Impianto eolico “Monte Pranu”

Progetto definitivo

Oggetto:

VIL.002 – Relazione tecnica descrittiva

Proponente:

Sardeolica Srl
Sesta Strada Ovest
09068 Uta; ZI Macchiareddu
Italy

Progettista:

Stantec S.p.A.
Centro Direzionale Milano 2, Palazzo Canova
Segrate (Milano)

Rev. N.	Data	Descrizione modifiche	Redatto da	Rivisto da	Approvato da
00	06/10/2023	Prima Emissione	D. Mansi	M. Iaquinta S. Salini	P. Polinelli
01	10/11/2023	Prima Emissione	M. Da Ros	D. Mansi	P. Polinelli

Fase progetto: Definitivo	Formato elaborato: A4

Nome File: **VIL.002.01 -** Relazione tecnica descrittiva.docx

Indice

1 PREMESSA 3

1.1 DESCRIZIONE DEL PROPONENTE 3

1.2 CONTENUTI DELLA RELAZIONE 4

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 5

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 8

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO 10

3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO 12

3.3 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO 14

3.4 CARATTERISTICHE CLIMATICHE LOCALI 14

4 CARATTERISTICA DELLA RISORSA EOLICA 16

4.1 INPUT ANEMOLOGICO 16

4.2 MODELLO DI AEROGENERATORE 18

4.3 RISULTATI DELL'ANALISI DI PRODUCIBILITÀ 20

5 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE 21

5.1 REALIZZAZIONE DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 1) 21

5.1.1 Layout di progetto 23

5.1.2 Caratteristiche tecniche delle opere di progetto 26

5.2 ESERCIZIO DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 2) 38

5.3 DISMISSIONE DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 3) 40

5.4 UTILIZZO DI RISORSE 41

5.4.1 SUOLO 41

5.4.2 MATERIALE INERTE 44

5.4.3 ACQUA 46

5.4.4 ENERGIA ELETTRICA 46

5.4.5 GASOLIO 47

5.5 ANALISI DEGLI SCENARI INCIDENTALI 47

5.6 CRONOPROGRAMMA 49

5.7 STIMA DEI COSTI 49

5.8 ANALISI DELLE POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE 50

Indice delle figure

Figura 3-1: Inquadramento territoriale dell'impianto eolico Monte Pranu 8

Figura 3-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto eolico Monte Pranu 9

Figura 3-3: stralcio dell'area in esame del foglio geologico 564 "Carbonia" con legenda (per concessione ed uso da parte di ISPRA - Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia); in giallo traccia di sezione geologica riportata in seguito 10

Figura 3-4: sezione geologica dell'area in esame; tratta da foglio geologico 564 "Carbonia"; in rosso successione nell'area in esame 11

Figura 3-5: inquadramento geomorfologico dell'area di impianto su ortofoto con indicazione delle curve di livello 13

Figura 3-6 Inquadramento idrografico - Stralcio della Tav. 2-Idrografia Superficiale del Piano di Tutela delle Acque (PTA) 14

Figura 4-1: Curve di durata e distribuzione di frequenza della velocità del vento 18

Figura 5-1: Inquadramento opere su CTR, vista d'insieme 23

Figura 5-2: Inquadramento opere su CTR, dettagli e legenda 25

Figura 5-3: Vista e caratteristiche di un aerogeneratore da 7,2 MW 27

Figura 5-4: Sezione di fondazioni e pali degli aerogeneratori 29

Figura 5-5: Tipico piazzola 30

Figura 5-6 Ubicazione della cabina di raccolta - stralcio all' Inquadramento su CTR 35

Figura 5-7 Planimetria Cabina di raccolta. 36

Figura 5-8 Ubicazione del site camp, stralcio all'elaborato Inquadramento su CTR. 38

Figura 5-9 Confronto aree tra fase di cantiere e fase di esercizio per la piazzola VP1 39

Figura 5-10: Matrice di Rischio 48

1 PREMESSA

La società Sardeolica S.r.l, d'ora in avanti il Proponente, intende realizzare un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica nella provincia del Sud Sardegna, in agro del comune di Villaperuccio.

L'impianto in questione, denominato "**Monte Pranu**", comprende **10 aerogeneratori,** tutti situati nel comune di Villaperuccio. Ogni aerogeneratore è caratterizzato da un'altezza all'hub di 119 m ed un diametro fino a 162 m, arrivando a raggiungere un'altezza massima pari a 200 m. Gli aerogeneratori hanno potenza unitaria fino a 7,2 MW, per **72 MW** di potenza totale. L'impianto verrà connesso alla RTN a 150 kV mediante cavidotto a 36 kV, il punto di connessione è ubicato lungo la linea RTN esistente S. Giovanni Suergiu - Villaperuccio.

I progetti del tipo in esame rispondono a finalità di **interesse pubblico** (riduzione dei gas ad effetto serra, risparmio di fonti fossili scarse ed importati) ed in quanto tali sono indifferibili ed urgenti, come stabilito dalla legge 1° giugno 2002, n. 120, concernente "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l'11 dicembre 1997" e dal D.Lgs. 29 dicembre 2003, n.387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" e s.m.i..

L'utilizzo di fonti rinnovabili comporta infatti beneficio a livello ambientale, in termini di tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) risparmiate e mancate emissioni di gas serra, polveri e inquinanti. Per il progetto in esame si stima una producibilità del parco eolico superiore a 145 GWh/anno (Produzione Media Annuale P50), che consente di risparmiare almeno 27.000 TEP/anno (fonte ARERA: 0,187 TEP/MWh) e di evitare almeno 57.700 ton/anno di emissioni di CO_2 (fonte ISPRA, 2022: 397,6 gCO2/kWh).

1.1 DESCRIZIONE DEL PROPONENTE

La Società che presenta il progetto è la Sardeolica S.r.l., con sede legale in VI strada Ovest, Z. I. Macchiareddu 09068 Uta (Cagliari) e sede amministrativa in Milano, c/o Saras S.p.A., Galleria Passarella 2, 20122 – Milano.

La Sardeolica S.r.l., costituita nel 2001, fa parte del Gruppo Saras ed ha come scopo la produzione di energia elettrica, lo studio e la ricerca sulle fonti di energia rinnovabili, la realizzazione e la gestione di impianti atti a sfruttare l'energia proveniente da fonti alternative.

È operativa dal 2005 con un Parco eolico composto da 57 aerogeneratori per una potenza totale installata di 128,4MW limitata a 126 MW, nei comuni di Ulassai e Perdasdefogu. La produzione a

regime è di circa 250 GWh/anno, corrispondenti al fabbisogno annuale di circa 85.000 famiglie e a 162.000 tonnellate di emissioni di CO2 evitate all'anno.

A giugno 2021 è stata completata l'acquisizione del parco eolico di Macchiareddu, battezzato "Amalteja", attraverso la formalizzazione dell'acquisto da parte di Sardeolica delle 2 società proprietarie, Energia Verde S.r.l. ed Energia Alternativa S.r.l. Il parco "Amalteja" ha una potenza complessiva di 45 MW ed è suddiviso nei due impianti di Energia Verde 21 MW (14 turbine) in esercizio dal 2008, e di Energia Alternativa da 24 MW (16 turbine) in esercizio dal 2012.

La produzione dei due parchi eolici è pari a circa 56 GWh/anno e consente di evitare emissioni di CO2 per circa 36.000 ton/anno, provvedendo al fabbisogno elettrico annuo di circa 40.000 persone.

Sardeolica gestisce direttamente l'esercizio e la manutenzione dei Parchi eolici e assicura i massimi livelli produttivi di energia elettrica, adottando le migliori soluzioni del settore in cui opera, garantendo la salvaguardia della Salute e della Sicurezza sul Lavoro, dell'Ambiente, nonché della Qualità dei propri processi produttivi.

La società ha certificato il proprio Sistema di Gestione secondo gli standard ISO 45001 (Salute e Sicurezza sul Lavoro), ISO 14001 (Ambiente) e ISO 9001 (Qualità) e ISO 50001 (Energia). Inoltre è accreditata EMAS.

1.2 CONTENUTI DELLA RELAZIONE

La presente relazione ha l'obiettivo di illustrare in estrema sintesi le caratteristiche del progetto in esame.

Nel capitolo 2 si riportano i principali riferimenti normativi a cui si è fatto riferimento per la redazione del presente elaborato.

Il capitolo 3 illustra l'inquadramento territoriale, geomorfologico, meteoclimatico e idrografico dell'impianto in oggetto di nuova costruzione, sulla base degli studi specialistici che sono stati svolti nell'ambito delle attività di progettazione.

Il capitolo 4 contiene una sintesi dello studio della risorsa eolica e le valutazioni circa la producibilità del sito stesso.

Nel capitolo 5 si riporta la descrizione del progetto e tutte le operazioni necessarie durante le fasi di vita dell'impianto, l'analisi degli scenari incidentali, il cronoprogramma, i costi e l'analisi delle possibili ricadute sociali ed economiche.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riportano di seguito i principali riferimenti legislativi per la pianificazione energetica, l'autorizzazione e la costruzione di impianti alimentati da fonti rinnovabili in Europa, Italia e Sardegna (si sottolinea che sono riportati solo i documenti rilevanti per questo tipo di studio). Nei singoli documenti specialistici saranno invece riportati i riferimenti normativi specifici a cui si è fatto riferimento.

Nella redazione del presente studio, sono state seguite e rispettate le indicazioni delle seguenti norme nazionali e regionali:

- Decreto Legislativo n.387 del 29/12/2003, attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità;
- Decreto Legislativo n.42 del 22/01/2004, "Codice dei beni culturali e del paesaggio";
- Decreto Legislativo n 152 del 03/04/2006, "Norme in materia ambientale";
- Decreto Ministeriale del 10/09/2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili"; pur nel rispetto delle autonomie e delle competenze delle amministrazioni locali, tali linee guida sono state emanate allo scopo di armonizzare gli iter procedurali regionali per l'autorizzazione degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti energetiche rinnovabili (FER);
- Decreto Legislativo n. 28 del 03/03/2011, attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successive abrogazioni delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE; tale decreto ha introdotto misure di semplificazione e razionalizzazione dei procedimenti amministrativi per la realizzazione degli impianti a fonti rinnovabili, sia per la produzione di energia elettrica che per la produzione di energia termica;
- Legge 29 luglio 2021, n. 108, Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, recante governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure;
- D.Lgs 8 novembre 2021 n. 199 di recepimento della direttiva UE 2018/2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili (RED II).
- D.L. 17 maggio 2022, n. 50 Misure urgenti in materia di politiche energetiche nazionali, produttività delle imprese e attrazione degli investimenti, nonché' in materia di politiche sociali e di crisi ucraina

- Decreto-Legge 1° marzo 2022, n. 17 Misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali convertito con modificazioni dalla L. 27 aprile 2022, n. 34 DL 34/2022.
- Il DL 13/2023, convertito dalla L.41 del 21 aprile 2023, ha soppresso il comma 2 dell'articolo 30 del Dl 77/2021 convertito dalla legge 108/2021, secondo il quale nel caso di autorizzazione di impianti contermini ad aree sottoposte a tutela paesaggistica il Ministro della cultura si esprime in Conferenza di servizi con parere obbligatorio ma non vincolante e decorso tale termine l'Autorità competente provvede sulla domanda. Infatti, all'art 47 il comma 2 recita "All'articolo 30 del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito, con modificazioni, dalla legge 29 luglio 2021, n. 108, il comma 2 è abrogato. È abrogata ogni disposizione in materia di aree contermini di cui alle linee guida approvate con decreto del Ministro dello sviluppo economico 10 settembre 2010, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana n. 219 del 18 settembre 2010 e ai relativi ((provvedimenti applicativi a contenuto generale)), incompatibile con il primo periodo e con l'articolo 12, comma 3-bis, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387".
- Legge Regionale n. 8 del 27/04/2016, "Legge forestale della Sardegna";
- Legge Regionale n. 31/89, "Norme per l'istituzione e la gestione dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali, nonché delle aree di particolare rilevanza naturalistica ed ambientale";
- Legge Regionale n. 23 del 29-07-1998, "Norme per la protezione della fauna selvatica e per l'esercizio della caccia in Sardegna";
- D.G.R. 36/7 del 5 settembre 2006, "L.R. n. 8 del 25.11.2004, articolo 1, comma 1. Approvazione del Piano Paesaggistico - Primo ambito omogeneo";
- Delib.G.R. n.10/20 del 2014, "Deliberazione n. 6/18 del 14.02.2014 "L.R. 23 ottobre 2009, n. 4, art. 11. Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna, primo ambito omogeneo costiero, preliminarmente approvato con deliberazione della Giunta n. 45/2 del 25.10.2013. Aggiornamento e revisione. Esame delle osservazioni e approvazione definitiva". Annullamento.";
- D.G.R. N. 59/90 Del 27.11.2020, "Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili";
- Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006;
- Deliberazione n.15 del Comitato Istituzionale del 22 novembre 2022, con cui è stato approvato l'ultimo aggiornamento delle Norme Tecniche di Attuazione al PAI, entrato in vigore con la pubblicazione sul B.U.R.A.S. n.55 del 01/12/2022;
- D.G.R. n.19 del 27 dicembre 2022, con la quale è stata apportata una modifica chiarificatoria

all'art. 21 delle Norme di Attuazione del PAI, comma 2, lett. d1), punto 3 e comma 2bis, lett.c1);

- Deliberazione del Comitato Istituzionale di Bacino n. 2 del 17 dicembre 2015;
- Legge Regionale n. 30 del 7 giugno 1989, "Disciplina delle attività di cava";
- Legge Regionale 22 dicembre 1989, n. 45, "Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale";
- Delib. G.R. n. 3/25 del 23/01/2018, "Linee guida per l'Autorizzazione Unica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, ai sensi dell'articolo 12 del D.Lgs. n. 387/2003 e dell'articolo 5 del D.Lgs. n. 28 /2011. Modifica della deliberazione n. 27/16 del 1 giugno 2011";
- Deliberazione n. 11/75 del 24.03.2021, "Direttive regionali in materia di VIA e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR)";
- Deliberazione n. 30/54 del 30/09/2022, "Direttive regionali per la valutazione di incidenza ambientale (V.Inc.A.)".

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito in cui sarà ubicato il parco eolico di nuova costruzione è collocato nel comune di Villaperuccio, nella provincia del Sud Sardegna, in Sardegna.

L'impianto eolico denominato "Monte Pranu" è localizzato a circa 45 km dal capoluogo, a circa 4 km dal centro urbano del comune di Villaperuccio, ed a circa 4 km in direzione ovest e sud rispettivamente dai centri abitati dei comuni di Tratalias e Giba.

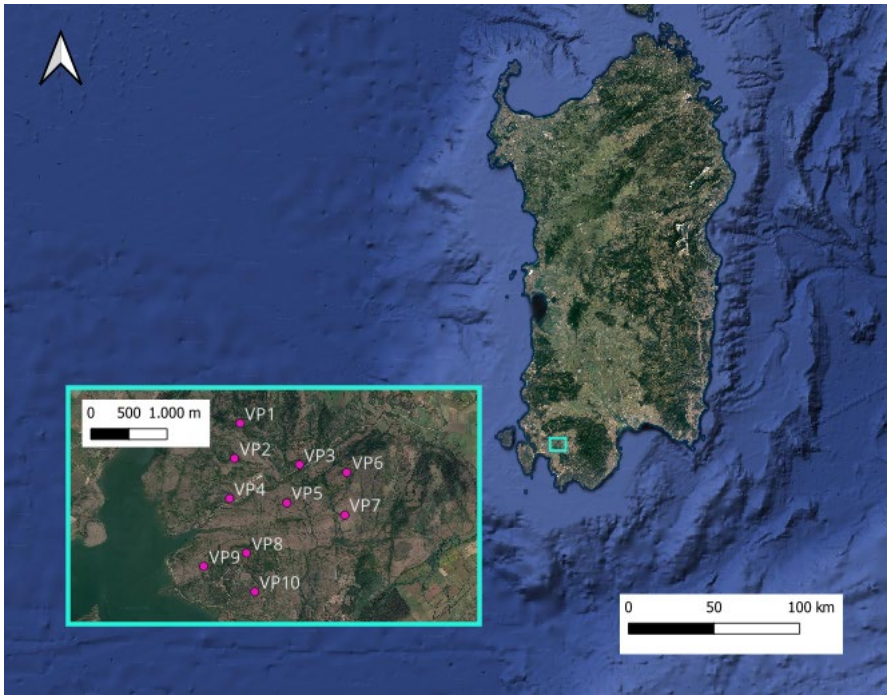


Figura 3-1: Inquadramento territoriale dell'impianto eolico Monte Pranu

L'impianto eolico denominato "Monte Pranu" è situato in una zona prevalentemente collinare non boschiva caratterizzata da un'altitudine media pari a circa 100 m s.l.m., con sporadiche formazioni di arbusti e la presenza di terreni incolti.

Il parco eolico ricade all' interno dei seguenti fogli catastali:

- Fogli 3, 4, 6, 7 nel comune di Villaperuccio

In Figura 3-2 è riportato l'inquadramento territoriale dell'area nel suo stato di fatto e nel suo stato di progetto, con la posizione degli aerogeneratori su ortofoto.

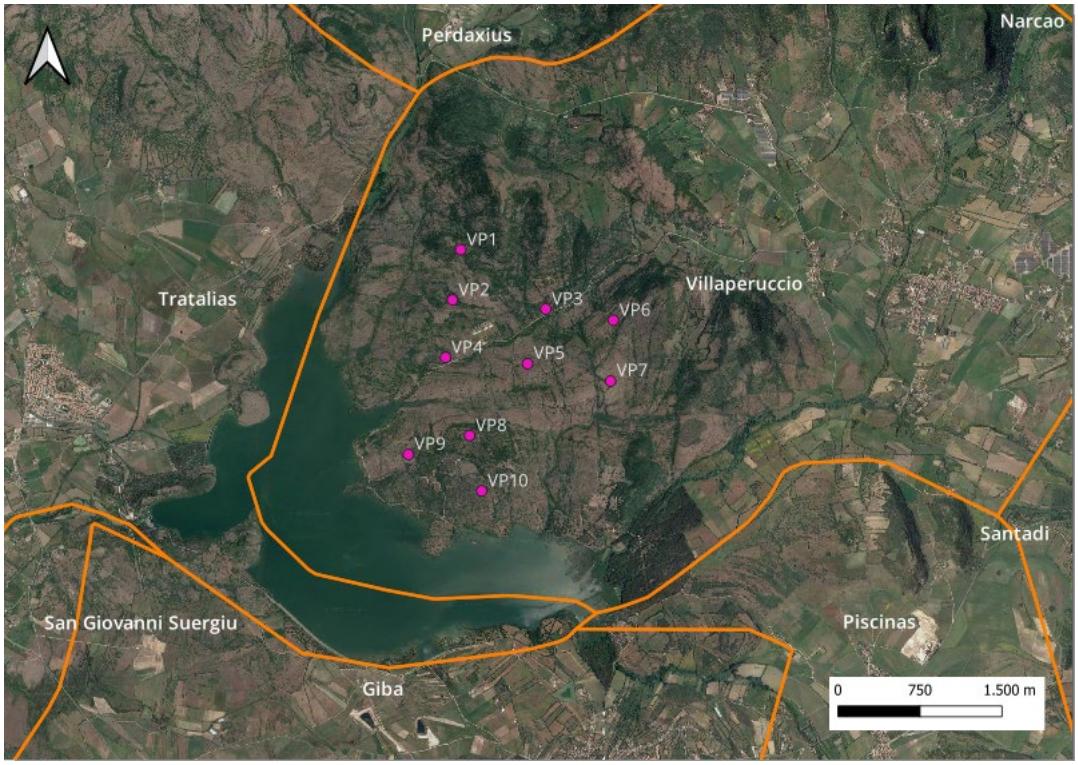


Figura 3-2: Inquadramento su ortofoto dell'area dell'impianto eolico Monte Pranu

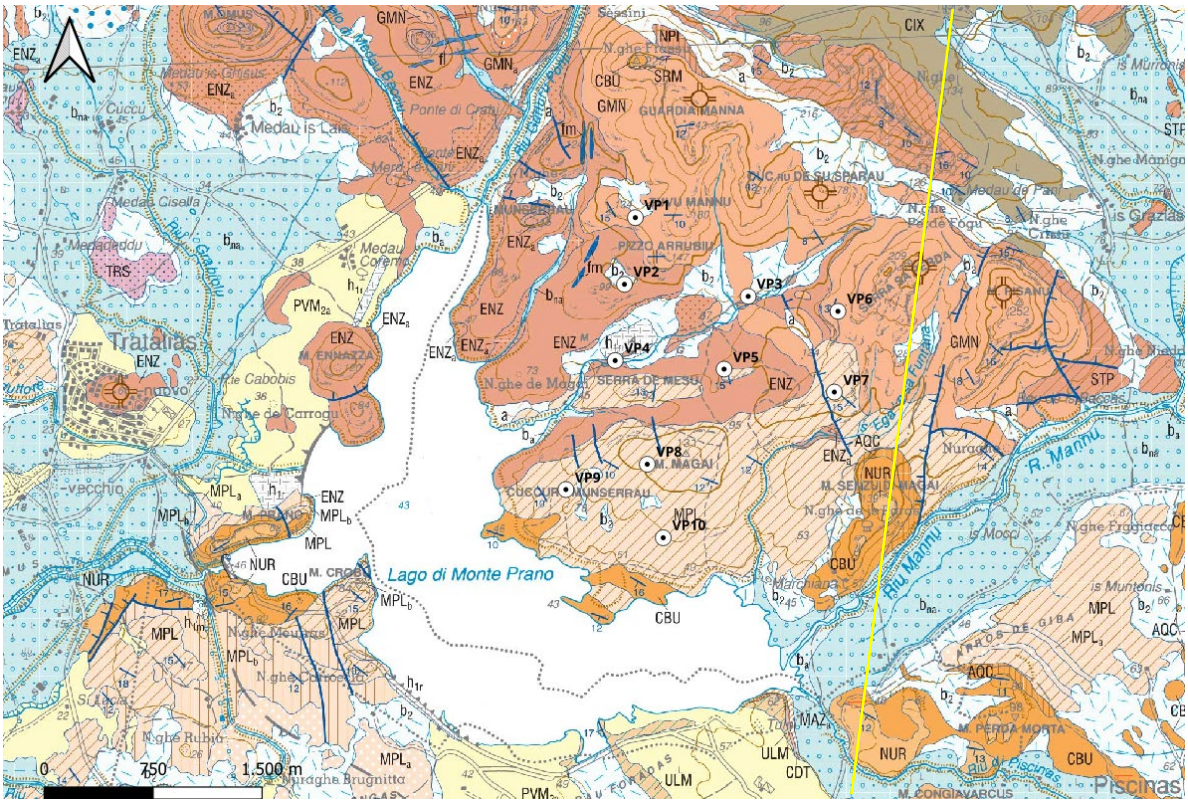
Si riporta in formato tabellare un dettaglio sulla localizzazione delle turbine eoliche di nuova costruzione, in coordinate Gauss-Boaga (EPSG 3003):

Tabella 3-1: Localizzazione geografica degli aerogeneratori di nuova costruzione

ID	Comune	Est	Nord	Quota (slm)
VP1	Villaperuccio	1467281,72	4329642,03	128
VP2	Villaperuccio	1467206,57	4329183,01	103
VP3	Villaperuccio	1468058,81	4329100,03	78
VP4	Villaperuccio	1467142,90	4328657,79	54
VP5	Villaperuccio	1467892,66	4328599,64	79
VP6	Villaperuccio	1468676,6	4328997,54	145
VP7	Villaperuccio	1468651,37	4328441,09	139
VP8	Villaperuccio	1467363,36	4327944,06	115
VP9	Villaperuccio	1466803,48	4327769,96	70
VP10	Villaperuccio	1467473,24	4327437,77	76

3.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La Sardegna è classicamente divisa in tre insiemi geologici che affiorano per estensioni circa equivalenti: il basamento metamorfico ercinico, il complesso intrusivo tardo-paleozoico, le successioni sedimentarie e vulcaniche tardo-paleozoiche, mesozoiche e cenozoiche. La grande variabilità litologica e di età cronologica per l'area in esame si può osservare all'interno del foglio geologico alla scala 1.50 000 n.564 "Carbonia", della carta geologica d'Italia edita da ISPRA (progetto CARG); di seguito si riporta un estratto con l'area di impianto in progetto (Figura 3-3).



Depositi alluvionali terrazzati
Ghiaie con subordinate sabbie (b_{na}), sabbie con subordinati limi e ghiaie (b_{nb}), limi e argille con subordinate sabbie (b_{nc}). Spessore: fino a 5-6 m.
OLOCENE

SINTEMA DI PORTOVESME
Subsintema di Portoscuso
Ghiaie alluvionali terrazzate con subordinate sabbie eoliche e detriti (PVM_{2a}) con spessori fino a più di 10 m; sabbie e arenarie eoliche con subordinati detriti e depositi alluvionali (PVM_{2b}) con spessori fino a 20 m; detriti di versante e brecce con subordinati depositi eolici e alluvionali (PVM_{2c}) con spessori fino a 3 m.
Subsintema di Calamosca ("Panchina tirreniana" *Auct.*)
Conglomerati e ghiaie litorali con resti di molluschi (*Strombus bubonius, Conus testudinarius*, *Patella ferruginea*, *etc.*) (PVM_1). Spessore: meno di 1 m.
PLEISTOCENE SUP.

RIOLITI DI NURAXI
Depositi piroclastici di flusso densamente saldati, da grigi a rosso-violacei, con marcata foliazione, porfirici per Pl e Sa, con tessitura da eutassitica a paratassitica, spesso reomorfici, a composizione riolitica; livello vitrofirico alla base. Spessore: 20 m. ($^{39}Ar/^{40}Ar$: 15,8±0,2 Ma).
MIOCENE MEDIO (LANGHIANO)

RIOLITI DI MONTE CROBU
Depositi piroclastici di flusso da densamente saldati con tessitura eutassitica, di colore rosso bruno, a non saldati (tufi, tufi a lapilli e tufi-breccia), porfirici per Sa e Pl, a composizione riolitica; spesso con livello vitrofirico basale, talora, a tetto, subordinati livelli piroclastici di caduta e paleosuoli (S. Antioco). Spessore: in genere da alcuni metri fino a qualche decina di metri; eccezionalmente fino a più di 100 m.
MIOCENE ?INF.-?MEDIO (?BURDIGALIANO SUP. - ?LANGHIANO)

ANDESITI DI MONTE PALMAS
Brecce laviche autoclastiche andesitiche con clasti subangolosi vescicolati grigio chiari, porfiriche per Pl, Opx, Cpx, Hbl e Bt in pasta di fondo ipocristallina, passanti verso l'alto (M. Magai) a lave andesitico-dacitiche con sviluppo di Qtz (MPL); intercalazione discontinua di lave andesitico-basaltiche scure in colate massive e autoclastiche, porfiriche per Pl, Opx, Cpx, ±Ol in pasta di fondo ipocristallina (MPL_b); alla base, bancate di brecce piroclastiche a matrice pomiceo-cineritica, intercalazioni di livelli epiclastici (MPL_a). Spessore: fino a circa 60 m.
MIOCENE INF. (BURDIGALIANO)

ANDESITI DI GUARDIA MANNA
Lave andesitiche in ammassi domici con strutture di flusso sub-verticali, in colate massive con laminazioni di flusso e inclusi microcristallini e brecce laviche autoclastiche, porfiriche per Pl, Hbl, Cpx, Opx, in pasta di fondo ipocristallina (GMN); filoni andesitici (GMN_b); intercalazioni di brecce piroclastiche matrice sostenute (GMN_a).
MIOCENE INF. (BURDIGALIANO)

ANDESITI BASALTICHE DI MONTE ENNAZZA
Brecce laviche autoclastiche andesitico-basaltiche e andesitiche in colate, spesso clasto-sostenute, subordinate colate laviche massive sia spesse che sottili, lave in ammassi domici, porfiriche per Pl, Cpx, Opx e Ol, in pasta di fondo da ipocristallina a olocristallina, alternate a colate laviche andesitiche autoclastiche e massive, porfiriche per Pl, Cpx e Opx in pasta di fondo ipocristallina (ENZ); filoni andesitico-basaltici (ENZ_b); spesso alla base brecce epiclastiche caotiche, eterometriche e poligeniche, talora grossolanamente stratificate; intercalazioni di depositi di flusso piroclastico (ENZ_a). Spessore: fino a circa 150 m.
MIOCENE INF.

Filoni a composizione intermedia e basica
Lave andesitiche in filoni, vetrose, afanitiche di colore scuro, debolmente porfiriche per rara Ol in pasta di fondo costituita da microliti di Pl ("Leucoandesiti" *Autc.*) (fl); lave basaltiche in filoni, massive e afanitiche, porfiriche per Pl, Cpx, Ol in pasta di fondo a struttura intersertale (fm).
MIOCENE INF. (BURDIGALIANO)

Figura 3-3: stralcio dell'area in esame del foglio geologico 564 "Carbonia" con legenda (per concessione ed uso da parte di ISPRA - Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia); in giallo traccia di sezione geologica riportata in seguito

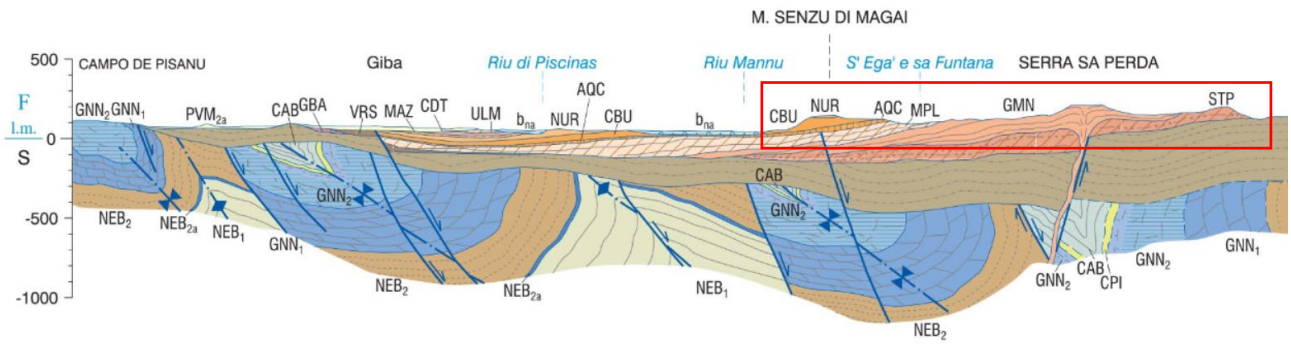


Figura 3-4: sezione geologica dell'area in esame; tratta da foglio geologico 564 "Carbonia"; in rosso successione nell'area in esame

Come si può osservare dallo stralcio cartografico riportato, l'area di impianto è collocata in un'area in cui affiorano principalmente i termini vulcanici del terziario; infatti, nell'oligocene superiore-Miocene inferiore il blocco sardo-corso subisce gli effetti attenuati della collisione tra il margine sud-europeo e la placca apula che portarono allo sviluppo della catena appenninica di cui il blocco sardo-corso rappresenta il retro-paese. Sia nella "Corsica-Ercinica" che nella Sardegna centro-settentrionale è attiva un'importante tettonica trascorrente con rigetti plurichilometrici di età Oligocenica – Aquitaniana. Alle faglie trascorrenti sono associate sia zone di transpressione con raddoppi tettonici, che strutture transtensive. A queste ultime si associano i bacini di pull-apart con potenti depositi continentali dell'Oligocene superiore – Aquitaniano coevi con una importante attività vulcanica.

Durante il Burdigaliano – Langhiano, contemporaneamente alla deriva e rotazione del Blocco Sardo-Corso e all'apertura del bacino balearico e del Tirreno Settentrionale, una fase estensionale sviluppa tra il golfo di Cagliari e quello dell'Asinara, un sistema di fosse colmate da notevoli spessori di vulcaniti calcalcaline e di sedimenti prevalentemente marini. Sia la tettonica trascorrente che quella distensiva sono accompagnate dal vulcanismo oligo-miocenico, che rappresenta uno degli eventi geologici terziari più importanti del Mediterraneo occidentale. Le successioni vulcaniche presentano notevoli spessori (anche centinaia di metri, a testimonianza dell'importanza del fenomeno), e sono rappresentate da serie vulcaniche andesitico-basaltiche e dacitiche (in colate laviche e domi lavici) e da serie dacitiche-riolitiche (principalmente piroclastiti di flusso).

Da un punto di vista geodinamico questo ciclo vulcanico è comunemente associato a subduzione oceanica, come suggerito anche dai caratteri petrografici e geochimici che indicano una genesi dei magmi per fusione parziale di rocce mantelliche (Coulon, 1977).

A partire dal Miocene superiore e fino al Pliocene-Pleistocene, buona parte dell'Isola è interessata da una nuova, importante, fase distensiva. Sono legate ad essa estese manifestazioni vulcaniche prevalentemente basiche ad affinità alcalina, transizionale e tholeitica, da riferire all'apertura del tirreno centro-meridionale.

Infine, le successioni quaternarie affioranti nell'areale in esame sono costituite prevalentemente da sedimenti di conoide e di piana alluvionale, reincisi in più ordini di terrazzi a seguito delle oscillazioni climatiche quaternarie e da coltri eluvio-colluviali, caratterizzati da detriti immersi in matrice fine, con intercalazioni di suoli più o meno evoluti (in piccoli spessori di 1-2 m).

La successione stratigrafica tipica di impianto è costituita da:

- Gruppo di Monte Sirai: sono i prodotti effusivi di epoca più recente (miocene inferiore – medio), in cui l'attività vulcanica cambia da effusiva a essenzialmente esplosiva, con produzione di piroclastiti di flusso. I termini affioranti nell'areale in esame sono le rioliti di Monte Crobu e di Nuraxi,
- Gruppo di Carbonia: caratterizzato da grande variabilità litologica rappresenta i prodotti dell'attività effusiva del Burdigaliano, in cui si osservano due serie magmatiche distinte di origine mantellica, a principale composizione olivinica e pirossenica. Le litologie affioranti nell'areale sono costituite dalle andesiti basaltiche di Monte Ennazza, dalle Andesiti di Guardia Manna e di Monte Palmas, oltre che da filoni intrusivi a prevalente composizione basica.

Le serie andesitico-basaltiche affiorano diffusamente nell'area dell'impianto e sono per lo più costituite da brecce laviche autoclastiche e in colate, spesso clasto-sostenute, con subordinate colate laviche massive sia spesse che sottili. Presentano una immersione tendenzialmente verso Sud/Sud-Ovest con blanda pendenza entro i 15°, a partire da apparati vulcanici sviluppatesi più a monte in corrispondenza di faglie normali.

Tali successioni presentano spessori anche di centinaia di metri e, per mezzo di dati di bibliografia riferiti a indagini condotte nelle medesime litologie, si è osservato che si tratta di rocce lapidee di colore grigio o grigio ceruleo; presentano RQD variabili tra 30 e 90% perciò in uno stato da poco a molto fratturato. Si distinguono varie famiglie di fratture con aperture anche decimetriche riempite di argilla di colore beige con immersa ghiaia di vulcanite, con giunti scabri ed alterati.

3.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'areale in cui si prevede l'installazione dell'impianto eolico è collocato in un contesto morfologico caratterizzato da blandi rilievi con quota massima intorno ai 252 m slm (M. Pisanu), con pendii docilmente degradanti verso Sud/Sud-Est. La geomorfologia del sito, dunque, si presenta fortemente influenzata dai caratteri litologici, giaciturali e strutturali delle rocce affioranti e verosimilmente dai movimenti tettonici recenti che hanno interessato questa parte dell'isola (Figura 3-5).

Tuttavia, le caratteristiche dei rilievi "andesitici" del Burdigaliano (areale in studio) si discostano sensibilmente da quelle che caratterizzano le zone in cui affiorano le litologie antiche paleozoiche.

Infatti, quest'ultime, presentano in media una altitudine minore e generano piccoli altipiani spianati leggermente pendenti verso sud, con medesima o similare quota.

L'elemento che maggiormente agisce sulla modellazione del paesaggio è in ogni caso il clima tipico di questa zona, determinando quindi un'erosione selettiva tra rocce poco resistenti e quelle decisamente più resistenti come le litologie metamorfiche e vulcaniche, che costituiscono i rilievi circostanti.

Non si osserva la formazione di suoli sviluppati o comunque con spessori considerevoli (maggiori di 1 m) e ricchi in sostanza organica a causa della sostanziale assenza di vegetazione continua e ad alto fusto che accentua l'azione alterante ed erosiva degli elementi esogeni.

Il reticolo fluviale è mediamente gerarchizzato e sovente caratterizzato da impluvi con portate basse e variabili, asciutti per la maggior parte dell'anno con aumento improvviso dei flussi solo in occasioni di fenomeni di precipitazione intensi (lo studio delle portate nei bacini idrografici locali afferenti alle opere previste nel progetto dell'impianto eolico è stato condotto all'interno dell'elaborato *VIL.042 – Relazione idrologico idraulica*).

Figura 3-5: inquadramento geomorfologico dell'area di impianto su ortofoto con indicazione delle curve di livello

3.3 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

L'impianto eolico Greenfield "Monte Pranu" ricade in corrispondenza del bacino idrografico del Rio Palmas.

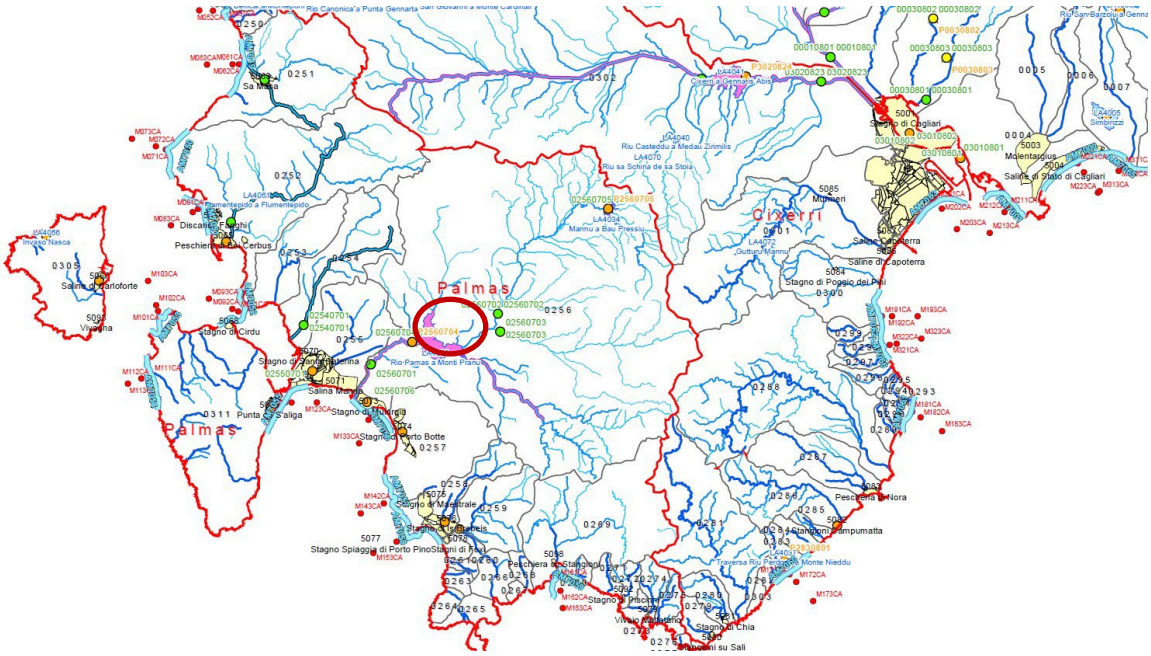


Figura 3-6 Inquadramento idrografico - Stralcio della Tav. 2-Idrografia Superficiale del Piano di Tutela delle Acque (PTA)

Il sopracitato bacino fa parte della stessa Unità Idrografica Omogenea (U.I.O) denominata "Palmas".

Per un maggiore approfondimento riferirsi all'elaborato *VIL.042 - Relazione idrologica-idraulica.*

3.4 CARATTERISTICHE CLIMATICHE LOCALI

La caratterizzazione del clima del territorio del bacino dell'U.I.O. del Palmas è basata sui dati delle stazioni pluviometriche ricadenti all'interno del bacino (Tabella 2-2).

Tabella 2-2: Elenco delle stazioni pluviometriche nell'U.I.O. del Palmas

STAZIONE	ANNI DI OSSERVAZIONE	STRUMENTO	QUOTA (m.s.l.m.)	COORDINATE
Santadì	1922-2007	Pluviometro	292	39° 5'29.62"N 8°43'8.23"E
Narcao	1922-2011	Pluviometro	119	39° 9'59.74"N 8°40'37.23"E

Per l'analisi delle condizioni pluviometriche, si è fatto riferimento ai dati registrati nelle due stazioni del bacino più vicine al sito di progetto e riportate nella successiva tabella, desunta dai dati degli annali idrologici.

Tabella 2-3: Piovosità mensile media per le stazioni pluviometriche all'interno dell'U.I.O. del Palmas per gli anni dal 1922 al 2011.

Piovosità mensile media [mm]		
Mese	Stazione di Santadì	Stazione di Narcao
Gennaio	81	79
Febbraio	71	71
Marzo	64	61
Aprile	53	54
Maggio	37	37
Giugno	18	16
Luglio	9	7
Agosto	20	16
Settembre	39	42
Ottobre	74	73
Novembre	91	94
Dicembre	98	97
Annuale Media [mm]	654	648

Considerando i dati relativi al periodo compreso tra il 1922 e il 2011, l'analisi del regime pluviometrico evidenzia come il valore di piovosità media annua sia attorno ai 650 mm. I mesi più piovosi sono i mesi di novembre e dicembre dove si sfiorano i 100 mm di pioggia media. I mesi estivi si confermano invece come il periodo più asciutto, soprattutto giugno e luglio, in cui i valori medi delle stazioni di riferimento non salgono sopra i 20 mm mensili. A causa della scarsità di stazioni di rilevamento meteo il dato non è sicuramente rappresentativo per l'intero bacino del Palmas, soprattutto in quanto le due stazioni sono poste ad una distanza di circa 9 km l'una dall'altra. Tuttavia, entrambe le stazioni si trovano molto vicine (8 km) al sito di progetto e possono essere considerate un buon riferimento per le piogge che lo caratterizzano.

Il clima, infine, si presenta statisticamente riconducibile al clima di tipo mediterraneo, come per il resto delle aree costiere e sub-costiere della regione. Con estati lunghe, calde e asciutte ed inverni corti, miti e piovosi.

4 CARATTERISTICA DELLA RISORSA EOLICA

Si riporta di seguito la caratterizzazione anemologica del sito. In particolare, verranno descritti gli input alla base della modellazione anemologica, il modello impiegato e i risultati principali dell'analisi di producibilità.

4.1 INPUT ANEMOLOGICO

Per la definizione preliminare del regime anemologico sulla zona interessata dal progetto d'impianto è stata svolta un'analisi sulla base dei dati anemometrici di una stazione di misura, suffragata da confronti e correlazioni con dati di altre serie storiche relative a punti appartenenti alla più ampia area analizzata, inerenti allo stesso regime di venti e ben rappresentative del sito in oggetto.

Sono disponibili le elaborazioni di alcune serie di dati appartenenti a stazioni installate nella zona del sito interessato, tra le quali ne è stata scelta una, in quanto la più rappresentativa. In particolare, Riferimento 1 (codice RIF1) è stata installata ad ottobre 2012 nel Comune di Giba ed ha raccolto dati per circa un anno e mezzo, dai quali è stato estratto un periodo molto rappresentativo di oltre 12 mesi continuativi, con disponibilità del 100% di dati validi, con i quali è stata effettuata la valutazione del potenziale eolico atteso dall'impianto in progetto. La stazione anemometrica denominata "Riferimento 1" (codice RIF1) ha raccolto dati in una località posta a meno di 5 km dal baricentro dell'impianto in progetto.

Tabella 4-1: Durata della velocità del vento

m/s	ore/anno	%	m/s	ore/anno	%
0.0	8760.0	100.00	0.5	8515.6	97.21
1.0	8267.4	94.38	1.5	7936.9	90.60
2.0	7494.8	85.56	2.5	6958.1	79.43
3.0	6377.4	72.80	3.5	5764.1	65.80
4.0	5130.5	58.57	4.5	4476.5	51.10
5.0	3872.5	44.21	5.5	3345.2	38.19
6.0	2879.0	32.86	6.5	2496.1	28.49
7.0	2166.7	24.73	7.5	1881.6	21.48
8.0	1624.9	18.55	8.5	1388.2	15.85
9.0	1180.4	13.47	9.5	996.9	11.38
10.0	837.8	9.56	10.5	701.5	8.01
11.0	587.9	6.71	11.5	500.2	5.71
12.0	416.5	4.75	12.5	346.1	3.95
13.0	289.8	3.31	13.5	237.3	2.71
14.0	199.3	2.27	14.5	166.7	1.90
15.0	139.2	1.59	15.5	117.2	1.34
16.0	100.3	1.15	16.5	82.5	0.94
17.0	67.8	0.77	17.5	56.4	0.64
18.0	46.5	0.53	18.5	37.8	0.43
19.0	31.3	0.36	19.5	26.5	0.30
20.0	20.9	0.24	20.5	16.7	0.19
21.0	12.6	0.14	21.5	9.1	0.10
22.0	6.5	0.07	22.5	4.5	0.05
23.0	3.1	0.04	23.5	2.2	0.02
24.0	1.1	0.01	24.5	0.8	0.01
25.0	0.5	0.01	25.5	0.3	0.00
26.0	0.2	0.00	26.5	0.0	0.00
27.0	0.0	0.00	27.5	0.0	0.00
28.0	0.0	0.00	28.5	0.0	0.00
29.0	0.0	0.00	29.5	0.0	0.00
30.0	0.0	0.00	30.5	0.0	0.00

Parametri della distribuzione di Weibull :	**Vc = 5.90**	**k = 1.57**

Parametri della velocità del vento calcolati con la distribuzione di Weibull:		
Vmed = 5.30 m/s	sqmV = 3.45 m/s	Vcub = 7.24 m/s
Potenza specifica della vena fluida		Pv = 232 W/m2

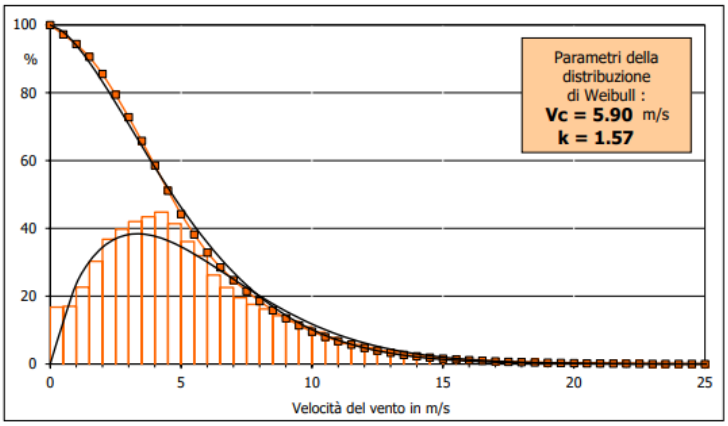


Figura 4-1: Curve di durata e distribuzione di frequenza della velocità del vento

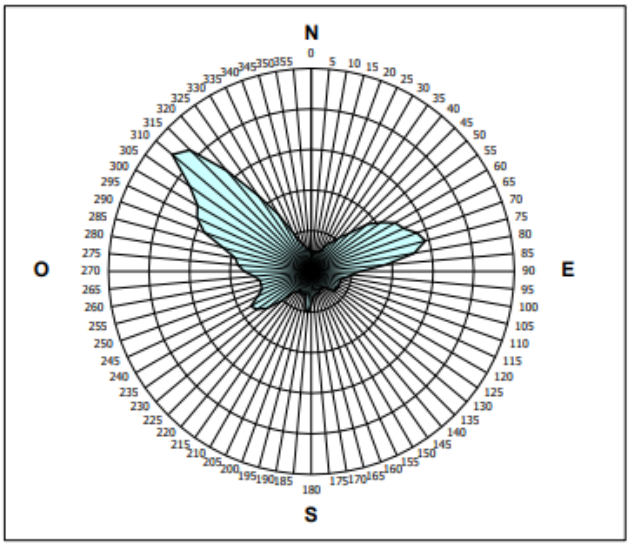


Figura 4-2: Frequenza delle direzioni del vento (rosa dei venti)

4.2 MODELLO DI AEROGENERATORE

Gli aerogeneratori in progetto avranno diametro del rotore fino a 162 m, una torre di altezza fino a 119 m e una potenza unitaria fino a 7,2 MW ciascuno.

Per la stima della resa energetica delle turbine di progetto è stato considerato come aerogeneratore tipo la turbina V162-7.2MW prodotta da Vestas, di cui si riportano le principali caratteristiche tecniche in Tabella 4-2: Specifiche tecniche aerogeneratore di riferimento.

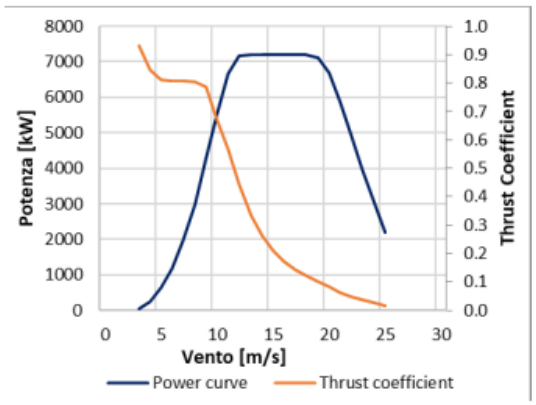
Tabella 4-2: Specifiche tecniche aerogeneratore di riferimento

Grandezza	U.M.	Valore
Potenza	kW	7.200
Velocità di avvio (cut in)	m/s	3
Velocità nominale	m/s	12
Velocità di arresto (cut out)	m/s	25
Velocità di rotazione nominale	rpm	9,5
Numero di pale	n°	3
Altezza della torre	m	119
Diametro del rotore	m	162
Area spazzata dal rotore	mq	20.612
Classe	IEC	S

Di seguito, sono rappresentate nel loro sviluppo la curva di potenza (P), la curva di spinta (Ct) usati per determinare la producibilità e le perdite per effetto scia dell'impianto, riferite alla densità dell'aria standard pari a 1,225 kg/m3.

Tabella 4-3: Potenza e coefficiente di spinta

Turbina	V162-7.2 MW		Diametro	162.0
Altezza di mozzo	119.0 m		Classe IEC	S
Vento (m/s)	Potenza (kW)	Thrust Coefficient		
0	-	-		
1	-	-		
2	-	-		
3	42	0.930		
4	254	0.846		
5	633	0.812		
6	1189	0.806		
7	1969	0.808		
8	2994	0.804		
9	4277	0.787		
10	5519	0.671		
11	6647	0.566		
12	7158	0.444		
13	7198	0.336		
14	7200	0.262		
15	7200	0.210		
16	7200	0.172		
17	7200	0.143		
18	7200	0.122		
19	7113	0.102		
20	6682	0.083		
21	5865	0.064		
22	4928	0.048		
23	3984	0.036		
24	3049	0.026		
25	2202	0.018		



4.3 RISULTATI DELL'ANALISI DI PRODUCIBILITÀ

In Tabella 4-4 vengono mostrati i risultati ottenuti tramite la modellazione WAsP in termini di energia eolica annuale P50 al netto delle perdite di scia e delle perdite tecniche, quali indisponibilità degli aerogeneratori, indisponibilità di rete, indisponibilità del Balance of Plant (BoP), perdite elettriche, perdite di ambiente e perdite di performance delle turbine.

Tabella 4-4: Risultati stima energia eolica annuale P50 netta

Potenza installata	72 MW
Potenza nominale WTG	7,2 MW
N° WTG	10
Diametro del rotore	162 m
Altezza del mozzo	119 m
Perdite di scia complessive	7,9%
Perdite tecniche complessive	8,9%
Energia prodotta annua P50 netta	**145.288 MWh**
Ore equivalenti P50 nette	**2018**

È stato riportato il percentile P50. Esso rappresenta il valore a cui corrisponde il 50% di probabilità di ottenere, nella realtà, un valore maggiore o uguale a quello riportato.

Al percentile riportato, si stima che l'impianto eolico potrà produrre 145.288 GWh all'anno, per un totale di 2018 ore equivalenti, valore superiore alle 2000 ore indicate nell'allegato e "PIANO ENERGETICO AMBIENTALE DELLA REGIONE SARDEGNA" della delibera G.R. n. 59/90 del 27.11.2020.

Il sito è quindi caratterizzato da ottimi valori di ventosità che garantiscono un'elevata producibilità.

5 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

5.1 REALIZZAZIONE DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 1)

La predisposizione del layout del nuovo impianto è stata effettuata conciliando i vincoli identificati dalla normativa con i parametri tecnici derivanti dalle caratteristiche del sito, quali la conformazione del terreno, la morfologia del territorio, le infrastrutture già presenti nell'area di progetto e le condizioni anemologiche. In aggiunta, si è cercato di posizionare i nuovi aerogeneratori nell'ottica di integrare il nuovo progetto in totale armonia con le componenti del paesaggio caratteristiche dell'area. Infine, si sottolinea che la redazione del progetto è stata condotta in accordo con le specifiche tecniche previste per gli aerogeneratori da 7.2 MW.

La prima fase della predisposizione del layout è stata caratterizzata dall'identificazione delle aree non idonee per l'installazione degli aerogeneratori, evidenziate ed individuate dall'analisi vincolistica.

Successivamente, al fine di un corretto inserimento del progetto nel contesto paesaggistico dell'area circostante, sono state considerate le Linee Guida di cui al D.M. 10 settembre 2010, in particolare dei seguenti indirizzi:

- Disposizione delle macchine a mutua distanza sufficiente a contenere e minimizzare le perdite per effetto scia;
- Minima distanza di ciascun aerogeneratore da unità abitative munite di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate non inferiore a 200 m;
- Minima distanza di ciascun aerogeneratore dai centri abitati individuati dagli strumenti urbanistici vigenti non inferiore a 6 volte l'altezza massima dell'aerogeneratore;
- Distanza di ogni turbina eolica da una strada provinciale o nazionale superiore all'altezza massima dell'elica comprensiva del rotore e comunque non inferiore a 150 m dalla base della torre.

A valle della fase di identificazione delle aree non idonee effettuata tramite cartografia e delle indicazioni da DM 10/09/2010 appena riportate, sono stati condotti vari sopralluoghi con specialisti delle diverse discipline coinvolte (ingegneri ambientali, ingegneri civili, geologi, archeologi ed agronomi), mirati a identificare le aree maggiormente indicate per le nuove installazioni dal punto di vista delle caratteristiche geomorfologiche dell'area.

Le posizioni degli aerogeneratori per l'installazione in progetto sono state ulteriormente raffinate in maniera da ottimizzare la configurazione dell'impianto in funzione delle caratteristiche anemologiche e di riutilizzare il più possibile la viabilità già esistente, minimizzando dunque l'occupazione di ulteriore suolo libero. A tal riguardo, è stato ritenuto di fondamentale importanza

nella definizione del layout la scelta di postazioni che consentissero di contenere il più possibile l'apertura di nuovi tracciati stradali e di movimenti terra.

Il layout dell'impianto eolico è quello risultato il più adeguato a valle dello studio e dell'osservazione dei seguenti aspetti:

- Esclusione delle aree non idonee (Delibera regionale del 27 novembre 2020 n.59/90);
- Rispetto dei vincoli ambientali e paesaggistici;
- Linee Guida D.M. 10 settembre 2010;
- Massimo riutilizzo delle infrastrutture presenti;
- Ottimizzazione della risorsa eolica;
- Minima occupazione del suolo, prediligendo il riutilizzo, previo riadattamento, della viabilità preesistente;
- Contenimento dei volumi di scavo e bilanciamento dei volumi di scavo con quelli di riporto necessari.

5.1.1 Layout di progetto

Gli aerogeneratori in progetto sono stati posizionati al fine di ottimizzare la produzione di energia di ridurre al minimo l'impatto del progetto sull'ambiente circostante.

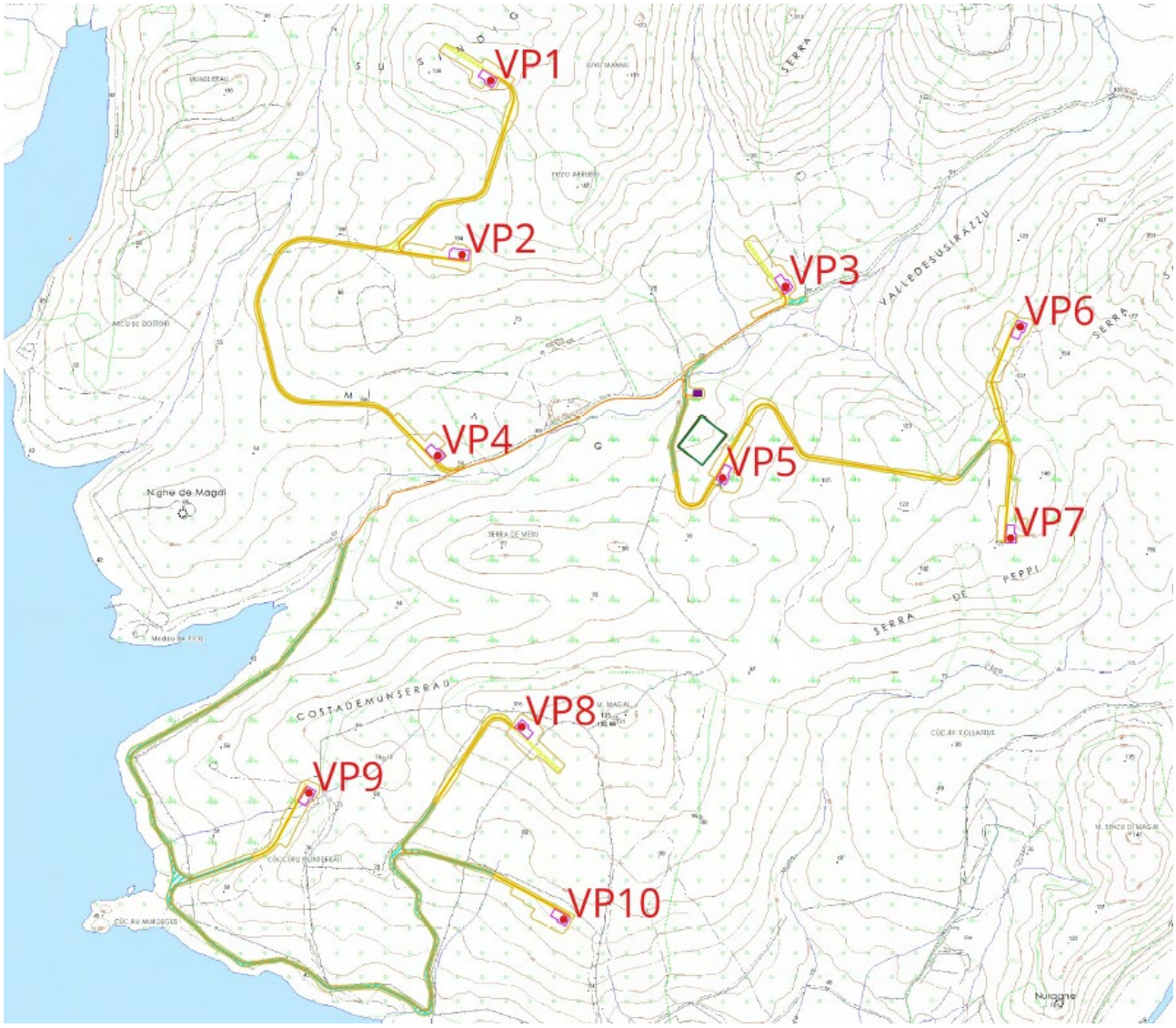
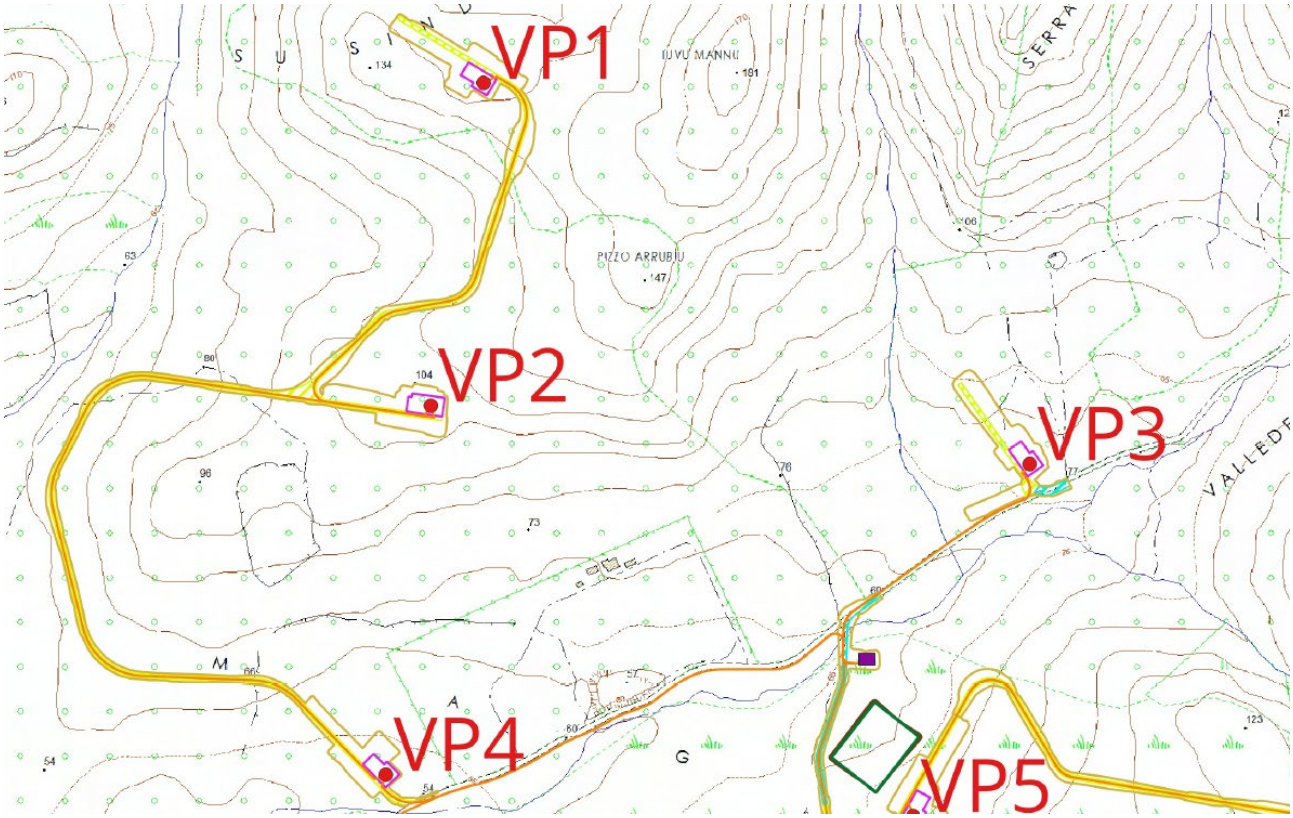
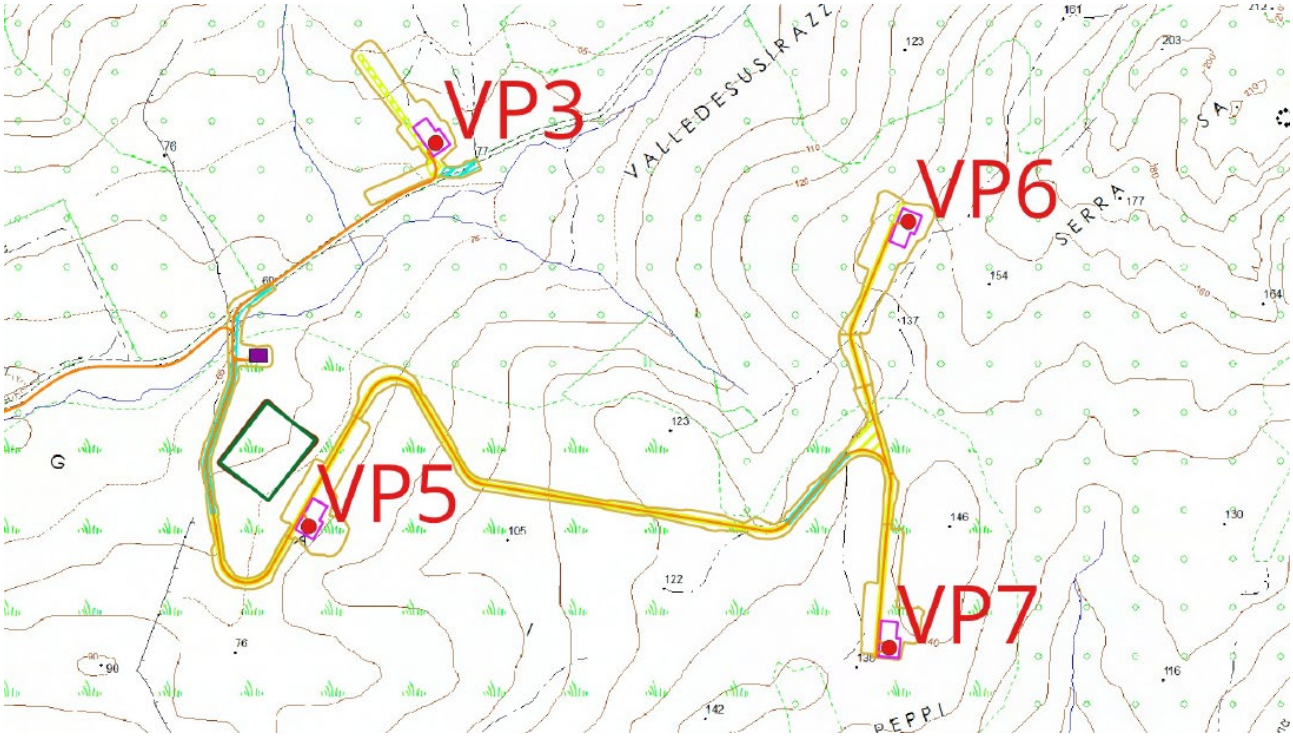


Figura 5-1: Inquadramento opere su CTR, vista d'insieme


VP1
VP2
VP3
VP4
VP5
IUVU MANNU
PIZZO ARRUBIU
SERRA


VP3
VP5
VP6
VP7
VALLEDESUSIRAZZ
SERRA

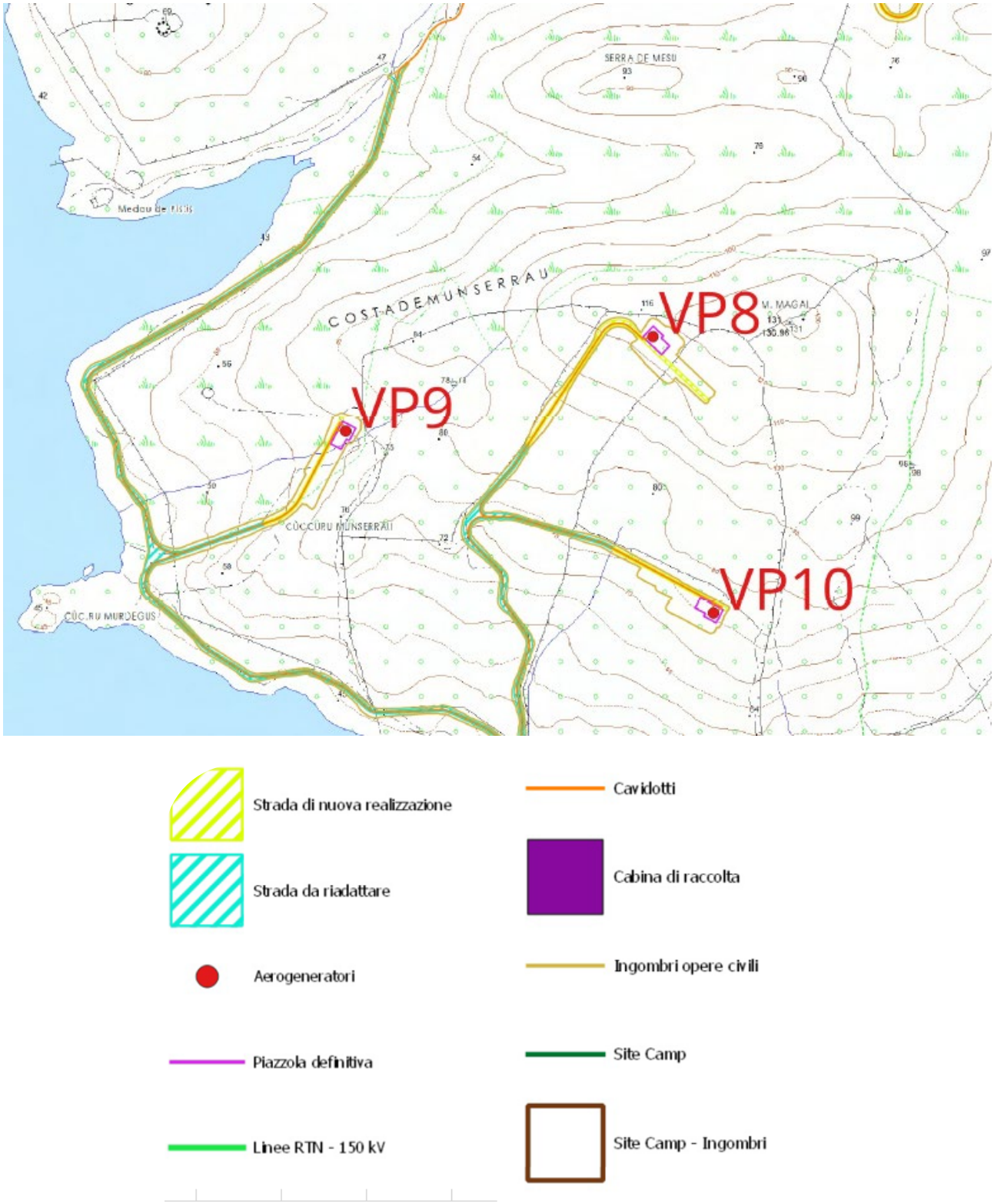


Figura 5-2: Inquadramento opere su CTR, dettagli e legenda

L'accesso al sito è garantito da una strada locale asfaltata, ubicata in posizione centrale rispetto all'area d'impianto, che si dirama a partire dalla strada provinciale 79 e raggiunge il sito in prossimità dell'aerogeneratore VP3 per proseguire fino alle aree prossime all'aerogeneratore VP4, prima di

terminare in prossimità del Lago di Monte Pranu. Inoltre, in sito sono presenti delle strade locali sterrate che verranno riutilizzate in modo da minimizzare la necessità di occupare nuovo suolo.

L'impianto eolico di nuova realizzazione sarà suddiviso in n. **4 sottocampi** composti da 2 o 3 aerogeneratori collegati in entra-esci con linee in cavo di media tensione 36 kV, i quali si connettono alla cabina di raccolta, posizionata in prossimità dell'aerogeneratore VP5.

I sottocampi saranno i seguenti:

- Elettrodotto 1: aerogeneratori VP1-VP2-VP4
- Elettrodotto 2: aerogeneratori VP8-VP10-VP9
- Elettrodotto 3: aerogeneratori VP5-VP3
- Elettrodotto 4: aerogeneratori VP6-VP7

5.1.2 Caratteristiche tecniche delle opere di progetto

5.1.2.1 Aerogeneratori

L'aerogeneratore è una macchina rotante che converte l'energia cinetica del vento dapprima in energia meccanica e poi in energia elettrica ed è composto da una torre di sostegno, dalla navicella e dal rotore.

L'elemento principale dell'aerogeneratore è il rotore, costituito da tre pale montate su un mozzo; il mozzo, a sua volta, è collegato al sistema di trasmissione composto da un albero supportato su dei cuscinetti a rulli a lubrificazione continua. L'albero è collegato al generatore elettrico. Il sistema di trasmissione e il generatore elettrico sono alloggiati a bordo della navicella, posta sulla sommità della torre di sostegno. La navicella può ruotare sull'asse della torre di sostegno, in modo da orientare il rotore sempre in direzione perpendicolare alla direzione del vento.

Oltre ai componenti sopra elencati, vi è un sistema che esegue il controllo della potenza ruotando le pale intorno al loro asse principale, ed il controllo dell'orientamento della navicella, detto controllo dell'imbardata, che permette l'allineamento della macchina rispetto alla direzione del vento.

La torre di sostegno è di forma tubolare tronco-conica in acciaio, costituita da conci componibili. La torre è provvista di scala a pioli in alluminio e montacarico per la salita.

Gli aerogeneratori che verranno installati nel nuovo impianto di Monte Pranu saranno selezionati sulla base delle più innovative tecnologie disponibili sul mercato. La potenza nominale delle turbine previste sarà pari a 7,2 MW. La tipologia e la taglia esatta dell'aerogeneratore saranno comunque individuati in seguito alla fase di acquisto delle macchine e verranno descritti in dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

Si riportano di seguito le principali caratteristiche tecniche di un aerogeneratore con potenza nominale pari a 7,2 MW:

Tabella 5-1: Caratteristiche principali aerogeneratori di progetto

Potenza nominale	7,2 MW
Diametro del rotore	162 m
Lunghezza della pala	79,35 m
Corda massima della pala	4,3 m
Area spazzata	20.612 m^2
Altezza al mozzo	119 m
Classe di vento IEC	S
Velocità cut-in	3 m/s
V nominale	12 m/s
V cut-out	25 m/s

Nell'immagine seguente è rappresentata una turbina con rotore di diametro pari a 162 m e potenza fino a 7,2 MW:

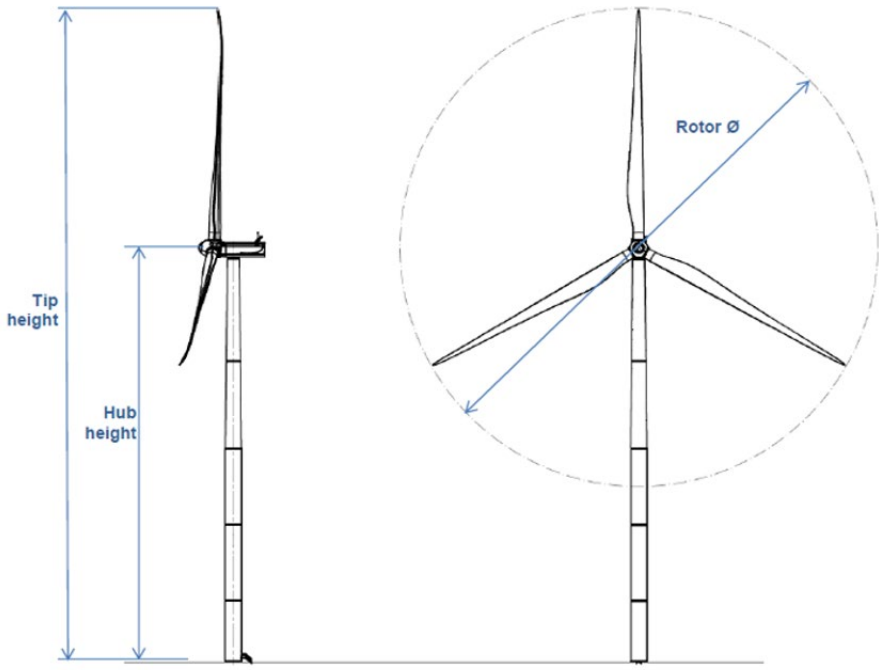


Figura 5-3: Vista e caratteristiche di un aerogeneratore da 7,2 MW

Ogni aerogeneratore è equipaggiato di generatore elettrico asincrono, di tipo DFIG (Directly Fed Induced Generator) che converte l'energia cinetica in energia elettrica ad una tensione nominale

di 690 V. È inoltre presente all'interno di ogni macchina il trasformatore MT/BT per innalzare la tensione di esercizio da 690 V a 36.000 V.

5.1.2.2 Fondazione aerogeneratori

Le opere in progetto sono costituite da un basamento di fondazione per una turbina eolica di capacità 7,2 MW, diametro delle pale 162 m e altezza al mozzo 119 m. La turbina è sostenuta da una torre costituita da un tubolare in acciaio a sezione variabile innestato alla struttura di base in calcestruzzo armato.

Si ipotizza come tipologia di opera fondazionale, una fondazione di tipo indiretto, costituita da un plinto su pali. Nelle successive fasi progettuali, in seguito all'aggiornamento del modello geotecnico di calcolo, si procederà al dimensionamento definitivo della fondazione degli aerogeneratori.

Come illustrato in seguito, il basamento è costituito da un plinto, a base circolare su pali, di diametro 25 m. L'altezza dell'elemento è variabile, da un minimo 1,5 m sul perimetro esterno del plinto a un massimo di 3,75 metri nella porzione centrale. In corrispondenza della sezione di innesto della torre di sostegno è realizzato un colletto aggiuntivo di altezza 0,5 m. I pali sono di diametro 1,2 m e lunghezza 15 m.

Il calcestruzzo selezionato per le strutture è di classe di resistenza C25/30 per i pali e C32/40 per il basamento, il colletto dovrà invece essere realizzato con un successivo getto con classe di resistenza C45/55. In ogni caso, all'interfaccia tra il calcestruzzo del colletto e le strutture metalliche, dovrà essere interposta un'idonea malta ad alta resistenza per permettere un livellamento ottimale e garantire la perfetta verticalità delle strutture e permettere un'idonea distribuzione degli sforzi di contatto.

Si allega sezione delle opere estratta dagli elaborati grafici allegati:

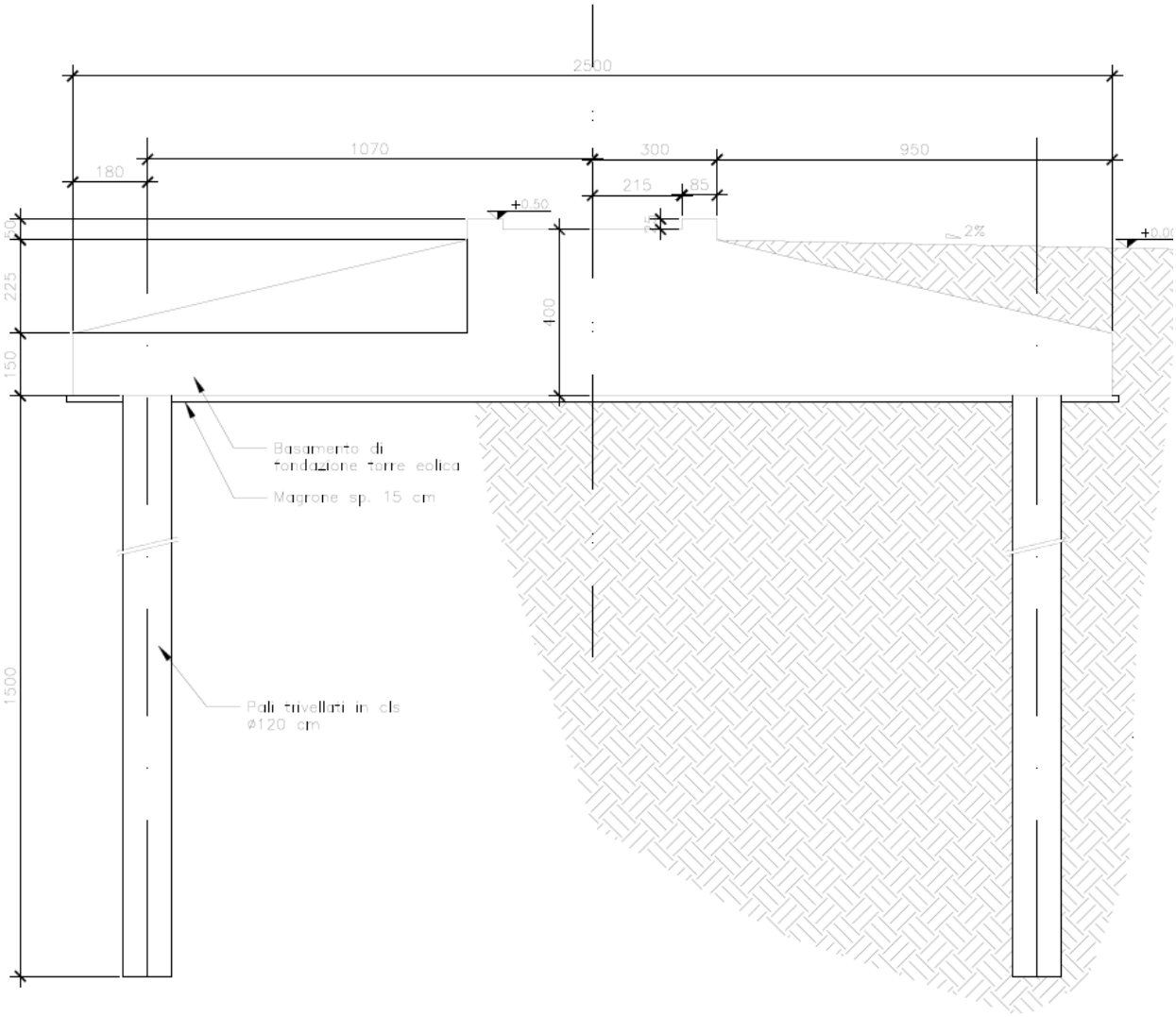


Figura 5-4: Sezione di fondazioni e pali degli aerogeneratori

5.1.2.3 Piazzola di montaggio e manutenzione

Il montaggio degli aerogeneratori prevede la necessità di realizzare una piazzola alla base di ogni turbina.

Tale piazzola dovrà consentire le seguenti operazioni, nell'ordine:

- Montaggio della gru tralicciata (bracci di lunghezza pari a circa 157 m);
- Stoccaggio pale, conci della torre, mozzo e navicella;
- Montaggio dell'aerogeneratore mediante l'utilizzo della gru tralicciata e delle gru di supporto;

La piazzola di montaggio di riferimento è mostrata nella figura seguente, che riporta le tipiche piazzole previsto dal produttore di aerogeneratori Vestas per un aerogeneratore con caratteristiche analoghe a quelle previste per il presente progetto:

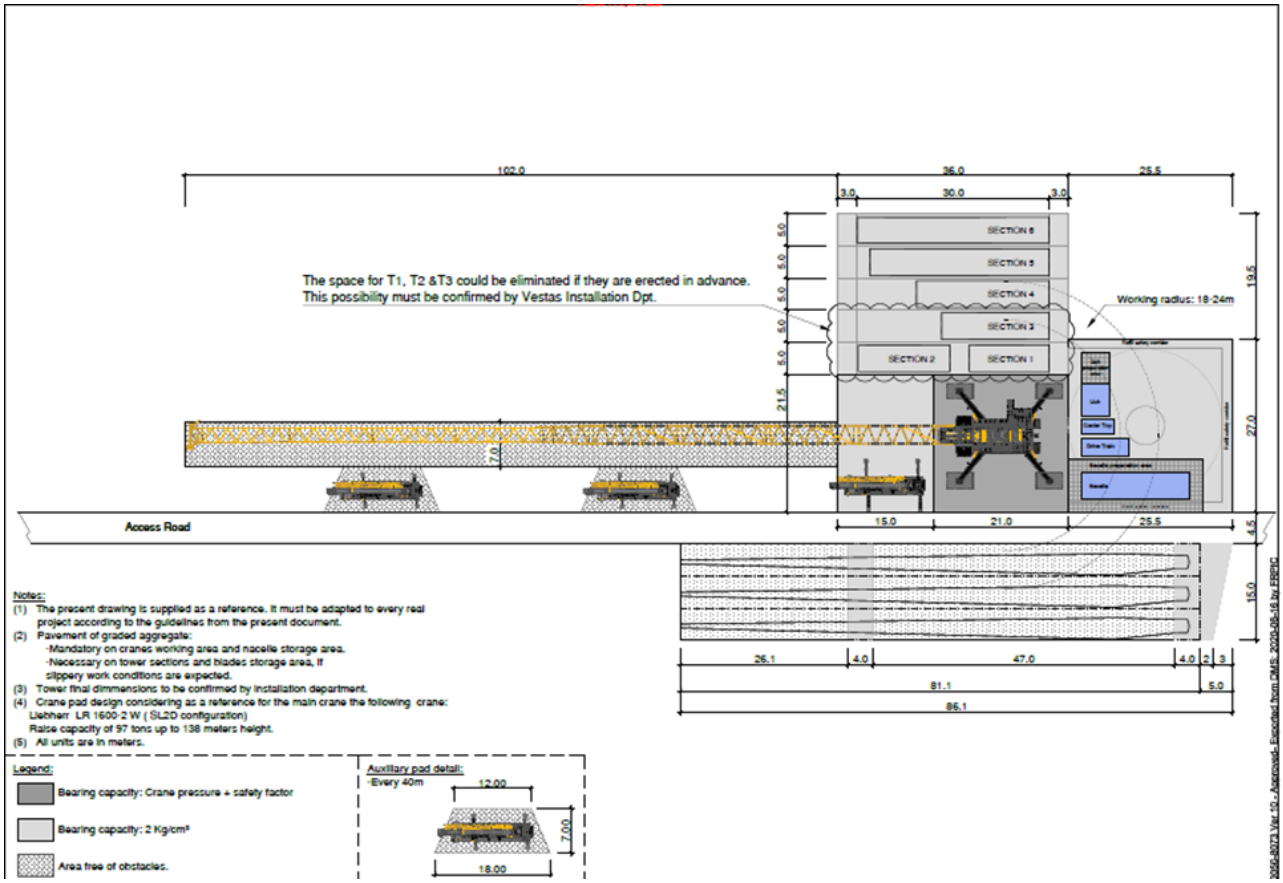


Figura 5-5: Tipico piazzola

La piazzola di montaggio è stata poi studiata maggiormente nel dettaglio per ciascun aerogeneratore di progetto al fine di garantire il miglior inserimento possibile dello stesso nell'area del sito: per ogni aerogeneratore è stata progettata una configurazione di piazzola in grado di garantire

- l'ottimizzazione dei movimenti di terra;
- minimizzare l'interferenza con la vegetazione circostante;
- minimizzare l'utilizzo di suolo prediligendo l'utilizzo di viabilità preesistente;
- occupare, per la maggior parte possibile delle aree coinvolte, le particelle catastali per cui la società Proponente possiede già la disponibilità dei terreni;

A titolo esemplificativo, si propongono i seguenti accorgimenti adottati per alcuni degli aerogeneratori:

- per quanto concerne l'aerogeneratore VP1, la porzione di piazzola destinata al deposito delle pale è stata leggermente arretrata, rispetto al tipologico appena mostrato, al fine di rientrare per intero all'interno di una radura caratterizzata dall'assenza di vegetazione arborea e interessata da una vegetazione erbacea poco sviluppata e incolta.

- Allo stesso modo, l'area di stoccaggio pale è stata ruotata nella piazzola dell'aerogeneratore VP4 per garantire una migliore accessibilità dalla strada esistente e sfruttare una radura in cui il terreno risulta incolto e non interessato da vegetazione arborea.

In generale, la piazzola sarà costituita da una parte definitiva, presente durante la costruzione e l'esercizio dell'impianto, composta dall'area di fondazione più l'area di lavoro della gru principale, e da una parte temporanea, presente solo durante la costruzione dell'impianto, necessaria ad ospitare le gru ausiliarie e le aree di stoccaggio delle componenti.

La tecnica di realizzazione delle piazzole prevede l'esecuzione delle seguenti operazioni:

- la tracciatura;
- lo scotico dell'area;
- lo scavo e/o il riporto di materiale vagliato;
- il livellamento e la compattazione della superficie. Il materiale riportato al di sopra della superficie predisposta sarà indicativamente costituito da pietrame.

La finitura prevista è in misto granulare stabilizzato, con pacchetti di spessore e granulometria diversi a seconda della capacità portante prevista per ogni area.

Si sottolinea infine ulteriormente che, durante la redazione del layout di impianto, le piazzole definitive e temporanee sono state posizionate in modo da evitare le interferenze con aree vincolate e minimizzare le interferenze con aree in cui è presente vegetazione.

Per un maggiore dettaglio si rimanda al documento *VIL.026 - Tipico piazzole aerogeneratore*.

5.1.2.4 Viabilità di accesso e viabilità interna

Per garantire l'accesso al sito dell'impianto eolico in progetto, è necessario apportare degli adeguamenti alla viabilità esistente in alcuni tratti, per poter garantire il transito delle pale.

Il percorso identificato per il trasporto dei componenti in sito prevede la partenza dal Porto di Portoscuso e giunge al sito percorrendo:

- SP108
- SP2
- SS126
- SS195
- SS293
- Via Cagliari

- Via Nazionale
- Viabilità locale che porta al centro dell'impianto

Tale percorso, attraverso gli interventi studiati (allargamenti, rettificazioni, nuove viabilità, potature, etc.) è adatto al trasporto delle componenti degli aerogeneratori.

Il trasporto sarà effettuato mediante tecniche di trasporto miste, ovvero con semirimorchi speciali sulle le strade statali e provinciali e con il blade lifter per il tratto finale, consentendo di ridurre al minimo e allo stretto necessario gli interventi di adeguamento della viabilità.

Allo stesso modo, la viabilità interna al sito necessita di alcuni interventi, legati sia agli adeguamenti che consentano il trasporto delle nuove turbine sia alla realizzazione di tratti ex novo per raggiungere le postazioni delle nuove turbine.

La viabilità interna a servizio dell'impianto sarà costituita da una rete di strade con larghezza media di 6 m e curve di raggio variabile tra un minimo di 35 m e un massimo di 90 m. La viabilità di impianto sarà realizzata in parte adeguando la viabilità già esistente e in parte realizzando nuove piste, seguendo l'andamento morfologico del sito. I raggi di curvatura sono stati in alcuni casi ridotti fino a 35 m, invece di considerarli di 90, al fine di garantire il massimo riutilizzo della viabilità preesistente e di evitare le interferenze con la vegetazione arborea presente.

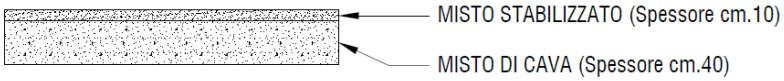
Il sottofondo stradale sarà costituito da materiale pietroso misto frantumato, mentre la rifinitura superficiale sarà formata da uno strato di misto stabilizzato opportunamente compattato.

In alcuni tratti dove la pendenza stradale supera il 10% nei tratti rettilinei o il 7% nei tratti in curva, la rifinitura superficiale sarà costituita da uno strato in calcestruzzo. Si sottolinea, tuttavia, che l'effettiva necessità della pavimentazione in calcestruzzo sarà valutata in una fase successiva della progettazione, in accordo al preciso modello di aerogeneratore che sarà installato e alle indicazioni del suo produttore e che tale soluzione viene inserita in questa fase a scopo cautelativo.

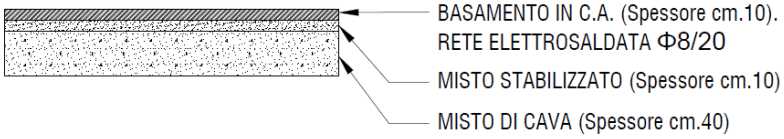
Il pacchetto stradale verrà realizzato secondo lo schema seguente:

PACCHETTO STRADALE

Tratti rettilinei con i<10% e tratti in curva con i<7%



Tratti rettilinei con i>10% e tratti in curva con i>7%



Le strade verranno realizzate e/o adeguate secondo le modalità indicate nella tavola *VIL.018 – Tipologico sezioni stradali e opere di sostegno*.

Il progetto prevede la realizzazione di nuovi tratti stradali per circa 3.904 m e il riadattamento di circa 3.233 m di strade esistenti, per un totale di circa 7.137 m di viabilità al servizio dell'impianto.

Per un maggiore dettaglio, si rimanda ai seguenti elaborati:

- VIL.027 - VP1: Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio
- VIL.028 - VP2: Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio
- VIL.029 - VP3: Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio
- VIL.030 – VP4: Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio
- VIL.031 – VP5: Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio
- VIL.032 – VP6: Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio
- VIL.033 – VP7: Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio
- VIL.034 – VP8: Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio

- VIL.035 – VP9: Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio
- VIL.036 - VP10: Planimetrie, profili e sezioni trasversali della viabilità di impianto e della piazzola di montaggio

Infine, si segnala che i tratti stradali originariamente asfaltati interessati dai lavori che eventualmente verranno deteriorati durante le fasi di trasporto dei componenti e dei materiali da costruzione saranno risistemati con finitura in asfalto, una volta ultimata la fase di cantiere.

5.1.2.5 Cavidotti a 36 kV

Il layout di impianto prevede la realizzazione di un sistema di cavidotti di collettamento dell'energia prodotta.

Gli aerogeneratori saranno suddivisi in sottocampi e ciascuno di essi collegherà gli aerogeneratori che ne faranno parte e, infine, raggiungerà la cabina di raccolta.

Gli aerogeneratori saranno organizzati in 4 sottocampi, come di seguito elencato:

- Elettrodotto 1: aerogeneratori VP1-VP2-VP4
- Elettrodotto 2: aerogeneratori VP8-VP10-VP9
- Elettrodotto 3: aerogeneratori VP5-VP3
- Elettrodotto 4: aerogeneratori VP6-VP7

Ciascun sottocampo, come anticipato, avrà il cavidotto terminante nella cabina di raccolta ubicata lungo la viabilità di accesso all'aerogeneratore VP5.

Saranno impiegati cavi unipolari con conduttore in conduttore in rame, isolamento in XLPE, con tensione di isolamento 20,8/36 kV. Si vuole specificare che al momento della redazione della presente relazione, le specifiche tecniche del gestore di rete per questo tipo di conduttore non sono ancora state pubblicate.

Premettendo che non sono attualmente disponibili specifiche tecniche di Terna per tale livello di tensione, si individuano le seguenti caratteristiche del cavo:

Sezione	1x300 mm2	1x400 mm2
Resistenza a 90°C:	0,0784 ohm/km	0,0622 ohm/km
Reattanza:	0,105 ohm/km	0,102 ohm/km
Capacità:	0,281 µF/km	0,306 µF/km
Portata nominale Iz	535 A	607
Costante cavo	K=143	K=143
Energia specifica passante	1840 106 A2s	3271 106 A2s

Le condizioni di posa utilizzate sono le seguenti:

Modalità di posa	interrato a trifoglio

distanza da terne vicine	25 cm
Temperatura del terreno	25 °C
Profondità di posa pari a	1,2 m
Resistività del terreno	1,5 m °K/W

5.1.2.6 Cabina di raccolta 36 kV

La cabina di raccolta sarà ubicata in un piazzale di estensione pari a circa 20x20 m, ricavato nei pressi dell'ingresso alla viabilità di impianto afferente agli aerogeneratori VP5-6-7. La scelta di tale area consente di (Figura 5-6 e Figura 5-7):

- Evitare l'interessamento di aree caratterizzate da morfologie complesse
- Evitare l'interessamento di aree sottoposte a vincoli
- Evitare l'interessamento di aree interessate dalla presenza di vegetazione arborea o arbustiva. L'area scelta si presenta come incolta, con una sporadica presenza di vegetazione arborea e la presenza di suolo coperto da ciottoli e piccoli massi.

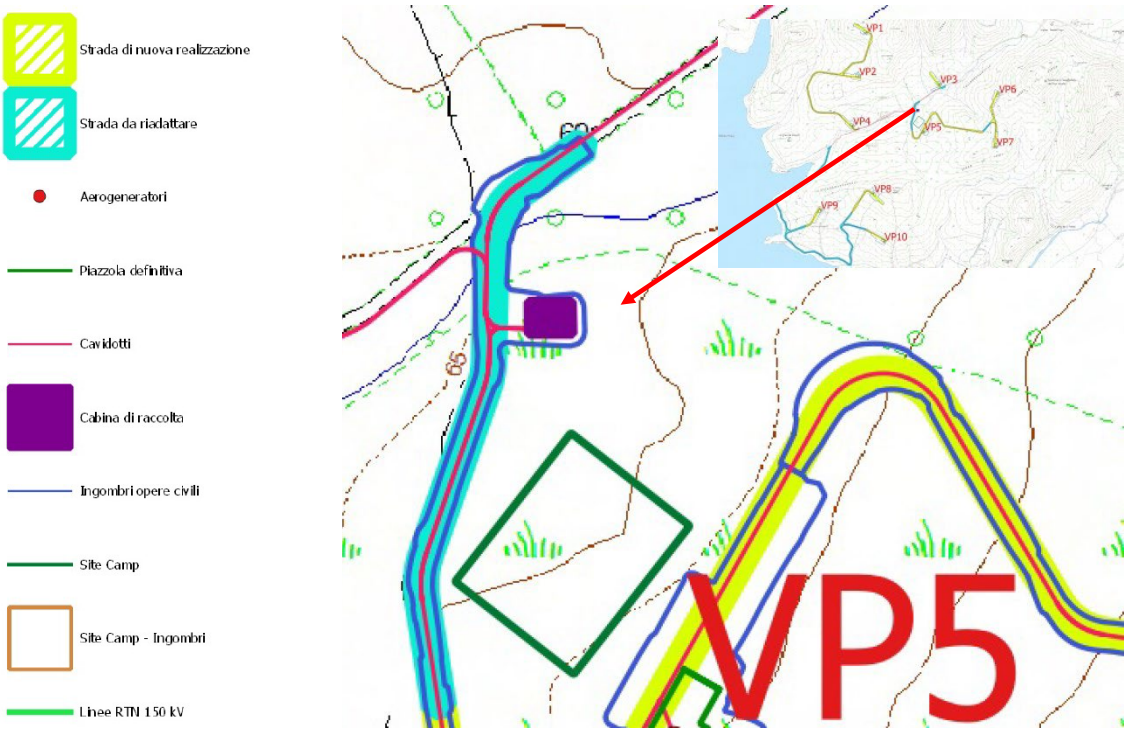


Figura 5-6 Ubicazione della cabina di raccolta - stralcio all' Inquadramento su CTR.

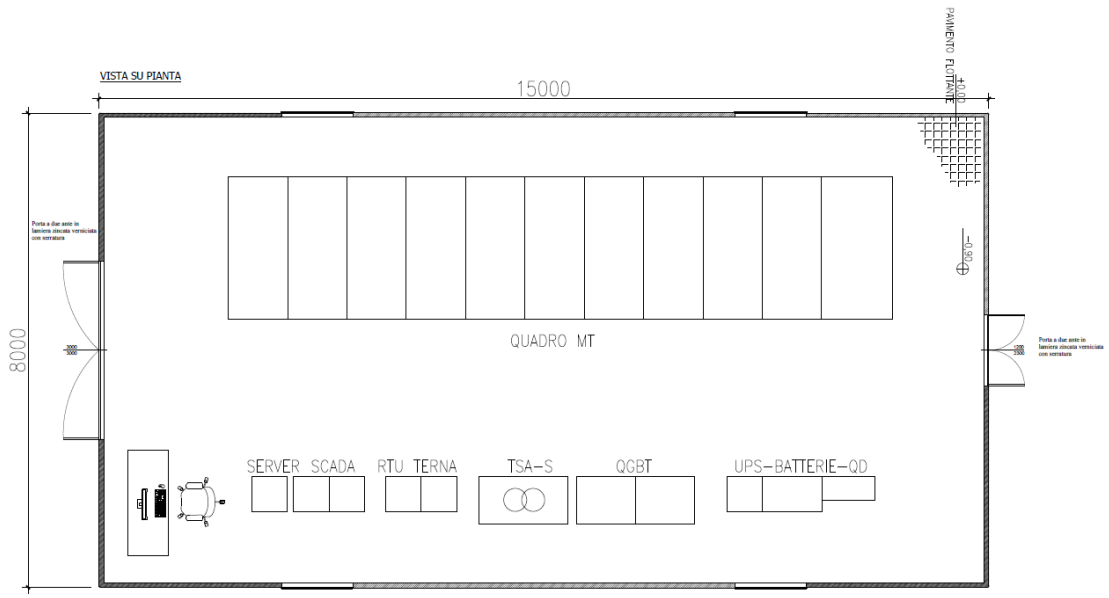


Figura 5-7 Planimetria Cabina di raccolta.

All'interno della cabina di raccolta sarà installato un quadro con un numero di scomparti adeguato a svolgere le seguenti funzioni:

- Linea di collegamento alle torri di generazione
- Scomparto misure
- Linea di alimentazione del trasformatore dei servizi ausiliari
- Linea di collegamento alla Stazione Terna.

Tenendo conto di:

- massima potenza da evacuare,
- livello di corto circuito della rete di cavidotti a 36 kV

il quadro sarà dimensionato per i seguenti valori di riferimento:

- Tensione di isolamento 36 kV
- Corrente nominale 1250 A
- Corrente simmetrica di c.c. 20 kA
- Corrente di picco 50 kA

La cabina di raccolta sarà equipaggiata con i servizi ausiliari necessari (luce, fm, ventilazione) alimentati tramite dedicato trasformatore ausiliario e relativo quadro di bassa tensione.

La cabina di raccolta sarà composta da elementi prefabbricati, realizzati in CAV, assemblati in sito al fine di realizzare una struttura avente le seguenti dimensioni: 15x8x4 m (la cabina avrà altezza di 3 m fuori terra e una vasca di fondazione interrata di altezza 1 m).

Nella parte inferiore della cabina sarà realizzata la vasca di fondazione, per il passaggio dei cavi, predisposta con i fori a frattura prestabilita e le connessioni per l'impiantito di terra.

La cabina sarà dotata di accessori quali porte, griglie di areazione e torrini eolici.

5.1.2.7 Area di cantiere (site camp)

Durante la fase di cantiere, sarà necessario approntare un'area dell'estensione di circa 8.000 m2 da destinare al site-camp, composto da:

- Baraccamenti (a solo titolo di esempio: locale medico, locale per servizi sorveglianza, locale spogliatoio, box WC, locale uffici e locale ristoro, ecc.);
- Area per stoccaggio materiali;
- Area stoccaggio rifiuti;
- Area gruppo elettrogeno e serbatoio carburante;
- Area parcheggi.

L'utilizzo di tale area sarà temporaneo ed al termine del cantiere verrà ripristinato agli usi naturali originari.

Infine, in questa fase non è prevista l'identificazione di aree aggiuntive per stoccaggio temporaneo di terreno da scavo in quanto sarà possibile destinare a tale scopo le piazzole delle turbine dismesse a mano a mano che si renderanno disponibili e il piazzale in corrispondenza della cabina di raccolta. In ogni caso, quando verrà predisposto il Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo in una fase successiva della progettazione, verranno valutate maggiormente nel dettaglio le aree da adibire al deposito temporaneo dei materiali.

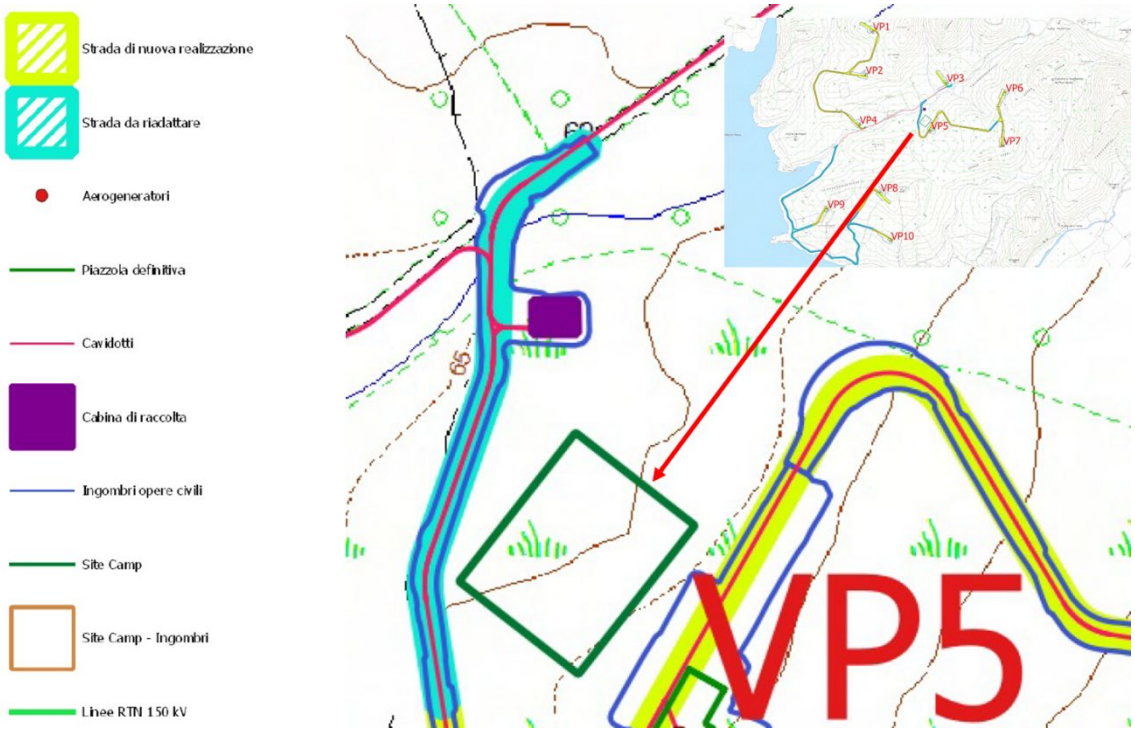


Figura 5-8 Ubicazione del site camp, stralcio all'elaborato Inquadramento su CTR.

5.2 ESERCIZIO DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 2)

Durante l'esercizio dell'impianto, verranno mantenute solamente le opere definitive, ossia:

- Le piazzole definitive (area corrispondente al plinto di fondazione ed area per la gru principale)
- La viabilità di impianto.
- L'area corrispondente alla cabina di raccolta.

Saranno ripristinate ad una condizione di naturalità le aree delle piazzole temporanee ed il site camp.

Si veda un esempio in Figura 5-9, per maggiori informazioni rivolgersi all'elaborato V*IL.026 – Tipico piazzole aerogeneratore*.

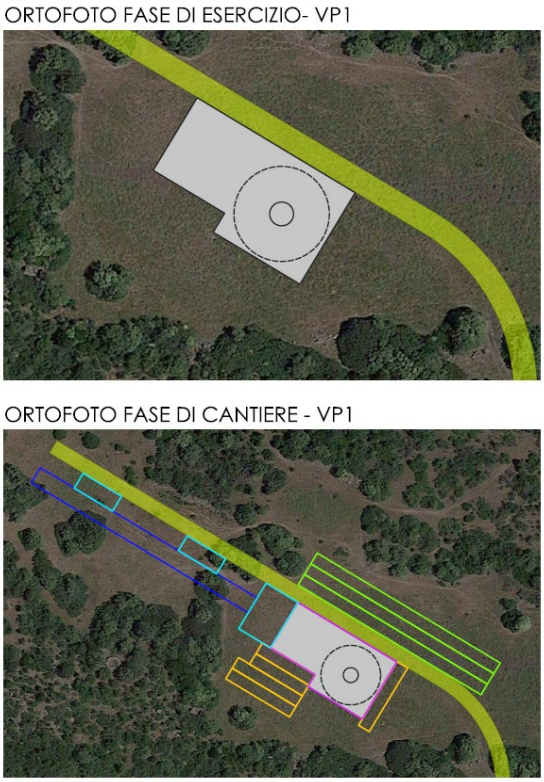


Figura 5-9 Confronto aree tra fase di cantiere e fase di esercizio per la piazzola VP1.

L'esercizio dell'impianto eolico prevede il presidio da remoto. La presenza di personale sarà subordinata solamente alla verifica periodica e alla manutenzione degli aerogeneratori, della viabilità e delle opere connesse, della cabina di raccolta, e in casi limitati, alla manutenzione straordinaria. Le attività principali della conduzione e manutenzione dell'impianto si riassumono di seguito:

- Servizio di controllo da remoto, attraverso fibra ottica predisposta per ogni aerogeneratore;
- Conduzione impianto, seguendo liste di controllo e procedure stabilite, congiuntamente ad operazioni di verifica programmata per garantire le prestazioni ottimali e la regolarità di funzionamento;
- Manutenzione preventiva ed ordinaria programmate seguendo le procedure stabilite;
- Pronto intervento in caso di segnalazione di anomalie legate alla produzione e all'esercizio da parte sia del personale di impianto sia di ditte esterne specializzate;
- Redazione di rapporti periodici sui livelli di produzione di energia elettrica e sulle prestazioni dei vari componenti di impianto.

Nella predisposizione del progetto sono state adottate alcune scelte, in particolare per le strade e le piazzole, volte a consentire l'eventuale svolgimento di operazioni di manutenzione straordinaria, dove potrebbe essere previsto il passaggio della gru tralicciata per operazioni quali la sostituzione

delle pale o del moltiplicatore di giri. Infatti, sarà mantenuta come definitiva l'area per l'utilizzo della gru tralicciata e la viabilità di impianto come prevista da progetto, al fine di garantire l'eventuale transito di convogli eccezionali.

5.3 DISMISSIONE DEL NUOVO IMPIANTO (FASE 3)

Si stima che l'impianto eolico Monte Pranu, a seguito della sua costruzione, avrà una vita utile di circa 25 anni, a seguito della quale si procederà o con una nuova integrale ricostruzione o ammodernamento dell'impianto, oppure con una totale dismissione dello stesso, provvedendo a una rinaturalizzazione dei terreni interessati dalle opere.

Le fasi che caratterizzeranno lo smantellamento dell'impianto o integrale ricostruzione sono illustrate di seguito:

1. Trasporto della gru in sito, con conseguenti eventuali adeguamenti necessari della viabilità per il trasporto di pale, conci di torre e navicella e la preparazione di una piazzola temporanea, se non già esistente, per l'ubicazione della gru;
2. Smontaggio del rotore, che verrà collocato a terra per poi essere smontato nei componenti, pale e mozzo di rotazione;
3. Smontaggio della navicella;
4. Smontaggio di porzioni della torre in acciaio pre-assemblate (la torre è composta da 5 sezioni);
5. Demolizione di 1 m (in profondità) delle fondazioni in conglomerato cementizio armato;
6. Demolizione di piazzole e strade di nuova costruzione e conseguente ripristino (se richiesto), in merito alle strade di nuova costruzione e agli adeguamenti dell'esistente si valuterà con la comunità l'opportunità di lasciare per l'uso comune la viabilità che potrebbe risultare utile per la fruibilità dell'area;
7. Rimozione dei cavidotti e dei relativi cavi di potenza quali:
    a. Cavidotti di collegamento tra gli aerogeneratori;
    b. Cavidotti di collegamento alla cabina di raccolta.
8. Smantellamento della cabina di raccolta, rimuovendo le opere elettro-meccaniche, il piazzale e la recinzione;
9. Rinaturalizzazione del terreno per restituire l'uso originario dei siti impegnati dalle opere.

Per un maggior dettaglio sulle attività di dismissione dell'impianto oggetto del presente progetto una volta giunto a fine vita utile, si rimanda alla relazione *VIL.016 – Piano di dismissione dele opere e ripristino*.

5.4 UTILIZZO DI RISORSE

5.4.1 SUOLO

5.4.1.1 Fase di realizzazione del nuovo impianto

Nella fase di realizzazione del nuovo impianto gli interventi che implicano l'utilizzo di suolo sono:

- **La realizzazione di viabilità e piazzole di montaggio degli aerogeneratori**. La quantità di suolo occupata dalla viabilità sarà pari a circa 99.547 m^2 (esclusi i tratti di viabilità interni alla piazzola), di cui circa 45.093 m^2 relativi alla superficie necessaria per l'adeguamento della carreggiata al trasporto delle componenti di impianto. La quantità di nuovo suolo occupata dalle piazzole di montaggio sarà pari a circa 84.571 m^2 (inclusivo del tratto di strada interno alla piazzola) in fase di cantiere, di cui, in fase di esercizio, rimarranno 11.400 m^2 di piazzola e relative scarpate, esclusi i tratti di viabilità interna ad essa, i quali occuperanno ulteriori 8.070 m^2. Per la realizzazione di strade e piazzole, sarà necessario effettuare le seguenti operazioni:
    - Asportazione di terreno vegetale (scotico), per uno spessore medio di 30 cm e un volume pari a 63.794 m^3;
    - Movimenti terra necessari per il raggiungimento della quota di imposta delle strade, che comporteranno un volume complessivo di scavo di 32.185 m^3;
    - Movimenti terra necessari per il raggiungimento della quota di imposta delle piazzole, che comporteranno un volume complessivo di scavo di 66.217 m^3.
    - Movimenti terra per la costituzione di rilevati necessari ai fini della realizzazione delle strade, per un volume complessivo di rinterro pari a 52.782 m^3.
    - Movimenti terra per la costituzione di rilevati necessari ai fini della realizzazione delle piazzole, per un volume complessivo di rinterro pari a 47.531 m^3.

- La realizzazione delle **fondazioni** dei nuovi aerogeneratori, le quali occuperanno complessivamente una superficie di 4.909 m^2, che essendo interrate al di sotto delle piazzole di montaggio/manutenzione, non si sommerà all'occupazione di suolo già computata per le piazzole. La realizzazione delle fondazioni sarà caratterizzata dalle seguenti operazioni:
    - Movimenti terra necessari per il raggiungimento della quota di imposta del basamento della fondazione, che comporteranno un volume complessivo di scavo di 21.954 m^3;
    - Perforazione per realizzazione di pali fino ad una profondità di 15 m, per un volume complessivo di scavo di 3.393 m^3.
    - Movimenti terra necessari per il raggiungimento della quota di imposta del basamento della fondazione, che comporteranno un volume complessivo di rinterro di 18.430 m^3
- La posa del sistema di cavidotti interrati MT di interconnessione tra i vari aerogeneratori e la cabina di raccolta, seguendo interamente il tracciato esistente su strade poderali e/o asfaltate (si stima che i cavidotti verranno posati lungo tratti di strada pubblica occupando una superficie pari a 1.120 m^2, mentre il resto dell'ingombro dei cavidotti sarà all'interno delle superfici già conteggiate per strade e piazzole senza alcun ulteriore consumo di suolo). Si effettueranno le seguenti operazioni:
    - Movimenti terra necessari per il raggiungimento della quota di imposta dei cavidotti (fino a 1,2 m dal piano campagna), che comporteranno un volume complessivo di scavo di 7.323 m^3;
    - Movimenti terra necessari per la chiusura delle trincee in cui saranno posati i nuovi cavidotti, che comporteranno un volume complessivo di rinterro di 5.070 m^3.
- La realizzazione della nuova cabina di raccolta è inclusa e già contemplata all'interno della superficie e delle volumetrie già indicate per le strade, poiché tale elemento è stato posizionato su di un allargamento previsto di un tratto di viabilità in progetto, al fine di sfruttare un'area pianeggiante, in cui la vegetazione arborea risulta assente e quella arbustiva estremamente scarsa, senza un ulteriore utilizzo di suolo. In aggiunta a quanto già riportato, si dovranno considerare i seguenti materiali:
    - Calcestruzzo per magrone: 14.9 m^3;

- Calcestruzzo per fondazione: 43.2 m^3;
- Armatura per la fondazione: 2808 kg;

- La realizzazione del site camp, il quale occuperò complessivamente una superficie pari a 8.667 m^2, avverrà mediante le seguenti:
  - Movimenti terra necessari per il raggiungimento della quota di imposta del site camp, che comporterà un volume complessivo di scavo pari a 1.391 m^3;
  - Movimenti terra per la costituzione di rilevati necessari ai fini della realizzazione del site camp, che comporteranno un volume complessivo di riporto pari a 9.415 m^3

In sintesi, la seguente tabella mostra l'occupazione di suolo complessiva delle piazzole, sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio.

Tabella 5-2: Occupazione suolo

Opera	Area occupata [m^2]
Viabilità + Cabina di raccolta	99.547 (comprensiva di cavidotti a 36 kV che seguono tracciato viabilità di impianto e dell'area in cui si prevede di installare la cabina di raccolta)
Cavidotti interrati a 36 kV	1.120 (solo la parte non sovrapposta a viabilità di impianto)
Piazzole di montaggio/definitive	84.571/19.470 (inclusivo di tratti di viabilità al servizio della piazzola definitiva)
Fondazioni	4.909
Site camp	8.667

Totale temporaneo/definitivo	**198.815 / 119.016**

Per quanto riguarda le modalità di gestione delle terre e rocce da scavo, si rimanda all'apposito documento *VIL.006 - Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo.*

5.4.1.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

Non è previsto consumo di ulteriore suolo nella fase di esercizio dell'impianto, se non quello già illustrato per le fasi precedenti.

5.4.1.3 Fase di dismissione del nuovo impianto

Nella fase di dismissione del nuovo impianto il progetto prevede la rinaturalizzazione delle piazzole esistenti e delle strade di nuova costruzione oltre che la demolizione delle fondazioni fino a 1 m di profondità dal piano campagna. Inoltre, per la rimozione dei cavidotti, si prevede lo scavo per l'apertura dei cunicoli in cui esso è interrato. Una volta ultimate le demolizioni e le rimozioni dei cavi, si procederà a rinterrare gli scavi. Anche gli interventi di ripristino verranno eseguiti utilizzando il terreno vegetale presente in sito. Vedere Capitolo 5.3 per maggiori informazioni.

5.4.2 MATERIALE INERTE

5.4.2.1 Fase di realizzazione del nuovo impianto

I principali materiali che verranno impiegati durante la fase di realizzazione del nuovo impianto sono:

- Materiale inerte misto (es. sabbia, misto di cava, misto stabilizzato, manto d'usura, ecc…) per la realizzazione di strade di accesso alle turbine, delle piazzole di montaggio, per la posa dei cavidotti e per l'adeguamento delle aree in cui saranno ubicati la cabina di raccolta e il site-camp, per un quantitativo indicativamente stimato pari a 39.484 m^3; Si cercherà, ove possibile, di riutilizzare il materiale proveniente dagli scavi al fine di minimizzare la necessità di consumo di materiale proveniente dall'esterno del sito.
- Calcestruzzo/calcestruzzo armato, per la realizzazione delle nuove fondazioni, delle opere di sostegno afferenti alle strade e alle piazzole, e dei pali di fondazione, per un quantitativo indicativamente stimato pari a 16.723 m^3;
- Materiale metallico per le armature, per un quantitativo indicativamente stimato pari a 1.752.106 kg;

Le seguenti tabelle sintetizzano i materiali che verranno impiegati:

Tabella 5-3: Materiali per tipo di opera.

Opera	Tipologia	Unità di misura	Quantità
Viabilità e piazzole di montaggio (inclusa la pavimentazione per la cabina di raccolta)	Misto di cava	m^3	29.785
	Misto stabilizzato	m^3	7.446
	Calcestruzzo	m^3	236
	Rete elettrosaldata per tratti pavimentati	kg	9.444
Cavidotti interrati MT+AT	Sabbia	m^3	2.253
Fondazioni e pali	Calcestruzzo	m^3	16.429
	Ferro per armature	kg	1.749.298
Cabina di raccolta	Calcestruzzo fondazione (incluso magrone)	m^3	58
	Ferro per armature	kg	2.808

Tabella 5-4 Totali materiali necessari.

Totali		
Totale misto di cava	m^3	29.785
Totale misto stabilizzato	m^3	7.446
Totale calcestruzzo	m^3	16.723
Totale rete elettro saldata	kg	9.444
Totale ferro per armature	kg	1.752.106
Totale sabbia	m^3	2.253

5.4.2.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

Nella fase di esercizio non è previsto l'utilizzo di inerti, se non per sistemazioni straordinarie della viabilità nel corso della vita utile dell'impianto.

5.4.2.3 Fase di dismissione del nuovo impianto

Nella fase di dismissione del nuovo impianto non si prevede l'utilizzo di inerti.

5.4.3 ACQUA

5.4.3.1 Fasi di cantiere (realizzazione e dismissione)

Nelle fasi di cantiere l'acqua sarà utilizzata per:

- Usi civili;
- Operazioni di lavaggio delle aree di lavoro;
- Condizionamento fluidi di perforazione (a base acqua) e cementi;
- Eventuale bagnatura aree.

L'approvvigionamento idrico avverrà ad esempio tramite autobotte.

In generale, durante le attività di ripristino territoriale l'approvvigionamento idrico non dovrebbe essere necessario. Qualora il movimento degli automezzi e le attività di smantellamento delle strutture non più necessarie provocassero un'eccessiva emissione di polveri, l'acqua potrà essere utilizzata per la bagnatura dei terreni. In tal caso l'approvvigionamento sarà garantito per mezzo di autobotte esterna. I quantitativi eventualmente utilizzati saranno minimi e limitati alla sola durata delle attività.

5.4.3.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

Durante la fase di esercizio non si prevedono consumi di acqua. L'impianto eolico sarà presidiato da remoto e non sarà quindi necessario l'approvvigionamento di acque ad uso civile.

5.4.4 ENERGIA ELETTRICA

5.4.4.1 Fasi di cantiere (realizzazione e dismissione)

L'utilizzo di energia elettrica, necessaria principalmente al funzionamento di strumenti e macchinari, sarà garantito da gruppi elettrogeni.

5.4.4.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

Durante la fase di esercizio verranno utilizzati limitati consumi di energia elettrica per il funzionamento in continuo dei sistemi di controllo, delle protezioni elettromeccaniche e delle apparecchiature di misura, del montacarichi all'interno delle torri, degli apparati di illuminazione e climatizzazione dei locali.

5.4.5 GASOLIO

5.4.5.1 Fasi di cantiere (realizzazione e dismissione)

Durante queste fasi la fornitura di gasolio sarà limitata al funzionamento dei macchinari, al rifornimento dei mezzi impiegati e all'uso di eventuali motogeneratori per la produzione di energia elettrica.

5.4.5.2 Fase di esercizio del nuovo impianto

Non è previsto utilizzo di gasolio, se non in limitate quantità per il rifornimento dei mezzi impiegati per il trasporto del personale di manutenzione.

5.5 ANALISI DEGLI SCENARI INCIDENTALI

Nell'ambito della progettazione del nuovo impianto eolico, uno dei molteplici aspetti che è stato preso in considerazione è la valutazione degli effetti sull'ambiente circostante derivanti da un evento incidentale dovuto a varie tipologie di cause scatenanti.

Le cause che stanno all'origine degli incidenti possono essere di vario genere, da cause di tipo naturale, come ad esempio tempeste, raffiche di vento eccessive e formazione di ghiaccio a cause di tipo umano, come errori e comportamenti imprevisti.

La maggior frequenza di incidenti si verifica nella fase di funzionamento, poiché essa è caratterizzata da un'estensione temporale molto ampia (la vita utile di un impianto varia dai 25 ai 30 anni) e da una più complessa combinazione di azioni, le quali hanno implicazioni sul comportamento strutturale e funzionale dell'aerogeneratore.

Le tipologie di incidenti che sono state analizzate sono le seguenti:

- Incidenti legati alla rottura delle pale dell'aerogeneratore;
- Incidenti legati alla rottura della torre e al collasso della struttura;
- Incidenti legati al lancio di ghiaccio;
- Incidenti legati a possibili fulminazioni;

Tutti gli scenari accidentali sopra elencati sono stati affrontati nel dettaglio all'interno delle relazioni VIL.017 - Relazione di calcolo della gittata e VIL.015 - Relazione analisi possibili incidenti.

Il livello di rischio legato ad un incidente è funzione del danno provocato, e della probabilità di accadimento dell'evento come da relazione illustrata di seguito:

$$R=f(P,D)=P\ x\ D$$

Dove:

- R è il rischio
- P è la probabilità di accadimento dell'evento
- D è la magnitudo del danno causato dall'evento

L'analisi quantitativa del rischio è effettuata assegnando un numero da 1 a 4 sia alla probabilità che al danno. Si può quindi definire una matrice di rischio per identificarne la portata come fatto di seguito:

Probabilità (P)				
4	4	8	12	16
3	3	6	9	12
2	2	4	6	8
1	1	2	3	4
Probabilità / Rischio	1	2	3	4
	Danno / Magnitudo (D)			

Figura 5-10: Matrice di Rischio

Per quanto riguarda l'impianto oggetto di questo studio, si definiscono di seguito i livelli di danno e probabilità per ciascuno degli eventi sopracitati:

1. **Rottura della pala** e distaccamento con moto parabolico e danno ad elemento sensibile. Il danno risulterebbe pari a "4 – danno molto grave", ma la probabilità risulta essere pari a "1 – evento molto improbabile", dato che si è mantenuta, da tutti gli elementi sensibili identificati, una distanza maggiore della gittata massima. **Il livello di rischio risulta quindi essere pari a 4;**

2. **Rottura della torre,** collasso della struttura e danno ad elemento sensibile. Il danno risulterebbe pari a "4 – danno molto grave" ma la probabilità risulta essere pari a "1 – evento molto improbabile", dato che si è mantenuta da tutti gli elementi sensibili identificati una distanza maggiore della altezza massima della turbina, come riportato anche nelle linee guida del 10 settembre 2010. **Il livello di rischio risulta quindi essere pari a 4**;

3. **Formazione e caduta di massa di ghiaccio** con conseguente impatto con elemento sensibile. Il danno risulterebbe come "3 – danno grave" ma la probabilità risulta essere pari a "1 – evento molto improbabile", date le condizioni climatiche e dato che si sono mantenute distanze di sicurezza da elementi sensibili. **Il livello di rischio risulta quindi essere pari a 3**;

4. **Fulminazione dell'aerogeneratore** con conseguente incendio o rottura di pala e impatto con elemento sensibile. Il danno risulterebbe come "4 – danno molto grave" ma la probabilità pari a "1 – evento molto improbabile". Infatti, nel dimensionamento del parco eolico, oltre a mantenere le distanze da elementi sensibile, come definito dalle normative tecniche, è prevista l'installazione di sistemi anti-fulminazione che riducono ulteriormente la probabilità dell'evento. **Il livello di rischio risulta quindi essere pari a 4**;

5. **Impatto possibile con avifauna e corpi estranei**. Il danno risulterebbe come "2 – danno di modesta entità" e la probabilità pari a "2 – evento poco probabile". Il livello di rischio risulta pari a 4. Sono previste alcune misure di sicurezza per la visibilità degli aerogeneratori, quali illuminazione notturne e campiture rosse sulle pale. Infatti, la disposizione sparsa degli aerogeneratori, gli ampi spazi tra un aerogeneratore e le evidenze in letteratura garantiscono che non vi sia una sensibile maggiorazione dell'impatto sull'avifauna né su altri corpi estranei (es. droni).

5.6 CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma dei lavori prevede l'esecuzione delle attività di realizzazione del nuovo progetto oltre che di commissioning ed avviamento.

Il dettaglio delle lavorazioni e le tempistiche di esecuzione sono riportati nell'elaborato specifico VIL.016 - Piano di dismissione delle opere e ripristino e nell'elaborato VIL.009 – Cronoprogramma.

5.7 STIMA DEI COSTI

Le opere per la realizzazione e la dismissione del nuovo impianto si stima avranno un costo complessivo pari a 82.584.121,09 € (per i dettagli, si vedano gli elaborati *VIL.007 – Computo metrico* e *VIL.008 – Quadro economico del progetto*).

I costi per la sola dismissione del nuovo impianto a fine vita si stima avranno un costo pari a 970.496,00 €, considerati i ricavi dal recupero di materiale riciclabile (si veda l'elaborato *VIL.016 – Piano di dismissione dell'impianto*).

La stima è stata effettuata sulla base del livello progettuale definitivo redatto in funzione dei livelli conoscitivi disponibili, in termini di topografia, orografia e conoscenza geologica/geotecnica dei terreni interessati.

In fase di definizione esecutiva del progetto, a seguito di specifico rilievo topografico di dettaglio e di esecuzione dei necessari sondaggi ed accertamenti geotecnici, la stima potrà quindi essere eseguita puntualmente, modificata ed adeguata alle effettive situazioni geomorfologiche e geotecniche, nonché alle eventuali evoluzioni progettuali.

5.8 ANALISI DELLE POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE

L'intervento di costruzione dell'impianto eolico in progetto avrà delle ricadute occupazionali in termini di nuovi posti di lavoro. Infatti, la necessità di avviare un nuovo cantiere richiederà il coinvolgimento di ditte appaltatrici sia per la fornitura sia per la posa e realizzazione delle opere in progetto, con il loro indotto che genereranno in tutta l'area, come ad esempio l'incremento delle attività legate alla ricettività e alla ristorazione.

La catena del valore per il settore eolico include i seguenti elementi, corrispondenti alle varie fasi di sviluppo dell'investimento per la realizzazione di impianti alimentati da FER:

- "Manufacturing" (Produzione): in questa fase si inseriscono tutte le attività connesse alla produzione delle turbine eoliche e dei componenti del parco, comprese le attività di ricerca e sperimentazione. Il tipo di occupazione associata a questa fase sarà definita in funzione del periodo di tempo necessario per consentire a un impianto appena ordinato di essere prodotto e per tale motivo ci si riferisce a questo tipo di occupazione con il termine di "occupazione temporanea".
- "Construction and Installation" (Costruzione e Installazione): comprende le operazioni relative a progettazione, costruzione e installazione, comprese le attività di assemblaggio e delle varie componenti accessorie finalizzate alla consegna dell'impianto eolico. In tale ambito l'occupazione sarà definita per il tempo necessario all'installazione ed avviamento dell'impianto (anche in questo caso si tratterà dunque di "occupazione temporanea").
- "Operation and Maintenance" (Gestione e Manutenzione): si tratta di attività, la maggior parte delle quali di natura tecnica, che consentono agli impianti eolici di produrre energia nel rispetto delle norme e dei regolamenti vigenti. O&M è a volte considerato anche come un sottoinsieme di asset management, ossia della gestione degli assetti finanziari, commerciali ed amministrativi necessari a garantire e a valorizzare la produzione di energia

per garantire un flusso di entrate appropriato, e a minimizzarne i rischi. In questo caso il tipo di occupazione prodotta avrà la caratteristica di essere impiegata lungo tutto il periodo di funzionamento all'impianto e per tale motivo ci si riferisce ad essa con la qualifica di "occupazione permanente".

- "Decommissioning" (Dismissione):in questa fase le attività sono quelle connesse alla dismissione dell'impianto eolico e al recupero/riciclo dei materiali riutilizzabili.

Inoltre, si può affermare che il parco eolico Monte Pranu nel comune di Villaperuccio rappresenta un'importante opportunità per il rilancio dello sviluppo e dell'economia locale, sia nell'immediato che in prospettiva.

L'indotto generato dalla realizzazione del Parco Eolico favorirà una crescita occupazionale nella zona, creando altri posti di lavoro sia in fase di costruzione che di gestione dell'impianto.

In questi termini, si stima che, con la realizzazione dell'intervento, potranno essere ottenuti i seguenti risultati:

- compenso annuale ai privati per diritti di superficie, servitù, confine di tanca, sorvolo: sarà riconosciuto un compenso complessivo pari a circa 165 k€/anno da suddividere tra i privati in base ai diritti coinvolti;
- compenso una tantum ai privati per confine di tanca e sorvolo: sarà riconosciuto un compenso complessivo pari a circa 100 k€ da suddividere tra i privati in base ai diritti coinvolti;
- l'assunzione temporanea media, nella fase di costruzione dell'impianto, di 40 risorse per circa 12 mesi;
- l'assunzione diretta di 5 dipendenti per le attività legate alla gestione del Parco in fase di esercizio;
- formazione tecnica per le risorse da impiegare per soddisfare i fabbisogni occupazionali del parco eolico, destinati ad un numero di risorse più elevato rispetto a quelle richieste e da indirizzare ad altri sbocchi occupazionali;
- il miglioramento della rete viaria grazie alla sistemazione di strade esistenti.

Durante l'iter autorizzativo del progetto, di concerto con le amministrazioni locali di Villaperuccio, verranno stabilite adeguate misure di compensazione ambientale che saranno a vantaggio della collettività, quali, miglioramento dei servizi ai cittadini, progetti di valorizzazione territoriale e ambientale, potenziamento delle capacità attrattive del territorio, ecc.

A titolo meramente esemplificativo, potranno riguardare i seguenti aspetti:

- iniziative nel campo delle rinnovabili da realizzare nel territorio come, ad esempio, l'installazione di impianti fotovoltaici in edifici comunali, la creazione di punti di ricarica per la mobilità sostenibile;
- progetti di educazione ambientale da attuarsi nelle scuole al fine di promuovere l'assunzione di valori ambientali, ritenuti indispensabili affinché, sin da piccoli, gli alunni e le rispettive famiglie imparino a conoscere e ad affrontare i principali problemi connessi all'utilizzo del territorio e ad un uso non sostenibile e siano consapevoli del proprio ruolo attivo per salvaguardare l'ambiente naturale per le generazioni future;
- sostegno economico volto a valorizzare le tradizioni culturali locali o a preservare luoghi di interesse archeologico;
- sostegno allo studio tramite acquisto di strumenti/materiali didattici;
- promozione di una mobilità sostenibile tramite l'acquisto di veicoli ecocompatibili;
- sostegno per la creazione di zone ricreative.

Oltre alle ricadute sociali ed economiche connesse all'occupazione ed all'indotto generati in tutta l'area vanno evidenziati gli effetti positivi, sia sociali che economici, derivanti dalla costruzione di un impianto per la produzione di energia alimentato da fonte rinnovabile, con conseguenti benefici e risparmi nel campo della salute, della gestione dell'inquinamento atmosferico e dell'ambiente in generale. Per ulteriori informazioni si rimanda all'elaborato *VIL.014 - Analisi costi benefici e* all'elaborato *VIL.057 – Studio di Impatto Ambientale (SIA).*