

FEBBRAIO 2023

GIUDECCA WIND S.R.L.



**WIND FARM GIUDECCA – IMPIANTO
EOLICO DA 72 MW**

**COMUNE DI MANDAS, GERGEI E
VILLANOVAFRANCA (SUD SARDEGNA)**

Località “Riu Mortoriu”

ELABORATI ELETTRICI

ELABORATO R18

CALCOLO DEI CEM E DELLA DPA

Mortoriana

Progettista

Ing. Laura Maria Conti – Ordine Ing. Prov. Pavia n. 1726

Coordinamento

Eleonora Lamanna

Matteo Lana

Codice elaborato

2799_5298_GIUD_PD_R18_Rev0_CEM DPA.docx

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2799_5298_GIUD_PD_R18_Rev0_CEM DPA.docx	02/2023	Prima emissione	AD/MP	EL	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Prov. MI n. A27174
Eleonora Lamanna	Coordinamento Progettazione, Studio Ambientale, Studi Specialistici	
Matteo Lana	Coordinamento Progettazione Civile	
Andrea Amantia	Geologo - Progettazione Civile	
Riccardo Festante	Tecnico competente in acustica	ENTECA n. 3965
Carla Marcis	Ingegnere per l'Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
Alì Basharзад	Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Giancarlo Carboni	Geologo	Ord. Geologi Sardegna n. 497
Mauro Aires	Ingegnere Civile – Progettazione Strutture	Ord. Ing. Prov. Torino – n. 9588
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Vincenzo Gionti	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
Marco Iannotti	Ingegnere Civile Idraulico	
Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





Elena Comi	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	Ord. Nazionale Biologi n. 060746 Sez. A
Lorenzo Griso	Esperto GIS – Esperto Ambientale Junior	
Sara Zucca	Architetto – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Andrea Mastio	Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio – Esperto Ambientale Junior	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica	
Matthew Piscedda	Esperto in Discipline Elettriche	
Francesca Casero	Esperto Ambientale e GIS Junior	

Montana S.p.A.

Via Angelo Carlo Fumagalli 6, 20143 Milano
Tel. +39 02 54 11 81 73 | Fax +39 02 54 12 98 90

Milano (Sede Certificata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

C. F. e P. IVA 10414270156
Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	DESCRIZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO.....	6
3.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	8
3.1	AEROGENERATORI	8
3.2	LINEE ELETTRICHE DI IMPIANTO.....	11
3.3	SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE (SSEU)	14
3.4	CABINA DI UTENZA.....	15
3.5	QUADRI 30 KV	15
3.6	CAVI DI POTENZA.....	15
3.7	RETE DI TERRA	15
3.8	CONNESSIONE	16
3.9	SISTEMA SCADA.....	16
3.10	CAVI DI CONTROLLO E TLC	16
3.11	MONITORAGGIO AMBIENTALE	16
3.12	TRASFORMATORI	17
4.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	18
5.	DEFINIZIONI.....	20
6.	CALCOLO DELLE DPA.....	24
6.1	CALCOLO DELLA DPA PER LA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE (SSEU)	24
6.2	CALCOLO DELLA DPA PER LE LINEE A 150 KV	24
6.3	CALCOLO DELLA DPA PER LE LINEE A 30 KV	25
6.4	CALCOLO DELLA DPA PER LE WTG	27



1. PREMESSA

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo Parco Eolico della potenza complessiva di 72 MW, che prevede l'installazione di n. 12 aerogeneratori da 6,0 MW, da installarsi nei territori comunali di Mandas, Gergei e Villanovafranca, nella Provincia del Sud Sardegna.

Si precisa che l'attribuzione dei Comuni alla Provincia del Sud Sardegna fa riferimento alla situazione amministrativa attuale (L.R. n. 2 del 4 febbraio 2016 - "Riordino del sistema delle autonomie locali della Sardegna").

La Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto eolico venga 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". Tale SE è in progetto in un'area posta a circa 20 km in direzione Sud-Ovest dal layout.

La connessione tra la SE Terna e il parco eolico verrà realizzata mediante una linea interrata AT a 150 kV, di circa 20 km, tra lo stallo dedicato in stazione Terna e la sottostazione elettrica utente (SSEU) dove avverrà la trasformazione AT/MT. La cabina generale MT raccoglierà i cavi provenienti dai singoli aerogeneratori.

Nel suo complesso il parco sarà composto da:

- N° 12 aerogeneratori della potenza nominale di 6.0 MW ciascuno
- Dalla viabilità di servizio interna realizzata in parte ex-novo e in parte adeguando strade comunali e/o agricole esistenti
- Dalle opere di regimentazione delle acque meteoriche
- Da un cavidotto di tensione pari a 30 kV interrato
- Da una cabina MT SSE utente interna all'area del parco
- Da una stazione utente di trasformazione 30/150 kV
- Da una connessione in antenna a 150 kV ad una costruenda SE
- Dalle reti tecnologiche per il controllo del parco

Il presente documento costituisce la Relazione Campi Elettromagnetici del progetto.

2. DESCRIZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO

Il parco eolico in progetto si estende nei territori comunali di Villanovafranca, Mandas e Gergei, al di fuori dei centri abitati. Il progetto prevede l'installazione di n. 12 aerogeneratori così collocati (Figura 2.1):

- n. 4 aerogeneratori in Comune di Mandas;
- n. 1 aerogeneratore in Comune di Gergei;
- n. 7 aerogeneratori in Comune di Villanovafranca.

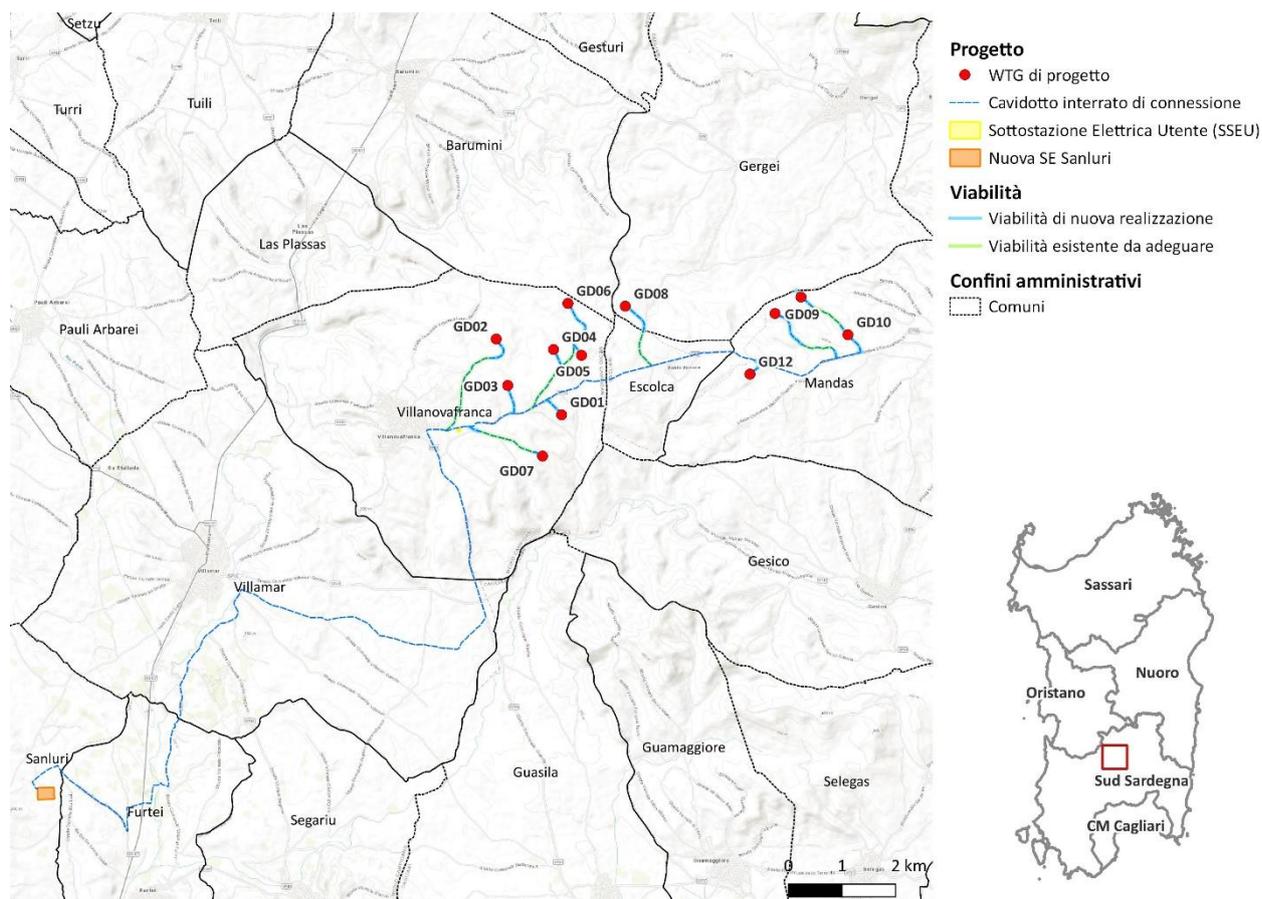


Figura 2.1: Localizzazione a scala regionale, provinciale e comunale dell'impianto proposto.

La sottostazione di trasformazione sarà ubicata nel territorio comunale di Villanovafranca, complessivamente la linea di connessione attraverserà i territori comunali di Mandas, Escolca, Villanovafranca, Villamar, Furtei e Sanluri.

Le coordinate degli aerogeneratori previsti sono riportate in Tabella 2-1.

Tabella 2-1: Coordinate degli aerogeneratori previsti (EPSG 3003).

WTG	X	Y
GD01	1503242,9	4388449,4
GD02	1502022,8	4389874,9
GD03	1502237,6	4389001,8
GD04	1503091,0	4389678,0
GD05	1503614,9	4389569,8
GD06	1503361,1	4390544,8
GD07	1502887,2	4387673,9
GD08	1504431,1	4390492,8
GD09	1507225,4	4390355,4
GD10	1508587,2	4389955,3
GD11	1507710,3	4390664,1
GD12	1506758,2	4389214,5

L'accesso al sito avverrà mediante strade pubbliche esistenti a carattere nazionale e provinciale partendo dal vicino porto industriale Cagliari o in alternativa da quello poco più distale di Portovesme. All'interno dell'area dell'impianto verranno utilizzate come viabilità primaria le strade statali SS128 e SS197; la Strada Provinciale SP36 rappresenta il perno delle viabilità secondaria, permettendo di raggiungere facilmente le aree per la costruzione degli aerogeneratori, mediante strade secondarie (asfaltate e/o sterrate) esistenti e mediante la realizzazione di apposite piste (Figura 2.2).

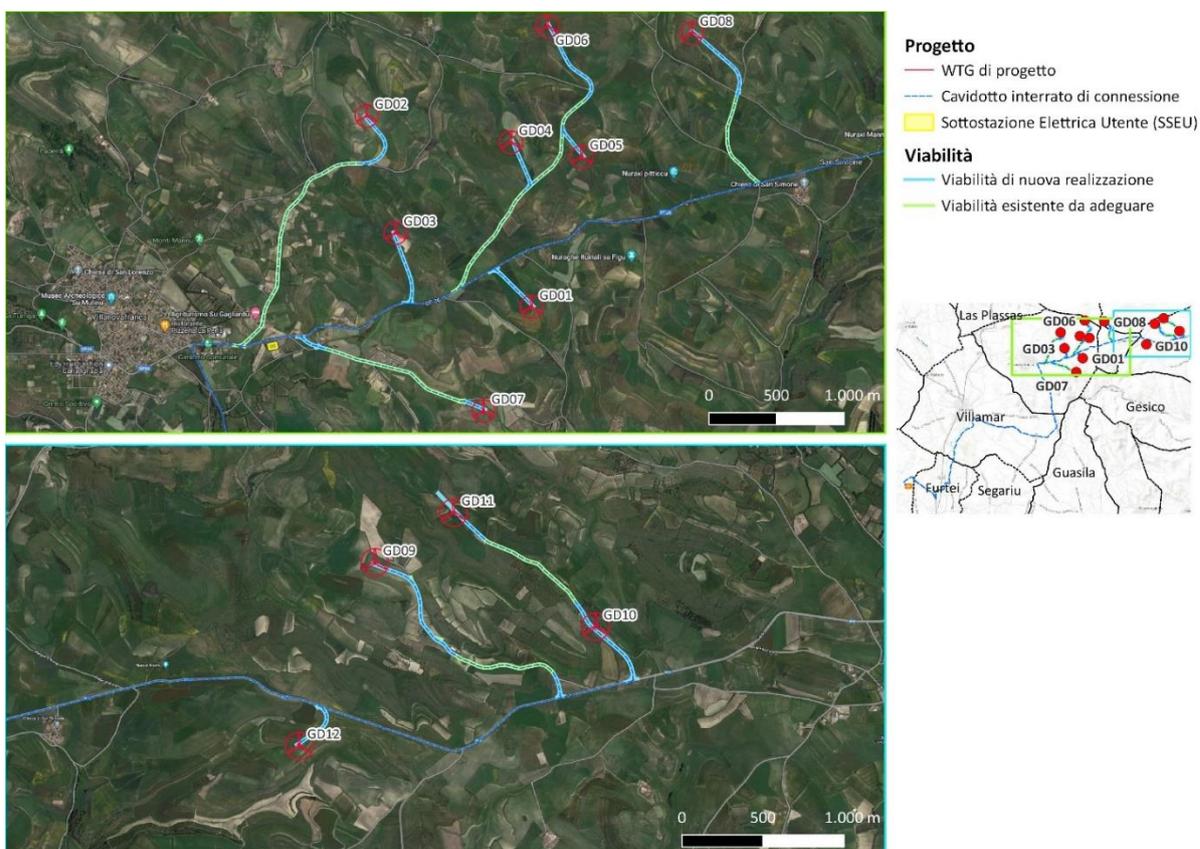


Figura 2.2: Inquadramento della viabilità di progetto.



3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il parco in esame sarà costituito da N° 12 aerogeneratori e sarà collegato alla rete elettrica nazionale. La connessione sarà garantita da un cavidotto interrato in media tensione (MT 30 kV) che si allaccerà alla SSEU sita nel territorio comunale di Villanovafranca. L'energia generata verrà poi immessa sulla rete AT a 150 kV mediante la nuova stazione elettrica di TERNA ubicata in territorio comunale di Sanluri.

Per determinare le soluzioni tecniche adottate nel progetto, si è fatta una valutazione ed una successiva comparazione dei costi economici, tecnologici e soprattutto ambientali che si devono affrontare in fase di progettazione, esecuzione e gestione del parco eolico.

Viste le diverse caratteristiche dell'area, la scelta è ricaduta su di un impianto caratterizzato da un'elevata potenza nominale in grado di ridurre, a parità di potenza da installare, i costi di trasporto, di costruzione e l'incidenza delle superfici effettive di occupazione dell'intervento. Nel caso in esame, la scelta è ricaduta su di un impianto costituito di macchine tripala della potenza nominale di 6.0 MW, che meglio rispondono alle esigenze progettuali.

La tipologia di turbina è stata scelta basandosi sul principio che turbine di grossa taglia minimizzano l'uso del territorio a parità di potenza installata; mentre l'impiego di macchine di piccola taglia richiederebbe un numero maggiore di dispositivi per raggiungere la medesima potenza, senza peraltro particolari benefici in termini di riduzione delle dimensioni di ogni singolo aerogeneratore.

La scelta dell'ubicazione dei vari aerogeneratori è stata fatta, per quanto possibile nelle vicinanze di strade, piste e carrarecce esistenti, con lo scopo di ridurre notevolmente la costruzione di nuove piste di accesso, minimizzando di conseguenza le lavorazioni per scavi e i riporti.

Nei seguenti paragrafi verranno descritte singolarmente le diverse lavorazioni e componenti che costituiscono il parco eolico.

3.1 AEROGENERATORI

Un aerogeneratore ha la funzione di convertire l'energia cinetica del vento prima in energia meccanica e successivamente in energia elettrica.

Sostanzialmente un aerogeneratore è così composto:

- Un rotore, nel caso in esame a tre pale, per intercettare il vento
- Una "navicella" in cui sono alloggiati tutte le apparecchiature per la produzione di energia
- Un fusto o torre che ha il compito di sostenere gli elementi sopra descritti (navicella e rotore) posizionandoli alla quota prescelta in fase di progettazione

In questa fase progettuale l'aerogeneratore scelto è un Siemens-Gamesa della potenza nominale di 6.0 MW ad asse orizzontale. In fase esecutiva, in funzione anche della probabile evoluzione dei macchinari, la scelta dell'aerogeneratore potrà variare mantenendo inalterate le caratteristiche geometriche massime.

Di seguito si riporta uno schema grafico dell'aerogeneratore e della navicella.

L'aerogeneratore SIEMENS GAMESA SG 6.0-170 o similare è equipaggiato con un rotore di 170 m circa di diametro costituito di tre pale ed un mozzo. Le pale sono controllate per mezzo di un microprocessore nel sistema del controllo del passo. Basandosi sulle prevalenti condizioni del vento, le pale sono continuamente posizionate per ottimizzare l'angolo di passo.

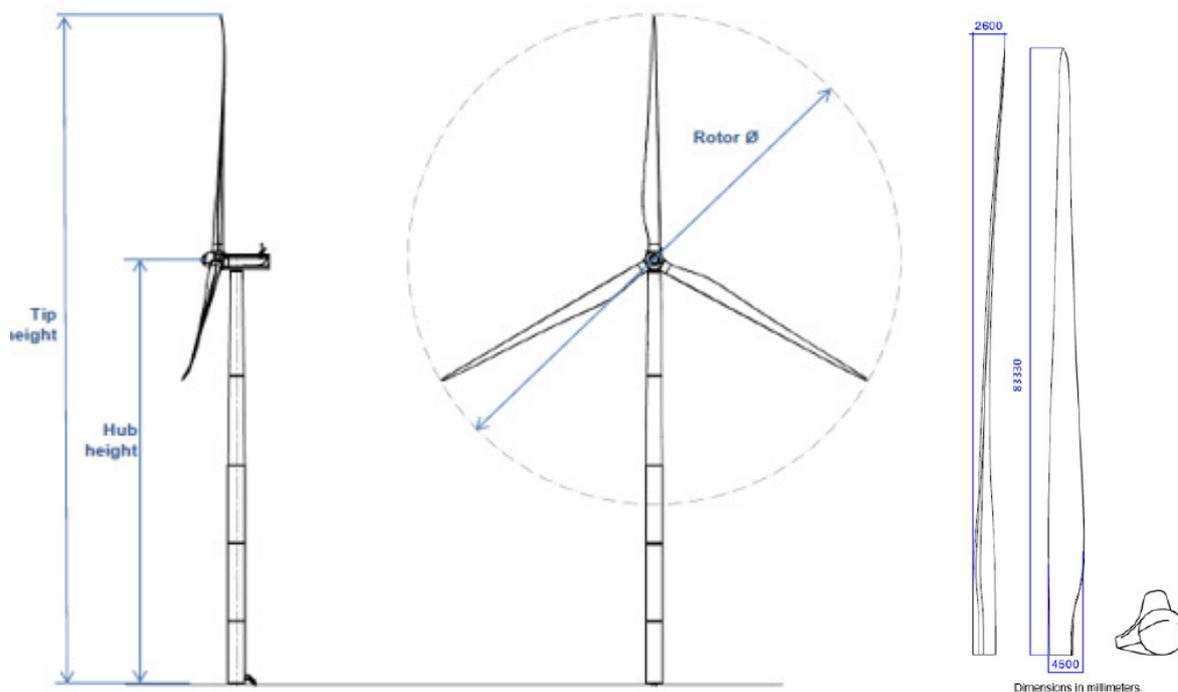


Tabella 3.1: Caratteristiche WTG

MODELLO AEROGENERATORE	SIEMENS GAMESA SG 6.0-170
Potenza Nominale Aerogeneratore	6 MW
Diametro massimo rotore	170 m
Altezza totale	200 m
Area spazzata	22698 mq
Altezza al mozzo	115 m
Numero di pale	3

Tabella 3.2: Caratteristiche geometriche e funzionali dell'aerogeneratore di progetto

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E FUNZIONALI AEROGENERATORE DI PROGETTO	
Modello	SIEMENS GAMESA SG 6.0-170 – 6MW
Potenza Nominale	6 MW (6000kW)
N. Pale	3
Tipologia Rotore	Tubolare
Diametro Rotore	170 m
Altezza al mozzo	115 m
Altezza massima dal piano di appoggio (alla punta della pala)	200 m
Area spazzata	22698 mq
Velocità vento di avvio	3,0 m/s
Velocità vento nominale	11 m/s
Velocità vento di stacco	25 m/s
Temperatura di funzionamento	- 40° + 50°



Tip height=200m; hub height=115m; rotor diameter=170m; blade length=83.33m

Figura 3.1 - Struttura aerogeneratore

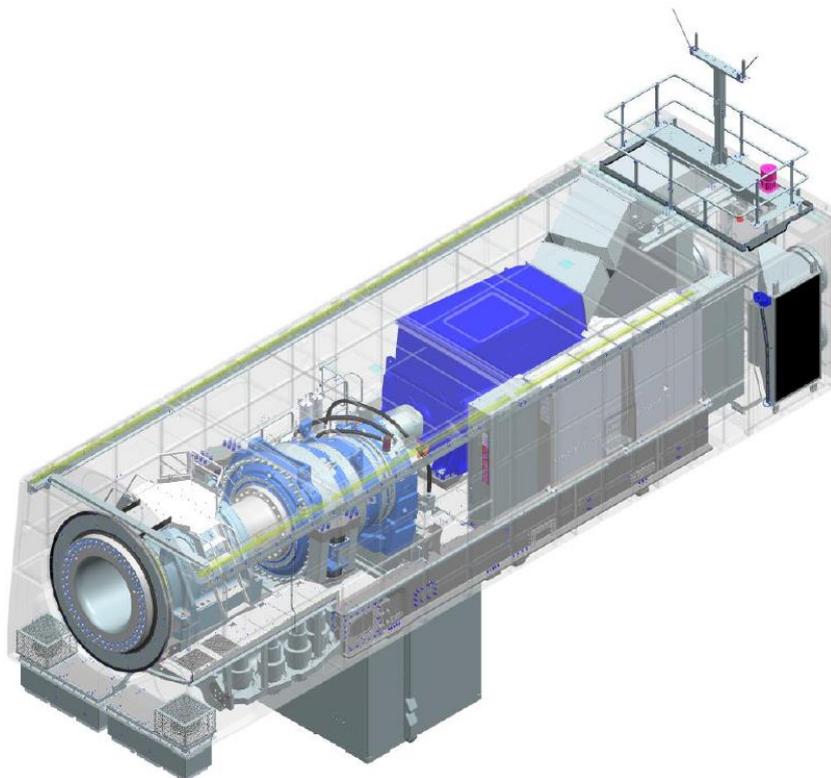


Figura 3.2 - Struttura navicella



All'interno della navicella sono alloggiati l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico ed i dispositivi ausiliari. All'estremità dell'albero lento, corrispondente all'estremo anteriore della navicella, è fissato il rotore costituito da un mozzo sul quale sono montate le pale, costituite in fibra di vetro rinforzata. La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l'asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata); inoltre è dotata di un sistema di controllo del passo che, in corrispondenza di alta velocità del vento, mantiene la produzione di energia al suo valore nominale indipendentemente dalla temperatura e dalla densità dell'aria; in corrispondenza invece di bassa velocità del vento, il sistema a passo variabile e quello di controllo ottimizzano la produzione di energia scegliendo la combinazione ottimale tra velocità del rotore e angolo di orientamento delle pale in modo da avere massimo rendimento. Il funzionamento dell'aerogeneratore è continuamente monitorato e controllato da un'unità a microprocessore.

Da un punto di vista elettrico schematicamente l'aerogeneratore è composto da:

- generatore elettrico;
- interruttore di macchina BT;
- trasformatore di potenza MT/BT;
- cavo MT di potenza;
- quadro elettrico di protezione MT;
- servizi ausiliari;
- rete di terra.

Il generatore produce corrente elettrica in bassa tensione (BT) che viene innalzata a 30 kV (MT) da un trasformatore posto internamente alla navicella.

Infine, gli aerogeneratori saranno equipaggiati con un sistema di segnalazione notturna con luce rossa intermittente posizionato sulla sommità posteriore navicella dell'aerogeneratore, mentre la segnalazione diurna verrà garantita da una verniciatura della parte estrema delle pale con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m. L'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) potrà fornire eventuali prescrizioni concernenti la colorazione delle strutture o la segnaletica luminosa, diverse o in aggiunta rispetto a quelle precedentemente descritte.

3.2 LINEE ELETTRICHE DI IMPIANTO

L'energia prodotta dai singoli aerogeneratori del parco eolico verrà trasportata a 30kV verso la SSEU per poi essere elevata al valore di tensione 150 kV e convogliata verso la SE Terna ed infine elevata ulteriormente ed immessa nella RTN a livello di tensione 380 kV.

I collegamenti tra il parco eolico e la SSEU, avverranno tramite linee elettriche interrato esercite a 30 kV, ubicate sfruttando per quanto possibile la rete stradale esistente ovvero lungo la rete viaria da adeguare/realizzare ex novo nell'ambito del presente progetto.

La rete elettrica 30 kV sarà realizzata con posa completamente interrata allo scopo di ridurre l'impatto della stessa sull'ambiente, assicurando il massimo dell'affidabilità e della economia di esercizio.

Il tracciato planimetrico della rete, lo schema unifilare dove sono evidenziate la lunghezza e la sezione corrispondente di ciascuna terna di cavo e la modalità e le caratteristiche di posa interrata sono mostrate nelle tavole del progetto allegate.

Per il collegamento degli aerogeneratori si prevede la realizzazione di linee a 30 kV a mezzo di collegamenti del tipo "entra-esce".

I cavi verranno posati ad una profondità di circa 80 cm, con protezione meccanica supplementare il CLS (magrone) e nastro segnalatore.

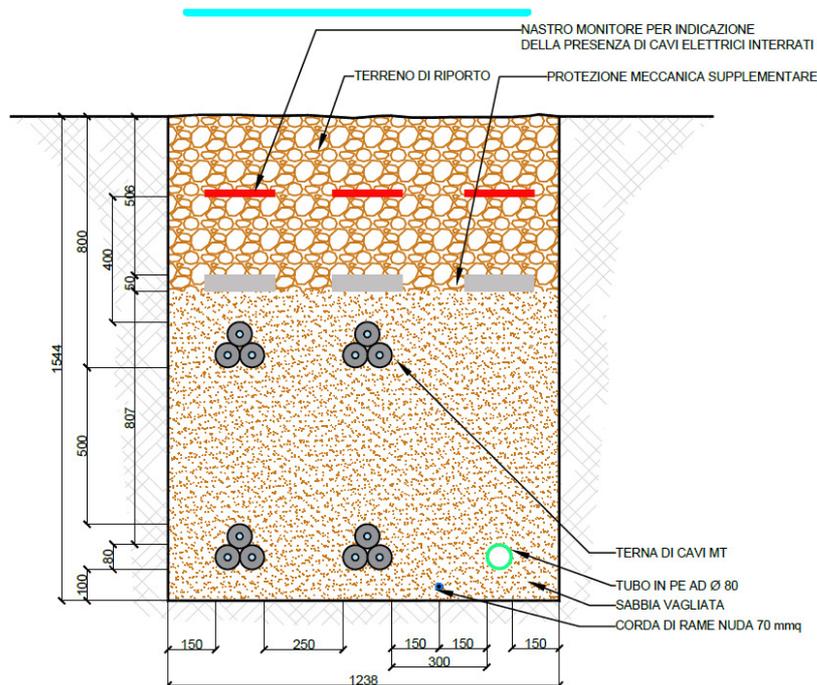
I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che avrà una larghezza variabile tra circa 80 e 165 cm. La sezione di posa dei cavi sarà variabile a seconda della loro ubicazione in sede stradale o in terreno.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di rame della rete equipotenziale.

Dove necessario si dovrà provvedere alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi.

La posa dei cavi si articolerà nelle seguenti attività:

- *scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità precedentemente menzionate;*
- *stesura di un primo strato di sabbia (circa 10 cm);*
- *posa del cavo di potenza e del dispersore di terra;*
- *posa del tubo contenente il cavo in fibre ottiche;*
- *stesura di un secondo strato di sabbia vagliata (circa 10 cm);*
- *posa di protezione meccanica realizzata con strato di magrone dello spessore di 5 cm;*
- *rinterro parziale con materiale inerte con inframezzato nastri segnalatori,*
- *riempimento con materiale proveniente dagli scavi;*
- *posa del pacchetto di rifinitura in funzione della tipologia della superficie;*
- *apposizione di paletti di segnalazione presenza cavo ove richiesto.*



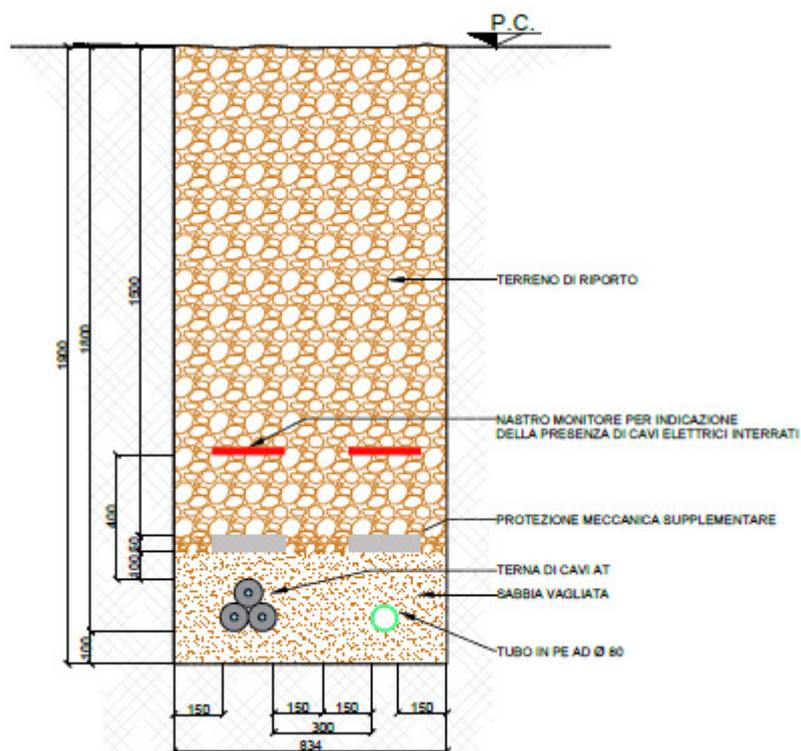


Figura 4.1: Sezione scavi tipo posa cavidotti

Come riportato nello schema unifilare, la distribuzione elettrica prevede la realizzazione di 4 rami di alimentazione in partenza dalla SSEU MT/AT verso le singole WTG collegate in configurazione entra-esce a formare quattro cluster.

Ogni ramo alimenta delle WTG collegate reciprocamente tra loro in configurazione entra-esce come da seguente tabella:

Tabella 4.2: Configurazione cluster

ID.	WTG	CLUSTER	MODELLO	POTENZA (KW)
1	GD01	3	SG 6.0-170	6000
2	GD02	1	SG 6.0-170	6000
3	GD03	1	SG 6.0-170	6000
4	GD04	2	SG 6.0-170	6000
5	GD05	2	SG 6.0-170	6000
6	GD06	2	SG 6.0-170	6000
7	GD07	1	SG 6.0-170	6000
8	GD08	3	SG 6.0-170	6000
9	GD09	4	SG 6.0-170	6000
10	GD10	4	SG 6.0-170	6000
11	GD11	4	SG 6.0-170	6000
12	GD12	3	SG 6.0-170	6000

Si rimanda alle tavole di dettaglio per un'ulteriore comprensione ed inquadramento planimetrico delle aree d'impianto. Dalla lettura dello schema unifilare del presente progetto, è possibile riscontrare le informazioni e le caratteristiche impiantistiche dell'impianto eolico nonché dei suoi elementi.

I cluster nel quale è elettricamente suddiviso l'intero impianto saranno connessi a 30 kV alla SSEU tramite linee interrate costituite da cavi in alluminio (con livello di isolamento fino a 30 kV).



3.3 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE (SSEU)

Per il collegamento degli aerogeneratori alla SSEU è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Stallo AT 150 kV che comprenderà tutti gli apparati di sezionamento, interruzione e misura utili alla connessione dell'impianto.
- Trasformatore AT/MT a doppio secondario 110/55/55 MVA ONAF 150/30 kV
- Cabina generale di utenza con all'interno tutti gli apparati di sezionamento misura e interruzione lato 30 kV e tutti gli apparati di controllo del parco eolico.
- Cavidotto MT, composto da 4 linee provenienti ciascuna da un cluster del parco eolico, esercito a 30 kV, per il collegamento elettrico degli aerogeneratori con la suddetta sottostazione AT/MT. I cavidotti saranno installati all'interno di scavi in trincea (vedi paragrafo precedente) principalmente lungo la viabilità esistente e lungo le piste nuova realizzazione a servizio del parco eolico.
- Rete di monitoraggio in fibra ottica per il controllo della rete elettrica e dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare.

Partendo dalle condizioni al contorno individuate nel paragrafo, si sono studiate le caratteristiche dell'impianto elettrico con l'obiettivo di rendere funzionale e flessibile l'intero parco eolico, gli aerogeneratori sono stati collegati con soluzione "entra-esce" raggruppandoli anche in funzione del percorso dell'elettrodotto, contenendo le perdite ed ottimizzando la scelta delle sezioni dei cavi stessi. I percorsi delle linee, illustrati negli elaborati grafici, potranno essere meglio definiti in fase costruttiva.

All'atto dell'esecuzione dei lavori, i percorsi delle linee elettriche saranno accuratamente verificati e definiti in modo da:

- evitare interferenze con strutture, altri impianti ed effetti di qualunque genere;
- evitare curve inutili e percorsi tortuosi;
- assicurare una facile posa o infilaggio del cavo;
- effettuare una posa ordinata e ripristinare la condizione ante-operam.

La rete elettrica a 30 kV interrata assicurerà il collegamento dei trasformatori di torre degli aerogeneratori alla sottostazione. Si possono pertanto identificare 4 sottocampi costituiti da linee che collegano i quadri MT delle torri in configurazione entra/esce;

Ciascuna delle suddette linee provvede, con un percorso interrato, al trasporto dell'energia prodotta dalla relativa sezione del parco fino all'ingresso del quadro elettrico di raccolta, punto di partenza della linea elettrica di vettoriamento alla stazione di trasformazione MT/AT che sarà realizzata nel territorio comunale di Sanluri.

Il percorso di ciascuna linea della rete di raccolta è stato individuato sulla base dei seguenti criteri:

- minima distanza;
- massimo sfruttamento degli scavi delle infrastrutture di collegamento da realizzare;
- migliore condizione di posa (ossia, in presenza di forti dislivelli tra i due lati della strada, contenendo, comunque, il numero di attraversamenti, si è cercato di evitare la posa dei cavi elettrici dal lato più soggetto a frane e smottamenti).

Per le reti MT non è previsto alcun passaggio aereo.



3.4 CABINA DI UTENZA

È stato ipotizzato il posizionamento della cabina di utenza all'interno della SSEU; a valle della ricezione della soluzione di connessione tale posizionamento potrebbe subire delle variazioni. All'interno della cabina di utenza, esercita ad un livello di tensione 30 kV, saranno presenti i quadri a 30 kV, a 0,4 kV e a bassissima tensione, necessari per il trasporto dell'energia prodotta nonché per l'alimentazione dei carichi ausiliari dell'impianto. La configurazione del quadro all'interno della cabina sarà a semplice sistema di sbarre.

All'interno della cabina di connessione oltre alla sala quadri 30 kV sarà inoltre presente un locale contatori, una sala controllo (con presenza di personale inferiore alle 4 ore/giorno) e un locale dedicato al trasformatore ausiliari di cabina.

3.5 QUADRI 30 KV

All'interno della cabina di utenza esercita a 30 kV verranno allocati n°2 Quadri direttamente connessi allo stallo di connessione 150/30 kV in sottostazione, in conformità sia con le specifiche del Codice di Rete, sia con le specifiche che il gestore di rete dedicherà all'impianto eolico.

Indicativamente ogni quadro 30 kV sarà così configurato:

- *N°1 scomparto di arrivo*
- *N°1 scomparto dedicato alle misure, al Dispositivo Generale (DG) e al Dispositivo di Interfaccia (DI) avente la funzione di apparecchiatura di manovra e protezione la cui apertura determina la separazione dal generatore della rete.*
- *N°1 scomparti dedicato all'alimentazione del trasformatore per i servizi ausiliari*
- *N°2 rami destinati alle WTG*
- *N°1 scomparto riserva*

Al suo interno dovranno essere presenti i TA ed i TV (con tensione di isolamento adeguata) per la lettura fiscale dell'energia prodotta nonché il relativo contatore fiscale MID; i dispositivi di protezione abbinati agli interruttori di protezione installati nella cabina di connessione dovrà colloquiare con le protezioni presenti lato stazione elettrica Terna. Nei particolari il Quadro con tensione di isolamento fino a 30 kV, sarà costruito secondo le disposizioni indicate nella Specifica Tecnica dedicata.

3.6 CAVI DI POTENZA

La connessione delle apparecchiature relative al campo eolico avverrà tramite linee in cavo a 18/30 kV e 0,4/1 kV. Le linee 30 kV saranno direttamente interrate oppure posate entro cavidotto.

3.7 RETE DI TERRA

Gli impianti di terra saranno progettati tenendo in considerazione i seguenti criteri:

- *Avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione*
- *Essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasti prevedibili*
- *Evitare danno ai componenti elettrici ed ai beni*
- *Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.*

Il trasformatore elevatore avrà l'avvolgimento primario lato bassa collegato a stella con il centro stella posto a terra e collegato con lo stesso impianto di messa a terra della turbina eolica; mentre il secondario lato 30 kV sarà con avvolgimento a triangolo con neutro isolato da terra.



Una parte fondamentale del sistema di messa a terra della singola turbina eolica è la barra principale di messa a terra, posta all'interno del generatore in prossimità dell'ingresso cavi. Tutti i dispersori faranno capo a questa barra principale garantendo collegamenti equipotenziali.

3.8 CONNESSIONE

L'impianto dovrà essere connesso nel rispetto di quanto indicato dalla CEI 0-16 ed in particolare:

- *Il parallelo non dovrà causare perturbazioni alla continuità ed alla qualità del servizio della rete pubblica per preservare il livello del servizio per agli utenti connessi; in caso contrario la connessione si deve interrompere automaticamente e tempestivamente.*
- *L'impianto di produzione non dovrà connettersi o la connessione in regime di parallelo dovrà interrompersi immediatamente ed automaticamente in assenza di alimentazione dalla rete di distribuzione o qualora i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano entro i valori consentiti.*

3.9 SISTEMA SCADA

Tutti i componenti dell'impianto eolico saranno predisposti per comunicare con un sistema SCADA in modo da rendere possibile la eventuale gestione remota dell'impianto eolico da parte del Gestore della Rete Nazionale e/o del gestore locale dell'impianto il tutto attraverso il controllo dei parametri rilevanti dell'impianto (potenza attiva/reattiva, tensione, frequenza, fattore di potenza, performance di produzione e tele-distacco).

Tutti i parametri rilevanti dell'impianto eolico saranno continuamente monitorati da un sistema dedicato, compatibile con tutte le altre apparecchiature e, in caso di guasto di un componente, la porzione di impianto verrà isolata automaticamente dalle protezioni e sarà segnalato su un sistema HMI, sia localmente che remoto.

Ogni funzione dell'aerogeneratore verrà monitorata e controllata in tempo reale attraverso un sistema di controllo dedicato, basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM che si estenderà sull'intero parco eolico.

Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e la valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica ed effettiva.

3.10 CAVI DI CONTROLLO E TLC

Sia per le connessioni dei dispositivi di montaggio che di security verranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- *Cavi in rame multipolari / twistati e non*
- *Cavi in fibra ottica*

I primi verranno utilizzati, data la loro versatilità, per consentire la comunicazione su brevi distanze; mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante con nel caso di invio di dati.

3.11 MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare i dati climatici ed i dati di ventosità sull'impianto eolico, dove la ventosità è da considerarsi come parametro fondamentale per la quantizzazione dell'energia eolica.



I parametri rilevati puntualmente della stazione di monitoraggio ambientale di campo saranno inviati al sistema di producibilità teorica, parametro fondamentale per il calcolo delle performance dell'impianto eolico.

Infine tutti i dati monitorati saranno gestiti ed archiviati da un sistema SCADA. I dati climatici da rilevare principalmente sono:

- *Dati ambientali*
- *Velocità del vento*
- *Direzione del vento*

Le misure attinenti al vento saranno effettuate mediante l'utilizzo di anemometri.

3.12 TRASFORMATORI

Tutti i trasformatori all'interno delle WTG di impianto saranno regolati e azionati secondo una logica di avviamento e funzionamento che limiti le correnti di energizzazione e che consenta una corretta regolazione delle protezioni.

All'interno dell'impianto saranno presenti i trasformatori abbinati alle WTG in progetto; saranno inoltre presenti i trasformatori per l'alimentazione dei carichi ausiliari di impianto. Di seguito un elenco dei trasformatori in progetto:

- Trasformatore elevatore 0,69/30 kV 6500 kVA (DYn11) utilizzato nelle WTG;
- Trasformatore 30/0.4 kV 160 kVA (DYn11) per l'alimentazione dei carichi ausiliari BT;
- Trasformatore 30/150 kV (YnD11) con potenza nominale 90/1100 MVA.

I trasformatori MT/BT saranno raffreddati a secco con avvolgimenti inglobati in resina epossidica e saranno autoestinguenti, resistenti alle variazioni climatiche e resistenti all'inquinamento atmosferico e all'umidità.



4. RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi vengono riportati nella tabella che segue:

Tabella 4.1 - Riferimenti normativi

RIFERIMENTI NORMATIVI

L. n. 36 del 22.02.2001	Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
D.P.C.M. 08.07.2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti
Raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999	Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0Hz a 300Ghz
Decreto Min. Amb. 29.05.2008	Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica
DM 21 marzo 1988, n. 449	Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne" e s.m.i.
CEI 11-60	Portata al limite termico delle linee elettriche esterne con tensione maggiore di 100kV
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo
CEI 106-11	Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I
CEI 211-4	Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati dalle linee e da stazioni elettriche
ENEL - Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08	Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche
Linee guida ICNIRP	Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)
Circolare del Ministero dell'Ambiente del 15/11/2004	la Protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici. Determinazione fasce di rispetto



La Legge Quadro ha demandato la definizione dei limiti di esposizione per la popolazione al decreto attuativo DPCM 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”.

Tabella 4.2: Limiti di esposizione – DPCM 8 Luglio 2003

Tabella 1: Limiti di esposizione – DPCM 8 luglio 2003		
	Intensità di campo elettrico E (kV/m)	Induzione Magnetica B (μ T)
Limite di esposizione * (da non superare mai)	5 ***	100
Valore di attenzione ** (da non superare in ambienti abitativi e comunque nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore)	-	10
Obiettivo di qualità ** (da non superare per i nuovi elettrodotti o le nuove abitazioni in prossimità di elettrodotti esistenti)	-	3
Note: * Valori efficaci ** Mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio *** Il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.		

Come indicato dalla Legge 36/2001, il limite di esposizione non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione, mentre il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità si intendono riferiti alla mediana giornaliera dei valori in condizioni di normale esercizio.

Inoltre, il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/2001 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”.

Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La suddetta metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.



5. DEFINIZIONI

Campo magnetico

Il campo magnetico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di corrente elettrica o di massa magnetica.

Tale perturbazione si può verificare constatando che ponendo in tale regione spaziale un corpo magnetizzato, questo risulta soggetto ad una forza. L'unità di misura del campo magnetico è l'A/m.

L'induzione magnetica è una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento ed è espressa in tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico si ricavano in base all'equazione: $1A/m = 4\pi \cdot 10^{-7} T$.

Campo elettrico

Il campo elettrico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica. Tale perturbazione si può verificare constatando che ponendo in tale regione spaziale una carica elettrica, questa risulta soggetta ad una forza. L'unità di misura del campo elettrico è il V/m.

Campo elettromagnetico

Un campo elettrico variabile nel tempo genera, in direzione perpendicolare a sé stesso, un campo magnetico pure variabile che, a sua volta, influisce sul campo elettrico stesso. Questi campi concatenati determinano nello spazio la propagazione di un campo elettromagnetico. È importante la distinzione tra campo vicino e campo lontano. La differenza consiste essenzialmente nel fatto che in prossimità della sorgente irradiante, cioè in condizioni di campo vicino, il campo elettrico ed il campo magnetico assumono rapporti variabili con la distanza, mentre ad una certa distanza, cioè in campo lontano, il rapporto tra campo elettrico e campo magnetico rimane costante.

ELF

È la terminologia anglosassone per definire i campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse, comprese tra 30 Hz e 300 Hz.

L'esposizione a campi ELF dovuta ad una determinata sorgente è valutabile misurando separatamente l'entità del campo elettrico e del campo magnetico. Questo perché alle frequenze estremamente basse, le caratteristiche fisiche dei campi sono più simili a quelle dei campi statici, piuttosto che a quelle dei campi elettromagnetici veri e propri. I campi ELF sono quindi caratterizzati da due entità distinte: il campo elettrico, generato dalla presenza di cariche elettriche o tensioni, ed il campo magnetico, generato invece dalle correnti elettriche.

Intensità di corrente (J).

È definita come il flusso di corrente attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. È espressa in ampere per metro quadro (A/m²).

Intensità di campo elettrico

È una grandezza vettoriale (E) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in Volt per metro (V/m).

Intensità di campo magnetico

È una grandezza vettoriale (H) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in Ampere per metro (A/m).



Induzione magnetica

È una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento. È espressa in Tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono legate dall'equazione $1A \text{ m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$.

Densità di potenza (S).

Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte, per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed è espressa in watt per metro quadro (W/m²).

Assorbimento specifico di energia (SA).

Si definisce mediante l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in joule per chilogrammo (J/kg). Nella presente raccomandazione il termine si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.

Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR).

Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa del tessuto corporeo ed è espresso in watt per chilogrammo (W/kg). Il SAR riferito a tutto il corpo è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi all'esposizione a RF. Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a speciali condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF nella gamma inferiore di MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

Linea

Le linee corrispondono ai collegamenti con conduttori elettrici aerei o in cavo, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione. Le linee a tre o a più estremi sono sempre definite come più tronchi di linea a due stremi. Gli organi di manovra connettono tra loro componenti delle reti (es. interruttori, sezionatori, ecc.) e permettono di interrompere il passaggio di corrente.

Elettrodotto

È l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;

Tronco

I tronchi di linea corrispondono ai collegamenti metallici che permettono di unire fra loro due impianti gestiti allo stesso livello di tensione (compresi gli allacciamenti). Si definisce tronco fittizio il tronco che unisce due impianti adiacenti.

Tratta

La tratta è una porzione di tronco di linea, composto da una sequenza di campate contigue, avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, di tipo meccanico (es. tipologia del conduttore, configurazione spaziale dei conduttori sui tralicci, tratta singola, doppia, ammazzettata, ecc.) e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale). Ad ogni variazione delle caratteristiche si individua una nuova tratta.

Campata

La campata è l'elemento minimo di una linea elettrica; è sottesa tra due sostegni o tra un sostegno e un portale (ultimo sostegno già all'interno dell'impianto).



Sostegni

Il sostegno è l'elemento di supporto meccanico della linea aerea in conduttori nudi o in cavo. I sostegni, i sostegni porta terminali ed i portali possono essere costituiti da pali o tralicci.

Impianto

Nell'ambito di una rete elettrica l'impianto corrisponde ad un'officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla regolazione e alla modifica (trasformazione e/o conversione) dell'energia elettrica transitante in modo da renderla adatta a soddisfare le richieste della successiva fase di destinazione. Gli impianti possono essere: Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie, Cabine Utente AT. Inoltre rientrano in questa categoria anche quelle stazioni talvolta chiamate di Allacciamento.

Corrente

Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

Portata in corrente in servizio normale

È la corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.

Portata in regime permanente

Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).

Fascia di rispetto

È lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Come prescritto dall'articolo 4, comma I lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

Distanza di prima approssimazione (Dpa)

Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

Esposizione

È la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;

Limite di esposizione

È il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione. I valori limite di esposizione per la popolazione sono invece richiamati dalla Legge Quadro, e sono stati indicati con apposito decreto D.P.C.M. 08.07.2003, che prevede il rispetto dei seguenti valori: nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.



Valore di attenzione

È il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere, superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;

Obiettivi di qualità

Sono i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8 della L. 36/2001; sono anche i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a) della medesima legge, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi;

Limiti di base

Le limitazioni all'esposizione ai campi elettrici magnetici ed elettro-magnetici variabili nel tempo, che si fondano direttamente su effetti accertati sulla salute e su considerazioni di ordine biologico, sono denominate «limiti di base». In base alla frequenza del campo, le quantità fisiche impiegate per specificare tali limitazioni sono: la densità di flusso magnetico (B), la densità di corrente (J), il tasso di assorbimento specifico di energia (SAR), e la densità di potenza (S). La densità di flusso magnetico e la densità di potenza negli individui esposti possono essere misurate rapidamente.

Livelli di riferimento.

Questi livelli sono indicati a fini pratici di valutazione dell'esposizione in modo da determinare se siano probabili eventuali superamenti dei limiti di base. Alcuni livelli di riferimento sono derivati dai limiti di base fondamentali attraverso misurazioni e/o tecniche informatiche e alcuni livelli di riferimento si riferiscono alla percezione e agli effetti nocivi indiretti dell'esposizione ai campi elettromagnetici. Le quantità derivate sono: l'intensità di campo elettrico (E), l'intensità di campo magnetico (H), la densità del flusso magnetico (B), la densità di potenza (S) e la corrente su un arto (I_L). Le grandezze che si riferiscono alla percezione e agli altri effetti indiretti sono la corrente (di contatto) (I_c) e, per i campi pulsati, l'assorbimento specifico di energia (SA). In qualunque situazione particolare di esposizione, i valori misurati o calcolati di una delle quantità sopra citate possono essere raffrontati al livello di riferimento appropriato. L'osservanza del livello di riferimento garantirà il rispetto delle restrizioni fondamentali corrispondenti. Se il valore misurato supera il livello di riferimento, non ne consegue necessariamente che sia superata la restrizione fondamentale. In tali circostanze, tuttavia, vi è la necessità di definire se il limite di base sia o meno rispettato.



6. CALCOLO DELLE DPA

Si è proceduto al calcolo della Distanze di Prima Approssimazione (DPA) per gli elementi costituenti il parco eolico possibili fonti di inquinamento elettromagnetico:

- Linee elettriche di impianto
- Sottostazione elettrica utente (SSEU)
- WTG di impianto

Gli elementi sopra descritti sono tutti caratterizzati da una tensione nominale di 30 kV in AC (a frequenza 50 Hz). Tale valutazione si riferisce esclusivamente alla fase di esercizio dell'impianto in quanto durante la realizzazione e dismissione i campi daranno nulli data l'assenza di tensione nei circuiti.

6.1 CALCOLO DELLA DPA PER LA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE (SSEU)

In merito alla valutazione della distanza di prima approssimazione della SSEU, si considera la distanza da ciascuno degli elementi perimetrali (recinzione) della SSEU stessa in quanto gli stessi al loro interno non sono considerati luogo di lavoro stabile, ma occupato dal personale tecnico in modo saltuario per una durata giornaliera inferiore alle 4 ore o durante i momenti in cui la tensione è assente.

La DPA è stata valutata impiegando la formula semplificata indicata nell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti". La DPA va quindi calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale in bassa tensione in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) mediante la seguente formula di calcolo:

$$Dpa = 0.40942 * x^{0.5241} * \sqrt{I}$$

Per la SSEU la DPA da considerare è quella relativa alle linee elettriche entranti/uscenti dalla stessa.

Per tale sottostazione elettrica è stato preso come riferimento un diametro equivalente del cavo pari a **123 mm** e una corrente a 30 kV massima pari a circa **1386 A**; la corrispondente DPA sarà pertanto pari a circa **5,5 m**; oltre tale distanza dalla recinzione della SSEU il campo di induzione magnetica è sicuramente inferiore all'obiettivo di qualità di 3 µT.

All'interno della fascia introdotta dalla DPA intorno alla cabina di connessione e raccolta non si rilevano presenti recettori sensibili e non è in alcun modo prevista la presenza di personale per un periodo superiore alla 4 ore giornaliere.

6.2 CALCOLO DELLA DPA PER LE LINEE A 150 KV

Nella tabella Tabella 6.1 sono riepilogate le linee elettriche descritte per tipologia di posa, formazione, designazione e corrente nominale di impianto quali elementi considerati nella verifica delle DPA. Il calcolo delle DPA farà riferimento ai tratti per la connessione caratterizzati da una corrente maggiore; nel caso di specie il tratto considerato è caratterizzato da una corrente di riferimento di circa **227 A** totali su **1 terna** in arrivo alla SAE TERNA dalla SSEU.

La stima delle DPA per la linea a 150 kV è stata valutata secondo il DM 29 maggio 2008 preliminarmente attraverso l'utilizzo del metodo semplificato riportato al paragrafo 6.2 della norma CEI 106-11.

Le premesse al calcolo sono:

- La corrente considerata è quella massima di erogazione dell'impianto eolico alla tensione di esercizio nominale



- La profondità di posa (d) è quella di progetto.
- Le correnti si considerano equilibrate tra loro

Di seguito si riportano il risultato del calcolo delle DPA del tratto considerato.

	N. TERNE	FORMAZIONE	TENSIONE NOMINALE [KV]	DISTANZA TRA LE FASI [MM]	PROFONDITÀ DEI CAVI DAL PIANO DI CALPESTIO [M]	INTENSITÀ DI CORRENTE [A]
Elettrodotto AT da SSEU a SE TERNA	1	3x(1x400) mm ²	150	134	1,8	227

Tabella 6.1: Linea 150 kV (1 terna)

Il metodo semplificato per il calcolo dell'induzione magnetica per linee in cavo interrato a semplice terna, riportato al paragrafo 6.2.3 della norma CEI 106-11, prevede l'utilizzo della seguente relazione (specifica per cavi interrati a trifoglio):

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu T]$$

Da tale formula si ricava il valore della distanza per la quale è garantita un'induzione magnetica inferiore ai 3 μT che coincide con l'obiettivo di qualità imposto dalla norma per gli effetti a lungo termine:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [m]$$

Per cavi interrati il valore del raggio a induzione magnetica costante pari a 3 μT calcolato al livello del suolo è pari a:

$$R_0 = \sqrt{0,082 \cdot S \cdot I - d^2} \quad [m]$$

Nel caso in esame l'obiettivo di qualità è garantito ad una distanza di **0,87 m** dal punto di proiezione dell'elettrodotto sul piano di calpestio. Pertanto si introduce lungo il tracciato dell'elettrodotto una fascia di rispetto di raggio pari a circa **1,00 m** (arrotondamento al mezzo metro successivo), oltre la quale è garantito l'obiettivo di qualità di induzione magnetica inferiore ai 3 μT .

All'interno di questa fascia, lungo tutti i tratti di linea interessati, non si rileva la presenza di recettori sensibili; pertanto è esclusa l'esposizione ai campi elettromagnetici generati.

6.3 CALCOLO DELLA DPA PER LE LINEE A 30 KV

Nella Tabella 6.2 sono riepilogate le linee elettriche descritte per tipologia di posa, formazione, designazione e corrente nominale di impianto quali elementi considerati nella verifica delle DPA. Il calcolo delle DPA farà riferimento ai tratti per la connessione caratterizzati da una corrente maggiore; nel caso di specie il tratto più svantaggiato risulta quello caratterizzato da una corrente di riferimento di circa **1386 A** totali su **4 terne** in arrivo alla SSEU dagli aerogeneratori. Nel calcolo della corrente di riferimento si tiene conto della somma delle potenze nominali dei trasformatori elevatori all'interno delle WTG.

La stima della DPA per le linee a 30 kV è stata valutata secondo il DM 29 maggio 2008 preliminarmente attraverso l'utilizzo del metodo semplificato riportato al paragrafo 6.2 della norma CEI 106-11.



Le premesse al calcolo sono:

- La corrente considerata è quella massima di erogazione dell'impianto eolico alla tensione di esercizio nominale
- La profondità di posa (d) è quella di progetto.
- Le correnti si considerano equilibrate tra loro

Di seguito si riportano i risultati del calcolo delle DPA del tratto considerato, attraversati dalla maggior intensità di corrente e pertanto rappresentativo di tutte le linee elettriche a 30 kV presenti all'interno del parco eolico.

Tabella 6.2: Linea 30 kV maggiormente rappresentativa (4 terne)

	N. TERNE	FORMAZIONE	TENSIONE NOMINALE [KV]	DISTANZA TRA LE FASI [MM]	PROFONDITÀ DEI CAVI DAL PIANO DI CALPESTIO [M]	INTENSITÀ DI CORRENTE [A]
Tratto con 4 terne in arrivo alla SSEU	4	3x(1x630) mm ²	30	250	0,8	1386

Il metodo semplificato per il calcolo dell'induzione magnetica per linee in cavo interrato a semplice terna, riportato al paragrafo 6.2.3 della norma CEI 106-11, prevede l'utilizzo della seguente relazione (specifica per cavi interrati a trifoglio):

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu T]$$

Da tale formula si ricava il valore della distanza per la quale è garantita un'induzione magnetica inferiore ai 3 μT che coincide con l'obiettivo di qualità imposto dalla norma per gli effetti a lungo termine:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [m]$$

Per cavi interrati il valore del raggio a induzione magnetica costante pari a 3 μT calcolato al livello del suolo è pari a:

$$R_0 = \sqrt{0,082 \cdot S \cdot I - d^2} \quad [m]$$

Nei casi in esame l'obiettivo di qualità è garantito ad una distanza di **5,27 m** dal punto di proiezione dell'elettrodotto sul piano di calpestio. Pertanto si introduce lungo il tracciato degli elettrodotti una fascia di rispetto di raggio pari a circa **5,50 m** (arrotondamento al mezzo metro successivo), oltre la quale è garantito l'obiettivo di qualità di induzione magnetica inferiore ai 3 μT .

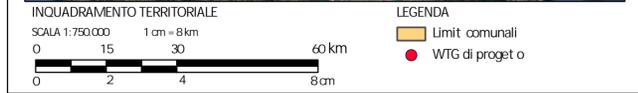
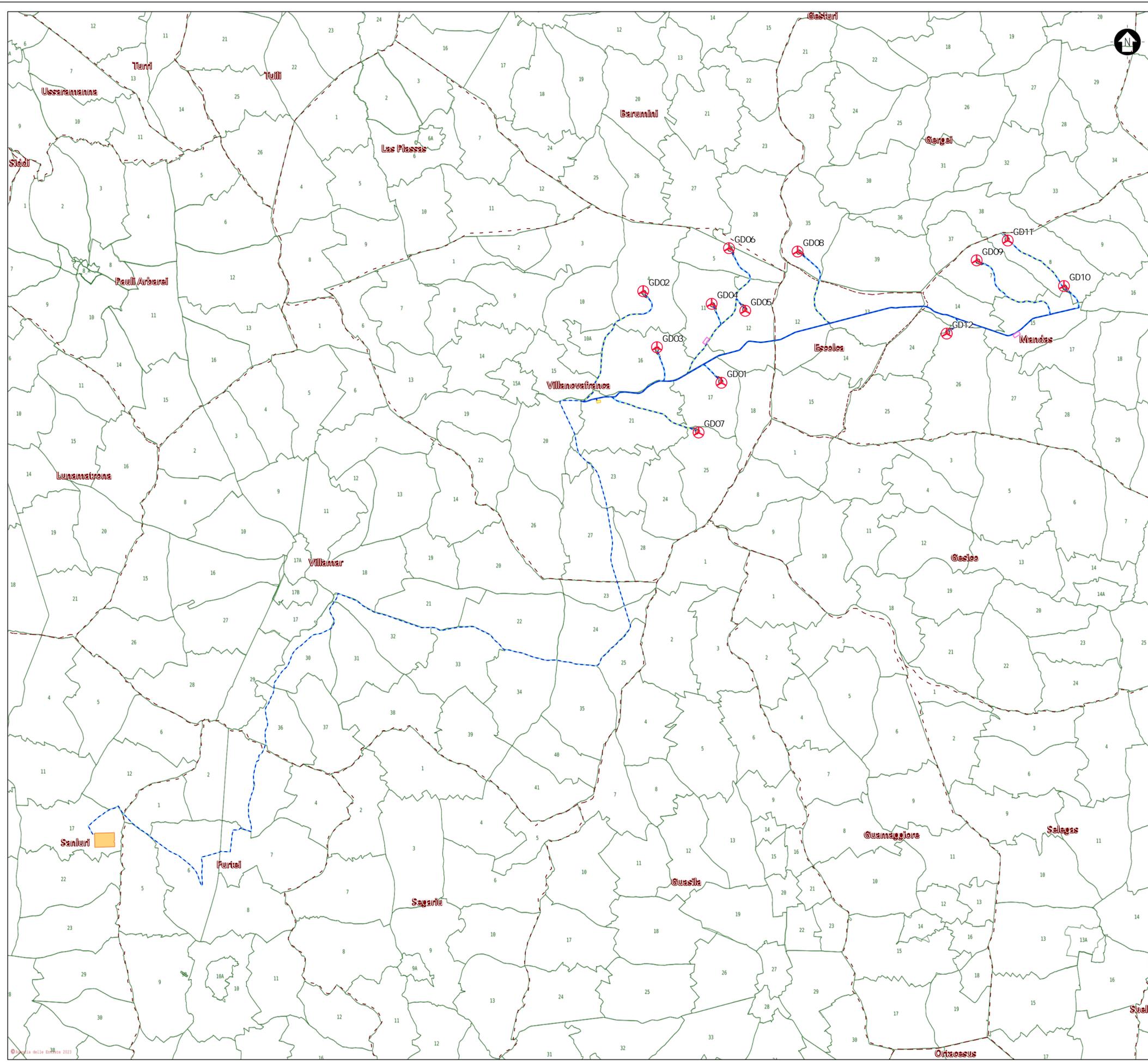
All'interno di questa fascia, lungo tutti i tratti di linea interessati, non si rileva la presenza di recettori sensibili; pertanto è esclusa l'esposizione ai campi elettromagnetici generati.



6.4 CALCOLO DELLA DPA PER LE WTG

La generazione asincrona di ogni turbina eolica alimenta un trasformatore elevatore (da 690V a 30 kV) e degli ausiliari per il controllo e la protezione del sistema. Il trasformatore con la relativa quadristica a 30 kV fa parte dell'aerogeneratore ed è interamente installato all'interno dell'aerogeneratore stesso, sulla navicella.

Al fine di valutare l'effettiva influenza di tali macchine sulla generazione di nuovi campi magnetici, va considerato che ogni generatore elettrico è di fatto situato ad una quota maggiore o uguale a 82 m rispetto al terreno, per cui il contributo all'inquinamento elettromagnetico dovuto alle componenti interne dell'aerogeneratore è del tutto trascurabile.

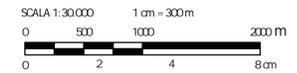


LEGENDA OPERE DI PROGETTO

- WTG di progetto
- Piazzola
- Area temporanea di cantiere
- Cavidot o interrato di connessione
- Viabilità di nuova realizzazione
- Viabilità esistente da adeguare
- Area di deposito temporaneo
- Sot ostazione elet rica utente (SSEU)
- Nuova SE Sanluri
- Limiti comunali
- Fascia di rispet o DPA**
- DPA 1 m
- DPA 5.5 m

Coordinate WTG
 Monte Mario Italy 1 EPSG 3003

WTG	LONGITUDINE E	LATITUDINE N
GDO3	1502237,615	4389001,801
GDO2	1502022,773	4389874,948
GDO7	1502887,228	4387673,873
GDO1	1503242,905	4388449,4
GDO4	1503090,96	4389677,956
GDO5	1503361,115	4390544,772
GDO6	1503614,865	4389569,765
GDO8	1504431,143	4390492,754
GD12	1506758,246	4389214,537
GDO9	1507225,444	4390355,435
GD11	1507710,289	4390664,109
GD10	1508587,209	4389955,35



0	REV	DESCRIZIONE	FC	EL	LC	02/2023
			DESIGN	CONTROL	APPROV	DATA

Montana
 Montana S.p.A.
 Via Carlo Argento Fumagalli, 6
 20143 Milano
 Milano (sede cart f cata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

Tel. +39 02 54118173
 Fax +39 02 5412890
 www.montanabioss.com
 Cap. Soc. 100.000.000 €

PIVA 1044220156
 C.F. 04692770276

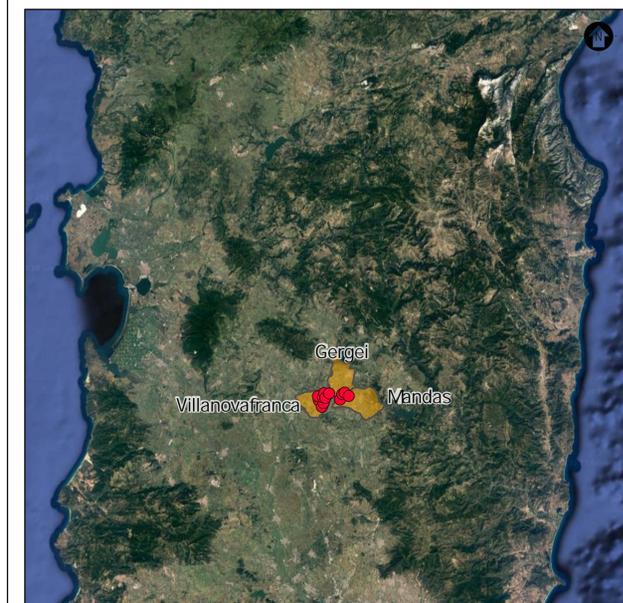
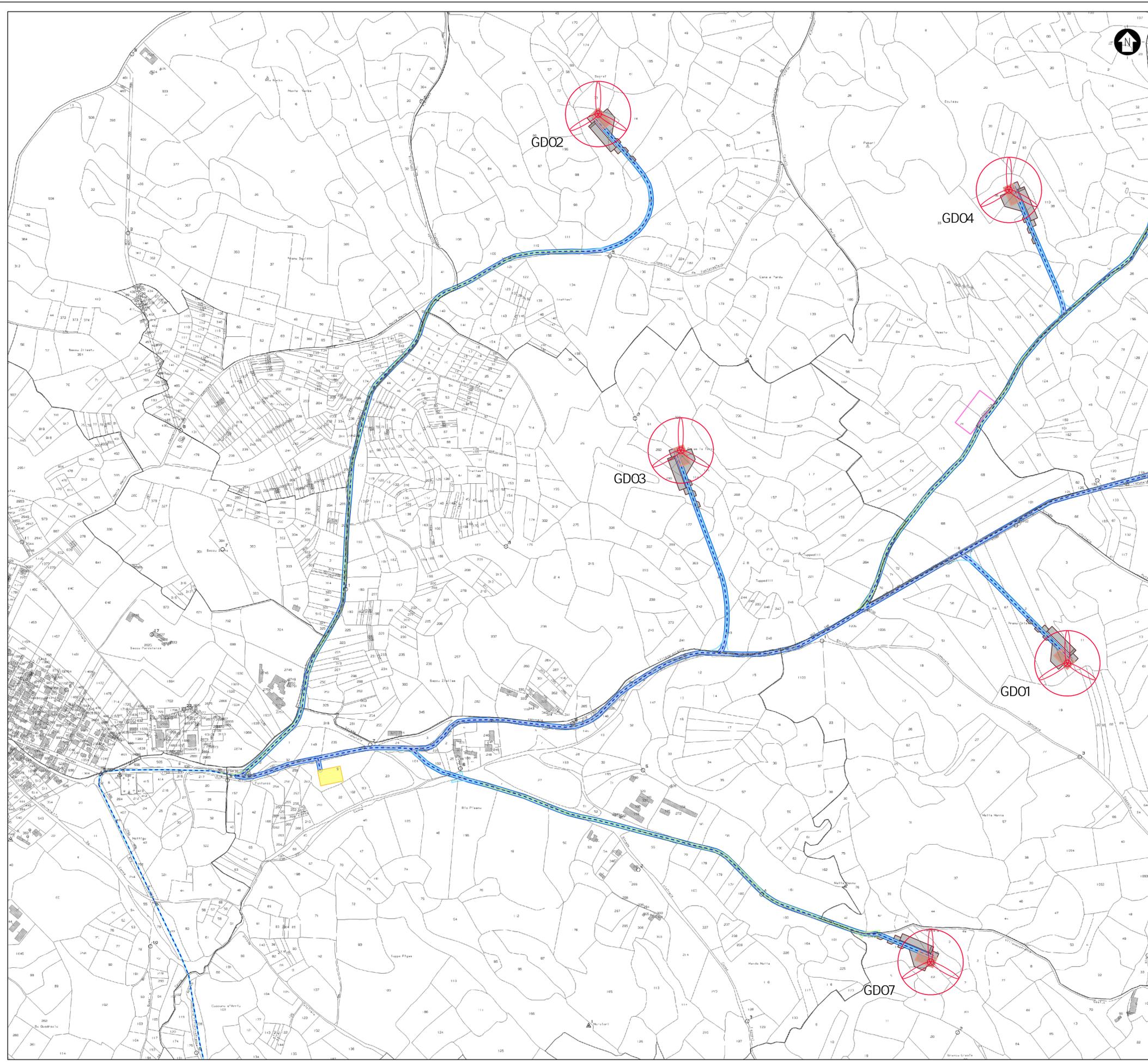
Commit onto: **GIUECCA WIND S.R.L.**
 VIA FRIULI VENEZIA GIULIA 75, 30030 PIANIGA (VE)
 C.F. 04692770276

Progett st: **ING. LAURA CONTI**
 iscritt a all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia n. 1726

Oggett o: **WIND FARM GIUECCA - IMPIANTO EOLICO DA 72 MW**
 Comune di Mandas, Gergai e Villanovafraanca (SU)

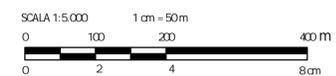
Tavola: **PLANIMETRIA CAVIDOTTI CON DPA** N. Tav: **R18_TO1.1**

N. Rev: 2799_5298_GIUD_PD_R18_TO1_Rev0_PLANIMETRIA CAVIDOTTI CON DPA
 E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA MONTANA SPA



LEGENDA OPERE DI PROGETTO

- WTG di progetto
- Piazzola
- Area temporanea di cantiere
- Cavidot o interrato di connessione
- Viabilità di nuova realizzazione
- Viabilità esistente da adeguare
- Area di deposito temporaneo
- Sottostazione elettrica utente (SSEU)
- Fascia di rispetto o DPA
 - DPA 1 m
 - DPA 5.5 m



0		FC	EL	LC	02/2023
REV	DESCRIZIONE	DESIGN	CONTROL	APPROV	DATA

Montana

Montana S.p.A. Tel. +39 02 54118173
 Via Carlo Argento Fumagalli, 6 Fax +39 02 54128900 P.IVA 1044270156
 20143 Milano www.montanagruppo.com Cap. Soc. 100.000.000 €
 Milano (sede cart. f. cata ISO) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

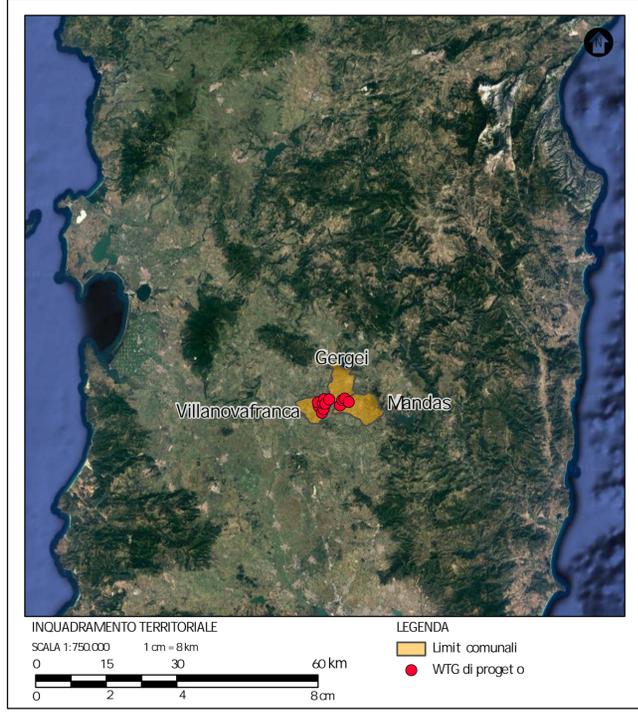
Comitente: **GIUECCA WIND S.R.L.**
 VIA FRIULI VENEZIA GIULIA 75, 30030 PIANIGA (VE)
 C.F. 04692770276

Progettista: **ING. LAURA CONTI**
 iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia n. 1726

Oggetto: **WIND FARM GIUECCA - IMPIANTO EOLICO DA 72 MW**
 Comune di Mandas, Gergei e Villanovafranca (SU)

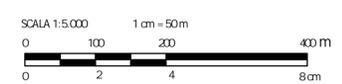
Scala: **PLANIMETRIA CAVIDOTTI CON DPA** N. Tav. **R18_TO1.2**

N. Rif. 2799_5298_GIUD_PD_R18_TO1_R=0_PANIMETRIA CAVIDOTTI CON DPA Scala 1:5.000
 È VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA MONTANA SPA



LEGENDA OPERE DI PROGETTO

- WTG di progetto
- Piazzola
- Area temporanea di cantiere
- Cavidad o interrato di connessione
- Viabilità di nuova realizzazione
- Viabilità esistente da adeguare
- Area di deposito temporaneo
- Fascia di rispetto DPA
- DPA 5.5 m



0		FC	EL	LC	02/2023
REV	DESCRIZIONE	DESIGN	CONTROL	APPROV	DATA

Montana Montana S.p.A. Tel. +39 02 54118173 P.IVA 1044220156
 Via Carlo Argento Fumagalli, 6 Fax +39 02 54128900 www.montanambiente.com Cap. Soc. 100.000.000 €
 20142 Milano Milano (sede cart. f. cata IS) | Brescia | Palermo | Cagliari | Roma | Siracusa

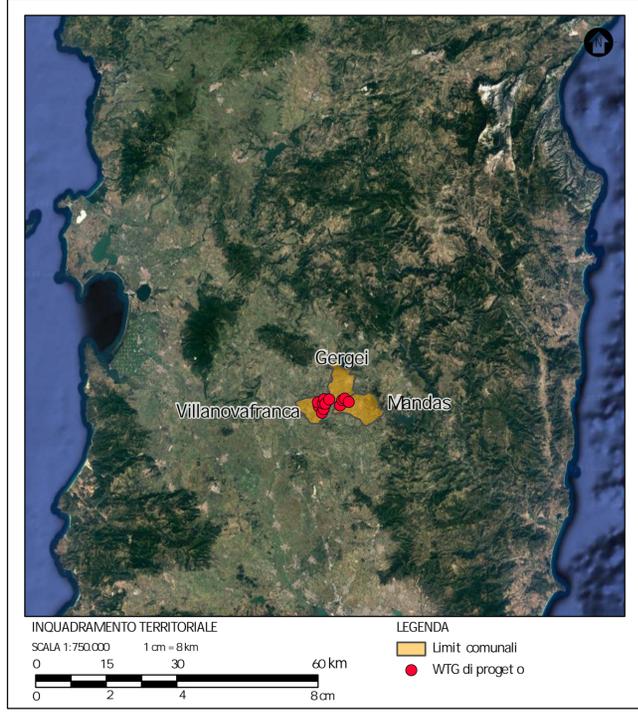
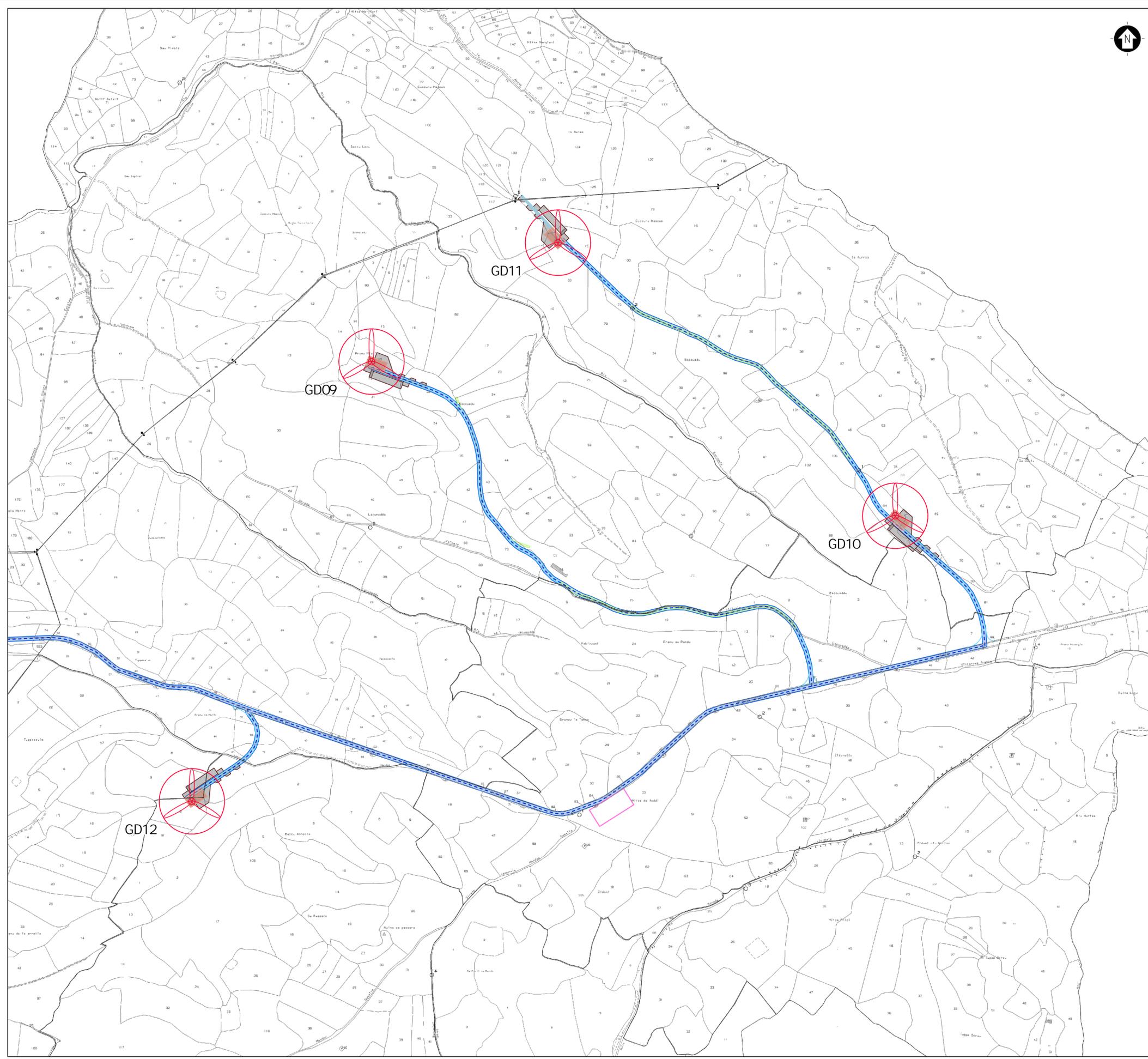
Committo: **GIUECCA WIND S.R.L.**
 VIA FRIULI VENEZIA GIULIA 75, 30030 PIANIGA (VE)
 C.F. 04692770276

Progettato: **ING. LAURA CONTI**
 iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia n. 1726

Oggetto: **WIND FARM GIUECCA - IMPIANTO EOLICO DA 72 MW**
 Comune di Mandas, Gergei e Villanovafranca (SU)

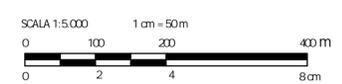
Scala: **PLANIMETRIA CAVIDOTTI CON DPA** N. Tav. **R18_T01.3**

N. Rev: 2799_5298_GIUD_PD_R18_T01_Rev0_PLANIMETRIA CAVIDOTTI CON DPA Scala 1:5.000
 È VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA MONTANA SPA



LEGENDA OPERE DI PROGETTO

- WTG di progetto
- Piazzola
- Area temporanea di cantiere
- Caviddot o interrato di connessione
- Viabilità di nuova realizzazione
- Viabilità esistente da adeguare
- Area di deposito temporaneo
- Fascia di rispetto DPA
- DPA 5.5 m



0	100	200	400 m
0			
REV	DESCRIZIONE	DISGN	CONTROL
		APPROV	DATA

		Montana S.p.A. Via Carlo Argento Fumagalli, 6 20143 Milano Milano (sede cart. f. cata ISO) Brescia Palermo Cagliari Roma Siracusa		Tel. +39 02 54118173 Fax +39 02 5412890 www.montanaspa.com Cap. Soc. 100.000.000 €	
Committo 		GIUECCA WIND S.R.L. VIA FRIULI VENEZIA GIULIA 75, 30030 PIANIGA (VE) C.F. 04692770276			
Progettato ING. LAURA CONTI iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia n. 1726					
Oggetto WIND FARM GIUECCA - IMPIANTO EOLICO DA 72 MW Comune di Mandas, Gergei e Villanovafranca (SU)					
Titolo PLANIMETRIA CAVIDOTTI CON DPA		N. Tav. R18_TO1.4			
No. Rif. 2799_5298_GIUD_PD_R18_TO1_R=0_PANIMETRIA CAVIDOTTI CON DPA		Scala 1:5.000			
E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA DELLA MONTANA SPA					