

# AUTORIZZAZIONE UNICA Ex D. LGS. N. 387/2003



## PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO GALLURA

Titolo elaborato:

### RELAZIONE IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

MF	GD	GD	EMISSIONE	21/04/23	0	0
REDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	

#### PROPONENTE



**SARDEGNA PRIME S.R.L.**

VIA A. DE GASPERI N. 8  
74023 GROTTAGLIE (TA)

#### CONSULENZA



**GE.CO.D'OR S.R.L.**

VIA A. DE GASPERI N. 8  
74023 GROTTAGLIE (TA)

#### PROGETTISTA

ING. GAETANO D'ORONZIO  
VIA GOITO 14 – COLOBRARO (MT)

Codice  
LTEG015

Formato  
A4

Scala  
/

Foglio  
1 di 26

## Sommario

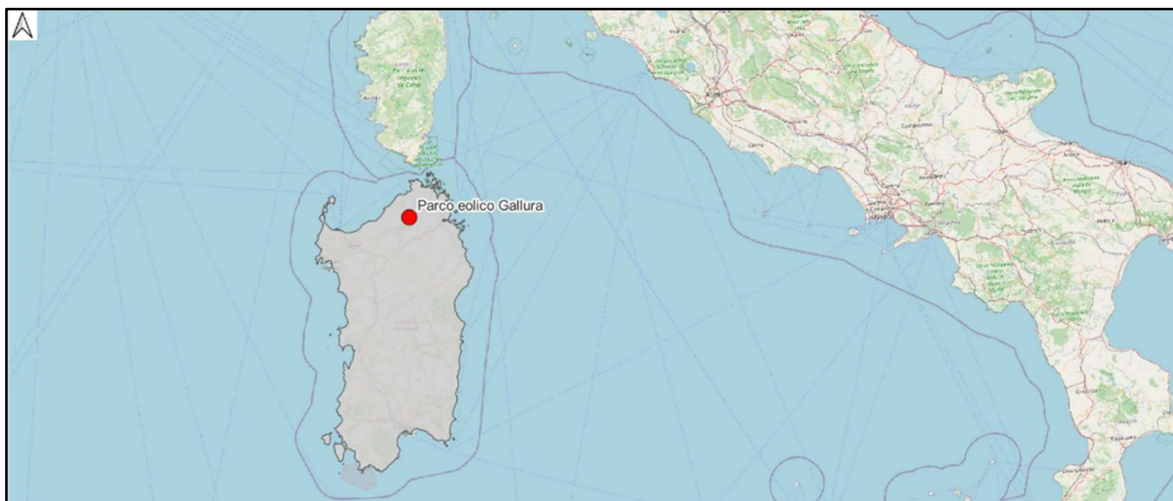
1. PREMESSA	3
2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO	4
2.1. Caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore	8
2.2. Viabilità e piazzole	9
2.3. Sottostazione Elettrica di trasformazione Utente (SEU)	11
2.4. Battery Energy Storage System (BESS)	13
2.5. Stallo arrivo produttore	15
3. INTERFERENZE RETICOLO IDROGRAFICO	18
5. COMPATIBILITÀ CON IL PIANO PER ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)	23
6. VINCOLO IDROGEOLOGICO	25

## 1. PREMESSA

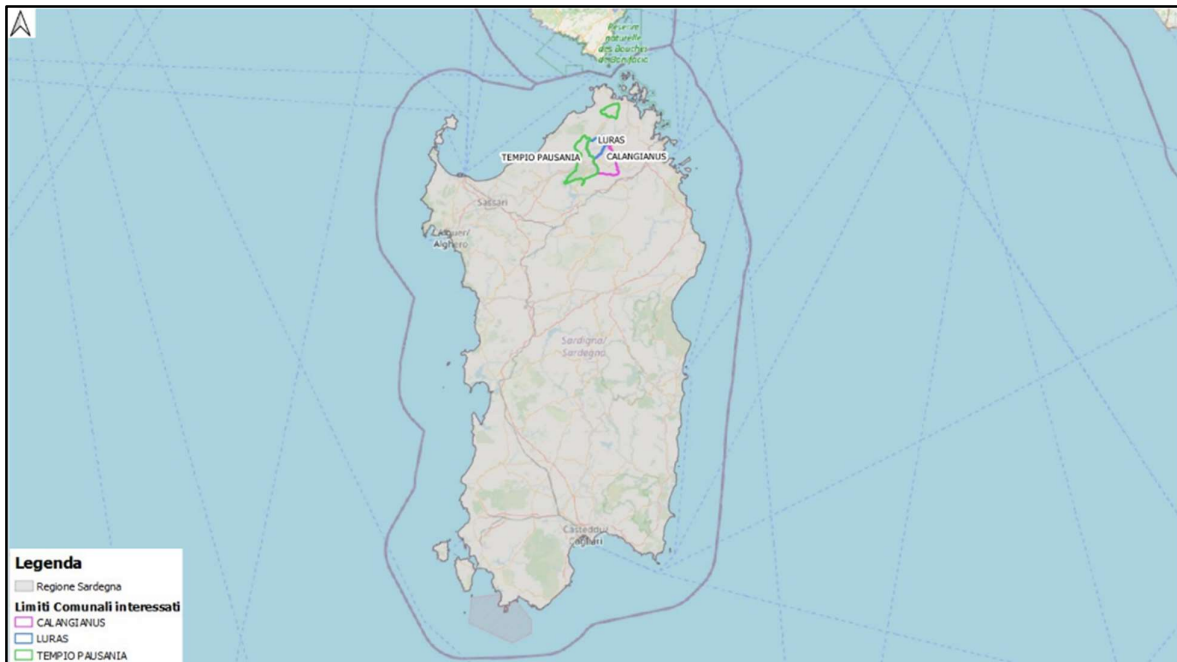
La presente relazione è stata redatta con l'obiettivo di descrivere l'interferenza del progetto del "Parco Eolico Gallura" dal punto di vista idrogeologico e idraulico con il territorio che ricade all'interno dell'area di competenza del Distretto Idrografico della Sardegna.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del bacino unico della Regione Sardegna, redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione, è stato approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006 con tutti i suoi elaborati descrittivi e cartografici.

Tale Piano ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idraulico e idrogeologico del territorio.



**Figura 1.1:** Localizzazione Parco Eolico Gallura

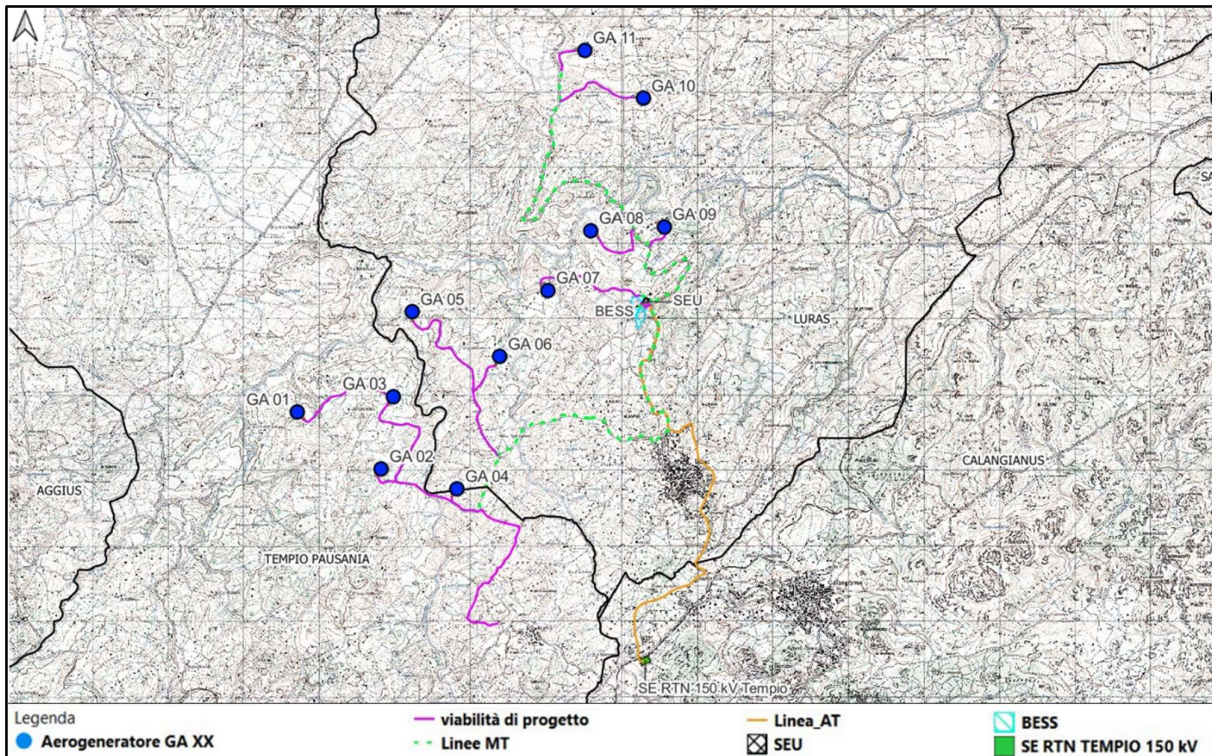


**Figura 1.2:** Localizzazione Parco Eolico Gallura con individuazione dei Comuni interessati

## **2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO**

L'impianto eolico presenta una potenza nominale totale in immissione pari a 144 MW ed è costituito da 11 aerogeneratori, di potenza nominale pari a 7,2 MW (modello Vestas V172 con altezza torre pari a 114 m e rotore pari a 172 m), per una potenza complessiva installata pari a 79,2 MW, e un sistema di accumulo di energia (BESS, Battery Energy Storage System) di potenza pari a 64,8 MW.

L'impianto interessa prevalentemente il Comune di Tempio Pausania (SS), ove ricadano 3 aerogeneratori, il Comune di Luras (SS), ove ricadono 8 aerogeneratori, il BESS e la Stazione Elettrica Utente (SEU) di trasformazione 150/33 kV, e il Comune di Calangianus (SS), dove ricade la Stazione Elettrica (SE) RTN Terna 150 kV "Tempio" (**Figura 2.1**).



**Figura 2.1:** Inquadramento territoriale dell’impianto eolico Gallura su IGM con i limiti amministrativi dei comuni interessati

La soluzione di connessione (soluzione tecnica minima generale STMG - codice pratica del preventivo di connessione C.P. 202200017) prevede che l’impianto eolico venga collegato in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV in GIS denominata “Tempio” (prevista da Piano di Sviluppo di Terna), previa realizzazione di un nuovo elettrodotto di collegamento della RTN a 150 kV tra la SE di Santa Teresa e la nuova SE Buddusò (di cui al Piano di Sviluppo di Terna) (**Figura 2.2**).

Il progetto prevede che la SEU (Sottostazione Elettrica Utente) 150/33 kV venga collegata alla suddetta SE RTN mediante la posa in opera, su strade esistenti o da realizzarsi per lo scopo, di una linea Alta Tensione a 150 kV interrata di lunghezza complessiva di circa 7,2 km. Le turbine eoliche verranno collegate attraverso un sistema di linee elettriche interrate a 33 kV, allocate prevalentemente in corrispondenza del sistema di viabilità interna che servirà per la costruzione e la gestione futura dell’impianto. Tale sistema verrà realizzato prevalentemente adeguando il sistema viario esistente e realizzando nuovi tratti di raccordo per consentire il transito dei mezzi eccezionali.

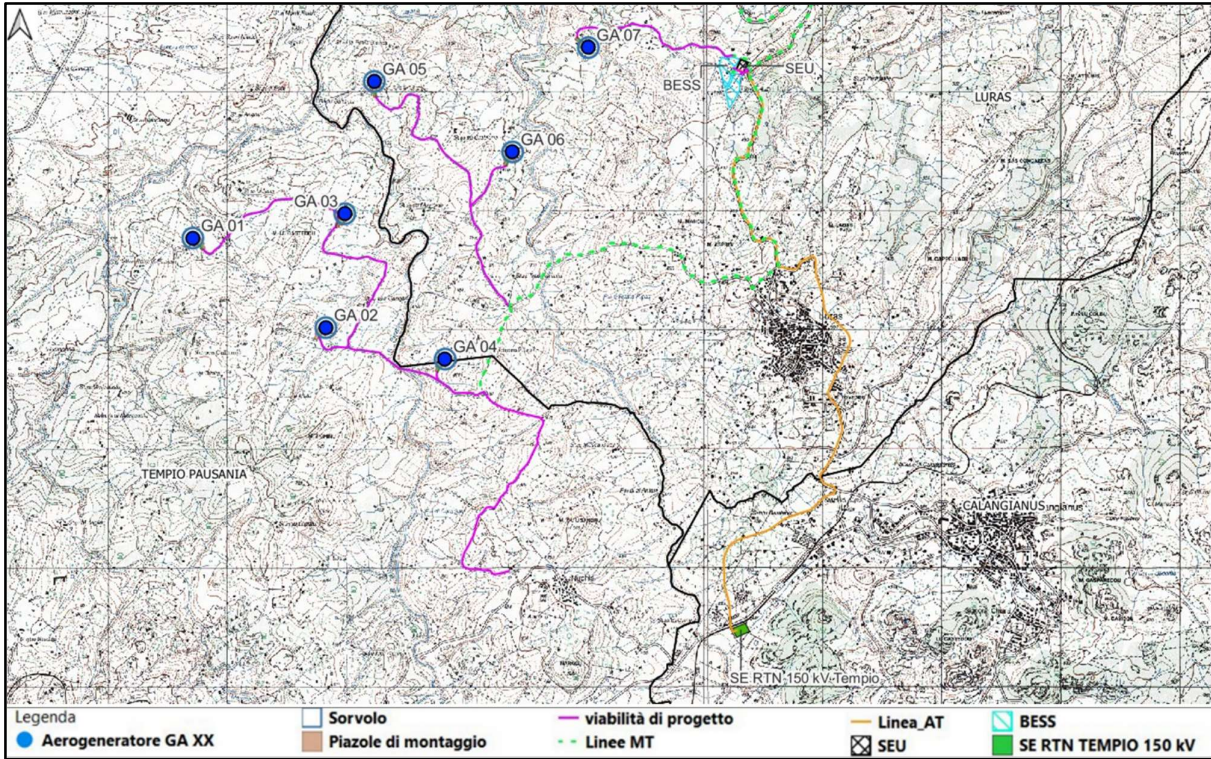


Figura 2.2: Soluzione di connessione a 150 kV in corrispondenza della stazione elettrica RTN Terna 150 kV Tempio ( di futura realizzazione)

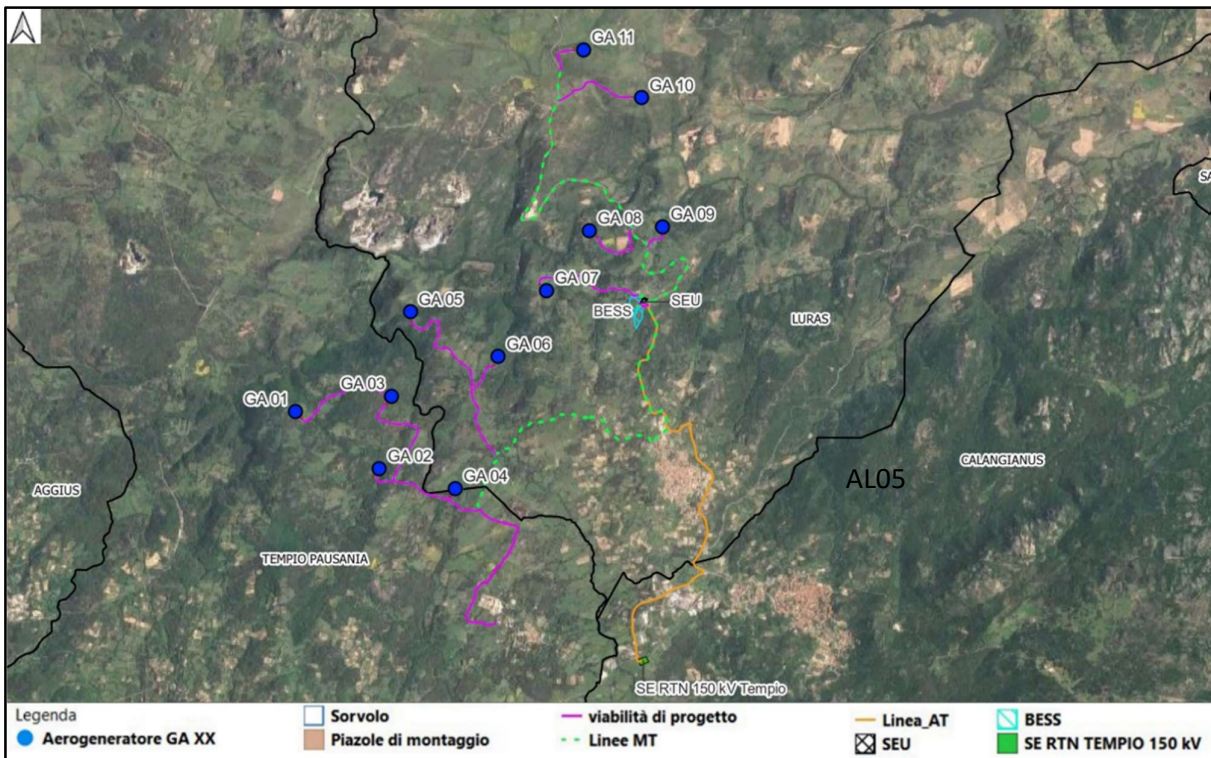
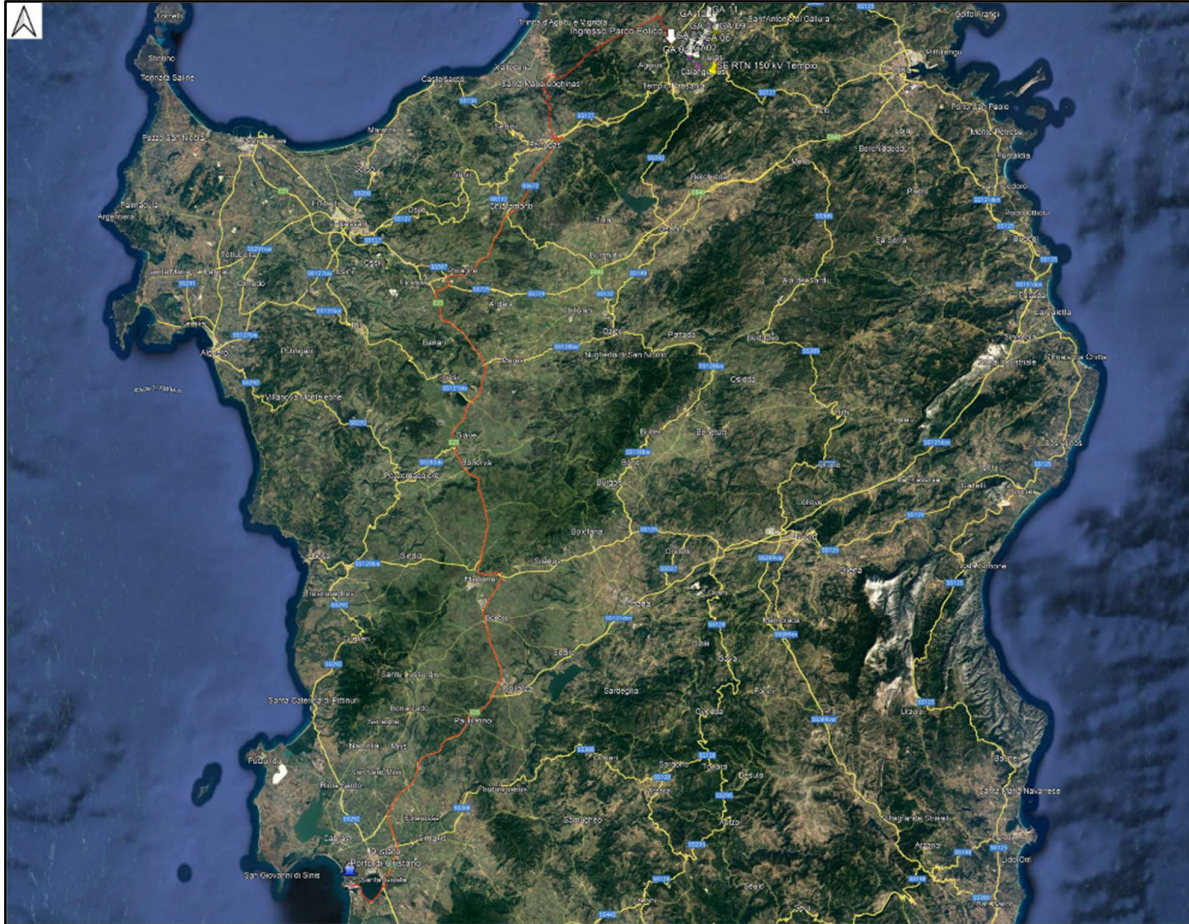


Figura 2.3: Inquadramento territoriale dell'impianto eolico Gallura su ortofoto con i limiti amministrativi dei comuni interessati

L'area di progetto (**Figura 2.4**) si raggiunge partendo dal Porto di Oristano, attraversando poi la SS131, SS729, SS672, SP92, SP33, SP74, SP58, SP74, SP5, SS131 e un sistema di viabilità esistente, opportunamente adeguato e migliorato per il transito dei mezzi eccezionali, da utilizzare per consegnare in sito i componenti degli aerogeneratori e da cui si dirameranno nuovi tratti di viabilità necessari per la costruzione e la manutenzione dell'impianto eolico.



**Figura 2.4:** Viabilità di accesso al sito dal Porto Industriale di Oristano su immagine satellitare

Si riportano di seguito le coordinate delle posizioni scelte per l'installazione degli aerogeneratori.

ID	Comune (Provincia)	Informazioni catastali		Coordinate geografiche		D <sub>ROTORRE</sub> [m]	H <sub>hub</sub> [m]	H <sub>TOT</sub> [m]
		Foglio	Particella	Latitudine [°]	Longitudine [°]			
GA01	Tempio Pausania (SS)	161	28	40.944209	9.114506	172	114	200
GA02	Tempio Pausania (SS)	1	72	40.937420	9.127765	172	114	200
GA03	Tempio Pausania (SS)	1	37	40.946034	9.129671	172	114	200
GA04	Luras (SS)	18	59	40.935028	9.139665	172	114	200
GA05	Luras (SS)	18	14	40.956035	9.132634	172	114	200
GA06	Luras (SS)	18	103	40.950686	9.146434	172	114	200

ID	Comune (Provincia)	Informazioni catastali		Coordinate geografiche		D <sub>ROTORE</sub> [m]	H <sub>hub</sub> [m]	H <sub>TOT</sub> [m]
		Foglio	Particella	Latitudine [°]	Longitudine [°]			
GA07	Luras (SS)	19	110	40.958569	9.154009	172	114	200
GA08	Luras (SS)	19	4	40.965673	9.160778	172	114	200
GA09	Luras (SS)	16	148	40.966117	9.172209	172	114	200
GA10	Luras (SS)	12	57	40.981420	9.168951	172	114	200
GA11	Luras (SS)	12	22	40.987169	9.159870	172	114	200

**Tabella 2.1:** Localizzazione planimetrica degli aerogeneratori di progetto

### 2.1. Caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore

L'aerogeneratore è una macchina rotante che trasforma l'energia cinetica del vento in energia elettrica ed è essenzialmente costituito da una torre (suddivisa in più parti), dalla navicella, dal Drive Train, dall'Hub e tre pale che costituiscono il rotore.

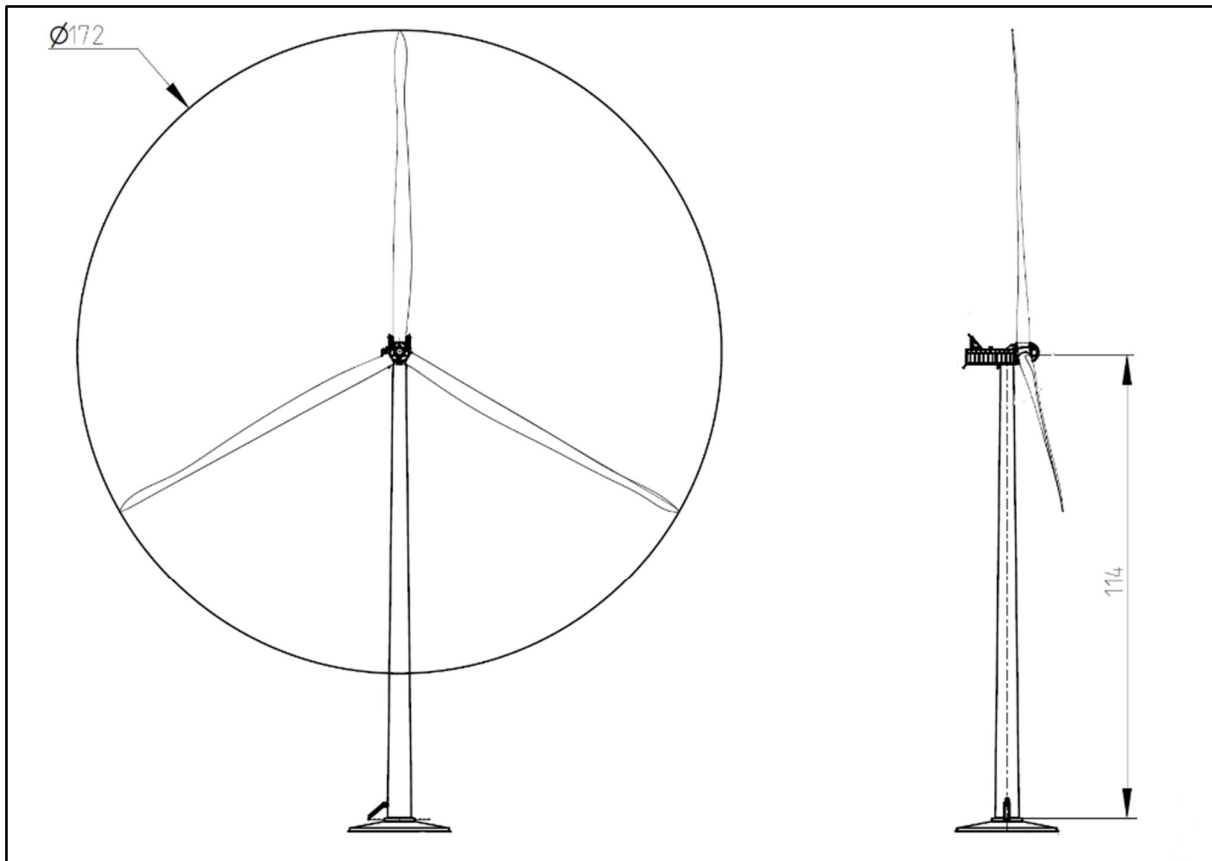
Per il presente progetto una delle possibili macchine che potrebbe essere installata è il modello **Vestas V172**, di potenza nominale pari a 7,2 MW, altezza torre all'hub pari a 114 m e diametro del rotore pari a 172 m (**Figura 2.1.1**).

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

Il rotore, a passo variabile, è in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro di diametro pari a 172 m, posto sopravvento al sostegno, con mozzo rigido in acciaio.

Le caratteristiche dell'aerogeneratore descritto sono quelle ritenute idonee in base a quanto disponibile oggi sul mercato, in futuro potrà essere possibile cambiare il modello dell'aerogeneratore senza modificare in maniera sostanziale l'impatto ambientale e i limiti di sicurezza previsti.





**Figura 2.1.1:** Profilo aerogeneratore V172 – 7,2 MW – HH= 114 m – D=172 m

## **2.2. Viabilità e piazzole**

La viabilità e le piazzole del parco eolico sono elementi progettati considerando la fase di costruzione e la fase di esercizio dell'impianto eolico.

In merito alla viabilità, come detto sopra, si è cercato di utilizzare il sistema viario esistente adeguandolo al passaggio dei mezzi eccezionali. Tale indirizzo progettuale ha consentito di minimizzare l'impatto sul territorio e di ripristinare tratti di viabilità comunale e interpoderali che si trovano in stato di dissesto migliorando l'accessibilità dei luoghi anche alla popolazione locale.

Nei casi in cui tale approccio non è stato applicabile, sono stati progettati tratti di nuova viabilità seguendo il profilo naturale del terreno senza interferire con il reticolo idrografico presente in sito.

Nella **Figura 2.2.1** riportiamo una sezione stradale tipo di riferimento per i tratti di viabilità da adeguare e quelli di nuova realizzazione.

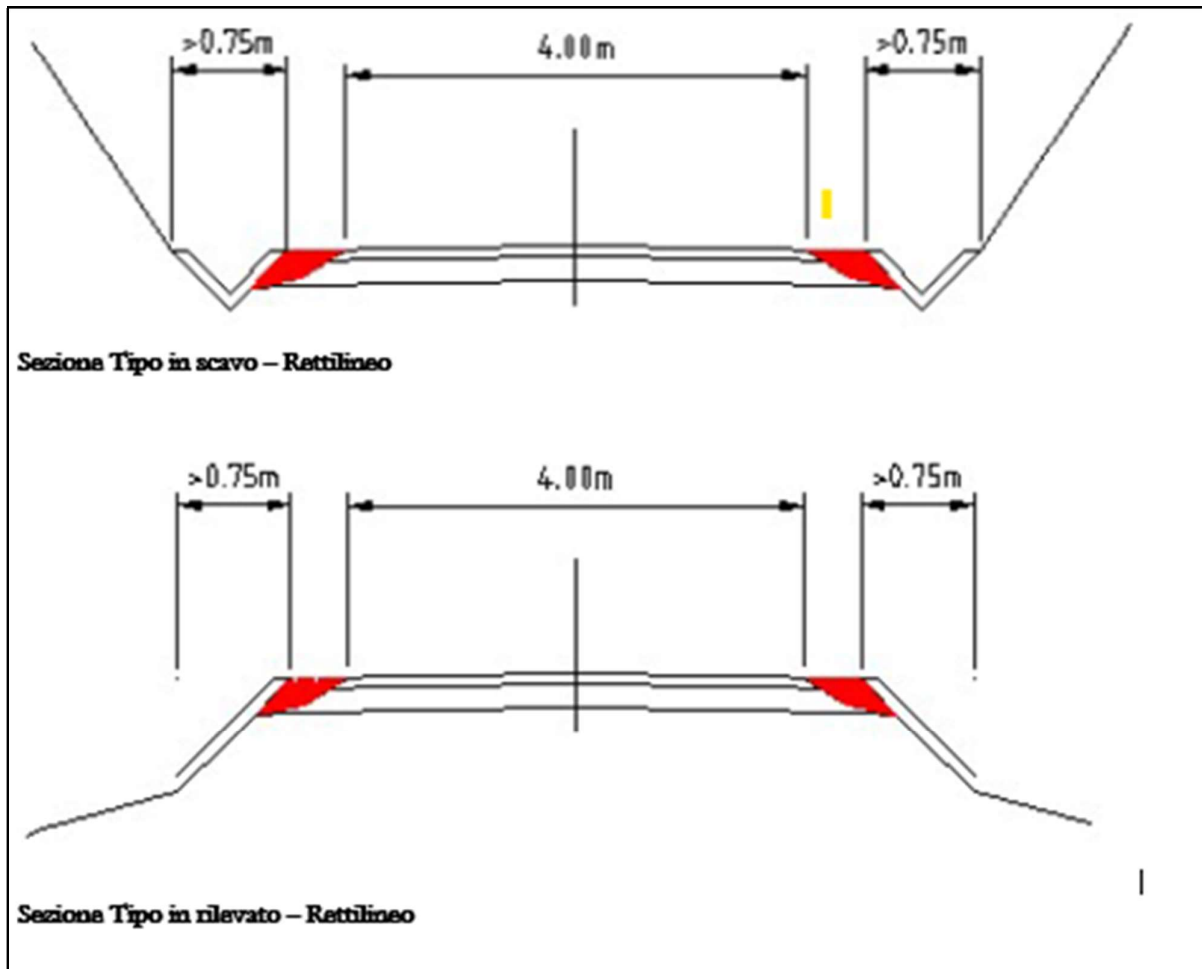


Figura 2.2.1: Sezioni tipo viabilità parco eolico

La progettazione delle piazzole da realizzare per l'installazione di ogni aerogeneratore prevede due configurazioni, la prima necessaria all'installazione dell'aerogeneratore e la seconda, a seguito di opere di ripristino parziale, per la fase di esercizio e manutenzione dell'impianto (Figura 2.2.2).

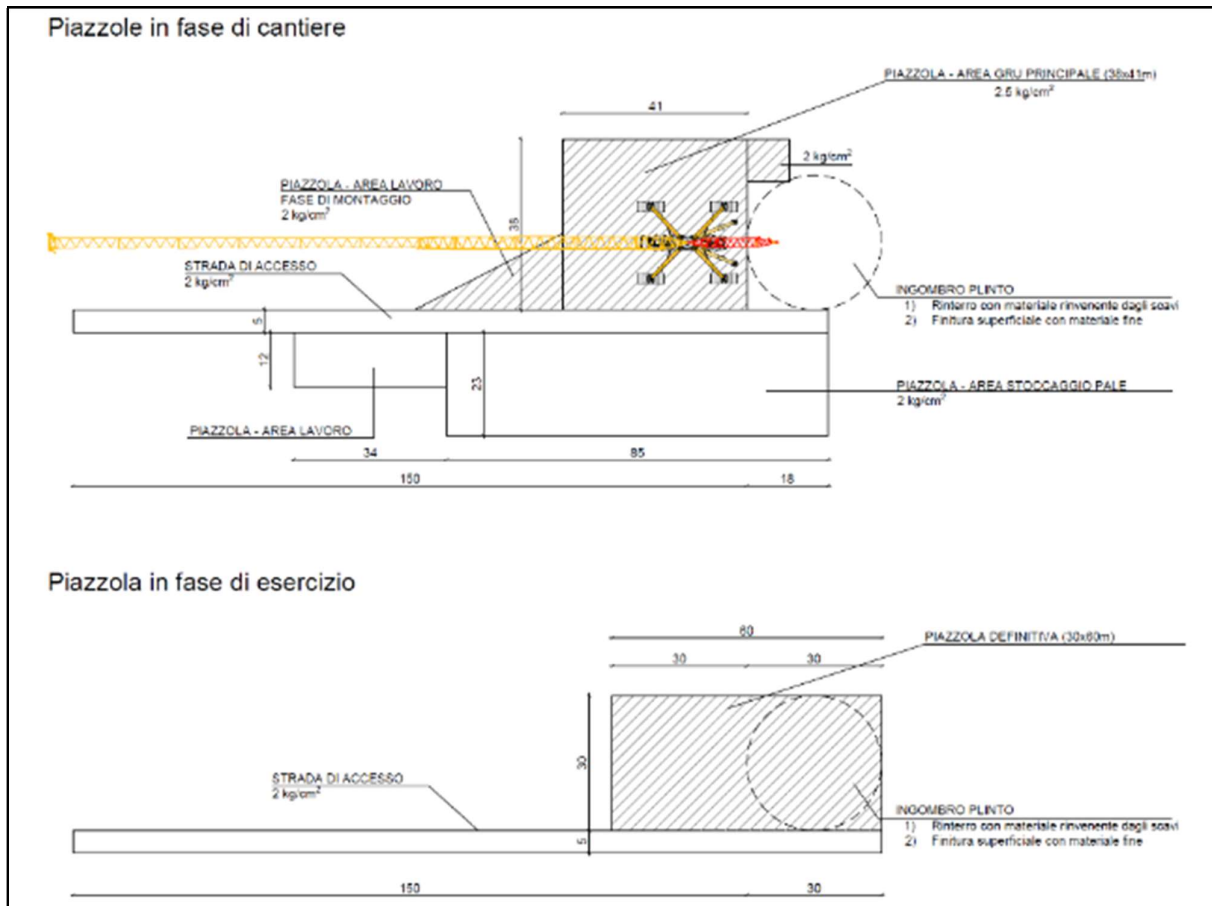


Figura 2.2.2: Planimetria piazzola tipo per la fase di installazione e fase di esercizio e manutenzione

### 2.3. Sottostazione Elettrica di trasformazione Utente (SEU)

Il progetto prevede un collegamento tra la Stazione Elettrica di trasformazione Utente 150/33 kV, nel Comune di Luras, e la Stazione Elettrica della RTN Terna, nel Comune di Calangianus, attraverso un cavo AT a 150 kV interrato.

Nell'area adiacente alla SEU 150/33 kV è localizzato il sistema di accumulo di energia di potenza complessiva di 64,8 MW, collegato alla medesima sottostazione elettrica tramite cavi interrati MT a 33 kV.

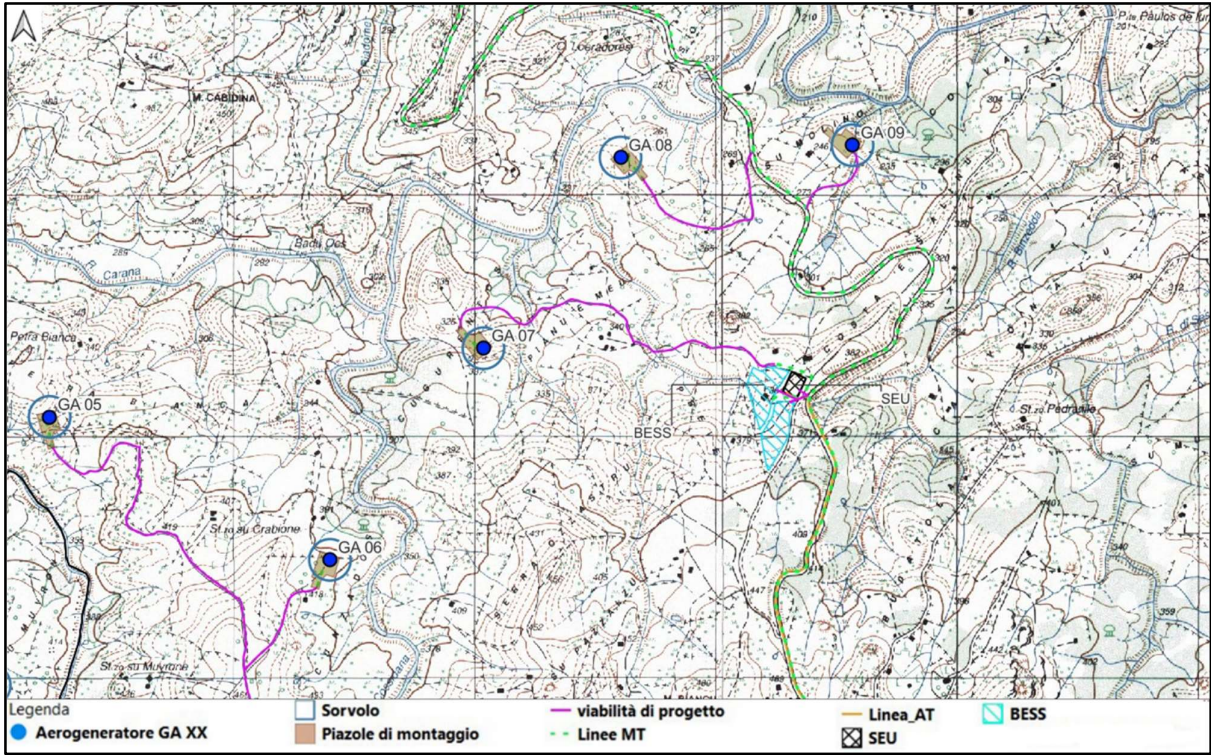


Figura 2.3.2.1: Localizzazione della SEU 150/33 kV e del BESS su IGM

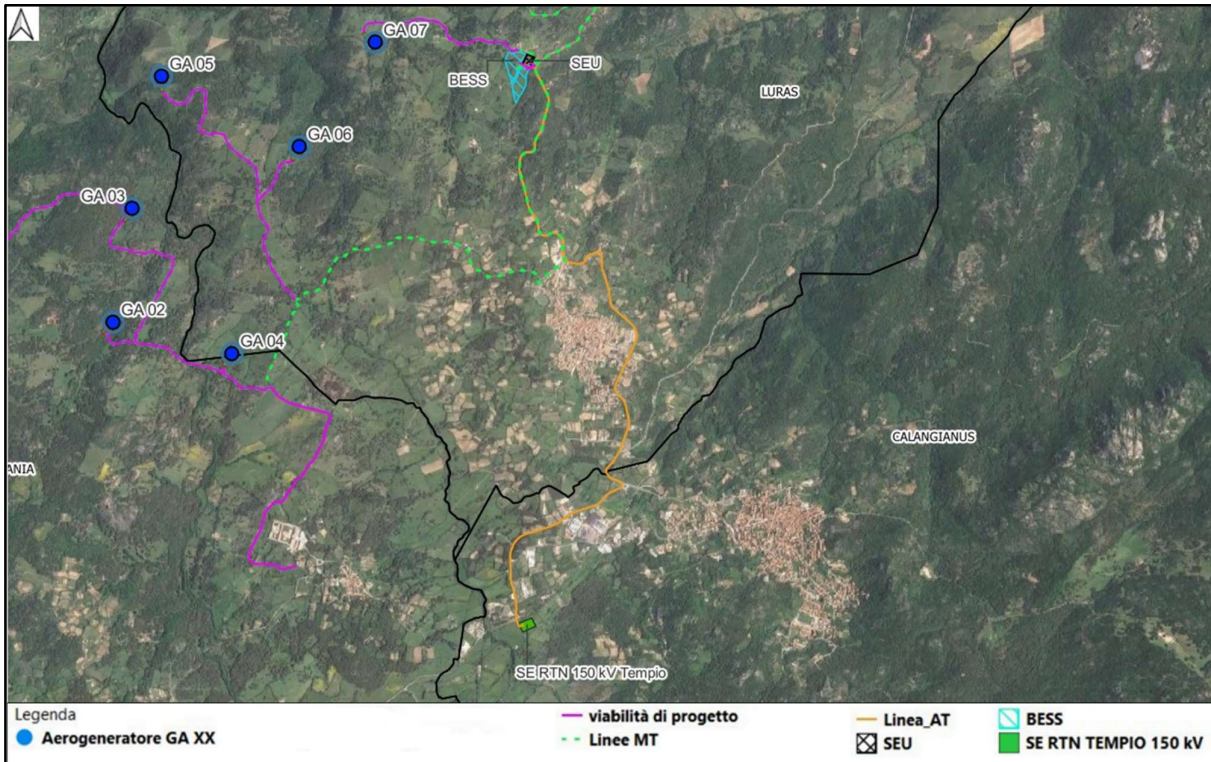


Figura 2.3.2.2: Localizzazione della SEU 150/33 kV, del BESS e della SE RTN 380/150 kV Tempio

## 2.4. Battery Energy Storage System (BESS)

L'impianto eolico è connesso ad un sistema di accumulo di energia BESS (Battery Energy Storage System) di potenza pari a 64,8 MWp localizzato nelle immediate vicinanze della Stazione Elettrica Utente, come rappresentato dalla figura seguente.

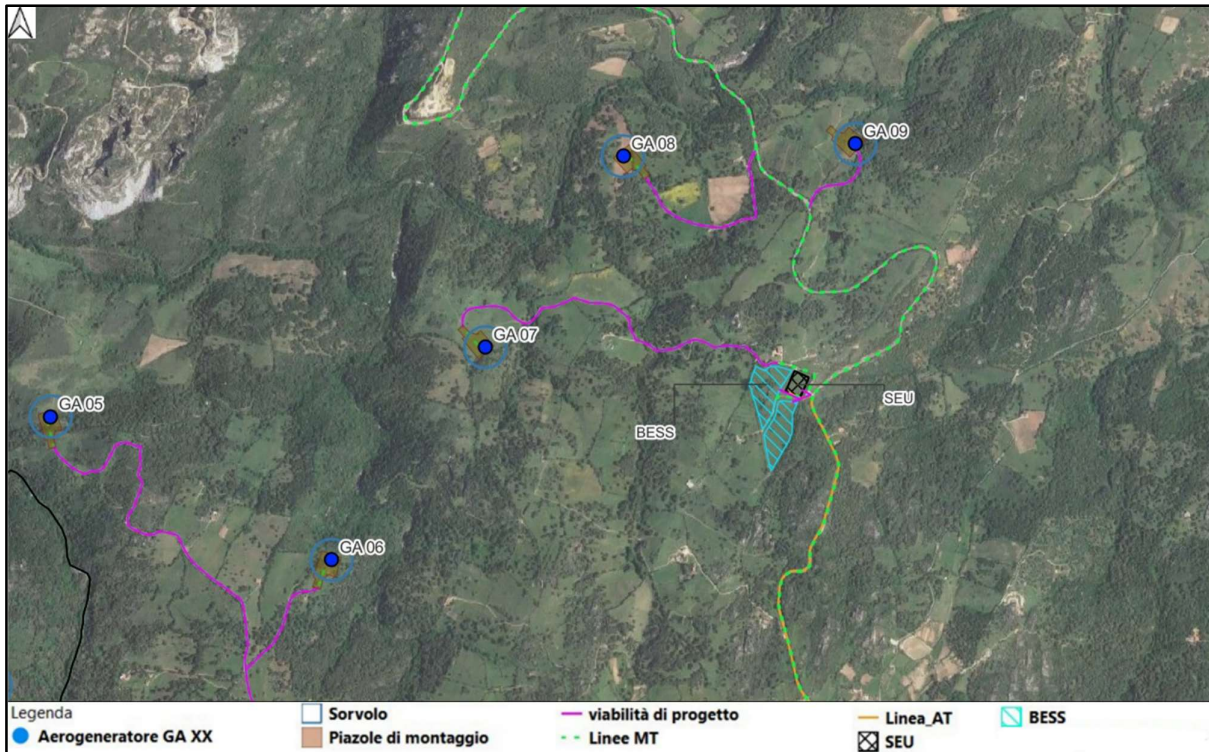


Figura 2.4.1: Localizzazione SEU 150/33 kV e BESS su ortofoto

Il BESS è un sistema costituito da apparecchiature e dispositivi in grado di immagazzinare a livello elettrochimico l'energia al fine di convertirla in energia elettrica in media tensione.

In particolare, il sistema BESS è costituito da un insieme di celle elettrochimiche connesse elettricamente tra loro in serie e parallelo in modo da formare i singoli moduli batterie, i quali, a loro volta, sono connessi elettricamente tra loro in serie e parallelo e assemblati in un unico sistema (armadio batteria).

Le batterie adoperate sono agli ioni di litio e presentano un'aspettativa di vita pari alla vita di impianto prevista in condizioni operative standard all'aperto.

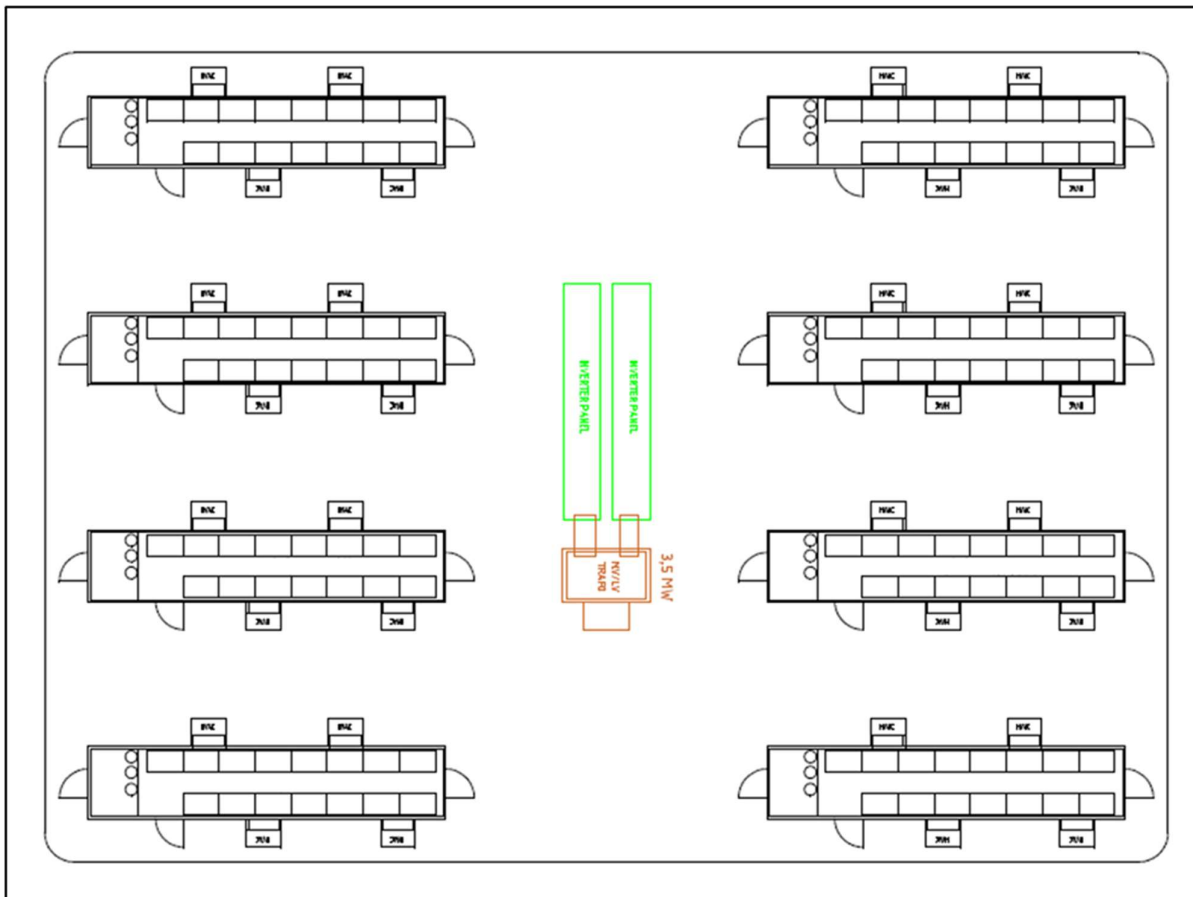
Un sistema di controllo batterie (BMS, Battery Management System) assicura la gestione, il controllo e il monitoraggio locale degli assemblati-batterie, mentre il PCS (Power Conversion System) assicura la conversione bidirezionale della corrente da AC/DC.

La gestione e il controllo locale dell'impianto è assicurato dal Sistema di Controllo Integrato (SCI).

I componenti e le apparecchiature principali del sistema di accumulo sono di seguito elencati:

- celle elettrochimiche;
- moduli batterie;
- sistema di gestione, controllo e monitoraggio locale delle batterie (BMS);
- sistema di conversione di corrente AC/DC (PCS);
- sistema di gestione e controllo dell'impianto (SCI);
- trasformatori di potenza MT/BT;
- quadri elettrici MT;
- sistema di misurazione;
- servizi ausiliari;
- sistema SCADA in grado di garantire la supervisione, il controllo e la raccolta dei dati relativi all'impianto;
- container batterie.

Nella **Figura 2.3.3.2** è rappresentata una configurazione di esempio delle unità base presa in considerazione, ovvero quella relativa a 4,0 MW di potenza erogabile o assorbibile.



**Figura 2.4.2:** Unità base da 3.5 MW del BESS

Maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato di progetto "LTOE065 Relazione descrittiva BESS".

### 2.5. Stallo arrivo produttore

Come indicato nella STMG di Terna, lo stallo di arrivo produttore a 150 kV nella stazione di trasformazione 380/150 kV "Tempio" costituisce l'impianto di rete per la connessione (**Figura 2.5.1**).

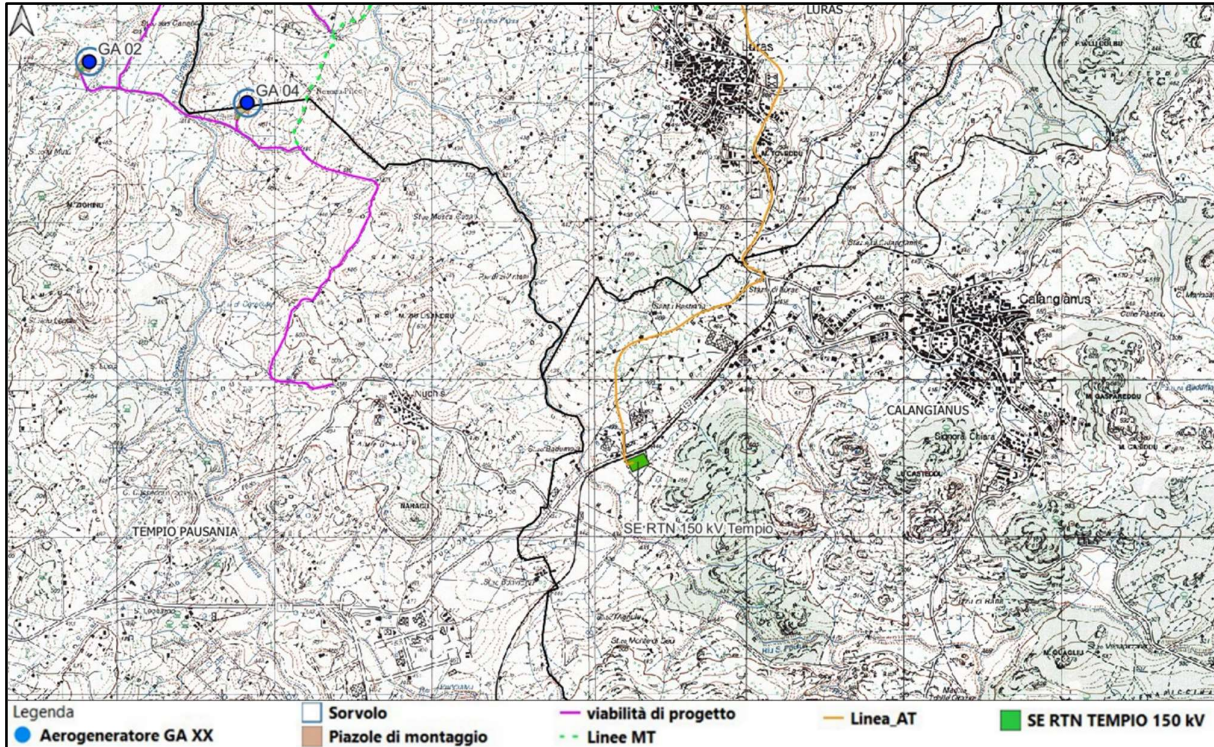
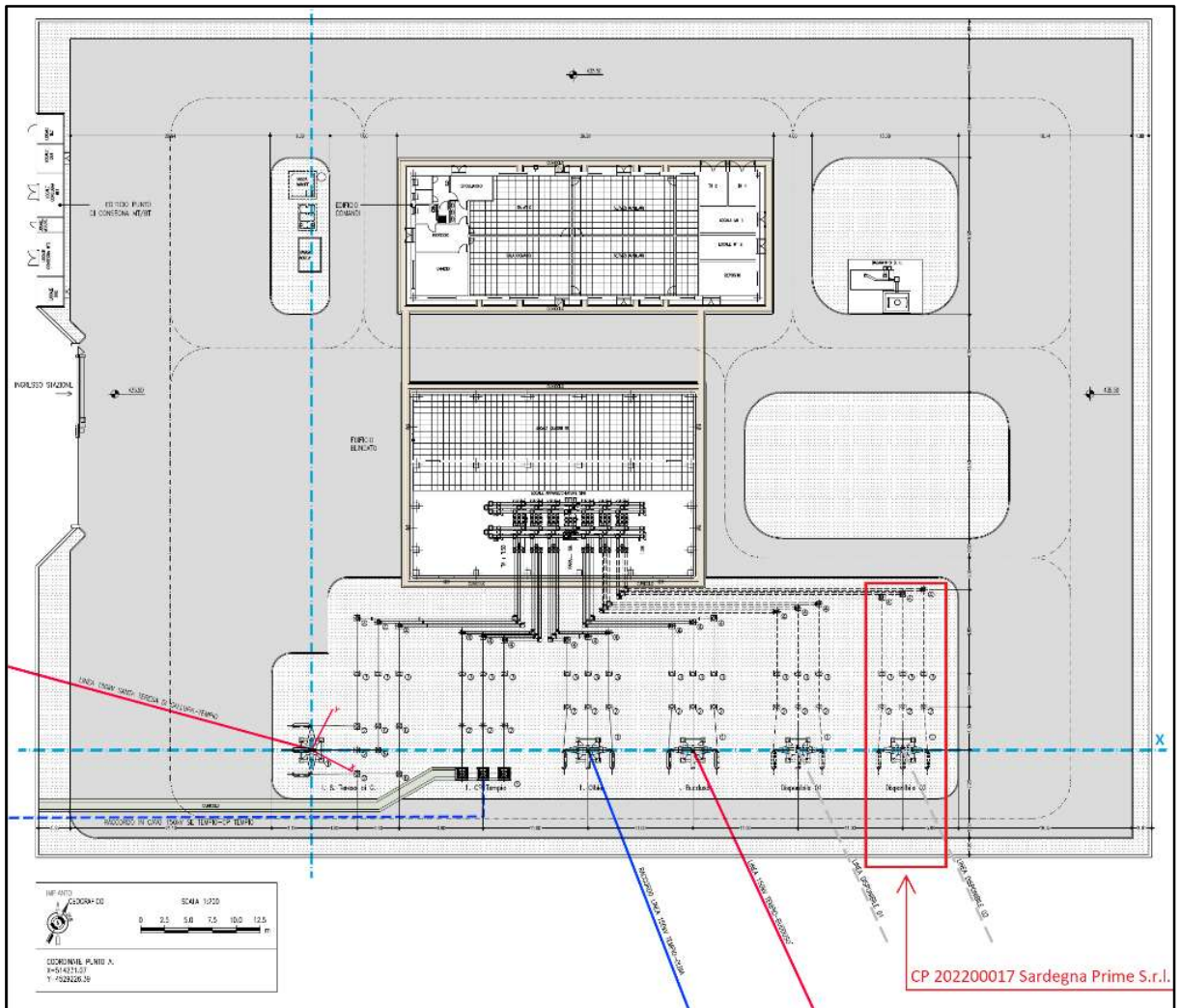


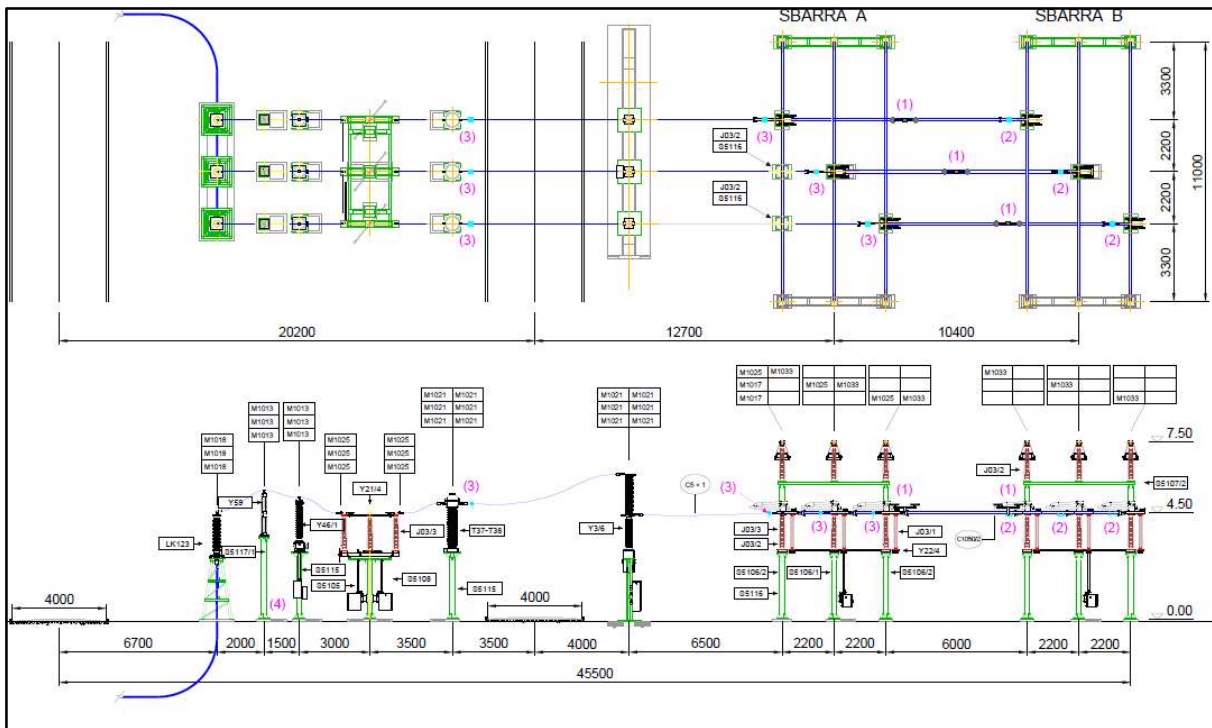
Figura 2.5.1: Individuazione su IGM della Stazione RTN 150 kV "Tempio" di futura realizzazione



**Figura 2.5.2:** Planimetria della SE RTN a 150 kV “Tempio” con l’ubicazione dello stallo a 150 kV

Nella seguente figura sono rappresentati rispettivamente il dettaglio della planimetria dello stallo di cui sopra e la relativa sezione (“LTOE090 Sottostazione elettrica RTN (stallo AT di competenza) - planimetria e sezione elettromeccanica”).





**Figura 2.3.6.3:** Planimetria e sezione elettromeccanica relativa alle apparecchiature dello stallo 150 kV nella stazione Terna

Le apparecchiature che costituiscono lo stallo all'interno della stazione elettrica 150 kV rispondono alle specifiche Terna e sono di seguito elencate:

- terminali cavi AT;
- sbarre 150 kV;
- trasformatori di Tensione capacitivi 150 kV;
- trasformatori di corrente 150 kV;
- sezionatore unipolare orizzontale con lame di terra 150 kV;
- sezionatori unipolari verticale 150 kV;
- interruttore tripolare 150 kV;
- scaricatori di sovratensione 150 kV.

STALLO PER CORRENTI DI CTO CTO 40 kA				STALLO PER CORRENTI DI CTO CTO 31,5 kA			
Elenco carpenteria 132-150 kV				Elenco carpenteria 132-150 kV			
codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica	codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica
S5105/1	Sostegno sezionatore verticale con armadio	2	INS CS S D1	S5105/1	Sostegno sezionatore verticale con armadio	2	INS CS S D1
S5105/2	Sostegno sezionatore verticale senza armadio	4	INS CS S D1	S5105/2	Sostegno sezionatore verticale senza armadio	4	INS CS S D1
S5105	Sostegno sezionatore orizzontale	1	INS CS S D1	S5105	Sostegno sezionatore orizzontale	1	INS CS S D1
S5108	Sostegno comando sezionatore orizzontale	1	INS CS S D1	S5108	Sostegno comando sezionatore orizzontale	1	INS CS S D1
S5107/2	Sostegno portale sbarre senza armadio	2	INS CS S D1	S5107/2	Sostegno portale sbarre senza armadio	2	INS CS S D1
S5115	Sostegno TA - TV	6	INS CS S D1	S5115	Sostegno TA - TV	6	INS CS S D1
S5116	Sostegno isolatore portante	2	INS CS S D1	S5116	Sostegno isolatore portante	2	INS CS S D1
S5117/1	Sostegno scaricatore	3	INS CS S D1	S5117/1	Sostegno scaricatore	3	INS CS S D1
Elenco apparecchiature 132-150 kV				Elenco apparecchiature 132-150 kV			
codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica	codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica
Y4/5	Interruttore 132 kV	1	ING INT 0001	Y4/4	Interruttore 132 kV	1	ING INT 0001
Y3/6	Interruttore 150 kV	1	ING INT 0001	Y3/4	Interruttore 150 kV	1	ING INT 0001
Y2/14	Sezionatore orizzontale con lame di terra	1	INS AS S D1	Y2/12	Sezionatore orizzontale con lame di terra	1	INS AS S D1
Y22/4	Sezionatore verticale	2	INS AS S D1	Y22/2	Sezionatore verticale	2	INS AS S D1
T35-T36	TA ad affidabilità incrementata 132 kV	3	INS AA S D1	T35-T36	TA ad affidabilità incrementata 132 kV	3	INS AA S D1
T37-T38	TA ad affidabilità incrementata 150 kV	3	INS AA S D1	T37-T38	TA ad affidabilità incrementata 150 kV	3	INS AA S D1
Y44/1	TVC 132 kV	3	INS AV S D1	Y44/1	TVC 132 kV	3	INS AV S D1
Y46/1	TVC 150 kV	3	INS AV S D1	Y46/1	TVC 150 kV	3	INS AV S D1
LK123	Terminale aria-cavo	3	LUX LK 123	LK123	Terminale aria-cavo	3	LUX LK 123
Y58	Scaricatore 132 kV	3	INS AZ S D1	Y58	Scaricatore 132 kV	3	INS AZ S D1
Y59	Scaricatore 150 kV	3	INS AZ S D1	Y59	Scaricatore 150 kV	3	INS AZ S D1
Elenco isolatori 132-150 kV (1)				Elenco isolatori 132-150 kV (1)			
codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica	codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica
J03/1	Isolatore di manovra	6	INS CI S D1	J03/1	Isolatore di manovra	6	INS CI S D1
J03/2	Isolatore portante	8	INS CI S D1	J03/2	Isolatore portante	8	INS CI S D1
J03/3	Isolatore portante	15	INS CI S D1	J03/3	Isolatore portante	15	INS CI S D1
Elenco morsetteria 132-150 kV				Elenco morsetteria 132-150 kV			
codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica	codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica
M1013	Morsetto a T <sup>1</sup> corda passante Al Ø 36 - codolo	6	ING MOR S D1	M1013	Morsetto a T <sup>1</sup> corda passante Al Ø 36 - codolo	6	ING MOR S D1
M1017	Morsetto portante per corda Al Ø 36	2	ING MOR S D1	M1017	Morsetto portante per corda Al Ø 36	2	ING MOR S D1
M1018	Morsetto a 90° per corda Al Ø 36 - codolo	3	ING MOR S D1	M1018	Morsetto a 90° per corda Al Ø 36 - codolo	3	ING MOR S D1
M1021	Morsetto dritto per corda Al Ø 36 - piastra a 2 fori	12	ING MOR S D1	M1021	Morsetto dritto per corda Al Ø 36 - piastra a 2 fori	12	ING MOR S D1
M1025	Morsetto dritto per corda Al Ø 36 - piastra a 4 fori	9	ING MOR S D1	M1025	Morsetto dritto per corda Al Ø 36 - piastra a 4 fori	9	ING MOR S D1
M1033	Morsetto elastico dritto per tubo Al Ø 100 - piastra a 4 fori	6	ING MOR S D1	M1033	Morsetto elastico dritto per tubo Al Ø 100 - piastra a 4 fori	6	ING MOR S D1
-	Antivibranti per conduttori tubolari 1050/2 (2)	3		-	Antivibranti per conduttori tubolari 1050/2 (2)	3	
-	Punti fissi per conduttore tubolare da Ø 100	3		-	Punti fissi per conduttore tubolare da Ø 100	3	
-	Punti fissi per conduttore a corda Al Ø 36	6		-	Punti fissi per conduttore a corda Al Ø 36	6	
Elenco conduttori 132-150 kV				Elenco conduttori 132-150 kV			
codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica	codice	descrizione	quantità	Specifica Tecnica
C1050/2	Conduttore tubolare Ø 100-86	3x10,4 m	INS CC S D1	C1050/2	Conduttore tubolare Ø 100-86	3x10,4 m	INS CC S D1
C5 x 1	Conduttore corda Al Ø 36	85 m	LCS	C5 x 1	Conduttore corda Al Ø 36	85 m	LCS

(1) Nelle quantità degli isolatori, sono conteggiati anche gli isolatori delle apparecchiature  
 (2) Per gli antivibranti sulle sbarre fare riferimento alla ING CM Ø D1

Figura 2.3.6.4: Legenda della planimetria e sezione elettromeccanica relativa alle apparecchiature dello stallo 150 kV nella stazione Terna

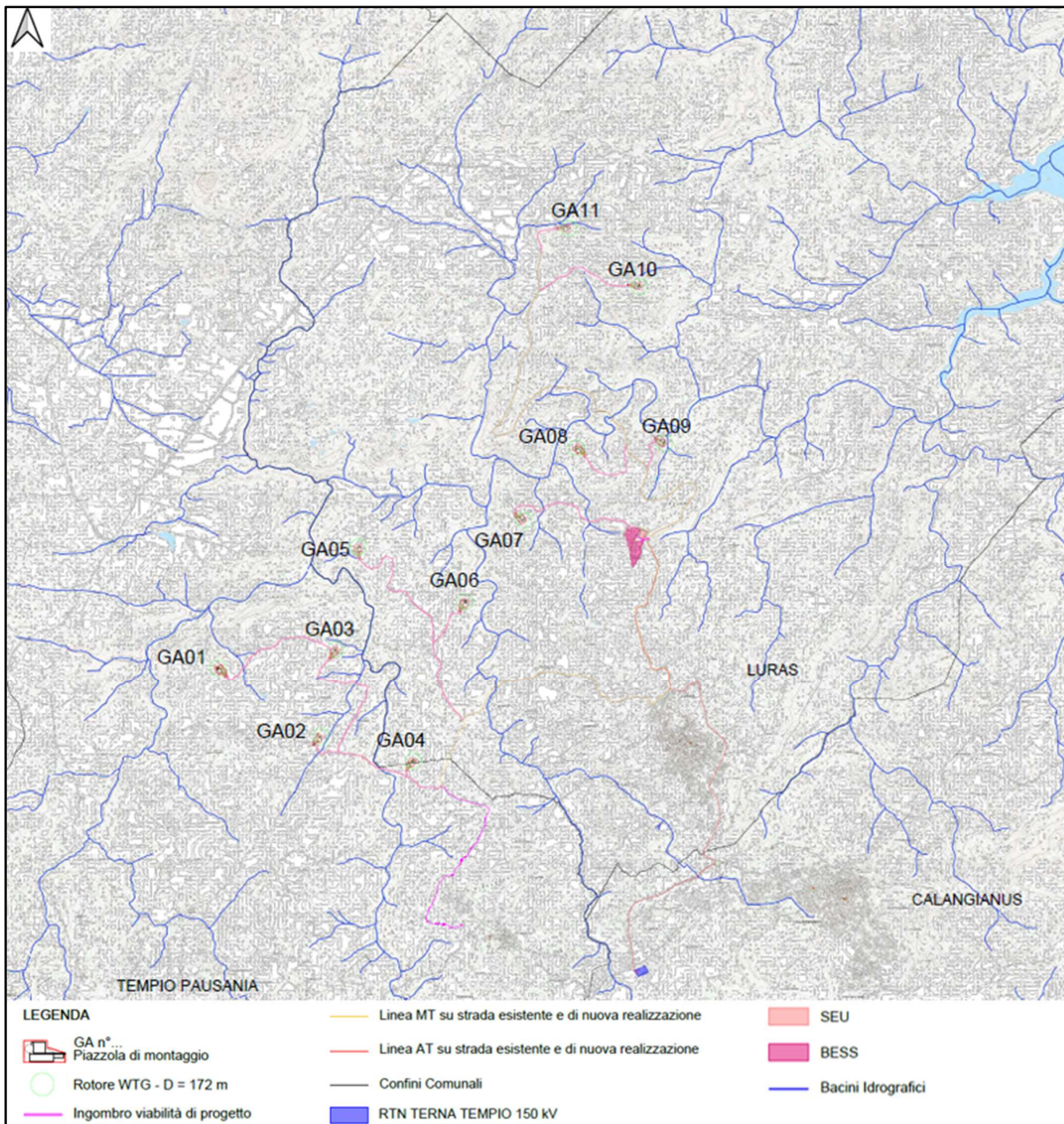
### 3. INTERFERENZE RETICOLO IDROGRAFICO

Il progetto dell'impianto eolico è costituito dai seguenti elementi strutturali e funzionali:

- aerogeneratori;
- fondazioni aerogeneratori;
- piazzole di montaggio;
- aree di trasbordo;
- aree cantiere;
- linee Media Tensione;
- linea Alta Tensione;
- viabilità di servizio;
- sottostazione di Trasformazione;

- BESS;
- sottostazione di consegna alla RTN.

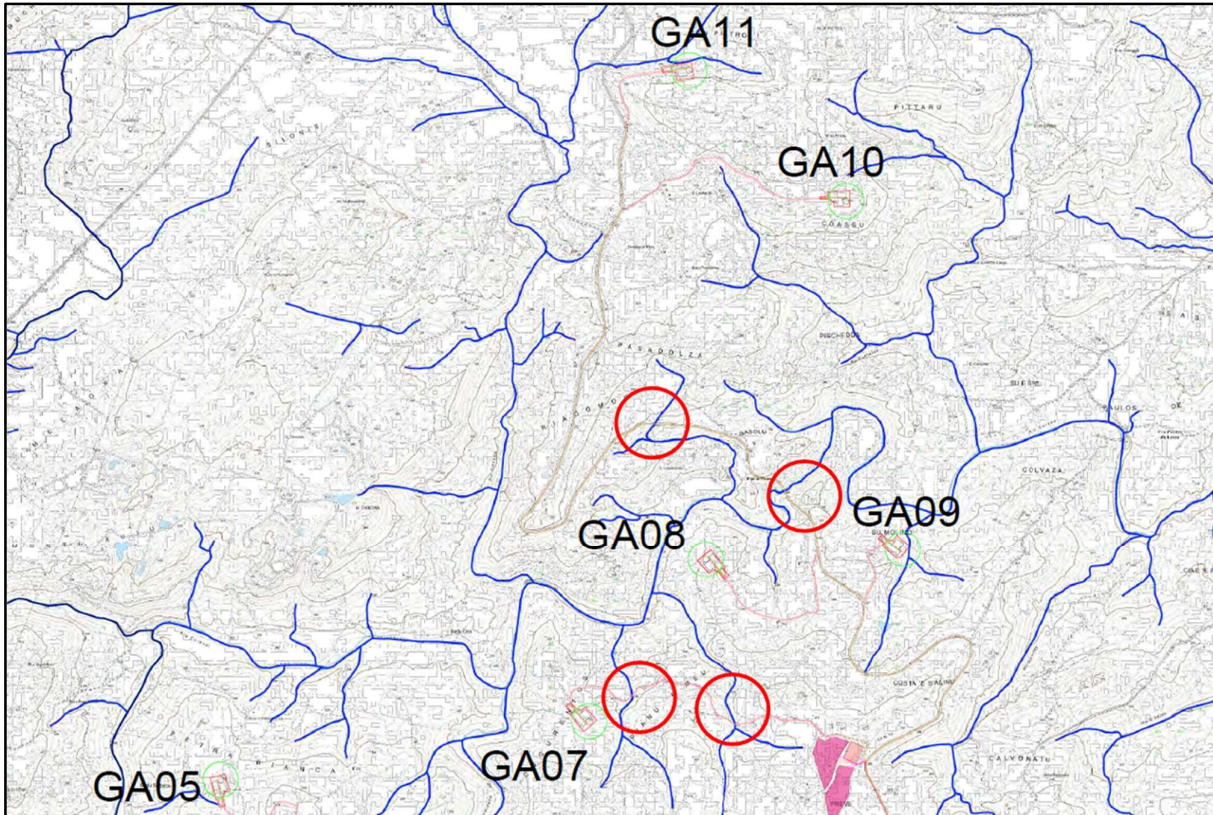
Come si può evincere dalle **Figura 3.1**, **Figura 3.2**, **Figura 3.3** e **Figura 3.4**, l'opera in progetto presenta n.10 interferenze per le linee MT (**Figura 3.2** e **Figura 3.3**), di cui 5 localizzate su strada esistente, e n. 1 interferenza per la linea AT (**Figura 3.4**) che risulta localizzata sempre su strada esistente.



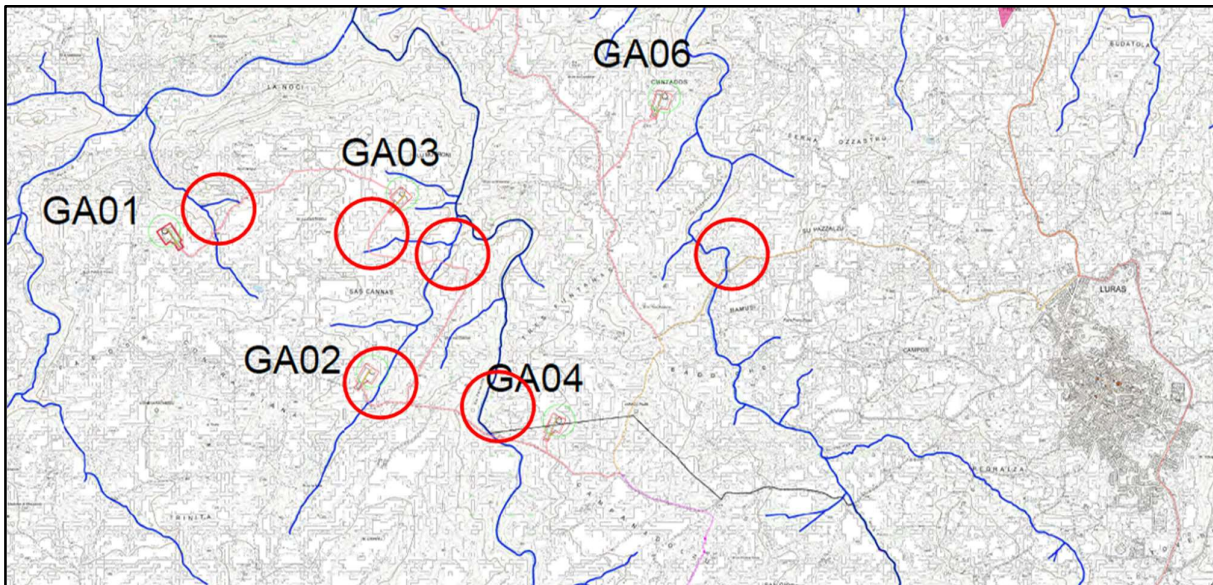
**Figura 3.1:** Ubicazione del “Parco Eolico Gallura” rispetto al reticolo idrografico dell’area (*Fonte Sardegna Geoportale*)

Nei punti di interferenza non localizzati su strade esistenti, in particolare in corrispondenza della viabilità di progetto di accesso alle piazzole degli aerogeneratori GA1, GA2, GA4, GA7, è prevista la

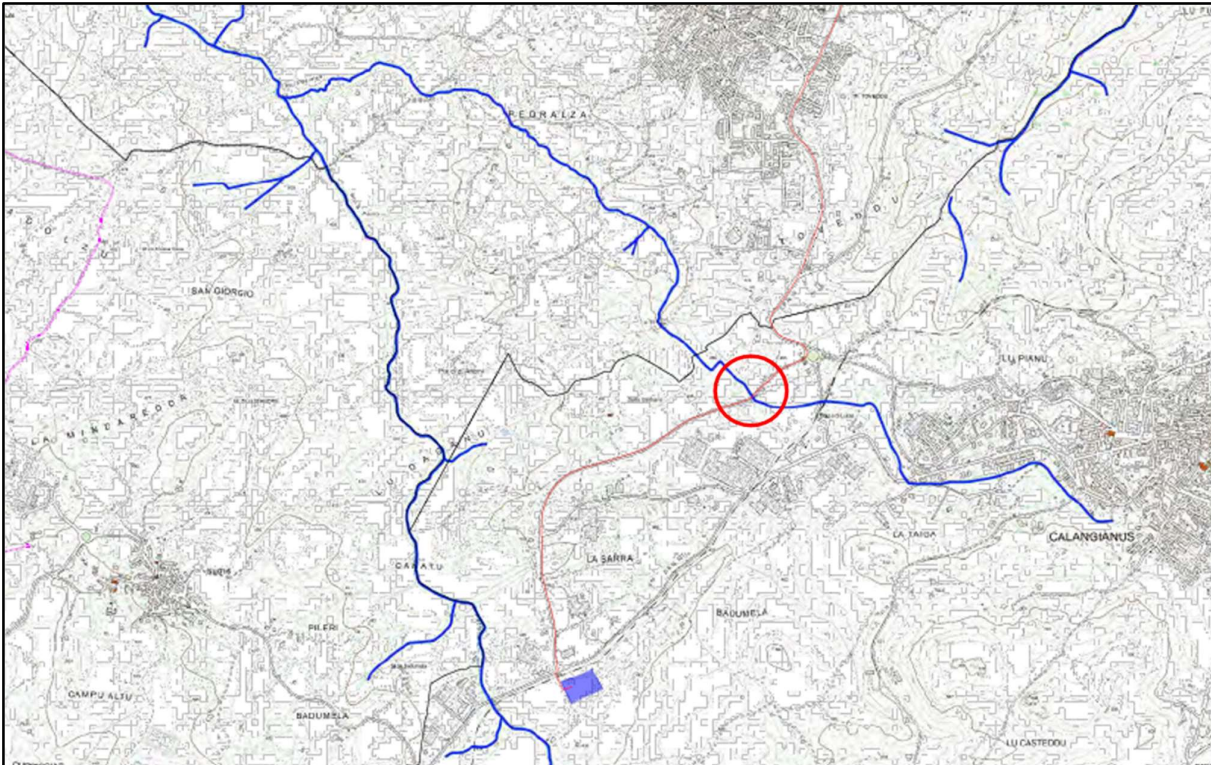
realizzazione di tombini opportunamente dimensionati (si rimanda all'elaborato "LTOC049 Tipico Drenaggi" per i dettagli tecnici).



**Figura 3.2:** Interferenza della linea MT con il reticolo idrografico dell'area - Zona Nord-Est (*Fonte Sardegna Geoportale*)



**Figura 3.3:** Interferenza della linea MT con il reticolo idrografico dell'area – Zona Sud-Ovest (*Fonte Sardegna Geoportale*)



**Figura 3.4:** Interferenza della linea AT di collegamento alla RTN con il reticolo idrografico dell'area (Fonte Sardegna Geoportale)

#### **4. DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLE OPERE DI REGIMENTAZIONE**

Le opere di regimentazione idraulica connesse al progetto saranno costituite da:

- canalette a margine delle piazzole e delle opere di nuova viabilità, che convogliano le acque di ruscellamento ricadenti sulle stesse sino al recapito finale;
- condotte di attraversamento degli impluvi esistenti.

Per i dettagli costruttivi delle suddette opere idrauliche, si richiama l'elaborato grafico "LTOC056 Planimetria generale opere di regimentazione delle acque piovane" e "LTOC049 Tipico Drenaggi".

La zona in esame, come precedentemente detto, ricade nell'area di pertinenza del Distretto Idrografico della Sardegna; pertanto, per la stima degli afflussi si è fatto riferimento alla procedura proposta dal progetto VaPi Sardegna, assumendo a riferimento i criteri del Piano di Bacino stralcio assetto idrogeologico (PAI) della Sardegna.

Per la determinazione delle portate alla base del dimensionamento idraulico della rete di drenaggio è stato utilizzato il metodo della corrivazione, secondo cui la portata al colmo viene raggiunta per un tempo di durata pari al tempo di corrivazione, secondo la nota formula:

$$Q_c = \frac{1}{3600} \varphi \cdot S \cdot a \cdot t_c^{n-1}$$

dove:

- $Q_c$ : portata critica di dimensionamento delle opere ( $m^3/s$ );
- $S$ : superficie complessiva del bacino (ha);
- $a, n$ : parametri della curva di possibilità pluviometrica, dove:
  - $a = a_1 \cdot a_2$
  - $n = n_1 + n_2$ ;
- $\varphi$ : coefficiente di deflusso ( $< 1$ ), per il quale in questo caso, in considerazione dell'uso dei suoli, costituito principalmente da superfici agricole, è stato assunto un coefficiente medio di deflusso dei terreni pari a 0.15:

Tipologia superficie	$\varphi$
Verde su suolo profondo, prati, orti, superfici agricole	0,10-0,15
Terreno incolto, sterrato non compattato	0,20-0,30
Superfici in ghiaia sciolta – parcheggi drenanti	0,30-0,50
Pavimentazioni in macadam	0,35-0,50
Superfici sterrate compatte	0,50-0,60
Coperture tetti	0,85-1,00
Pavimentazioni in asfalto o cls	0,85-1,00

**Tabella 4.1.:** Coefficienti di deflusso delle principali tipologie di superfici

- $t_c$ : tempo di corrivazione (ore), stimato in  $\frac{1}{4}$  di ora; tale tempo è quello che ottimizza il dimensionamento della rete di scolo.

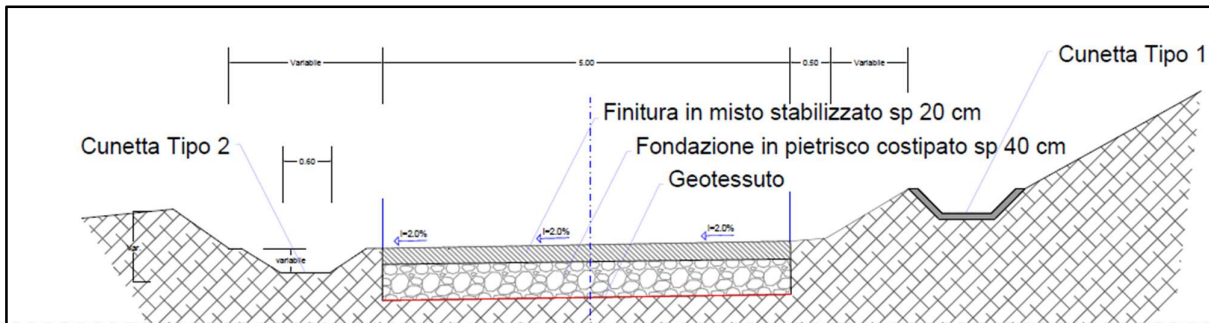
Si sono inoltre considerate piogge aventi tempo di ritorno di 40 anni, tempo adeguato al dimensionamento di reti di drenaggio minori.

Dall'analisi morfologica effettuata sulla cartografia esistente, in ambiente QGIS, si è potuto ricavare che le superfici scolanti afferenti alle opere di progetto risultano essere di dimensione massima pari a circa 14 ha (13,9 ha).

Pertanto, applicando la formula precedente, si ottiene la seguente portata:

$$Q = \frac{(1 \times 0,15 \times 1,5 \times 14 \times 24,19)}{3600} = 0,841 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le canalette di progetto a servizio delle opere proposte saranno a sezione trapezia con base minore di 60 cm, altezza minima di 30 cm e pendenza minima del 1%.



**Figura 4.1.** Sezione tipo viabilità con drenaggio a monte e a valle

Per verificare la portata effettivamente captata dalla singola canaletta, viene utilizzata la formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = k \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

La portata  $Q$  è espressa in  $m^3/s$ , con  $k$  coefficiente di scabrezza,  $A$  area della sezione bagnata in  $m^2$ ,  $R$  raggio idraulico in  $m$  e  $i$  pendenza di fondo del collettore in esame. Il coefficiente di scabrezza viene tratto da letteratura tecnica, prudenzialmente posto pari a 50.

Natura superficie	K
Alveo in terra, rettilineo	40-50
Alveo in terra, meandriforme	20-33
Alveo in ghiaia (75-150mm) rettilineo	25-33
Canali non rivestiti, in terra, rettilinei	40-55
Canali non rivestiti, in roccia	22-40
Canali rivestiti (intonaco cementizio)	60-83

**Tabella 4.2.** Coefficienti di scabrezza (Gauckler-Strickler) per canali artificiali

Ne risulta dunque una portata pari a:

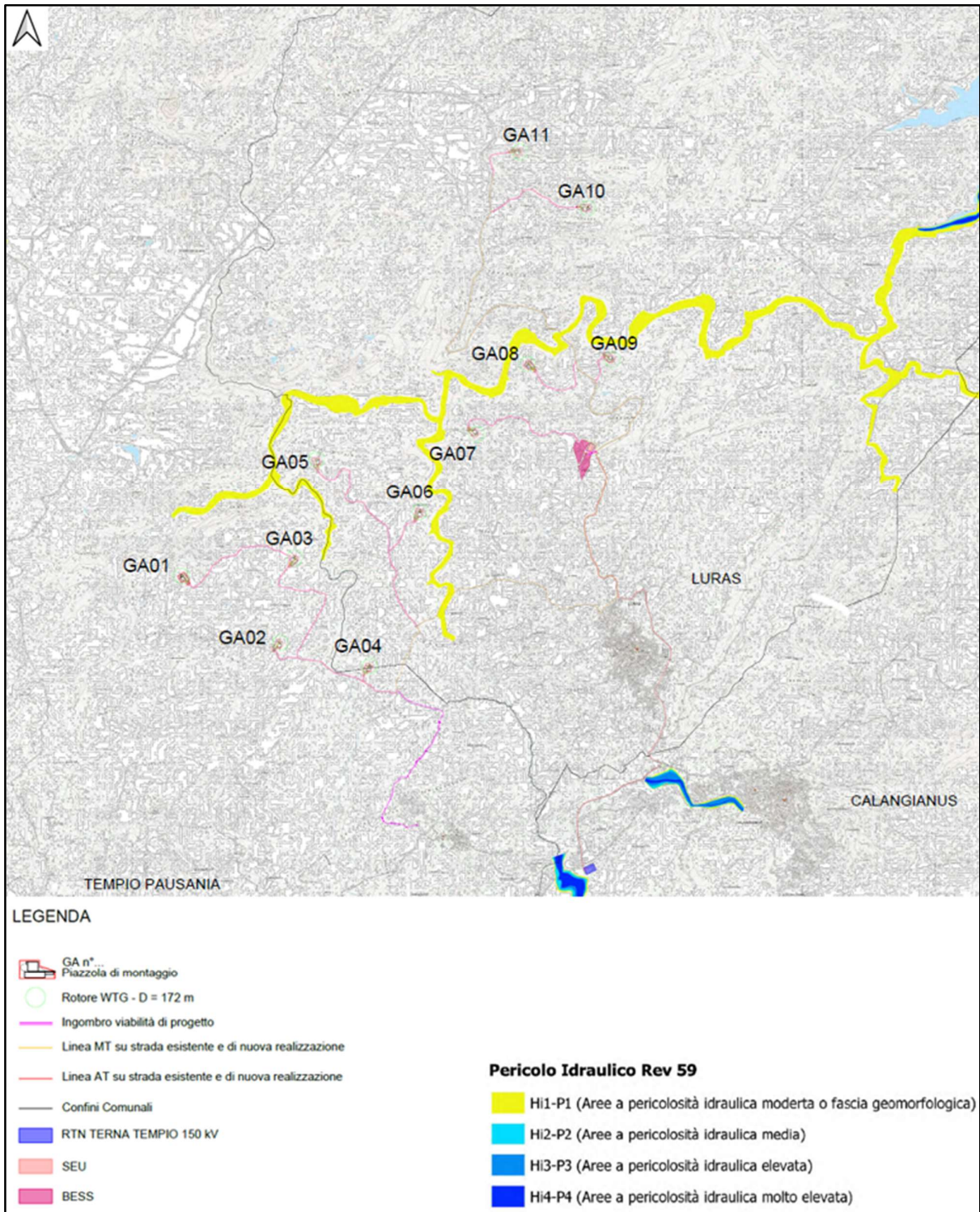
$$Q = 40 \times 0,18 \times \sqrt[3]{0,1^2 \times 0,1^{3/2}} = 0,9 \text{ m}^3/s$$

in grado di servire superfici scolanti di dimensione massima di 22 ha; pertanto, gli elementi della rete di drenaggio risultano adeguati al progetto.

## **5. COMPATIBILITÀ CON IL PIANO PER ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)**

Il P.AI. (Piano per l'Assetto Idrogeologico) vigente del bacino unico della Regione Sardegna, individua le aree a rischio esondazione e quelle a rischio frana presenti all'interno dell'area di competenza della Regione.

Dall'analisi della documentazione cartografica risulta che nell'area del Parco Eolico sono tuttavia presenti alcune aree a rischio idrogeologico, e più precisamente aree a rischio idraulico Hi1-P1 (Aree a pericolosità idraulica moderata o fascia geomorfologica) ma che sono però localizzate a due zone, le quali interessano esclusivamente tratti stradali esistenti dove verrà posato il cavidotto, come si evince anche in Figura 5.1. (si rimanda all'elaborato "L TSA127 Carta dei vincoli PAI con area d'impianto su ortofoto" per ulteriori approfondimenti).



**Figura 4.1:** Interferenza del Parco Eolico con il Piano di Assetto Idrogeologico Regione Sardegna (*Fonte Sardegna Geoportale*)

Tuttavia, nessun aerogeneratore e le aree dedicate alle sottostazioni e al BESS ricadono all'interno delle zone in dissesto cartografate ad eccezione di limitate porzioni interessate dai cavidotti.



Si riportano di seguito per completezza, le indicazioni delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI della Regione Sardegna.

Per il comma 6 dell'Art. 23 delle N.T.A. (Norme Tecnica di attuazione) del PAI della Regione Sardegna “gli interventi, le opere e le attività ammissibili nelle aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media sono effettivamente realizzabili soltanto:

a. se conformi agli strumenti urbanistici vigenti e forniti di tutti i provvedimenti di assenso richiesti dalla legge;

b21. subordinatamente alla presentazione, alla valutazione positiva e all'approvazione dello studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica di cui agli articoli 24 e 25, nei casi in cui lo studio è espressamente richiesto dai rispettivi articoli prima del provvedimento di approvazione del progetto, tenuto conto dei principi di cui al comma 9.

L'Art.30 delle N.T.A. del PAI della Regione Sardegna disciplina invece le are di pericolosità idraulica moderata, definendo quali interventi sono consentiti:

“Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica moderata compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi.

2. Per i corsi d'acqua o per i tratti degli stessi studiati mediante analisi idrologico-idraulica, nelle aree individuate mediante analisi di tipo geomorfologico che si estendono oltre le fasce di pericolosità moderata individuata col criterio idrologico idraulico si applica la disciplina di cui al comma 1.”.

Per quanto sopra esposto, si ritiene, pertanto, che il progetto proposto è compatibile con il Piano per l'assetto Idrogeologico.

## **6. VINCOLO IDROGEOLOGICO**

Ai sensi del R.D.L. 3267/23, gli aerogeneratori GA1, GA2, GA3, GA4 ricadono all'interno di una vasta zona interessata dal vincolo idrogeologico.

La realizzazione delle opere accessorie (strade, piazzole) dovrà prevedere l'utilizzato di terreno granulare, avente buone caratteristiche geotecniche e buona permeabilità, tali da garantire la stabilità delle opere stesse.

Sarà necessario effettuare una corretta regimazione delle acque superficiali mediante la realizzazione di canali di sgrondamento e di guardia (si rimanda all'elaborato "*LTSA125 Planimetria opere di regimentazione delle acque*").

Laddove le aree di intervento presentino pendenze elevate (superiori ai 10°), potrebbe essere necessario realizzare opere di contenimento dei rilevati (es. gabbionate), o utilizzare opere di sostegno delle terre (es "terre armate").

Tuttavia, le opere in progetto (aerogeneratori, sottostazioni, BESS, cavidotti, piazzole e strade di accesso) non andranno a variare significativamente il regime delle acque di superficie della zona, né ovviamente ad interferire con il regime delle acque sotterranee che, come detto, risultano poco sviluppate.