalliche delle apparecchiature esterne nonché le armature metalliche delle fondazioni.

Alla stessa rete di terra sarà inoltre collegato il sistema di dispersione delle scariche atmosferiche.

Dal punto di vista della sequenza delle fasi costruttive dell'opera fondale, si procede a:

- Scoticare le aree di impronta per uno spessore di materiale vegetale di circa 50 cm, che verrà temporaneamente accatastato e successivamente riutilizzato in sito per la messa in ripristino alle condizioni originarie delle aree adiacenti.
- Effettuare gli scavi di sbancamento fino alla quota di imposta delle fondazioni (indicativamente pari a circa -3 m rispetto al piano di campagna, rilevato nel punto orograficamente più basso).
- Gettare uno strato di magrone di pulizia
- Costruire le carpenterie metalliche, costituite dagli anchor cage e dagli acciai da armatura
- Gettare il calcestruzzo per l'intero volume del plinto
- Reinterrare con modalità e materiali atti a garantire una adeguata capacità portante alla superficie rinterrata
- Procedere con la posa delle malte ad alta resistenza tra colletto fondazione e flangia di base anchor cage.

5.3.2 Piazzole di montaggio degli aerogeneratori

Le piazzole di montaggio degli aerogeneratori sono opere temporanee che vengono realizzate allo scopo di consentire i montaggi meccanici degli aerogeneratori.

La configurazione tipica delle piazzole di montaggio prevede la realizzazione delle annesse piazzole ausiliarie, nonché delle piazzole per lo stoccaggio pale.

Le piazzole di montaggio sono quelle deputate ad ospitare la main crane; devono pertanto possedere requisiti di planarità e di capacità portante, nonché dimensioni compatibili con le operazioni di sollevamento e di stoccaggio delle componenti.

Le piazzole ausiliarie sono invece dedicate al posizionamento della gru secondaria, utilizzata per il montaggio del braccio della gru principale, nonché durante i sollevamenti; hanno dimensioni decisamente più contenute rispetto alle piazzole di montaggio, ed hanno carattere temporaneo.

Le piazzole di stoccaggio pale, infine, sono degli spazi dedicati al posizionamento temporaneo delle pale prima che queste vengano sollevate dalla gru. Queste devono avere superficie sufficientemente piana e dimensione opportuna al fine di adagiare correttamente le pale; vengono collocate parallelamente alla piazzola di montaggio; anche queste hanno carattere temporaneo.

Per la preparazione delle piazzole, si dovranno effettuare, in sequenza, le operazioni di:

- Picchettamento;
- Scotico dell'area;
- Scavi di sbancamento e/o riporti per la costruzione del sottofondo;
- Costruzione dei pacchetti stradali, secondo specifiche di progetto, ma comunque in materiale arido di cava, adeguatamente costipato

Le geometrie di progetto delle piazzole del parco eolico sono rappresentate sugli elaborati grafici di progetto; la sezione tipica è invece rappresentata sull'elaborato grafico di progetto “EOMRMD-I_Tav.17 - Tipico piazzola aerogeneratore e strade”.

I pacchetti stradali previsti da progetto per le piazzole sono costituiti da:

- Uno strato di fondazione in materiale misto frantumato di cava, dello spessore di 50 cm
- Uno strato di finitura in materiale misto stabilizzato, dello spessore di 10 cm

Alla base della fondazione stradale può essere prevista la posa di una eventuale geogriglia, qualora le condizioni geotecniche valutate in fase esecutiva ne richiedano l'impiego.

5.3.3 Piazzole di manutenzione

Le piazzole per la manutenzione sono quelle strettamente necessarie alle attività di esercizio dell'aerogeneratore.

Terminate le operazioni di montaggio, si procede alla riduzione e risagomatura delle piazzole per costruzione, in modo tale da dare luogo alle piazzole di servizio degli aerogeneratori, necessarie per l'accesso e la manutenzione periodica delle macchine.

La loro configurazione si ottiene per “riduzione” delle piazzole di montaggio, inclusa la rimozione delle piazzole ausiliarie e delle aree di stoccaggio pale.

Le superfici in eccesso delle piazzole di montaggio verranno ripristinate come nella situazione “ante operam”; sono pertanto previste opere di ricostruzione dei versanti e rinaturalizzazione mediante riporto di terreno vegetale, nonché la semina e la piantumazione delle specie vegetali.

Le geometrie di progetto delle piazzole del parco eolico sono rappresentate sugli elaborati grafici di progetto; la sezione tipica è invece rappresentata sull'elaborato grafico di progetto “EOMRMD-I_Tav.17 - Tipico piazzola aerogeneratore e strade”.

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42 MW denominato “Marmilla”

Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)

Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



6 ELETTRODOTTI

6.1 PRINCIPI DI DIMENSIONAMENTO DELLE RETE MT

Il progetto prevede una rete di elettrodotti interrati MT 30 kV che fungono da interconnessione elettrica tra i vari aerogeneratori, per convogliare l'energia prodotta dal parco eolico verso la Stazione Utente.

Si rimanda all'elaborato di progetto “EOMRMD-I_Tav.23 - Planimetria del tracciato del cavidotto MT e sezioni tipo” per i dettagli grafici inerenti ai tracciati delle reti MT.



Figura 6-1 – Layout della rete MT su ortofoto

Ciascun cavo MT è stato dimensionato seguendo le norme specifiche, secondo i criteri di portata, corto circuito, e massima caduta di tensione.

Le sezioni di progetto sono state ottimizzate e uniformate in modo da utilizzare solo le sezioni da 120 mm², 400 mm², 500 mm² e 630 mm², il tutto come nella tabella seguente:

TRATTA		LUNGHEZZA TEORICA (m)	LUNGHEZZA EFFETTIVA (m)	SEZIONE (mm ²)
WTG07	WTG03	2880	2981	120
WTG03	WTG01	1390	1447	240
WTG01	SSE	7610	7853	500
WTG05	WTG02	1903	1975	120
WTG02	SSE	5944	6137	240

Tabella 6-1 – Caratteristiche della rete MT – impianto eolico e connessione a SSE

Ogni circuito di media tensione sarà caratterizzato da una disposizione a trifoglio, composto da tre cavi unipolari.

Si specifica che il valore di tensione di esercizio 30 kV riportato negli elaborati è puramente indicativo: la società proponente si riserva la possibilità di aumentare tale livello di tensione fino ad un massimo di 36 kV, in funzione di aspetti successivi inerenti eventuali opportunità legate alla connessione.

6.2 MODALITÀ DI INTERRAMENTO E GESTIONE DELLE INTERFERENZE

Le modalità di interrimento dei cavi prevedono posa diretta del cavo in apposita trincea, a circa 120 cm rispetto al piano campagna, secondo sezioni tipo nel seguito illustrate.

Le modalità di rinterro della trincea differiscono per tipo di tracciato interessato, in particolare:

- nel caso di posa lungo le strade di servizio del parco eolico, verrà ricolmato con un primo strato di sabbia vagliata a protezione dei cavi, e successivamente, previa posa di nastro monitore, con il materiale proveniente dagli scavi e finito con pacchetto stradale (fondazione stradale+strato di finitura in misto stabilizzato) identica a quelle di progetto;
- nel caso di posa lungo le strade asfaltate, verrà ricolmato con un primo strato di sabbia vagliata e un ulteriore protezione meccanica dei cavi, e successivamente, previa posa di nastro monitore, con il materiale arido fornito da cave di prestito, finito con strato di binder 10 cm e manto bituminoso di usura.

Ove non possibile effettuare la posa diretta, i cavi verranno infilati attraverso tubi corrugati predisposti a circa 120 cm dal piano campagna.

Nel caso di più circuiti posati all'interno della stessa trincea, la distanza tra gli stessi (interasse trifoglio) sarà pari a 25 centimetri.

Nella stessa trincea saranno posati anche i cavi di segnale e controllo (fibre ottiche).

I tipici di posa dei cavi MT sono rappresentati nella "EOMRMD-I_Tav.23 - Planimetria del tracciato del cavidotto MT e sezioni tipo".

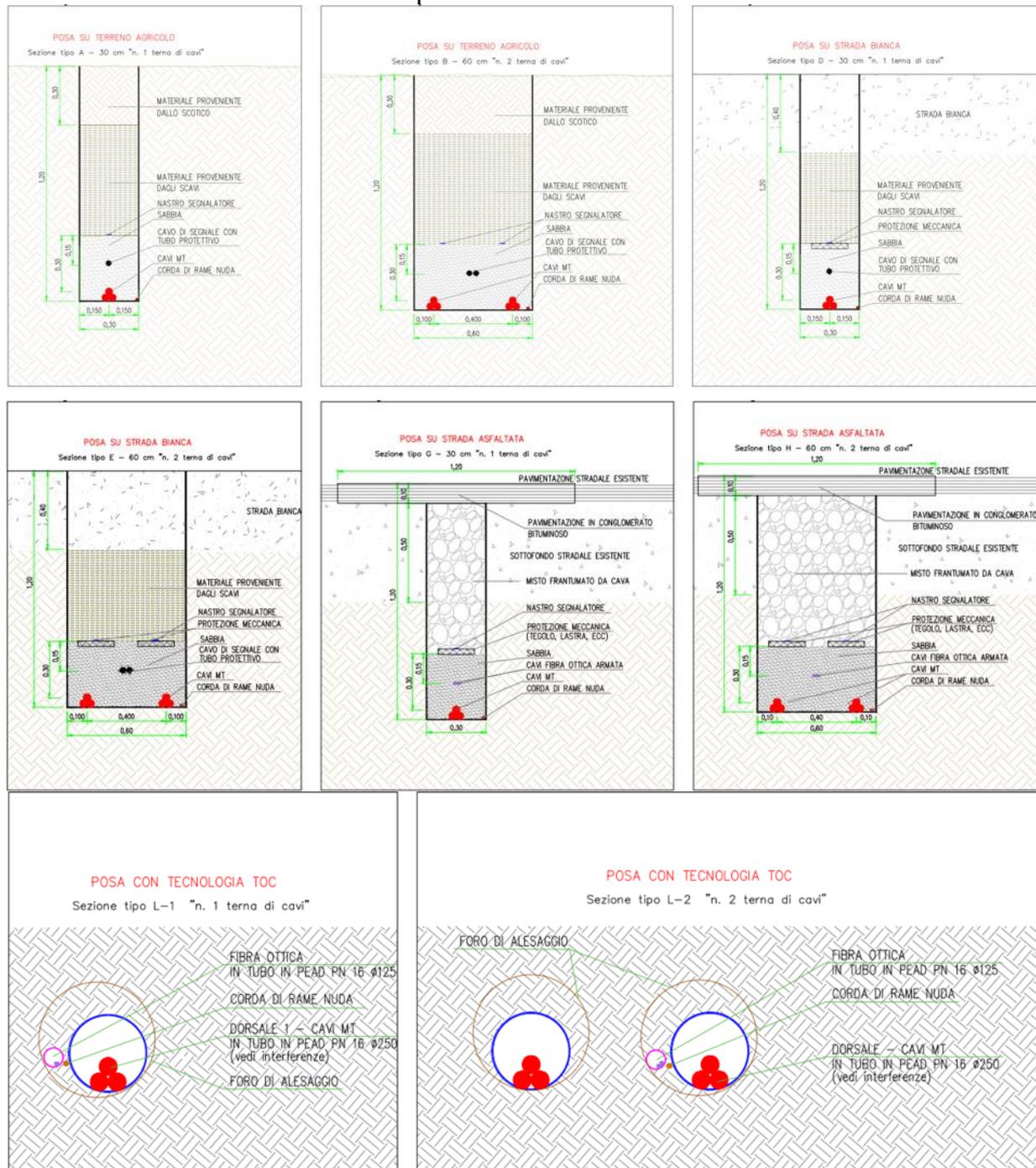


Figura 6-2 – Sezioni tipiche di posa cavi MT

Nel caso di incroci e parallelismi con altri servizi (cavi di telecomunicazione, tubazioni ecc.), saranno rispettate le distanze previste dalle norme, tenendo conto delle prescrizioni che saranno dettate dagli Enti proprietari delle opere interessate.

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “*Marmilla*”

Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)

Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



Nell’elaborato “EOMRMD-I_Tav.24 - Identificazione su CTR delle interferenze” del cavidotto MT vengono rappresentati i tracciati dei cavi con l’individuazione di tutte le interferenze censite; per ciascuna delle quali è stata dettagliata la modalità di risoluzione nell’elaborato Modalità proposta per la risoluzione delle interferenze del cavidotto MT

6.3 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 150/30 KV E COLLEGAMENTO ALLA RETE AT

I cavidotti MT a 30 kV di collegamento alla SSE, che partono dagli aerogeneratori WTG02 e WTG03, si attestano al quadro in media tensione a 30 kV installato nella Stazione Utente 150/30 kV, di proprietà della Società.

Tale stazione sarà a sua volta collegata, mediante le opere condivise a 150 kV, con la sezione a 150 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione RTN 380/150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV “Ittiri - Selargius”.

7 VIABILITÀ DI PARCO

7.1 CRITERI DI PROGETTO

La viabilità di parco è stata progettata in accordo al principio di minimizzare la costruzione di nuove strade, e di utilizzare per quanto possibile la rete esistente; è tuttavia prevista la nuova costruzione di alcuni tratti di strade per assicurare il collegamento dell’impianto alla rete viaria esistente, laddove non sia possibile utilizzare la viabilità locale.

Sono stati progettati alcuni tratti di viabilità ex novo che consentiranno di raggiungere tutti gli aerogeneratori, il tutto come illustrato nell’elaborato “EOMRMD-I_Tav. 05 – Inquadramento viabilità su CTR”.

7.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E DI PORTANZA

La geometria delle strade è progettata con raggi di curvatura planimetrici e raccordi verticali tali da consentire il transito dei mezzi eccezionali preposti al trasporto delle componenti principali degli aerogeneratori.

La sede stradale ha una larghezza media di 4,5 m, salvo allargamenti in curva. Possono essere previste, in adiacenza alla sede stradale, alcune cosiddette “aree spazzate”, ossia aree di sorvolo all’interno delle quali non devono essere presenti ostacoli fisici aventi altezze superiori ai 50cm (sono aree funzionali alla manovra dei transiti eccezionali).

Al fine di consentire i transiti eccezionali adibiti al trasporto delle componenti principali degli aerogeneratori, sono stati imposti progettualmente alcuni parametri geometrici minimi, quali raggi di curvatura planimetrici ($R_{\min} = 50$ m) ed i raccordi verticali ($R_{\min} = 500$ m)

I tracciati stradali, le sezioni ed i profili longitudinali sono rappresentati, per ogni asse, sugli elaborati grafici di progetto.

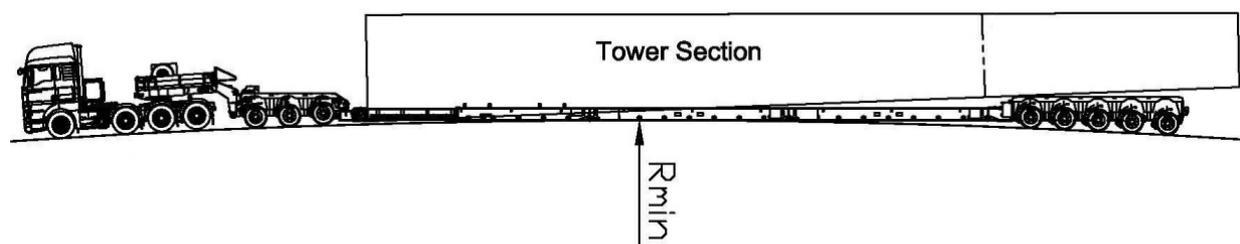


Figura 7-1 – Raccordo verticale tra livellette

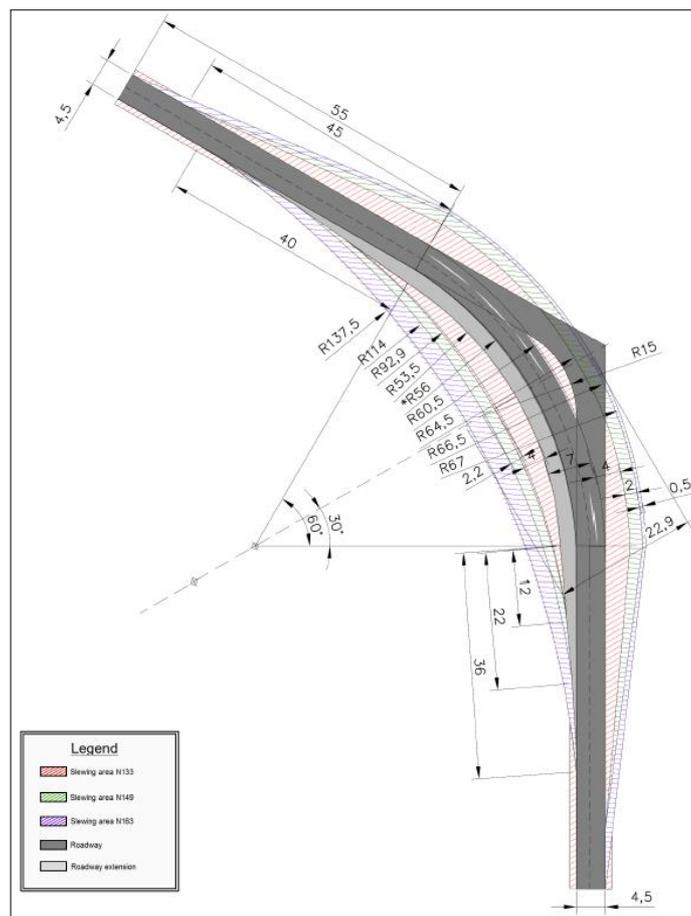


Figura 7-2 – Raccordo planimetrico

Dal punto di vista dei materiali da costruzione, le strade in progetto sono del tipo strada bianca, ossia costruite con stratificazioni di materiali inerti senza l'impiego di conglomerati bituminosi; il pacchetto stradale di progetto, sia per i tratti di nuova realizzazione, sia per quelli esistenti riadattati, prevede:

- Uno strato di fondazione di spessore 50 cm
- Uno strato di finitura di spessore di 10 cm

Il tutto con materiale arido di cava avente curve granulometriche idonee da sottoporre ad approvazione preliminare del DL prima della costruzione dell'opera.

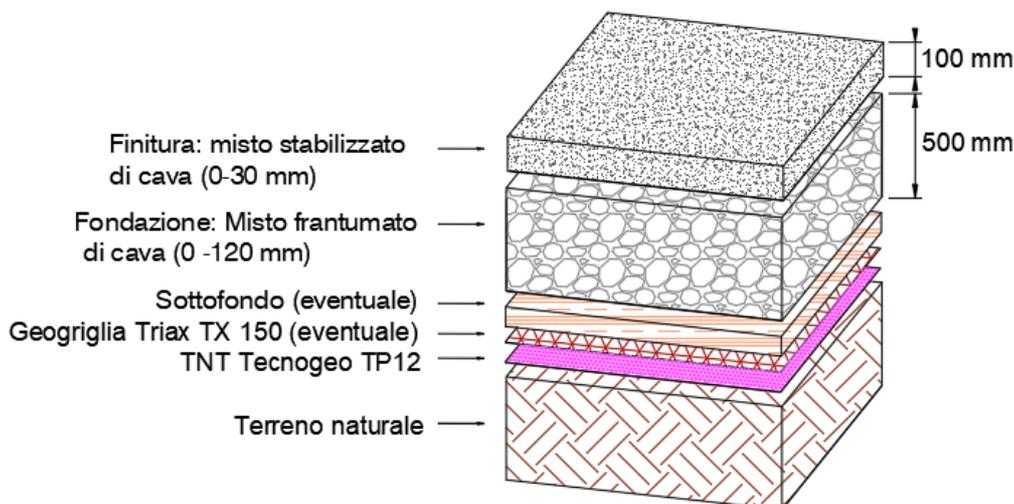


Figura 7-3 – Tipico pacchetto stradale di progetto

Il sottofondo stradale, sul quale verrà posato lo strato di fondazione, verrà preparato mediante una serie di scavi e/o riporti; il materiale proveniente dagli scavi può essere reimpiegato come riporto, a patto di possedere idonee caratteristiche granulometriche e comunque adeguatamente rullato e compattato.

Le caratteristiche di portanza dovranno essere verificate mediante prove su piastra e prove di densità in situ, da eseguirsi in numero sufficiente a rappresentare una tratta significativa, al fine di stabilire l'idoneità al transito dei mezzi d'opera ed ai mezzi di trasporto delle apparecchiature. Laddove queste non risultassero adeguate, si provvederà a mettere in atto i necessari interventi di consolidamento e di adeguamento del fondo stradale.

Sui tratti stradali esistenti non idonei al transito dei suddetti mezzi speciali, verranno previsti interventi di allargamento delle curve, di raccordi altimetrici, di abbattimento ostacoli, etc... Tali interventi hanno carattere temporaneo e dovranno essere messi in ripristinato come "ante-operam". Una volta ultimato il transito dei mezzi di trasporto e d'opera.

Le fasi operative della costruzione sono le seguenti:

- Picchettamento;
- scotico superficiale dei primi 50 cm del terreno esistente;
- scavi e/o riporti per la regolarizzazione delle pendenze e la costruzione dei sottofondi
- posa di diaframma in fibra tessile (tessuto/non-tessuto) di separazione, e di eventuale geogriglie (eventualità prevedibile in fase esecutiva)
- posa di fondazione stradale di 50 cm in misto frantumato di cava e finitura di 10 cm di misto granulare stabilizzato.

I tratti a forte pendenza, ossia quelli in cui la pendenza longitudinale è superiore al 8%, il pacchetto stradale sarà integrato da uno strato di finitura aggiuntivo, dello spessore di 15 cm, di calcestruzzo, da posarsi al di sopra dello strato di finitura in misto stabilizzato; ciò al fine di consentire il giusto grip ai mezzi d'opera anche nei tratti in cui le pendenze siano un po' più accentuate.

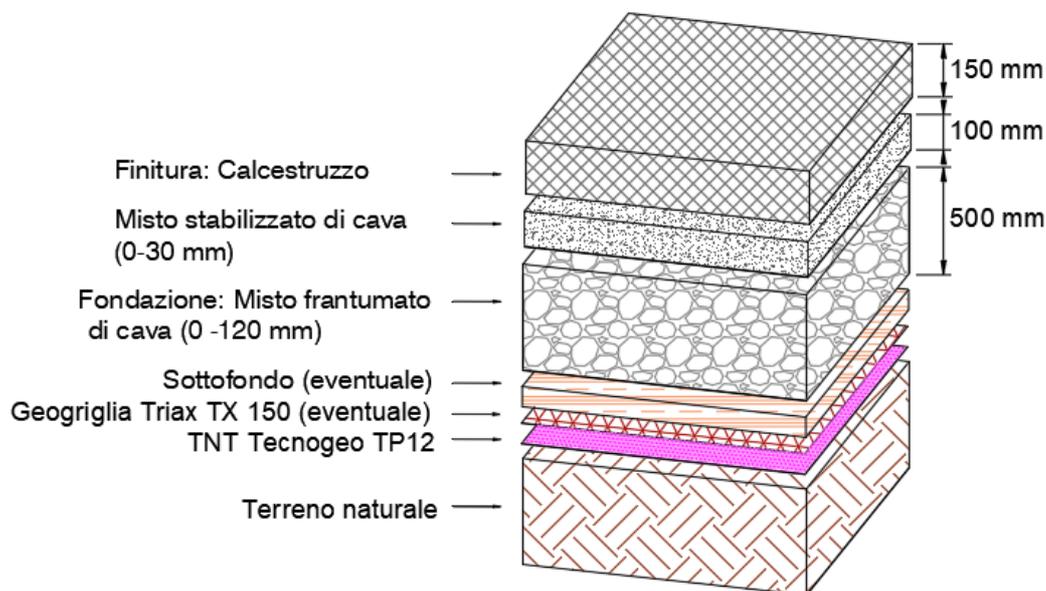


Figura 7-4 – Tipico pacchetto stradale di Progetto – tratti a forte pendenza

7.3 OPERE DI REGIMENTAZIONE IDRAULICA

Al fine di regimentare le venute di acque meteoriche sulla sede stradale è prevista la costruzione di cunette in terra a sezione trapezoidale, rivestite di geostuoie antiersive, poste ambo i lati della sezione stradale, il tutto come da immagine sottostante.

Le canalette avranno la funzione di evitare fenomeni di erosione e/o ruscellamento del piano carrabile a seguito di eventi piovosi, e di prolungarne, pertanto, l'efficienza e la vita utile.

La pendenza trasversale a "schiena d'asino" della strada garantisce una equa suddivisione delle portate di acqua tra le due canalette.

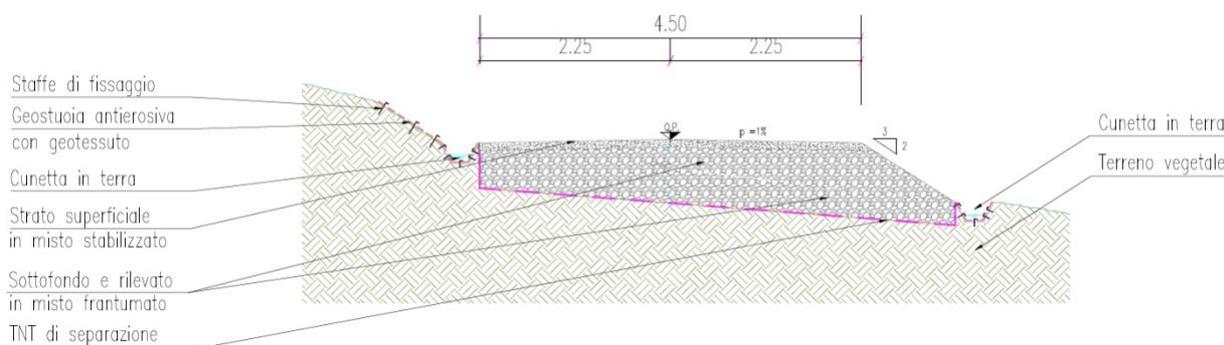


Figura 7-5 – Opere di regimentazione idraulica cunette in terra

Sono previste altresì opere di regimentazione delle acque meteoriche, che prevedono l'impiego sia di tubazioni prefabbricate, che setti drenanti, che di rompi flusso in legno tipiche

dell'ingegneria naturalistica; si veda a proposito l'elaborato progettuale "EOMRMD-I_Tav.21 - Planimetria con identificazione deflusso acque e opere idrauliche".

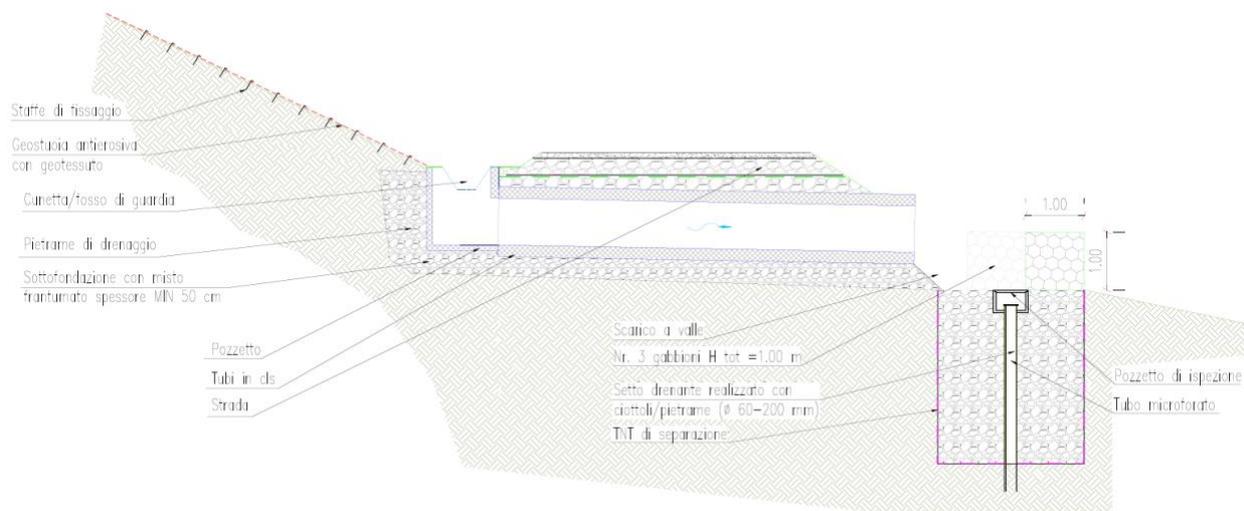


Figura 7-6 – Opere di regimentazione idraulica – setto drenante



Figura 7-7 – Opere di regimentazione idraulica – rompiflusso in legno

8 METODOLOGIA E RACCOLTA DATI

8.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali norme di riferimento e gli adempimenti da seguire da parte degli operatori e delle Stazioni Appaltanti in materia di Archeologia Preventiva, sono le seguenti:

DECRETO LEGISLATIVO 22 gennaio 2004 N°42 – Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio

Articolo 12 - Verifica dell'interesse culturale

Articolo 13 - Dichiarazione dell'interesse culturale

Articolo 21 - Interventi soggetti ad autorizzazione

Articolo 28 - Misure cautelari e preventive

Articolo 142, lett. m - Aree tutelate per legge: zone di interesse archeologico

D.P.C.M. 14/02/2022

Approvazione delle linee guida per la procedura di verifica dell'interesse archeologico e individuazione di procedimenti semplificati

CIRCOLARE n. 53 del 22/12/2022 MICDG-ABAP (con ALLEGATI)

Verifica preventiva dell'interesse archeologico. Aggiornamenti normativi e procedurali e indicazioni tecniche

DECRETO LEGISLATIVO 31 marzo 2023, n. 36

Art. 41, comma 4

Allegato I.8. Verifica preventiva dell'interesse archeologico

8.2 ARTICOLAZIONE DEL LAVORO

Scopo del presente studio è quello di verificare le possibili interferenze tra l'opera in progetto e le eventuali preesistenze archeologiche nell'area verificate attraverso indagini e attività di tipo diretto e indiretto. Rientrano tra queste ultime le ricerche bibliografiche e di archivio su materiale edito e non, la verifica di eventuali perimetrazioni di aree di interesse archeologico e di vincoli da parte degli enti preposti, la fotointerpretazione e la lettura geoarcheologica dell'area di riferimento. Sono indagini di tipo diretto le ricognizioni di superficie effettuate direttamente sul campo allo scopo di verificare la presenza o meno di materiali archeologici affioranti, oltre alla verifica delle eventuali anomalie evidenziate dall'analisi fotointerpretativa.

Secondo la normativa vigente il lavoro è stato articolato in più fasi e suddiviso nelle attività di seguito esposte:

Fase 1: acquisizione dei dati

L'attività ha previsto le seguenti attività di studio:

- Analisi vincolistica

L'analisi vincolistica condotta su un buffer di 500 m rispetto l'opera in progetto comprende le zone vincolate ai sensi dell'art. 10 e art. 142, lett. m. del D.lgs. 42/2004:

- Vincoli diretti e indiretti
- Zone di interesse archeologico

- Parchi e aree archeologiche
- Eventuali fasce di protezione o aree contigue

I dati sono stati raccolti da:

- Piano Paesaggistico della Regione Sardegna;
- Vincoli in Rete¹
- gli archivi della *Soprintendenza Archeologia, belle arti e paesaggi per la città metropolitana di Cagliari e le provincie di Oristano e Sud Sardegna* competente sul territorio interessato dalle opere in progetto, con particolare riguardo a tutte le segnalazioni, anche inedite, ivi contenute²;
- PUC dei Comuni interessati dal progetto.

- *Raccolta e analisi dei dati ottenuti dalla ricerca bibliografica e di archivio*

A tale proposito sono stati analizzati:

- fonti edite relative a studi di archeologia, topografia antica e medievale, sulla viabilità della Sardegna in età romana e medievale;
- Ipotesi di tracciati viari antichi
- scritti di interesse storico archeologico con particolare attenzione alle pubblicazioni di carattere locale, alle opere di carattere generale sul popolamento dell'area e alla cosiddetta letteratura grigia³;
- relazioni archeologiche riguardanti le aree interessate dalle opere in progetto pubblicate sul sito VAS-VIA del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica⁴.

In questa attività l'area di indagine è estesa anche alle zone circostanti le aree direttamente interessate dal progetto, essendo necessaria una valutazione complessiva del contesto territoriale in cui insiste l'opera. È indiscutibile, infatti, la necessità di inserire le diverse aree interessate all'interno dei rispettivi contesti territoriali che, per condizioni geomorfologiche e sviluppi storici, sono caratterizzati da dinamiche comuni. Per tale motivo, tenendo conto della tipologia dei lavori in progetto, è stata analizzata un'area di buffer (Area MOPR nel Template) di 2.0 km rispetto l'area di installazione degli aereogeneratori e di 1.0 km rispetto l'area del tracciato del cavidotto, delle ipotesi di intervento sulle strade di cantiere e nell'area della Cabina Utente.

I dati così raccolti dall'analisi vincolistica e dalla ricerca bibliografica e d'archivio sono quindi riportati nella *Carta delle presenze archeologiche (Allegato 1)* e nelle relative *Catalogo dei siti e dei vincoli (MOSI) (Allegato 2)*

- *Analisi geoarcheologica*

Per quanto concerne tale attività, si è operato con costante riferimento alla Relazione Geologica Preliminare (**doc. n. EOMRMD-I:Rel.22**) fornita dalla committenza, cercando di individuare e isolare tutti gli aspetti utili a fornire un'interpretazione geoarcheologica delle

¹ <http://vincoliinrete.beniculturali.it/VincoliInRete/vir/utente/login#>

² Tale ricerca è stata condotta dalla dott.ssa Laura Pau in data 24/05/2023

³ Per letteratura grigia si intendono i documenti prodotti a livello governativo, accademico o industriale, in formato elettronico o cartaceo, non pubblicati dall'editoria commerciale.

⁴ <https://va.mite.gov.it/it-IT>

caratteristiche morfologiche di tutta l'area interessata dalla realizzazione dell'impianto in progetto per meglio definire il potenziale archeologico della medesima.

- Fotointerpretazione archeologica

Quest'attività è stata realizzata procedendo in modo analitico all'analisi di buffer di 500 m rispetto l'area dagli interventi progettuali attraverso la visione stereoscopica delle fotografie aeree nel tentativo di individuare possibili anomalie di interesse archeologico in interferenza con la realizzazione dell'opera.

- Ricognizione diretta sul terreno diviso per Unità di Ricognizione (UR)

La ricerca sul campo ha riguardato tutti i terreni interessati dall'opera in progetto, suddividendo gli stessi per Unità di Ricognizione (UR), utilizzando a tale scopo confini naturali ed artificiali così come definiti in fase di ricognizione. In particolare, è stata indagata l'area dove saranno collocati i 7 aereogeneratori con un buffer di raggio di 200 m; per i cavidotti, le strade e le opere di cantiere e la Cabina Utente è stata esplorata un'area di 50 m per ciascun lato delle opere in progetto. Tale suddivisione e i dati archeologici ottenuti nel corso di tale attività sono quindi riportati nel *Dettaglio della ricognizione – Schede UR*, al cui interno sono riportati anche le condizioni dei terreni indagati e della loro visibilità (**Allegato 3**).

- Valutazione del Potenziale Archeologico

La valutazione dell'impatto delle opere da realizzare sui beni archeologici e/o sul contesto di interesse archeologico si basa sull'analisi integrata dei dati raccolti. Per *grado di potenziale archeologico* si intende il livello di probabilità che nell'area interessata dall'intervento sia conservata un qualunque tipo di stratificazione archeologica. Il *Potenziale Archeologico* si definisce quindi come la probabilità, in relazione a un determinato contesto territoriale, che esistano resti archeologici conservati: è quindi, sostanzialmente un modello predittivo. Il concetto di potenziale archeologico è indipendente dalla destinazione d'uso dei terreni dove insistono i potenziali siti e dagli interventi previsti.

Considerata la variabilità degli approcci di norma utilizzati nello stabilire l'impatto effettivo delle opere, è importante delineare i criteri adottati, chiarendo quali sono le distanze minime che permettono la non interferenza tra le segnalazioni e gli interventi. Sulla base della “*Tabella 1 – Potenziale Archeologico*” dell'*allegato* alla citata *Circolare 53/2022*, il grado di potenziale viene espresso in una scala di 5 livelli e si calcola utilizzando diversi parametri, il cui valore può essere ricavato da uno studio approfondito del territorio e dopo aver acquisito e analizzato dati storico-archeologici, paleoambientali, geomorfologici, relazioni spaziali fra i siti, toponomastica e fonti orali, per citare alcuni fra i più importanti.

Il potenziale archeologico viene rappresentato nella *Carta del potenziale archeologico* (**Allegato 4**), che illustra le zone a diverso potenziale.

TABELLA 1 – POTENZIALE ARCHEOLOGICO					
VALORE	POTENZIALE ALTO	POTENZIALE MEDIO	POTENZIALE BASSO	POTENZIALE NULLO	POTENZIALE NON VALUTABILE
<i>Contesto archeologico</i>	Aree in cui la frequentazione in età antica è da ritenersi ragionevolmente certa, sulla base sia di indagini stratigrafiche, sia di indagini indirette	Aree in cui la frequentazione in età antica è da ritenersi probabile, anche sulla base dello stato di conoscenze nelle aree limitrofe o in presenza di dubbi sulla esatta collocazione dei resti	Aree connotate da scarsi elementi concreti di frequentazione antica	Aree per le quali non è documentata alcuna frequentazione antropica	Scarsa o nulla conoscenza del contesto
<i>Contesto geomorfologico e ambientale in epoca antica</i>	E/O Aree connotate in antico da caratteri geomorfologici e ambientali favorevoli all'insediamento umano	E/O Aree connotate in antico da caratteri geomorfologici e ambientali favorevoli all'insediamento umano	E/O Aree connotate in antico da caratteri geomorfologici e ambientali favorevoli all'insediamento umano	E/O Aree nella quale è certa la presenza esclusiva di livelli geologici (substrato geologico naturale, strati alluvionali) privi di tracce/materiali archeologici	E/O Scarsa o nulla conoscenza del contesto
<i>Visibilità dell'area</i>	E/O Aree con buona visibilità al suolo, connotate dalla presenza di materiali conservati <i>in situ</i>	E/O Aree con buona visibilità al suolo, connotate dalla presenza di materiali conservati prevalentemente <i>in situ</i>	E/O Aree con buona visibilità al suolo, connotate dall'assenza di tracce archeologiche o dalla presenza di scarsi elementi materiali, prevalentemente non <i>in situ</i>	E/O Aree con buona visibilità al suolo, connotate dalla totale assenza di materiali di origine antropica	E/O Aree non accessibili o aree connotate da nulla o scarsa visibilità al suolo
<i>Contesto geomorfologico e ambientale in età post-antica</i>	E Certezza/alta probabilità che le eventuali trasformazioni naturali o antropiche dell'età <i>post</i> antica non abbiano asportato in maniera significativa la stratificazione archeologica	E Probabilità che le eventuali trasformazioni naturali o antropiche dell'età <i>post</i> antica non abbiano asportato in maniera significativa la stratificazione archeologica	E Possibilità che le eventuali trasformazioni naturali o antropiche dell'età <i>post</i> antica non abbiano asportato in maniera significativa la stratificazione archeologica	E Certezza che le trasformazioni naturali o antropiche dell'età <i>post</i> antica abbiano asportato totalmente l'eventuale stratificazione archeologica preesistente	E Scarse informazioni in merito alle trasformazioni dell'area in età <i>post</i> antica

Figura 8-1 – Valutazione del potenziale archeologico (Allegato Circolare MIC DG_ABAP n. 53 del 23/12/2022)

- Valutazione del Rischio Archeologico Relativo

Il *Rischio Archeologico Relativo* è invece ipotizzato mettendo in relazione il Potenziale Archeologico, la tipologia dell'insediamento antico e la tipologia dell'intervento progettuale e si definisce come la probabilità che un dato intervento o destinazione d'uso previsti per un ambito territoriale vadano a intercettare depositi archeologici noti o potenzialmente presenti nell'area. Per determinare il rischio archeologico, rappresentato nella *Carta del rischio archeologico relativo* (Allegato 5), occorre quindi disporre dei dati sul Potenziale Archeologico e farli interagire con quelli relativi al fattore di trasformazione del territorio e la tipologia dell'opera relativamente alle misure e alle profondità dell'intervento, al fine di ottenere un modello predittivo del rischio che questi interventi comporteranno sulla conservazione dei resti archeologici.

TABELLA 2 – POTENZIALE ARCHEOLOGICO				
VALORE	RISCHIO ALTO	RISCHIO MEDIO	RISCHIO BASSO	RISCHIO NULLO
<i>Interferenza delle lavorazioni previste</i>	Aree in cui le lavorazioni previste incidono direttamente sulle quote indiziate della presenza di stratificazione archeologica	Aree in cui le lavorazioni previste incidono direttamente sulle quote alle quali si ritiene possibile la presenza di stratificazione archeologica o sulle sue prossimità	Aree a potenziale archeologico basso, nelle quali è altamente improbabile la presenza di stratificazione archeologica o di resti archeologici conservati <i>in situ</i> ; è inoltre prevista l'attribuzione di un grado di rischio basso ad aree a potenziale alto o medio in cui le lavorazioni previste incidono su quote completamente differenti rispetto a quelle della stratificazione archeologica, e non sono ipotizzabili altri tipi di interferenza sul patrimonio archeologico	Nessuna interferenza tra le quote/tipologie delle lavorazioni previste ed elementi di tipo archeologico
<i>Rapporto con il valore di potenziale archeologico</i>	Aree a potenziale archeologico alto o medio	Aree a potenziale archeologico alto o medio NB: è inoltre prevista l'attribuzione di un grado di rischio medio per tutte le aree cui sia stato attribuito un valore di potenziale archeologico non valutabile		Aree a potenziale archeologico nullo

Figura 8-2 – Valutazione del rischio archeologico relativo (Allegato Circolare MIC DG_ABAP n. 53 del 23/12/2022)

Fase 2: analisi e sintesi dei dati acquisiti

Attraverso l'analisi incrociata di tutti i dati raccolti nella *Fase 1* sono stati definiti i gradi di potenziale archeologico delle aree interessate dalla realizzazione dell'infrastruttura e il relativo grado di rischio archeologico, individuando le possibili interferenze tra questa e le presenze archeologiche documentate o ipotizzate. A conclusione delle attività sono stati redatti i seguenti elaborati:

Relazione tecnico-scientifica comprendente: ricerca d'archivio e bibliografica, schede descrittive dei siti archeologici, analisi geomorfologica del territorio, fotointerpretazione archeologica, schede delle eventuali anomalie da fotointerpretazione, analisi degli eventuali dati rinvenuti nel corso delle ricognizioni di superficie, schede descrittive dei siti archeologici individuati nel corso delle ricognizioni, schede delle Unità di Ricognizione (UR), valutazione del Potenziale Archeologico, valutazione del Rischio Archeologico Relativo.

Tutti i dati presentati nella presente relazione sono tratti dal geopackage compilato secondo il template messo a disposizione dall'Istituto Centrale d'Archeologia (ICA) ai sensi del citato DPCM 14/02/2022.

Di seguito si riporta l'elenco dei documenti allegati alla presente Relazione:

NOME DOCUMENTO	CODIFICA
Carta delle presenze archeologiche	ALLEGATO 1
Catalogo dei siti e dei vincoli (MOSI)	ALLEGATO 2
Dettaglio ricognizione - Schede UR - Visibilità	ALLEGATO 3
Carta del potenziale archeologico	ALLEGATO 4
Carta del rischio archeologico relativo	ALLEGATO 5

9 RICERCA VINCOLISTICA, D'ARCHIVIO E BIBLIOGRAFICA

9.1 INTRODUZIONE

Come indicato nel capitolo precedente, l'analisi della documentazione storico-archeologica oggi disponibile per l'area oggetto della presente relazione, così come previsto dalla normativa vigente sopra richiamata, ha lo scopo di acquisire tutti i dati necessari per una puntuale valutazione del *potenziale archeologico (o rischio assoluto)* della porzione di territorio interessato dalle opere in progetto.

Questa fase della ricerca non può quindi prescindere da un'estensione dell'area di studio, considerato che l'intervento progettuale, descritto nella parte introduttiva, ricade in un contesto territoriale che, per condizioni geomorfologiche e sviluppi storici, è caratterizzato da significative dinamiche insediative già a partire dalle più antiche fasi di età preistorica fino all'età medievale. Come già detto nel capitolo precedente, è stata analizzata quindi un'area di 2.0 km rispetto l'area di installazione degli aereogeneratori e di 1.0 km rispetto l'area del tracciato del cavidotto, delle ipotesi di intervento sulle strade di cantiere e nell'area della Cabina Utente.

In merito alla definizione dell'area di studio, rappresentata nel template GNA tramite il layer MOPR, si vuole qui sottolineare come questa “*deve essere ragionevolmente circoscritta ... per non porre in capo al professionista o alla ditta incaricata e/o al committente l'onere, in termini di tempi e costi, di uno studio territoriale non focalizzato sul rischio connesso al progetto dell'opera, fine primario della norma in oggetto*”⁵.

Tutti i dati così raccolti sono quindi riportati nella presente relazione in forma tabellare oltre che nelle *Schede Sito MOSI*, e in forma grafica inseriti nella *Carta delle presenze archeologiche (Allegati n. 1 e n.2)* per le relative informazioni.

9.2 ANALISI DEI DATI ACQUISITI

La ricerca vincolistica, d'archivio e bibliografica così condotta ha consentito di rilevare la presenza di 29 siti archeologici. Tali siti sono stati rilevati dall'esame del Piano Paesaggistico regionale, dai PUC dei Comuni ricadenti all'interno dell'area di studio, dalla bibliografia scientifica e dall'esame delle cartografie antiche e recenti.

Quattro di questi siti sono tutelati ai sensi del D.lgs. 42/2004 con appositi vincoli archeologici: **n. 4 - Sant'Antiogu** (Villanovaforru), **n. 13 - Bruncu Predi Ara** (Sanluri), **n. 20 - Geni** (Sanluri) e **n. 24 - Perdina di Craba** (Sardara). Da un punto di vista invece del grado di rischio che le opere in progetto possono portare a tale diffuso patrimonio archeologico, è possibile osservare come solo due di tali siti ricadono nel buffer di rischio alto (distanza dalle opere in progetto compreso tra 0 e i 200 m): il sito **n. 16 - Melas**, posto a circa 110 m a Nord-Ovest del cavidotto che porta all'aereogeneratore WTG_07, e il **n. 27 - Cuccuru de su Casu Moiau**, posto a circa 180 ad Ovest dell'aereogeneratore WTG_03. Ricadono invece nel buffer di rischio medio (tra i 200 e i 500 m) i siti **n. 8 - Puxeddu**, **n. 10 - Masonis 'e Baccas**, **n. - M.za Mareidda**, **n. 13 - Bruncu Predi Ara**; **n. 14 - Sa Ruina Stuppoi**, **n. 15 - Bruncu 'e Melas** e **n. 28 - Gattus**. Dei restanti siti, 15 ricadono nel buffer di rischio basso (tra i 500 e i 1.500 m) e 5 nel buffer di rischio molto basso o nullo (oltre i 1.500 m)

⁵ Punto 2 dell'Allegato alla Circolare MIC n. 53/2022

9.3 INQUADRAMENTO STORICO-ARCHEOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

I dati presentati nel paragrafo precedente secondo un criterio topografico rispetto l'opera in progetto, quando letti da un punto di vista storico-archeologico consentono di inquadrare le dinamiche insediative di quest'area lungo un significativo arco temporale, inquadrabile tra la tarda preistoria e l'età medievale.

Età Nuragica (inizio II – metà I millennio a.C.)

Le testimonianze di età nuragica sono sparse ovunque nel territorio, ma con particolare intensità nella zona nord-orientale, caratterizzata da leggere colline di formazione miocenica, predisposta ad accogliere comunità a vocazione agro-pastorale. Tutta la regione era scarsamente popolata in epoca nuragica (densità 0,18 nuraghi a Km²). Nel territorio di Sanluri sono i resti di diversi nuraghi, compreso quello del tipo complesso a più torri di Candelas, Tra cui Bruncu Cresia, Bruncu Melas, Bruncu Predi Ara, Cuccuru Casu Moiau, Masoni Baccas, Gattus, Puxeddu. Molti di essi venivano già segnalati nel 1948 dall'archeologo Giovanni Lilliu. Sono noti anche alcuni villaggi dello stesso periodo, tutti tuttavia ricadenti al di fuori dell'area di studio.

Anche nel territorio di Sardara vi è un'ampia densità di siti nuragici, tra cui quelli di Nuratteddu e Arbicci. Infine, nel territorio di Villanovaforru sono presenti diversi nuraghi, come Mori Siliqua, Sa Lopera. Il sito di Baccu Simeone ha restituito testimonianze del Bronzo recente, comprese testimonianze di attività metallurgiche documentate da un ripostiglio comprendente frammenti di panelle e lingotti di rame a forma di pelle di bue. Il sito più importante è quello del villaggio di Sant'Antiogu, una vasta area alterata dalle trasformazioni agrarie e da nuovi tracciati di viabilità. Ha visto avvicinarsi numerosi insediamenti preistorici, databili dall'età del Bronzo medio (XVI-XIV secolo a.C.) all'età del Ferro (IX-VIII secolo a.C.). Era sicuramente un notevole insediamento che ha restituito i resti di un probabile forno di fusione per minerali e numerosi reperti frammentari di epoca preistorica e protostorica, confrontabili con ceramiche geometriche analoghe a quelle rinvenute nel vicino complesso di Genna Maria: frammenti di piriformi, di anfore, di portabraci, macinelli in basalto e resti di pasto con valve di molluschi.



Figura 9-1 – I nuraghi Bruncu Predi Ara e Cuccuru de su Casu Moiau (Sanluri)



Figura 9-2 – I nuraghi Gattus e Candelas (Sanluri)



Figura 9-3 – I nuraghi Bruncu 'e Cresia e Bruncu 'e Melas (Sanluri)



*Figura 9-4 – Strutture murarie relative il villaggio di età nuragica di Sant'Antiogu Bécciu
(Villanovaforru)*



Figura 9-5 – Museo Archeologico di Villanovaforru: reperti di età nuragica dal villaggio di Sant'Antiogu Bécciu

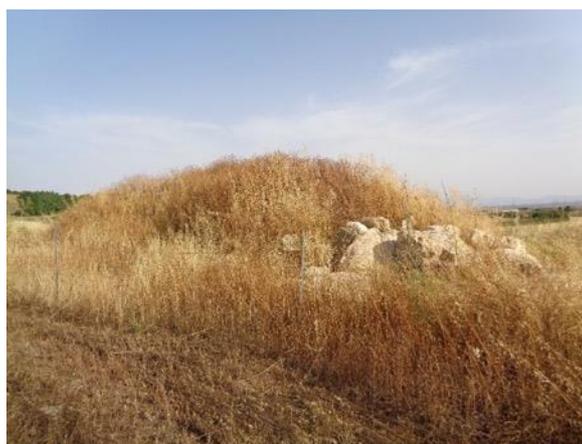


Figura 9-6 – I nuraghi Arbicci e Nuratteddu (Sardara)

Età punica, romana e medievale

Tra il IV ed il III secolo a.C. il territorio attorno a Sanluri era densamente popolato da genti cartaginesi o, almeno, profondamente punicizzate. Si contano infatti diversi siti con tracce di frequentazione punica, tra i quali rientrano nell'area di studio gli insediamenti di Sa Ruina Stuppoi, e le necropoli di Bruncu Sa Batalla, dove sono state rinvenute 150 tombe "a enchytrismos") e M.za Mareidda a Sanluri e Santa Caterina e Melas a Sardara.

In età romana tutta l'area del Campidano era intensamente coltivata: i siti di quest'epoca spesso continuano ad essere posti nelle stesse località di quelli della fase precedente, come gli insediamenti di Bruncu Cresia, Cuccuru Casu Moiau, Broncu Predi Ara, Sa Ruina Stuppoi. Inoltre, presso gli abitati erano situate le necropoli che, anche in questo caso, ricalcavano quelle cartaginesi, come nei casi di Bruncu Sa Batalla, M.za Mareidda, Santa Caterina, ma altre ne sorsero presso i nuovi abitati, come nel caso della necropoli di Sassuni e Acqua Pruna a Sardara. In località Pra Scocca è presente una vasta area funeraria, devastata da scavi clandestini e lavori agricoli. Ha restituito numerosissime tombe a fossa, risalenti al periodo punico e romano, riferibili

ad un vicino centro rustico frequentato dal III secolo a.C. all'Età Romana Imperiale inoltrata. Purtroppo, in questa necropoli è stato possibile recuperare solo due o tre corredi: tutte le deposizioni si presentano orientate secondo l'asse nord-sud e i corredi sopravvissuti variano da individuo a individuo, espressione della differente osservanza del rituale funerario. Anche a Melas l'area funeraria è stata dispersa da scavi clandestini: tra i ritrovamenti sono presenti resti di corredi tombali databili tra il III secolo a.C. e il II d.C.

In tali insediamenti la vita continuò anche in epoca bizantina ed altomedioevale. I toponimi S. Andria, S. Michele, S. Gemiliano, S. Caterina (l'unico presente all'interno dell'area di studio), S. Antioco, derivano dalle cappelle rurali, dedicate a santi del menologio greco, che sorsero nell'altomedioevo in zone già popolate nei secoli precedenti.



Figura 9-7 – Area della necropoli punica e romana di Santa Caterina e, a destra, i ruderi dell'omonima chiesa di età medievale (Sardara)



Figura 9-8 – Museo Archeologico di Villanovaforru: reperti di età romana dalla necropoli di Melas

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “*Marmilla*”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



10 ANALISI GEOARCHEOLOGICA

10.1 INTRODUZIONE

Tra le attività previste dalla legge sull'archeologia preventiva (art. 25 del D.lgs 50/2016), all'interno della fase preliminare, rientra l'analisi geomorfologica del territorio. Tale attività, a sostegno di uno studio archeologico, è da intendersi, naturalmente da parte di un archeologo, come una valutazione interpretativa delle caratteristiche fisiche delle aree coinvolte in relazione alle loro potenzialità insediative nel corso di tutto il periodo antico e alla ricostruzione delle trasformazioni paleoambientali.

È importante sottolineare come dalla preistoria fino ai nostri giorni, si sono svolti sulla superficie terrestre tali e così radicali mutamenti geomorfologici da rendere lacunosa qualsiasi indagine archeologica che non ne tenga il debito conto. L'archeologo, non potendosi sostituire al geomorfologo, ha la necessità di basarsi per alcuni concetti informativi di base su una relazione geologica tecnica redatta da un geologo in grado di evidenziare le caratteristiche geomorfologiche del territorio in oggetto di studio. Solo in un secondo momento, utilizzando tale strumento, l'archeologo può procedere a un'interpretazione che analizzi le dinamiche e lo sviluppo del popolamento umano in rapporto alle condizioni geomorfologiche.

Nello studio realizzato preliminarmente l'interpretazione archeologica si è proceduto, quindi, a consultare la *Relazione Geologica Preliminare* (**doc. n. EOMRMD-I:Rel.22**) fornita dalla ditta committente. A quest'ultima si rimanda per notizie più dettagliate e per la consultazione della bibliografia di settore e della cartografia di dettaglio. In questa sede, ci si limiterà, prima della lettura geoarcheologica, a un breve inquadramento geo-morfologico dell'area studiata.

L'approccio geoarcheologico offre strumenti indispensabili alla ricognizione archeologica sia sul piano dell'esecuzione che su quello dell'elaborazione dei dati, ma soprattutto sull'uso di modelli interpretativi. L'analisi geomorfologica, nell'elaborazione di questa relazione preliminare, ha preceduto la ricognizione di superficie⁶ per stabilire i limiti e i criteri di campionamento.

Non bisogna dimenticare, infatti, che l'aspetto del paesaggio costituisce un dato di cui tenere conto sia per esigenze scientifiche che pratiche. La potenzialità di un territorio nel restituire 'tracce' archeologiche dipende anche dalla storia geologica dell'unità analizzata e della sua capacità conservativa. La visibilità è “*invece più legata a processi in atto, a situazioni contingenti, in rapido cambiamento, quali il ruotare delle pratiche agrarie, ed il cambiamento stagionale della copertura vegetale*”⁷. Potenzialità e visibilità archeologica, di conseguenza, spesso non coincidono con il reale rischio che la seconda possa mascherare la prima.

Lo scopo dell'analisi geomorfologica è quindi quella dell'individuazione di aree a diversa potenzialità all'interno delle quali l'evidenza archeologica, qualora esista, sia accessibile all'osservazione. È di fondamentale importanza, quindi, verificare le potenzialità geomorfologiche di un territorio prima di escludere la presenza di evidenze archeologiche nello stesso.

10.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Come già spiegato, l'area in cui sorgerà l'impianto in progetto ricade nel comune di nei comuni di Villanovaforru, Sardara e Sanluri (SU), mentre il cavidotto MT di collegamento alla SE ricade

⁶ Cremaschi 2005, p. 221

⁷ Ibid.

nel territorio dei comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU). La Stazione Utente e le opere RTN sono ubicate in agro del comune di Sanluri (SU).

La vegetazione presente nel sito per quanto concerne i terreni inerenti all'impianto eolico risulta caratterizzata dalla notevole influenza agricola del comprensorio in esame. L'analisi del sistema agrario ha interessato sia le zone di allocamento delle turbine eoliche, caratterizzate da colture intensive (seminativi), mentre lo strato erbaceo naturale e spontaneo si caratterizza per la presenza contemporanea di essenze *graminaceae*, *compositae* e *cruciferae*. Le aree interessate al cavidotto di collegamento alla RTN sono caratterizzate da colture intensive, sistemi colturali e particellari complessi e oliveti.

Dal punto di vista morfologico generale l'area di progetto si inquadra in un contesto basso collinare, con gli aerogeneratori ubicati in corrispondenza degli alti topografici marnoso-arenacei della Formazione della Marmilla che bordano il limite orientale della piana del Campidano e che nell'area formano una cresta collinare che si sviluppa per alcuni chilometri in direzione S.E. – N.W. per poi piegare decisamente, molto a nord dell'area di impianto, verso N.E. Gli aerogeneratori risultano ubicati essenzialmente in corrispondenza del versante occidentale di tale cresta a partire dai circa 230 metri s.l.m. della torre WTG.03 fino ai 290 metri della WTG.04.

Il cavidotto, a partire dall'aerogeneratore più meridionale WTG_02, si snoda verso sud-est per circa 6,5 km, fino ai 140 metri s.l.m. della Stazione di Utenza, ubicata nell'area di transizione tra la zona collinare e la piana alluvionale del Flumini Mannu, principale incisione idrografica dell'area e si sviluppa lungo le aree di displuvio che separano i sottobacini idrografici del Riu Sassuni a nord-est, dai rami di testa del Flumini Mannu a sud. I versanti di interesse presentano pendenze prevalentemente comprese tra i 10 ed i 20 gradi ma localmente anche più accentuate in corrispondenza di affioramenti lapidei di natura arenitica e in corrispondenza dei fianchi di alcune incisioni idrografiche che si impostano su terreni a prevalente componente argillo-marnosa.

Sia la Stazione di Utenza che il tratto finale del cavidotto, come accennato, risultano impostati sui depositi alluvionali della valle del Flumini Mannu, in un'area sostanzialmente sub-pianeggiante con pendenza inferiori ai 2°. Dal punto di vista idrografico, il territorio ove ricade il progetto è compreso nell'area di confine tra le due macro-aree idrografiche identificate come sub-bacino idrografico del Tirso e del Flumendosa-Campidano-Cixerri, all'interno di quest'ultimo. Più nel dettaglio, tutte le opere in progetto ricadono all'interno del bacino idrografico del Flumini Mannu, che con una superficie drenata di 593 km² (1710 km² compresi gli affluenti) e una lunghezza dell'asta principale di circa 42,1 km, risulta essere uno dei più importanti corsi d'acqua della Sardegna sud-occidentale e scorrendo verso sud sfocia nello Stagno di Cagliari dopo aver attraversato il territorio della Marmilla e successivamente del Campidano. Il Flumini Mannu, che assume tale denominazione a valle della Diga di Is Barroccus, svariati chilometri a nord delle aree di progetto, scorre circa 1,8 km ad est dell'area della sottostazione e circa 4,6 km dal Parco eolico. Relativamente all'elettrodotta di connessione MT, malgrado il notevole sviluppo lineare, interseca pochi corsi d'acqua tutti comunque riferibili a rami di testa del Flumini Mannu.

Da un punto di vista geologico generale l'area di progetto risulta ubicata al margine orientale della Piana del Campidano, geologicamente riferibile ad una ampia fossa tettonica di età Terziaria, formata tra 4 e 2 milioni di anni fa dalla distensione della crosta terrestre, associata a importanti eventi effusivi, con un generale sprofondamento avvenuto mediante un complesso sistema di faglie, a carattere in prevalenza trascorrente ed impostate, verosimilmente, su linee di debolezza erciniche, che localmente ha dato origine a rigetti dell'ordine anche di 2.000 m.

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42 MW denominato "Marmilla"

Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)

Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



Figura 10-1 – Carta geologica della Sardegna

La depressione, inizialmente invasa dal mare, è stata successivamente sede di una intensa attività deposizionale che ha portato ad uno spessore complessivo dei depositi valutato in almeno 600 metri, con sedimenti prevalentemente di natura alluvionale-continentale e deltizi. Nella letteratura

di riferimento questa lunga fase deposizionale di età miocenica è suddivisa in 2 cicli che complessivamente vanno dall'Oligocene superiore al Burdigaliano medio e dal Burdigaliano superiore al Langhiano superiore, presumibilmente separate da un breve periodo regressivo. Nel I° ciclo la sedimentazione appare fortemente condizionata da una tettonica sin-sedimentaria con abbondante componente vulcanica, entrambi fattori quasi del tutto assenti nel II° ciclo.

Più nello specifico il substrato litologico dell'areale di progetto è riferibile a depositi del primo ciclo sedimentario identificati nella letteratura specifica come Formazione della Marmilla (RML) ovvero una formazione tipica di ambiente marino a bassa energia, costituita dall'alternanza marnoso-arenacee a composizione vulcanica ascrivibili all'Aquitano - Burdigaliano inferiore. Al di sotto di tali coperture mioceniche, sotto forma di modesti e isolati rilievi si ritrovano limitati affioramenti granitici appartenenti all'Unità intrusiva di Barrali (RRL) e di metasiltiti appartenenti alla Formazione delle Arenarie di San Vito (SVI); in entrambi i casi testimonianze del basamento paleozoico che affiorano estesamente a sud del settore in studio.

Con specifico riferimento agli areali in esame, sia l'intero parco eolico che il cavodotto di connessione risultano interessare i terreni sedimentari della Formazione della Marmilla (RML) sovente in affioramento o talora occultati da depositi di copertura olocenici. L'analisi condotta con riferimento all'areale del parco eolico, indica nell'insieme un assetto litostratigrafico dei luoghi piuttosto semplice, individuando un unico modello geologico costituito da uno Stato di copertura, riferibile essenzialmente alle litologie di substrato alterate e il substrato stesso costituito dal Basamento marnoso-arenaceo. Di seguito si riporta una colonna stratigrafica-tipo rappresentativa dei luoghi di intervento, a partire dall'alto:

Livello A – Suolo

Spessore: 0,20 - 0,60 m

Orizzonte superficiale, di colore brunastro, a prevalente componente argillo-limosa, interessato dalle pratiche di rimaneggiamento agricole e ricco in componente organica.

Livello B - Coltre di copertura

Spessore: 1,50 - 2,50 m

Livello di copertura riferibile alla porzione superficiale alterata e variamente scompaginata del substrato; si tratta di un orizzonte a comportamento essenzialmente coesivo costituito da frammenti e clasti lapidei, con dimensioni estremamente variabili, immerse in una matrice eluviale argilloso-carbonatica, consistente per effetto della temporanea essiccazione.

Livello C - Basamento marnoso-arenaceo

Spessore: diverse decine di metri

L'orizzonte è riferibile alle marne siltose ed arenacee stratificate della Formazione della Marmilla, di colore grigio-giallognolo, ossidate, e molto alterate nelle porzioni più superficiali.

Infine, dal punto di vista morfologico generale l'area di progetto si inquadra in un contesto basso collinare il cui assetto appare essere il risultato delle azioni combinate di diversi processi sia endogeni che esogeni che, tuttora, operano nell'area. I processi endogeni sono riconducibili essenzialmente all'azione tettonica, la quale ha determinato non solo la giacitura degli strati rocciosi ma anche la formazione di superfici di dislocazione con il conseguente controllo della morfologia; l'influenza della litologia sulle caratteristiche morfologiche del paesaggio è poi determinante a causa della marcata differenza di comportamento rispetto all'erosione dei vari litotipi affioranti.

Le aree in cui affiorano i terreni a comportamento rigido (arenarie in prevalenza), infatti risultano fortemente influenzate dall'andamento delle strutture geologiche (stratificazioni, faglie), dando

luogo a versanti anche scoscesi, con dislivelli di diverse decine di metri ed ampie fasce di detrito ai piedi dei versanti, laddove invece affiorano le unità terrigene, più plastiche, prevale una morfologia di tipo collinare con pendenze tutto sommato modeste se non pianeggianti.

Allo stato attuale il principale agente morfologico attivo nel modellamento dei versanti risulta essere "l'acqua", sia relativamente all'azione di ruscellamento delle acque superficiali sia in relazione ai processi erosivi e di sedimentazione legati alle acque incanalate. Alla luce della configurazione morfologica sopra descritta la predisposizione del territorio a fenomeni di dissesto appare piuttosto bassa ed in linea generale relegata e con caratteristiche tipiche, ai terreni di copertura in versanti ad elevata pendenza.

Con riferimento all'area del parco eolico il rilevamento di superficie condotto non ha evidenziato, allo stato attuale, particolari criticità di natura geomorfologica, con pendenze perfettamente congruenti con le tipologie di substrato individuate mentre le stesse strade di accesso interessate dal cavidotto, presenta solo locali ammaloramenti del corpo stradale, ma che in generale non appaiono riconducibili a fenomeni gravitativi profondi.

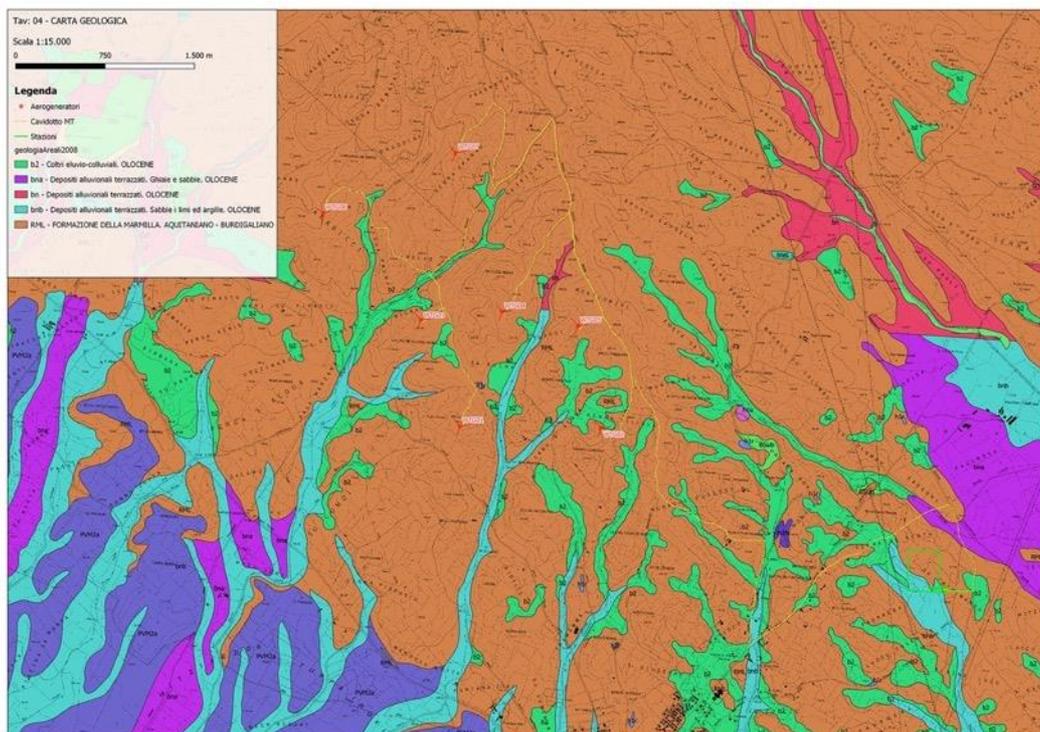


Figura 10-2 – Carta geologica di dettaglio dell'area oggetto di studio

10.3 ANALISI GEOARCHEOLOGICA

L'analisi geoarcheologica dei dati sopra esposti consente di leggere tali dati al fine di valutare la potenzialità che nel passato, nell'area interessata dall'impianto in progetto, possano essere esistiti insediamenti antichi. Da un punto di vista dell'analisi predittiva, è importante porre l'accento in particolare sul tema della visibilità/invisibilità delle evidenze archeologiche nel contesto geomorfologico di riferimento. Solo di recente il problema della visibilità archeologica, infatti, e l'impatto che questa può avere sulla strategia e sui risultati della ricognizione di superficie, è stato preso in considerazione.

Molti studi hanno ormai dimostrato, infatti, come la visibilità abbia un ruolo fondamentale nel determinare sia la distribuzione che l'individuazione dei siti e dei manufatti all'interno del singolo sito: basti pensare che in ambito peninsulare il 50% della superficie topografica dell'età del Bronzo (II millennio a.C.) non è più accessibile all'osservazione perché sepolta da alluvioni, dimostrando la notevole portata e diffusione dei fenomeni di accumulo ed erosione recente nel bacino del Mediterraneo. È chiaro, ormai, che la deposizione, negli ultimi duemila anni, di metri di sedimenti alluvionali (il cosiddetto *younger fill*) deve avere coperto le tracce di molti siti archeologici⁸.

Le condizioni della superficie determinata dalla vegetazione presente e dai lavori agricoli e le dinamiche geopedologiche di erosione e accumulo, ma anche le trasformazioni urbanistiche più recenti, sono i fattori più frequentemente considerati per valutare il grado di visibilità. In vari studi è stato ampiamente dimostrato che la presenza di pochissimi siti nelle fasce degli accumuli alluvionali recenti indica chiaramente che questo tipo di copertura ostacola fortemente la visibilità degli stessi: le eventuali tracce archeologiche possono essere state obliterate dall'accumulo di sedimenti di origine alluvionale e giacere anche sotto diversi metri di profondità dal momento che modi e tempi di formazione di questi depositi non sono assolutamente controllabili e determinabili.

Nel caso qui analizzato, gli elementi evidenziati dalla relazione geologica che possono avere in qualche modo impattato sulla conservazione di depositi antropici di natura archeologica sono rappresentati dal grado di erodibilità dei litotipi presenti nell'area subordinata ai processi di dilavamento del suolo e legati alle acque di precipitazione meteorica. Questi processi, infatti, possono comportare l'obliterazione e il disfacimento di eventuali depositi archeologici presenti.

Da un punto di vista generale, l'assenza di depositi alluvionali di età recente, che comportano l'obliterazione e il disfacimento di eventuali depositi archeologici, così come l'assenza di significativi dissesti geomorfologici nei terreni oggetto d'indagine, rappresentano un elemento positivo dal punto di vista geoarcheologico. Inoltre, la presenza di terreni argillosi e una certa ricchezza di acque superficiali, può in qualche modo giustificare la ricchezza di insediamenti, in particolare per quanto riguarda l'età nuragica e punico-romana. Per tali motivi, l'area di progetto può essere classificata, da un punto di vista del potenziale geoarcheologico, **di livello medio**.

⁸ Cambi, Terranato 2004, p. 115

11 FOTINTERPRETAZIONE

11.1 INTRODUZIONE

In uno studio che ha come obiettivo specifico la definizione del grado di rischio archeologico di un'area destinata alla realizzazione di un'opera pubblica “a rete”, la legge (art. 25 comma 1 D. Lgs. 50/2016) sull'archeologia preventiva richiede, tra le attività di indagine preliminare, la *fotointerpretazione* archeologica ossia lo studio delle anomalie individuabili attraverso l'analisi delle fotografie aeree disponibili o realizzabili *ad hoc*.

Prima di esporre nel dettaglio le procedure effettuate per questo tipo di indagine è utile accennare agli aspetti essenziali della fotointerpretazione e agli importanti risvolti che il suo utilizzo può assumere in ambito archeologico.

Per comprendere il significato e il rilievo che un'analisi fotointerpretativa può avere nell'ambito di una ricerca storico-archeologica, è importante innanzitutto sottolineare la differenza che intercorre tra la semplice lettura delle fotografie aeree e la vera e propria fotointerpretazione intendendo, con la prima, una semplice osservazione del fotogramma che consente di giungere immediatamente alla comprensione e all'identificazione di alcuni oggetti o elementi presenti nella fotografia, con la seconda, invece, un procedimento di analisi e sintesi che ha lo scopo di identificare e comprendere elementi che non sono immediatamente percepibili da parte del lettore se non con un'apposita strumentazione.

Il ricorso alla foto aerea, in funzione dell'analisi storico - archeologica del paesaggio, ha ormai alle spalle una consistente e documentata tradizione sebbene, in Italia, lo sviluppo maggiore abbia riguardato soprattutto le persistenti tracce della centuriazione romana e ancora oggi è particolarmente utilizzato nello studio dell'evoluzione del paesaggio, coadiuvando il dato storico nella comprensione dei rapporti esistenti tra i punti cardine della maglia insediativa e l'organizzazione del territorio, soprattutto in ambito rurale.

La ricognizione aerea, la fotointerpretazione e la restituzione delle evidenze hanno un'ampia gamma di applicazioni nel campo della ricerca archeologica; infatti, le mappe realizzate tramite fotografie aeree costituiscono uno dei più significativi livelli informativi per l'elaborazione di strategie di scavi sia di ricerca che di tutela. “*Nell'ambito dell'integrazione tra ricognizioni aeree e ricognizioni sul terreno il volo, prima di fornire un nuovo dato archeologico, offre al ricercatore l'opportunità di crearsi una mappa mentale del territorio e una visione globale del paesaggio stratificato*”⁹.

L'importanza della fotografia aerea e del suo utilizzo in ambito archeologico è dovuta essenzialmente ai notevoli vantaggi che può offrire un punto di vista dall'alto. L'ampia visuale aerea, infatti, consente di abbracciare la totalità del territorio e delle evidenze consentendo il riconoscimento di formazioni invisibili o difficilmente comprensibili a livello del suolo.

L'analisi di fotografie aeree costituisca una sorta di ricognizione preventiva a tavolino che consente **l'individuazione di anomalie da verificare necessariamente sul terreno attraverso surveys diretti**¹⁰ e che ogni dato che non trovi riscontro in queste operazioni va in linea di massima scartato. Uno dei maggiori limiti rappresentato dall'applicazione della fotointerpretazione nella ricerca archeologica è dato dal fatto che soltanto alcuni tipi di siti sono identificabili dalle foto aeree. In assenza di elementi di alterazione del terreno o di materiali

⁹ Musson et al. 2005, p. 50.

¹⁰ Piccarreta, Ceraudo 2000, p. 12.

estranei al contesto, il sito difficilmente viene evidenziato da anomalie, pertanto gli insediamenti non fortificati, privi di fossati, terrapieni e muri perimetrali risultano molto difficili da identificare. Diversa è la situazione di evidenze archeologiche superficiali corrispondenti a strutture edilizie urbane di età romana e medievale, insediamenti rurali estesi (ville romane), strutture in negativo (fossati).

Per quanto riguarda i tipi di anomalia riscontrabili in una fotografia aerea e riconducibili ad ambito archeologico, si possono individuare quattro categorie di tracce la cui differenziazione dipende da fattori di mediazione come la vegetazione e l’umidità che intervengono a evidenziare la presenza di oggetti archeologici nel sottosuolo. Sulla base di questi fattori di mediazione si possono suddividere le tracce archeologiche nelle seguenti categorie: *da vegetazione, da umidità, da alterazione nella composizione del terreno, da microrilievo.*

È importante, tuttavia, sottolineare come l’individuazione di queste tracce dipenda spesso da numerose variabili che condizionano la lettura fotogrammetrica e che vanno tenute debitamente in conto ai fini di interpretazioni conclusive. Si tratta di variabili determinanti soprattutto nel caso di anomalie da vegetazione e da umidità legate dallo stesso fattore di mediazione. È ovvio, infatti, che l’apparizione degli indici rilevatori delle tracce nascoste, nel caso dell’umidità, non sia permanente ma limitata a un periodo piuttosto breve rispetto all’intero ciclo di prosciugamento del terreno. Altrettanto importanti sono le variabili da considerare nel caso di anomalie da vegetazione: innanzitutto l’andamento stagionale, in quanto il fenomeno che porta alla comparsa degli indici si manifesta principalmente nel periodo di germinazione del seme e durante la prima fase di crescita e da questo momento in poi l’evidenza del fenomeno non può che attenuarsi fino a scomparire. Va, inoltre, considerata l’importanza della collocazione dell’elemento archeologico sepolto: quanto più profonda risulta essere la giacitura dell’oggetto antico, tanto maggiore deve essere la consistenza dell’elemento archeologico in questione e tanto più grandi le piante a cui si demanda il compito di mediazione perché l’indice si manifesti¹¹.

11.2 METODOLOGIA ADOTTA E ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI

In uno studio che ha come obiettivo specifico la definizione del grado di rischio archeologico di un’area destinata alla realizzazione di un’opera pubblica “a rete”, la legge (*art. 25 comma 1 D. Lgs. 50/2016*) sull’archeologia preventiva richiede, tra le attività di indagine preliminare, la *fotointerpretazione* archeologica ossia lo studio delle anomalie individuabili attraverso l’analisi delle fotografie aeree disponibili o realizzabili *ad hoc*.

L’analisi delle fotografie aeree è stata realizzata attraverso l’utilizzo di uno stereovisore a specchio da tavolo, modello *Allemano 8185*, in modo da ottenere la visione stereoscopica delle foto, indispensabile per una corretta e valida comprensione delle anomalie presenti sul terreno. La visione stereoscopica diventa fondamentale dal momento che consente la percezione della tridimensionalità degli oggetti che si ottiene fotografando il soggetto da due punti di vista differenti e in condizioni di presa tali da imitare la diversa angolazione visiva dei due occhi umani. Con la fotografia aerea il massimo delle informazioni ottenibili è, pertanto, conseguibile solo con l’utilizzo di una coppia di fotogrammi (coppia stereoscopica) che ritragga la stessa porzione di terreno. Osservando attraverso lo stereovisore la coppia stereoscopica, si ottiene la fusione delle due immagini e quindi un effetto di rilievo (*stereoscopia*) che facilita la visione di anomalie pertinenti a tracce archeologiche. Ciò dipende dal fatto che il soggetto, apparentemente eguale nelle due immagini, è in realtà, rappresentato come visto da due diverse angolazioni spaziali.

¹¹ *Ibidem* p. 108.

Come base per la lettura stereoscopica sono state visionate le foto aeree presenti sul Geoportale della Regione Sardegna¹² relative alle seguenti ortofoto:

- Mosaico delle Ortofoto dell'intero territorio regionale alla scala 1:25.000 realizzato da riprese aeree eseguite negli anni 1954 e 1955.
- Mosaico delle Ortofoto AGEA 2003 di tutto il territorio regionale alla scala 1:10.000 realizzato da riprese aeree eseguite nell'anno 2003.
- Mosaico delle sezioni di ortofoto 2013 dell'intero territorio regionale fornite dal CISIS nell'ambito del protocollo d'intesa CISIS - AGEA.
- Ortofoto 2019. Rappresentazione del territorio della Regione Sardegna in formato raster ecw basata su un volo realizzato nel giugno del 2019 e con una risoluzione a terra pari a 20 cm.

Sono state visionate, inoltre, anche le foto satellitari presenti nel software Google Earth pro.

Nella visione stereoscopica delle fotografie aeree non è stata riscontrata **nessuna anomalia fotogrammetrica** riconducibile a eventuali tracce archeologiche presenti nel sottosuolo.

¹² <https://webgis.regione.sardegna.it/geoserverraster/ows>

12 RICOGNIZIONE DI SUPERFICIE

12.1 METODOLOGIA ADOTTA

La ricerca sul campo ha riguardato tutti i terreni interessati dall’impianto e dal passaggio dei cavidotti interrati, suddividendo gli stessi per Unità di Ricognizione (UR) corrispondenti a porzioni di territorio individuabili sulla carta. Nello specifico sono stati analizzati tutti i lotti di terreno che saranno occupati dai 5 aereogeneratori e dalle relative piazzole, le aree destinate alle opere connesse con il cantiere di messa in opera dell’impianto e, infine, l’area di passaggio del cavidotto interrato di collegamento alla Cabina Utente.

La ricognizione diretta sul campo è stata effettuata seguendo una metodologia canonica nelle attività di *survey* archeologico con l’utilizzazione di sistemi e strumenti in grado di consentire la completezza e validità della ricerca.

Nel caso specifico l’obiettivo di una copertura uniforme dell’area in oggetto di studio è stato raggiunto attraverso una **ricognizione definita “sistematica”** dove con questo termine si intende un’ispezione diretta di porzioni ben definite di territorio realizzata in modo da non tralasciare nessuna zona rientrante nel contesto indagato. Dal punto di vista metodologico questo scopo è stato raggiunto suddividendo il territorio in unità individuabili sulle carte (UR) che sono state percorse a piedi da due archeologi disposti in linea ad una distanza variabile fra i 5 e i 10 m alla ricerca di manufatti e altre tracce di siti archeologici.

Come già indicato nei capitoli precedenti, la ricognizione di superficie è stata svolta in un buffer equidistante 200 metri da ciascun areogeneratore, 50 metri equidistanti dal tracciato dei cavidotti MT, dalle aree di cantiere e delle stazioni, per un’area complessiva di 2.401.828 mq, pari a circa 240 ha.

Le indagini sul terreno, precedute da ricerche bibliografiche e d’archivio, sono state condotte in maniera sistematica attraverso l’esplorazione di tutte le superfici disponibili, ossia su quelle aree accessibili che potenzialmente fossero in grado di offrire una migliore lettura delle tracce archeologiche. Tali operazioni hanno consentito di determinare la visibilità dei suoli e – con il supporto della tecnologia informatica – di registrare in tempo reale e di posizionare topograficamente “sul campo” le informazioni progressivamente acquisite.

L’attività di *survey* è stata eseguita con metodo sistematico e secondo la consueta tecnica del field walking, esplorando per tutta la sua estensione ogni terreno accessibile e visibile; la ricognizione è stata svolta da due archeologi disposti in linea ad una distanza variabile fra i 5 e i 10 m. In questo modo ciascuno di essi è stato messo nelle condizioni di verificare con facilità la presenza di eventuali reperti, assicurando una campionatura percentualmente congrua e rappresentativa della totalità, approssimativamente stimata, dei materiali archeologici presenti.

La raccolta dei dati è stata effettuata mediante l’utilizzo di tablet in ambiente Apple iOS connesso ad Internet mediante rete dati 4G. La georeferenziazione delle unità di ricognizione (UR) è stata eseguita direttamente sul campo su supporto cartografico digitale on line tramite l’applicazione Measure Map Pro: la cartografia realizzata è stata poi esportata in formato KML, per essere elaborata nel progetto complessivo realizzato in ambiente QGis.

Come corredo cartografico, per le specifiche attività di ricognizione sul terreno, è stata utilizzata la sezione con scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale.

Direttamente in fase di ricognizione si è proceduto alla suddivisione del territorio in Unità di Ricognizione (UR). I criteri utilizzati per questa suddivisione non sono sempre stati omogenei dal

momento che si è deciso di operare in modo specifico a secondo delle caratteristiche dell’area. In particolare, ciascuna UR è stata separata dall’altra per la presenza di elementi diversi dal punto di vista morfologico: variazioni altimetriche, geologiche, elementi idrografici; in generale la UR è stata considerata come qualcosa di topograficamente isolabile con particolare attenzione alla visibilità del terreno.

Ciascuna UR è stata contrassegnata da una sigla numerica identificativa del singolo campo. A ogni UR è stata associata una scheda contenuta all’interno di un *database* relazionale esplicativa delle caratteristiche topografiche, geomorfologiche e archeologiche del campo con particolare attenzione all’aspetto della metodologia utilizzata per esplorarlo e alle condizioni di visibilità al momento della ricognizione. Le singole UR sono state di volta in volta posizionate attraverso l’utilizzo di un GPS che ha consentito di rilevare le coordinate nord ed est del campo solitamente acquisite nella parte centrale o, nel caso di rinvenimenti di materiale archeologico, nell’area di maggiore concentrazione.

Per ciascuna UR è stato, inoltre, segnalato il grado di visibilità del terreno fondamentale per una quanto più esatta osservazione dell’area e una più agevole individuazione di possibili presenze archeologiche. Nel dettaglio, quindi, per la definizione delle condizioni di visibilità delle aree oggetto di ricognizione sono stati adottati i cinque diversi livelli previsti delle nuove Linee Guida ai sensi del DPCM 14/02/2022, come di seguito specificato:

- **Grado 5 visibilità alta:** per terreno arato o fresato e per colture allo stato iniziale della crescita che consentono una visibilità buona del suolo.
- **Grado 4 visibilità media:** per colture allo stato iniziale della crescita o con resti di stoppie che consentono una visibilità parziale del suolo.
- **Grado 3 visibilità bassa:** per colture allo stato di crescita intermedia, con vegetazione spontanea o con resti di stoppie parzialmente coprenti, che consentono una visibilità limitata.
- **Grado 2 visibilità scarsa:** per zone con coltivazione in avanzata fase di crescita che impediscono la visibilità del suolo, campi coperti da vegetazione spontanea, aree boschive con relativo sottobosco.
- **Grado 1 area urbanizzata:** per zone urbane edificate.
- **Grado 0 non accessibile:** per aree recintate non accessibili.

12.2 ANALISI DEI DATI OTTENUTI

La ricognizione è stata condotta nel mese di settembre 2023; l’area indagata è stata suddivisa in 27 Unità di Ricognizione, delle quali 14 sono relative l’impianto eolico e 13 il tracciato del cavidotto MT che collega l’impianto alla Cabina Utente. Nella seguente tabella vengono sintetizzati i dati relativi la copertura dei suoli e la loro visibilità, con riferimento alle definizioni contenute nella Circolare MIC 53/2022.

UR	Opera	Copertura	Visibilità
1	WTG07	Superficie agricola utilizzata	Media
2	WTG07	Superficie agricola utilizzata	Ottima
3	WTG07	Superficie seminaturale	Scarsa
4	WTG07	Superficie agricola utilizzata	Media

5	Cavidotto MT	Superficie artificiale	Area urbanizzata
6	Cavidotto MT	Superficie agricola utilizzata	Media
7	Cavidotto MT	Superficie agricola utilizzata	Ottima
8	WTG03	Superficie agricola utilizzata	Media
9	WTG03	Superficie agricola utilizzata	Ottima
10	Cavidotto MT	Superficie agricola utilizzata	Media
11	WTG01	Superficie agricola utilizzata	Media
12	WTG01	Superficie agricola utilizzata	Media
13	WTG01	Superficie agricola utilizzata	Media
14	Cavidotto MT	Superficie agricola utilizzata	Media
15	Cavidotto MT	Superficie artificiale	Area urbanizzata
16	WTG05	Superficie seminaturale	Scarsa
17	WTG05	Superficie agricola utilizzata	Media
18	WTG05	Superficie agricola utilizzata	Scarsa
19	Cavidotto MT/WTG02	Superficie agricola utilizzata	Ottima
20	WTG02	Superficie agricola utilizzata	Media
21	WTG02	Superficie agricola utilizzata	Ottima
22	Cavidotto MT	Superficie agricola utilizzata	Media
23	Cavidotto MT	Superficie agricola utilizzata	Ottima
24	Cavidotto MT	Superficie agricola utilizzata	Scarsa
25	Cavidotto MT	Superficie artificiale	Area urbanizzata
26	Cavidotto MT	Superficie agricola utilizzata	Media
27	Cavidotto MT/Cabina Utente	Superficie agricola utilizzata	Ottima

In tutte le UU.RR. esplorate **non sono stati rinvenuti reperti mobili e/o elementi archeologici affioranti in superficie.**

12.3 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

UR 1



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “*Marmilla*”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 2



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 3



UR 4



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 5



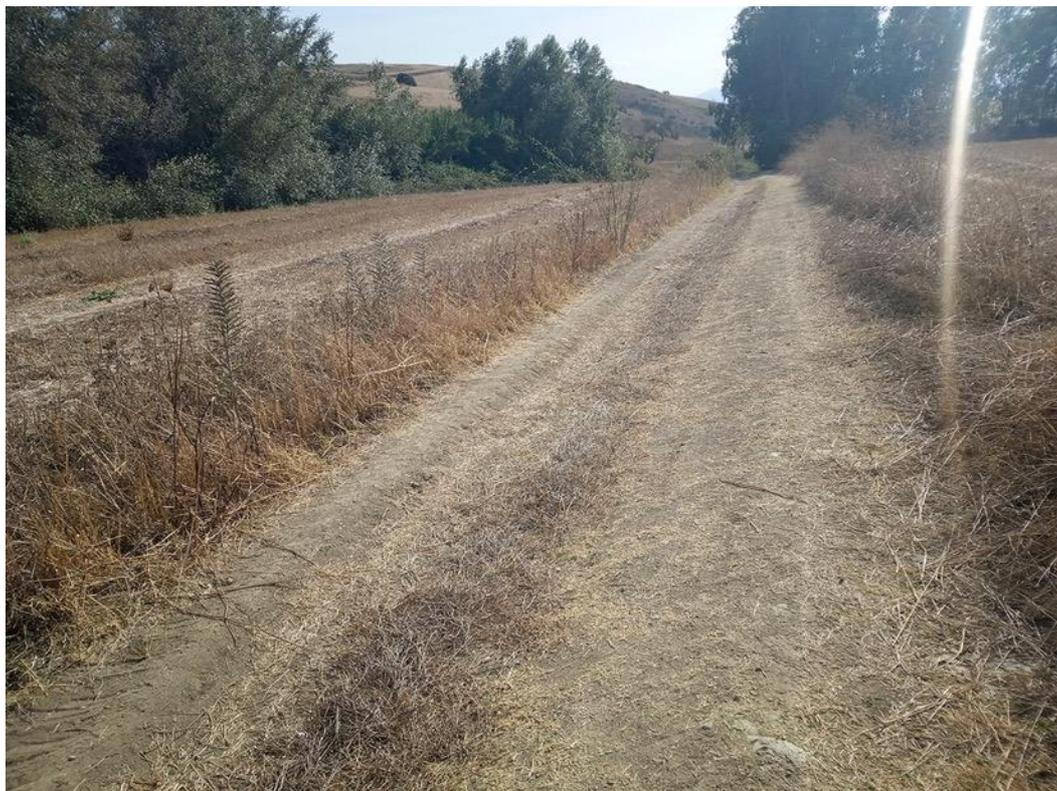
Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 6



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 7



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 8



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 9



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



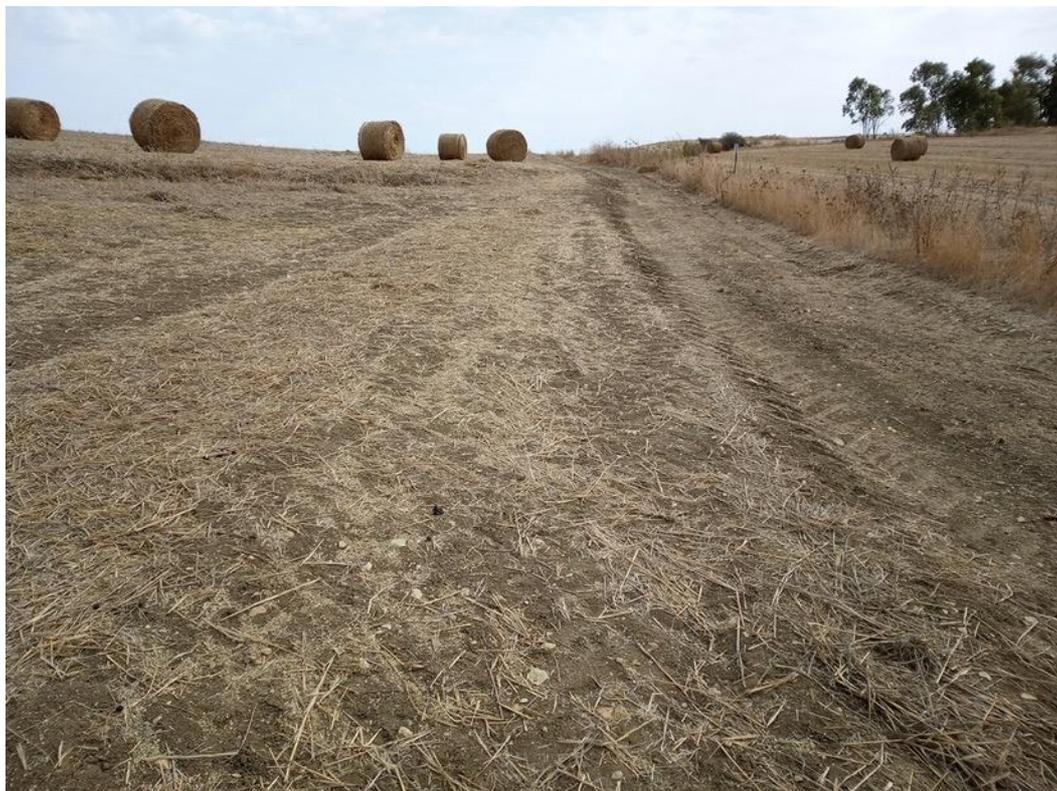
Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 10



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 11



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 12



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 13



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “*Marmilla*”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 14



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 15



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 16



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 17



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 18



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 19



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 20



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 21



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 22



UR 23



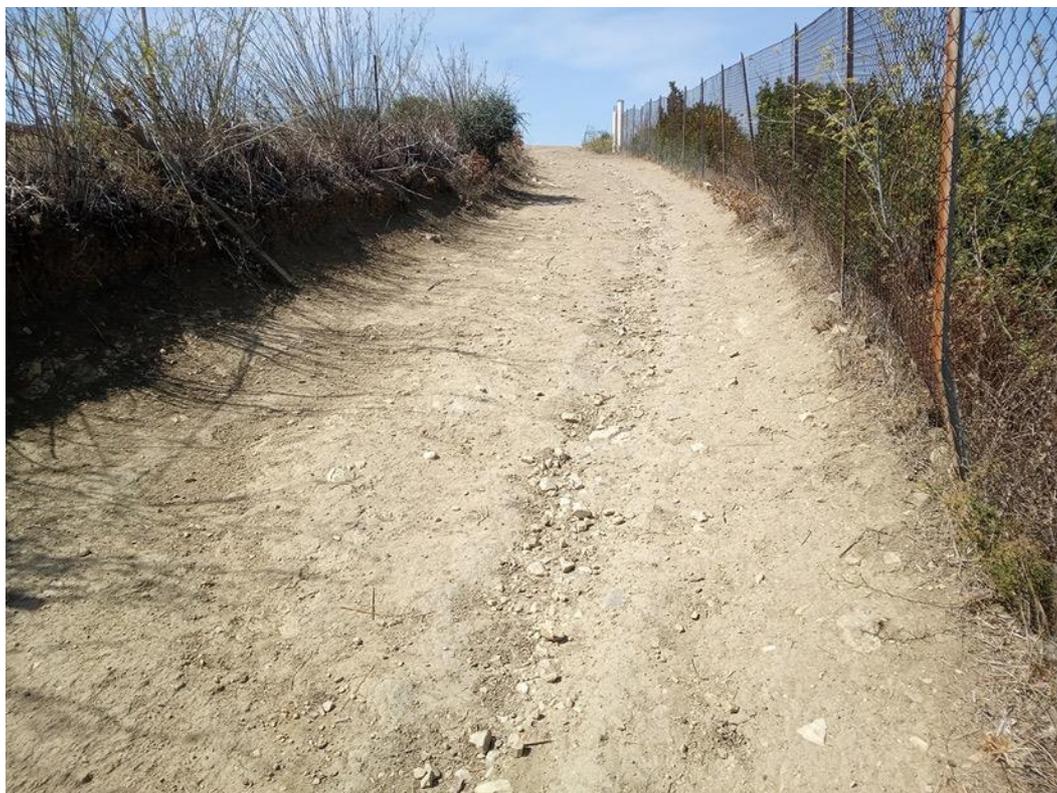
Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 24



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 25



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 26



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



UR 27



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato “Marmilla”
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"
Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)
Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



13 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ARCHEOLOGICO DELL'AREA E DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO RELATIVO L'OPERA

Per la valutazione del *Potenziale Archeologico*, da intendersi, come già anticipato, come la probabilità che si conservi in quell'area un qualunque tipo di stratificazione archeologica si è tenuto conto dell'interferenza dell'opera stessa con aree a diversi gradi di rischio archeologico assoluto.

Per quanto riguarda il Potenziale Archeologico dell'area interessata dall'impianto, sulla base delle nuove Linee Guida, emanate nel **DPCM 14/02/2022** e riportate nell'allegato 1 della **Circolare MIC 53/2022**, il valore della probabilità è stato espresso in cinque gradi ed è stato calcolato utilizzando diversi parametri, il cui valore è stato ricavato da uno studio approfondito del territorio, ovvero dopo aver acquisito e analizzato dati storico-archeologici, paleoambientali, geomorfologici, relazioni spaziali fra i siti e toponomastica.

Il *Potenziale Archeologico* (layer **VRP Template**) è rappresentato nella *Carta del Potenziale Archeologico* (**Allegato n. 4**), che illustra le zone a diverso potenziale. Il concetto di potenziale archeologico è indipendente dalla destinazione d'uso dei terreni dove insistono i potenziali siti e dagli interventi previsti. Il potenziale archeologico, infatti, è una caratteristica intrinseca dell'area e non muta in relazione alle caratteristiche del progetto o delle lavorazioni previste.

Per la definizione del potenziale archeologico sono state utilizzate, quindi, le analisi spaziali della piattaforma GIS del Template fornito dall'Istituto Centrale per l'Archeologia del MIC, con cui è stata realizzata la cartografia tematica. In particolare, sono state prese in considerazione tutte le evidenze puntuali, lineari e poligonali scaturite dalla raccolta dati e sono stati realizzati dei buffer dei livelli di potenziale. Le valutazioni effettuate sono state, quindi, inserite all'interno del layer MOSI e sono riferite ai singoli siti/aree/evidenze censiti, mentre al momento della redazione della carta di potenziale archeologico è stata individuata una macroarea a potenziale omogeneo, individuata proprio a partire dai dati relativi ai singoli MOSI precedentemente censiti.

TABELLA 1 – POTENZIALE ARCHEOLOGICO					
VALORE	POTENZIALE ALTO	POTENZIALE MEDIO	POTENZIALE BASSO	POTENZIALE NULLO	POTENZIALE NON VALUTABILE
<i>Contesto archeologico</i>	Aree in cui la frequentazione in età antica è da ritenersi ragionevolmente certa, sulla base sia di indagini stratigrafiche, sia di indagini indirette	Aree in cui la frequentazione in età antica è da ritenersi probabile, anche sulla base dello stato di conoscenze nelle aree limitrofe o in presenza di dubbi sulla esatta collocazione dei resti	Aree connotate da scarsi elementi concreti di frequentazione antica	Aree per le quali non è documentata alcuna frequentazione antropica	Scarsa o nulla conoscenza del contesto
<i>Contesto geomorfologico e ambientale in epoca antica</i>	E/O Aree connotate in antico da caratteri geomorfologici e ambientali favorevoli all'insediamento umano	E/O Aree connotate in antico da caratteri geomorfologici e ambientali favorevoli all'insediamento umano	E/O Aree connotate in antico da caratteri geomorfologici e ambientali favorevoli all'insediamento umano	E/O Aree nella quale è certa la presenza esclusiva di livelli geologici (substrato geologico naturale, strati alluvionali) privi di tracce/materiali archeologici	E/O Scarsa o nulla conoscenza del contesto
<i>Visibilità dell'area</i>	E/O Aree con buona visibilità al suolo, connotate dalla presenza di materiali conservati <i>in situ</i>	E/O Aree con buona visibilità al suolo, connotate dalla presenza di materiali conservati prevalentemente <i>in situ</i>	E/O Aree con buona visibilità al suolo, connotate dall'assenza di tracce archeologiche o dalla presenza di scarsi elementi materiali, prevalentemente non <i>in situ</i>	E/O Aree con buona visibilità al suolo, connotate dalla totale assenza di materiali di origine antropica	E/O Aree non accessibili o aree connotate da nulla o scarsa visibilità al suolo
<i>Contesto geomorfologico e ambientale in età post-antica</i>	E Certezza/alta probabilità che le eventuali trasformazioni naturali o antropiche dell'età <i>post</i> antica non abbiano asportato in maniera significativa la stratificazione archeologica	E Probabilità che le eventuali trasformazioni naturali o antropiche dell'età <i>post</i> antica non abbiano asportato in maniera significativa la stratificazione archeologica	E Possibilità che le eventuali trasformazioni naturali o antropiche dell'età <i>post</i> antica non abbiano asportato in maniera significativa la stratificazione archeologica	E Certezza che le trasformazioni naturali o antropiche dell'età <i>post</i> antica abbiano asportato totalmente l'eventuale stratificazione archeologica preesistente	E Scarse informazioni in merito alle trasformazioni dell'area in età <i>post</i> antica

Figura 13-1 – Valutazione del potenziale archeologico (Allegato Circolare MIC DG_ABAP n. 53 del 23/12/2022)

Il *Rischio Archeologico Relativo* (layer **VRD Template**), ovvero il grado di rischio a cui le lavorazioni previste dal progetto espongono il patrimonio archeologico noto o presunto, è stato

invece ipotizzato mettendo in relazione il *Potenziale Archeologico*, la tipologia dell’insediamento antico e la tipologia dell’intervento. Il *Rischio Archeologico Relativo* si definisce come la probabilità che un dato intervento o destinazione d’uso previsti per un ambito territoriale vadano a intercettare depositi archeologici, ed è rappresentato nella *Carta del Rischio Archeologico Relativo* (**Allegato n. 5**). Anche in questo caso la definizione del rischio archeologico ha seguito quanto indicato dalle nuove Linee Guida, emanate nel **DPCM 14/02/2022** e riportate nell’allegato 1 della **Circolare MIC 53/2022**, che prevedono quattro gradi rischio archeologico relativo all’opera (nullo, basso, medio e alto) (**Error! Reference source not found.**).

TABELLA 2 – POTENZIALE ARCHEOLOGICO				
VALORE	RISCHIO ALTO	RISCHIO MEDIO	RISCHIO BASSO	RISCHIO NULLO
<i>Interferenza delle lavorazioni previste</i>	Arece in cui le lavorazioni previste incidono direttamente sulle quote indiziate della presenza di stratificazione archeologica	Arece in cui le lavorazioni previste incidono direttamente sulle quote alle quali si ritiene possibile la presenza di stratificazione archeologica o sulle sue prossimità	Arece a potenziale archeologico basso, nelle quali è altamente improbabile la presenza di stratificazione archeologica o di resti archeologici conservati <i>in situ</i> ; è inoltre prevista l’attribuzione di un grado di rischio basso ad aree a potenziale alto o medio in cui le lavorazioni previste incidono su quote completamente differenti rispetto a quelle della stratificazione archeologica, e non sono ipotizzabili altri tipi di interferenza sul patrimonio archeologico	Nessuna interferenza tra le quote/tipologie delle lavorazioni previste ed elementi di tipo archeologico
<i>Rapporto con il valore di potenziale archeologico</i>	Arece a potenziale archeologico alto o medio	Arece a potenziale archeologico alto o medio NB: è inoltre prevista l’attribuzione di un grado di rischio medio per tutte le aree cui sia stato attribuito un valore di potenziale archeologico non valutabile		Arece a potenziale archeologico nullo

Figura 13-2 – Valutazione del rischio archeologico relativo (Allegato Circolare MIC DG_ABAP n. 53 del 23/12/2022)

L’analisi del *Rischio* o *Potenziale Impatto* scaturisce quindi dall’insieme dei dati noti e dall’elaborazione del potenziale archeologico attraverso le analisi spaziali. Va ricordato, per maggiore chiarezza, che il *Potenziale Archeologico* è frutto di analisi spaziali empiriche, mentre il *Rischio* o *Potenziale Impatto* deriva da elaborazioni spaziali, realizzate incrociando le analisi del *Potenziale Archeologico* con i dati raccolti, sviluppate seguendo le indicazioni delle *Linee Guida per l’Archeologia Preventiva*. I livelli di *Rischio* sono stati elaborati specificamente sulle aree dove sono previste lavorazioni (*vedi allegati*).

Per i dettagli relative le motivazioni per cui sono stati i relativi gradi di **Potenziale Archeologico (VRP)** e di **Rischio Archeologico Relativo all’opera (VRD)** delle singole aree interessate dalle **lavorazioni** si rinvia al Template GNA_VPIA e alle carte del potenziale e del rischio archeologico in allegato. Tali dati sono qui tuttavia riassunti in formato tabellare.

AREA	UR	OPERA	POTENZIALE (VRP)	RISCHIO (VRD)
1	1 - 2 (parz) - 3 (parz)	WTG07	Basso	Basso
2	2 (parz) - 3 (parz) - 4	WTG07	Medio	Medio
3	5 (parz)	Cavidotto MT	Non Valutabile	Basso
4	5 (parz) - 6 (parz)	Cavidotto MT	Medio	Basso
5	6 (parz)	Cavidotto MT	Alto	Medio
6	6 (parz) - 7 - 10 - 14 - 15 (parz) - 16 (parz)	Cavidotto MT	Medio	Basso
7	8 (parz) - 9 (parz)	WTG03	Medio	Medio
8	8 (parz) - 9 (parz)	WTG03	Alto	Medio
9	11 - 12 - 13	WTG01	Medio	Medio

Impianto per la produzione di energia elettrica da fonte eolica di potenza pari a 42
MW denominato "Marmilla"

Comuni di Villanovaforru, Sardara, Sanluri e Furtei (SU)

Variante in riduzione da 42 MW a 36 MW



10	16 (parz) - 17 (parz)	WTG05	Basso	Basso
11	16 (parz) - 17 (parz) - 18	WTG05	Medio	Medio
12a	15 (parz) - 19 (parz)	Cavidotto MT	Medio	Basso
12b	20 (parz) - 21 (parz)	WTG02	Medio	Medio
13	20 (parz) - 21 (parz) -22 -23 - 24 (parz)	WTG02 - Cavidotto MT	Basso	Basso
14	24 (parz)	Cavidotto MT	Medio	Basso
15	24 (parz)	Cavidotto MT	Basso	Basso
16	25	Cavidotto MT	Non Valutabile	Basso
17	26 (parz)	Cavidotto MT	Basso	Basso
18	26 (parz)	Cavidotto MT	Medio	Basso
19	26 (parz) - 27	Cavidotto MT - Cabina Utente	Basso	Basso

Tabella 13-1 Gradi di Potenziale Archeologico e di Rischio Archeologico Relativo per l'Impianto Eolico "Marmilla" e del relativo cavidotto di collegamento alla Cabina Utente

14 BIBLIOGRAFIA

- ARRU M.G. (2003). La necropoli romana di Terr'e Cresia, in AA.VV. (a cura di), *Archeologia a Sardara. Da Sant'Anastasia a Monreale*, Quaderni Didattici della Soprintendenza per i Beni Archeologici delle Provincia e di Cagliari e Oristano. Cagliari, pp. 45-52.
- CAMBI F., TERRENATO N. 2004, *Introduzione all'archeologia dei paesaggi*. (VI rist.). Roma.
- CORONA F. (1905). *Sanluri. Monografia Storica*. Cagliari.
- CREMASCHI M. 2005, *Manuale di geoarcheologia*, Editori Laterza, Roma-Bari.
- LILLIU G. (1965). Sanluri nell'antichità, in AA.VV. (a cura di), *Sanluri Terra 'e Lori*. Cagliari.
- LILLIU G. (1980). *Profilo Storico di Sanluri in Sardegna, Ieri e Oggi*. Sassari.
- MUSSON C., PALMER P., CAMPANA S. 2005, *In Volo nel Passato. Aereofotografia e Cartografia Archeologica*, All'insegna del Giglio, Firenze.
- PICCARRETA F., CERAUDO G. 2000, *Manuale di aerofotografia archeologica. Metodologia, tecniche e applicazioni*, Edipuglia, Bari.
- TARAMELLI A. (1909). Scoperta di una necropoli romana in regione "Masoni Oneddu", *Notizie degli Scavi*, pp. 332-335.
- UGAS G., PADERI M.C. (1982). *Ricerche Archeologiche nel Territorio di Sanluri*. Mostra grafica e fotografica, Sanluri, Plazzo Civico 16-26 giugno 1982.
- USAI L. (2003). Le testimonianze archeologiche dal territorio di Sardara, in AA.VV. (a cura di), *Archeologia a Sardara. Da Sant'Anastasia a Monreale*, Quaderni Didattici della Soprintendenza per i Beni Archeologici delle Provincia e di Cagliari.