

AUTORIZZAZIONE UNICA EX D. LGS. N. 387/2003



PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO LARINO

Titolo elaborato:

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA DELLE OPERE ELETTRICHE

LT	GD	WPD	EMISSIONE	04/07/22	0	0
REDATTO	CONTR.	APPROV.	DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO	DATA	REV	

PROPONENTE



WPD FRENTANI S.R.L.
CORSO D'ITALIA N. 83
00198 ROMA

CONSULENZA



GE.CO.D'OR S.R.L.
VIA G. GARIBALDI N. 15
74023 GROTTAGLIE (TA)

PROGETTISTA

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

Codice
LAROE057

Formato
A4

Scala
/

Foglio
1 di 23

Sommarrio

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO	3
3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO	4
4. LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO	6
5. AEROGENERATORE DI PROGETTO	8
5.1. Descrizione generale dell'aerogeneratore	8
5.2. Quadri elettrici a 36 kV degli aerogeneratori	11
6. SCHEMA ELETTRICO E DISTRIBUZIONE 36 KV DEL PARCO EOLICO	13
6.1. Sistema di distribuzione delle linee elettriche	13
6.2. Schema di collegamento elettrico	15
6.3. Linee elettriche a 36 kV	17
6.4. Tipologia posa e dati tecnici del cavo utilizzato	18
6.5. Dimensionamento delle linee elettriche a 36 kV	21
7. Opere di connessione alla RTN	22

1. PREMESSA

La Ge.co.D'Or. S.r.l., società italiana impegnata nel settore delle energie rinnovabili con particolare focus nel settore dell'eolico, ha ricevuto l'incarico dal Gruppo Wpd, operante da oltre 20 anni nel settore delle energie rinnovabili, principalmente da fonte eolica, per la progettazione di un impianto eolico in Molise, denominato "Parco Eolico Larino", nel territorio dei Comuni di Larino e San Martino in Pensilis (Provincia di Campobasso) con punto di connessione alla sezione 36 kV della stazione elettrica SE RTN Terna Larino 380/36 kV, costituito da 14 aerogeneratori, di potenza nominale pari a 6 MW, per una potenza totale di immissione pari ad 84 MW.

In particolare, la suddetta società si è occupata della progettazione definitiva per la richiesta di Autorizzazione Unica (AU) alla costruzione e l'esercizio dell'impianto eolico e della relativa Valutazione d'impatto Ambientale (VIA).

Nella presente trattazione sono descritte le opere elettriche inerenti al parco eolico in questione.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nel seguito sono riportate le norme tecniche di riferimento del progetto in questione:

- ✓ Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità".
- ✓ D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 – "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica".
- ✓ Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 – "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE".
- ✓ Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112 – "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59".
- ✓ Legge 28 giugno 1986, n. 339 – "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne".
- ✓ DM 29/05/2008 – "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

- ✓ Legge 22 febbraio 2001, n. 36 – "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetiche".
- ✓ Norma CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia.
- ✓ Norma CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
- ✓ Norma CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- ✓ Norma CEI 20-56: Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV inclusi.
- ✓ Norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) – "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a."
- ✓ Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2): Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni.
- ✓ Norma CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
- ✓ Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.
- ✓ Norma CEI 11-3; V1: Impianti di produzione eolica.
- ✓ Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria.
- ✓ Norma CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente.
- ✓ Norma CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- ✓ Norma CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a., (IIa Ediz., Fasc. 6317, 2001-12).
- ✓ Norma CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione.
- ✓ Norma CEI 211-6/2001 – "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo".
- ✓ Norma CEI 211-4/1996 – "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche".

3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

L'impianto eolico presenta una potenza nominale totale in immissione pari a 84 MWp ed è costituito da 14 aerogeneratori di potenza nominale pari a 6 MWp, altezza torre pari a 165 m e rotore di 170 m.

Gli aerogeneratori sono collegati tra loro mediante cavi interrati a 36 kV che convogliano l'elettricità presso una nuova sezione a 36 kV della stazione elettrica di trasformazione della RTN 380/36 kV previo ampliamento della stessa.

Gli aerogeneratori sono indipendenti da un punto di vista topografico, strutturale ed elettrico e sono dotati di generatori asincroni trifase.

Ognuno di essi è in grado di assolvere alle funzioni di controllo e protezione ed è caratterizzato, all'interno della torre, da:

- arrivo cavo Bassa Tensione (690 V) dal generatore al trasformatore;
- trasformatore dalla bassa tensione 0,69 kV alla tensione di 36 kV;
- sistema di rifasamento del trasformatore;
- cella alla Tensione di 36 kV di arrivo linea e di protezione del trasformatore;
- quadro Bassa Tensione (690 V) di alimentazione dei servizi ausiliari;
- quadro di controllo locale.

Le opere ed infrastrutture previste riguardano:

- Opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento e/o ampliamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;
- Opere impiantistiche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati tra i singoli aerogeneratori e tra aerogeneratori e stazione elettrica di trasformazione della RTN 380/150/36 kV di Larino.

4. LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto interessa sostanzialmente il Comune di Larino, ove ricadano 12 aerogeneratori e la stazione elettrica RTN Terna 380/36 kV, e il Comune di San Martino in Pensilis, ove ricadano 2 aerogeneratori, come illustrato nella **Figura 4.1** e **Figura 4.2**.

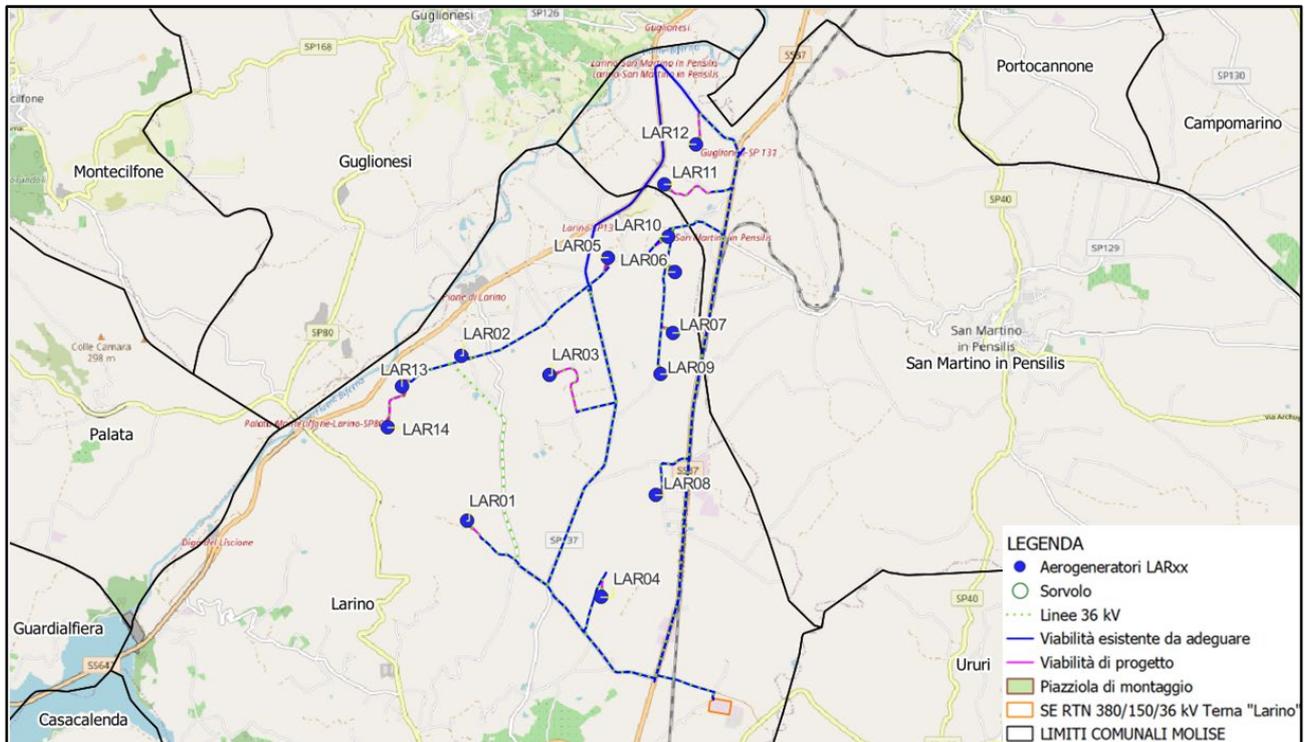


Figura 4.1: Inquadramento territoriale - Limiti amministrativi comuni

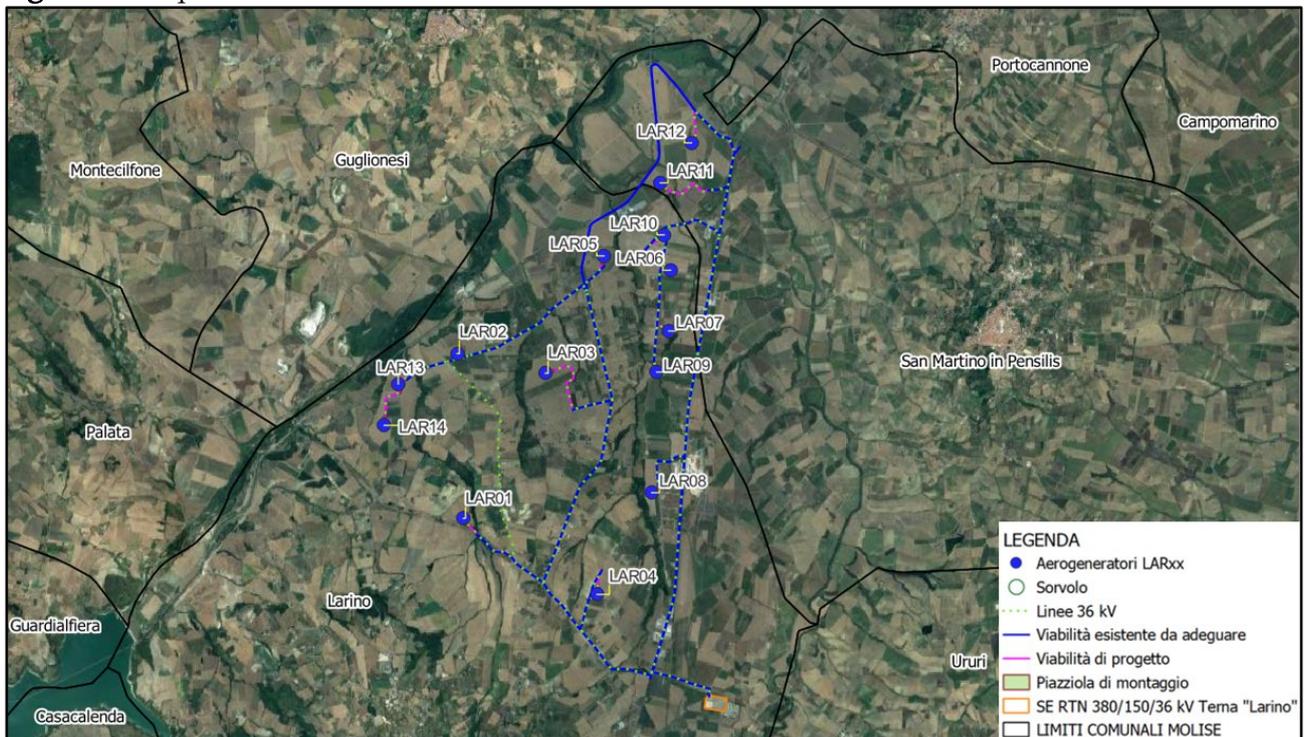


Figura 4.2: Layout d'impianto su immagine satellitare

Gli aerogeneratori sono installati all'interno di piazzole collegate tra loro dalla viabilità interna.

Inoltre, non è prevista la costruzione di cabine di macchina in quanto i trasformatori dalla tensione 0,69 kV a 36 kV sono presenti all'interno della Navicella.

Le posizioni degli aerogeneratori e le aree delle relative piazzole sono riportate negli elaborati grafici di progetto.

La soluzione di connessione (soluzione tecnica minima generale STMG - codice pratica del preventivo di connessione C.P. 202101917), prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 36 kV con una nuova sezione a 36 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/36 kV di Larino, previo ampliamento della stessa.



Figura 4.3: Arrivo delle linee elettriche a 36 kV in corrispondenza della nuova sezione a 36 kV della SE RTN 380/36 kV di Larino su ortofoto

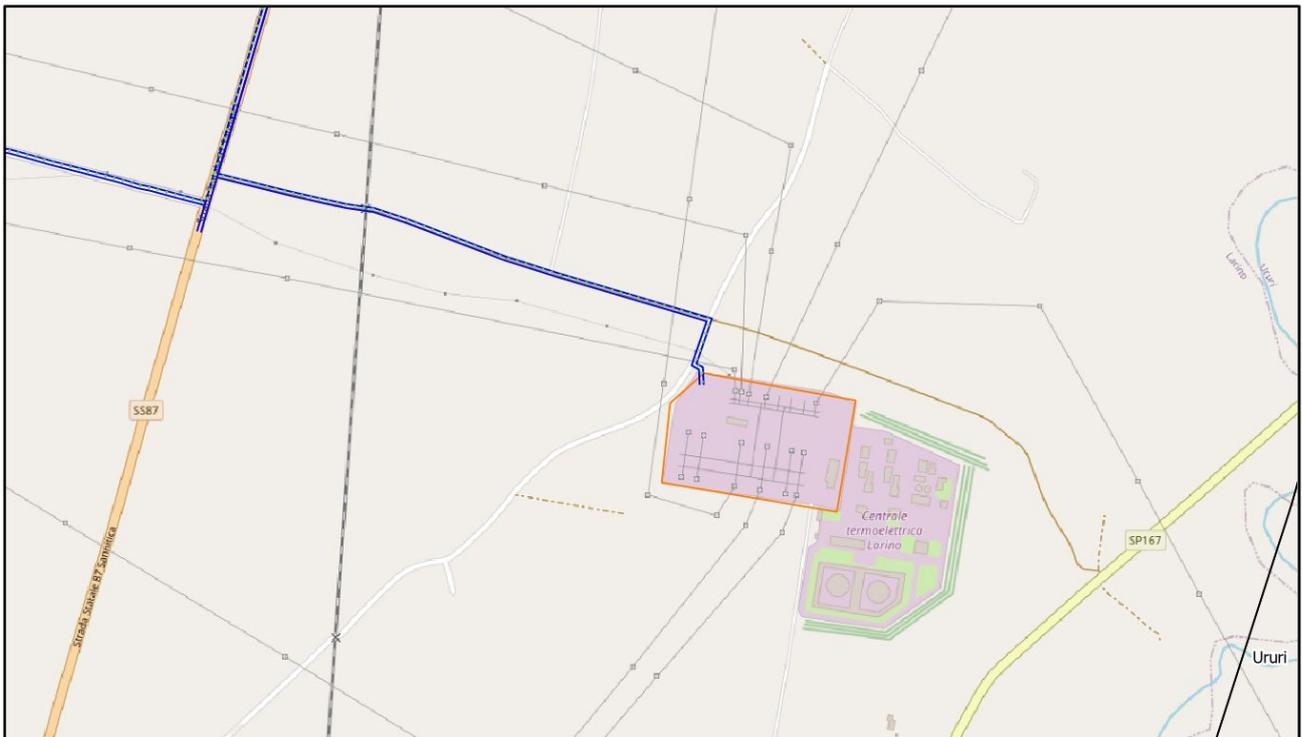


Figura 4.4: Arrivo delle linee elettriche a 36 kV in corrispondenza della nuova sezione a 36 kV della SE RTN 380/360 kV di Larino

5. AEROGENERATORE DI PROGETTO

5.1. Descrizione generale 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 Siemens Gamesa SG 170, di potenza nominale pari a 6 MWp, altezza torre all'hub pari a 165 m e diametro del rotore 170 m (**Figura 5.1.1**).

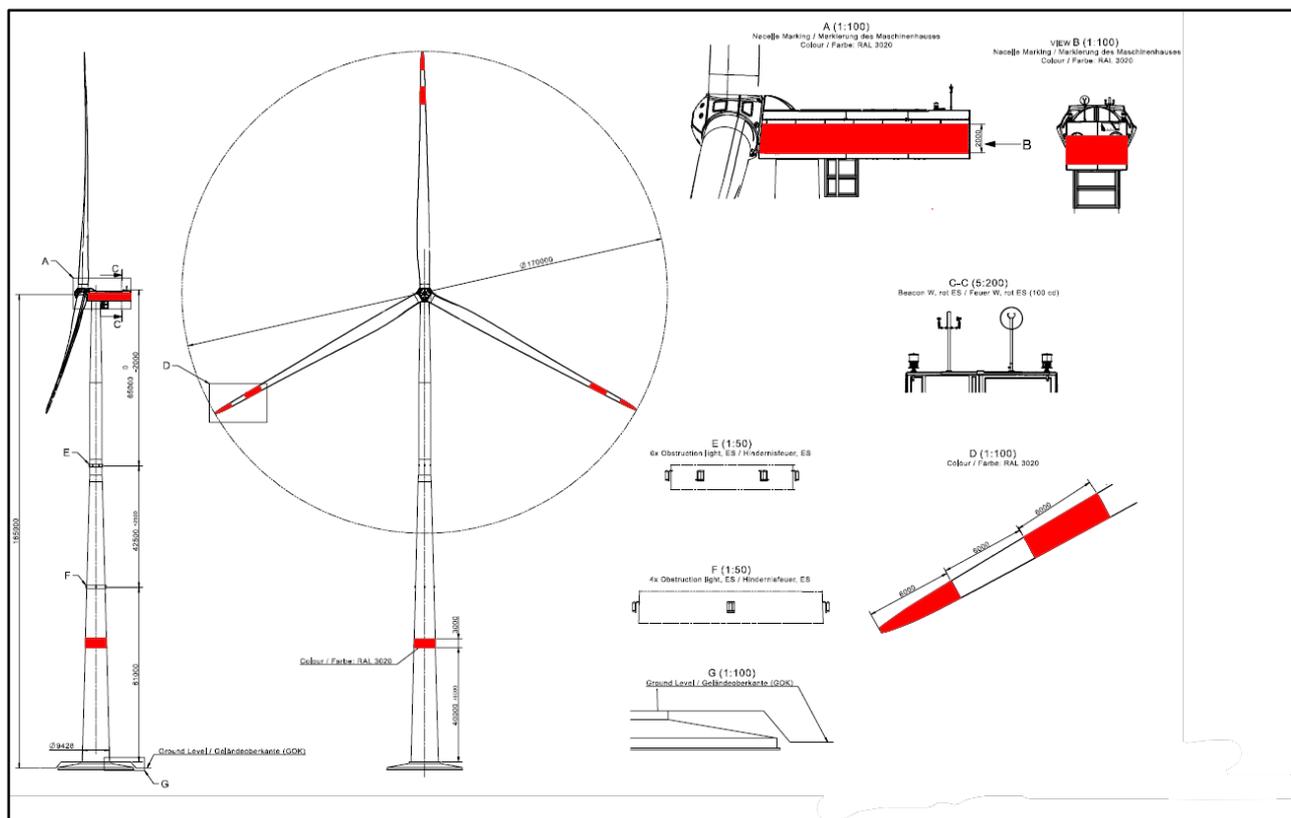


Figura 5.1.1: Profilo aerogeneratore SG170 da 6 MWp

Ognuno degli aerogeneratori include un sistema che esegue il controllo della potenza ruotando le pale intorno al proprio asse principale e il controllo dell'orientamento della navicella (controllo dell'imbardata), che permette l'allineamento della macchina rispetto alla direzione del vento.

Il rotore, di diametro pari a 170 metri, è a passo variabile in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, posto sopravvento al sostegno, con mozzo rigido in acciaio. Altre specifiche tecniche sono riassunte nella **Tabella 5.1.1**.

Technical Specifications	
Rotor	
Type	3-bladed, horizontal axis
Position	Upwind
Diameter	170 m
Swept area	22,698 m ²
Power regulation	Pitch & torque regulation with variable speed
Rotor tilt	6 degrees
Blade	
Type	Self-supporting
Blade length	83.5 m
Max chord	4.5 m
Aerodynamic profile	Siemens Gamesa proprietary airfoils
Material	G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic)
Surface gloss	Semi-gloss, < 30 / ISO2813
Surface color	Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018
Aerodynamic Brake	
Type	Full span pitching
Activation	Active, hydraulic
Load-Supporting Parts	
Hub	Nodular cast iron
Main shaft	Nodular cast iron
Nacelle bed frame	Nodular cast iron
Mechanical Brake	
Type	Hydraulic disc brake
Position	Gearbox rear end
Nacelle Cover	
Type	Totally enclosed
Surface gloss	Semi-gloss, <30 / ISO2813
Color	Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018
Generator	
Type	Asynchronous, DFIG
Grid Terminals (LV)	
Baseline nominal power ..	6.0 MW / 6.2 MW
Voltage	690 V
Frequency	50 Hz or 60 Hz
Yaw System	
Type	Active
Yaw bearing	Externally geared
Yaw drive	Electric gear motors
Yaw brake	Active friction brake
Controller	
Type	Siemens Integrated Control System (SICS)
SCADA system	SGRE SCADA
Tower	
Type	Tubular steel / Hybrid
Hub height	100 m to 165 m and site-specific
Corrosion protection	Painted
Surface gloss	Semi-gloss, <30 / ISO-2813
Color	Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018
Operational Data	
Cut-in wind speed	3 m/s
Rated wind speed	11.0 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1)
Cut-out wind speed	25 m/s
Restart wind speed	22 m/s
Weight	
Modular approach	Different modules depending on restriction

Tabella 5.1.1: Specifiche tecniche aerogeneratore

Le caratteristiche dell'aerogeneratore sopra 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.

In accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), ognuna delle macchine è dotata di un sistema di segnalazione notturna per la segnalazione aerea, che prevede l'utilizzo di una luce rossa sull'estradosso della navicella.

Una segnalazione diurna consistente nella verniciatura della parte estrema della pala con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m per un totale di 18 m è previsto per gli aerogeneratori di inizio e fine tratto. Inoltre, ognuna delle turbine è dotata di un completo sistema antifulmine, in grado di proteggere da danni diretti ed indiretti sia la struttura (interna ed esterna) che le persone, grazie ad un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore, disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala.

In questa maniera la corrente del fulmine è scaricata a terra attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza.

I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della più elevata classe di protezione (Classe I), secondo lo Standard Internazionale IEC 61024-1.

Ogni aerogeneratore è dotato altresì di un sistema antincendio, grazie al quale rilevatori di Ossido di Carbonio e fumo, rilevato l'eventuale incendio, attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione nel caso di incendi dei componenti meccanici e a gas inerte (azoto) nel caso di incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore).

Oltre a tale sistema le navicelle sono rivestite con materiali autoestinguenti.

Le moderne turbine eoliche sono dotate di un sistema di controllo del passo di rotazione delle pale intorno al loro asse principale.

A velocità del vento dell'ordine di $3 \div 5$ m/s la turbina si attiva, a $10 \div 14$ m/s raggiunge la sua potenza nominale, a velocità del vento superiori il sistema di controllo assicura la limitazione della potenza della macchina e previene sovraccarichi al generatore ed agli altri componenti elettromeccanici.

A velocità del vento ancora maggiori e dell'ordine di $22 \div 25$ m/s il sistema di controllo arresta il rotore disponendolo secondo la direzione del vento, al fine di evitare danni strutturali e meccanici.

In definitiva, tale sistema di controllo assicura il funzionamento del rotore con massimo rendimento, con velocità del vento comprese tra quelle che attivano la macchina e quella nominale, arrivando a bloccare la stessa nel caso di velocità del vento estreme.

La vita utile di una turbina è di circa 30 anni, passati i quali avverrà il relativo smantellamento ed eventuale sostituzione, ovvero si renderà necessario smaltire le varie componenti elettriche e riciclare le parti in metallo (rame e acciaio) e plastica rinforzata.

Tali operazioni avverranno in accordo con la direttiva europea Waste of Electrical and Electronic Equipment.

5.2. Quadri elettrici a 36 kV degli aerogeneratori

Ad ognuno degli aerogeneratori corrisponde un Quadro Elettrico a 36 kV e, a seconda della posizione di ogni turbina nello schema unifilare, successivamente riportato, si ha una particolare configurazione di tale Quadro.

In particolare, nella figura seguente sono riportate le due configurazioni elettriche dei Quadri Elettrici considerate nello schema unifilare:

- Fine Linea

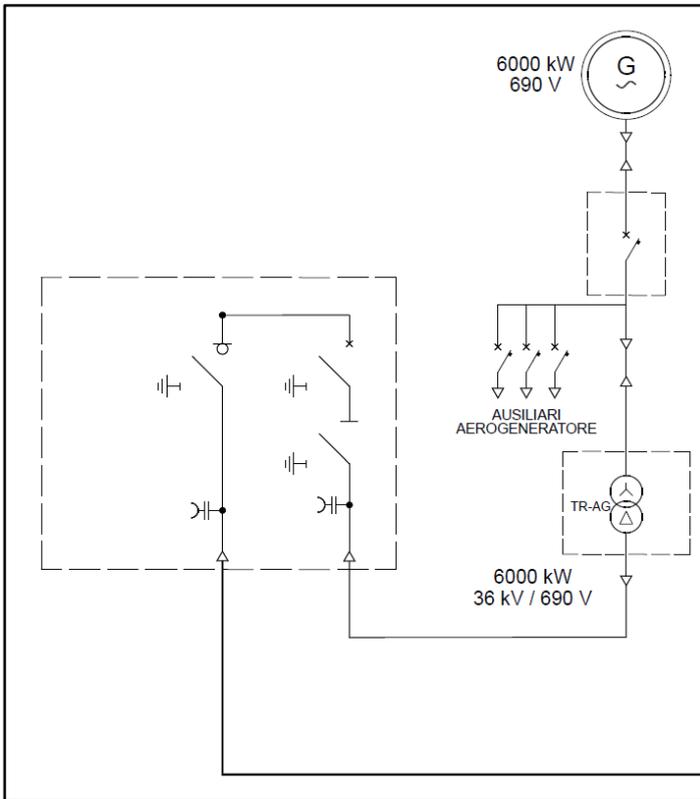


Figura 5.2.1: Configurazione di Fine linea del Quadro Elettrico dell'aerogeneratore

- Entra – Esci

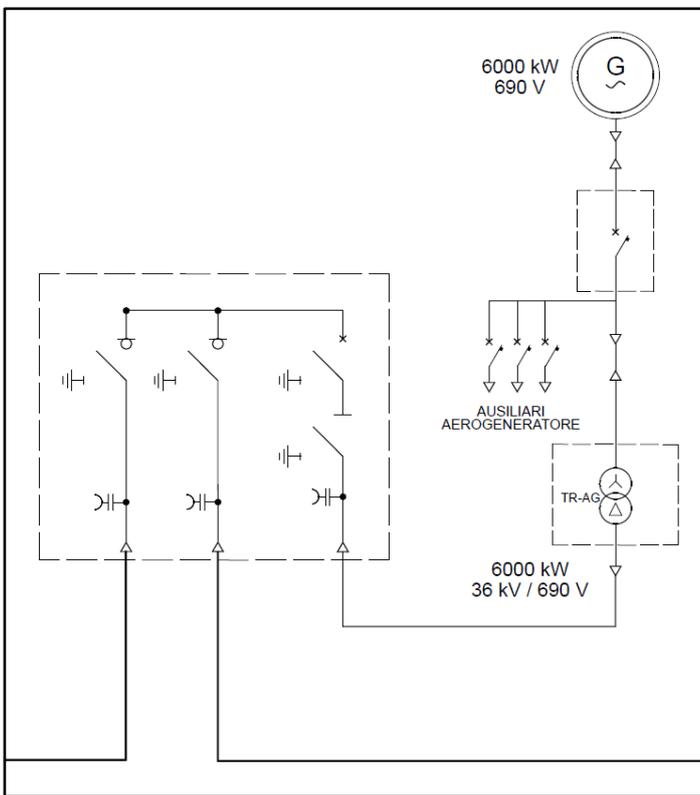


Figura 5.2.2: configurazione in Entra – Esci del Quadro Elettrico dell'aerogeneratore

Gli aerogeneratori sono suddivisi in 4 sottocampi o circuiti, ognuno collegato alla nuova sezione a 36 kV della SE RTN 380/36 kV di Larino e costituito da 3 o 4 macchine, collegate tra loro secondo lo schema riportato in tabella.

CIRCUITO	AEROGENERATORE	CONFIGURAZIONE QUADRO A 36 KV AEROGENERATORE
CIRCUITO A	LAR 14	Fine Linea
	LAR 13	Entra – Esci
	LAR 02	Entra – Esci
	LAR 01	Entra – Esci
CIRCUITO B	LAR 05	Fine Linea
	LAR 03	Entra – Esci
	LAR 04	Entra – Esci
CIRCUITO C	LAR 12	Fine Linea
	LAR 11	Entra – Esci
	LAR 10	Entra – Esci
CIRCUITO D	LAR 09	Fine Linea
	LAR 07	Entra – Esci
	LAR 06	Entra – Esci
	LAR 08	Entra – Esci

Tabella 5.2.1: Suddivisione in circuiti degli aerogeneratori e tipologia di Quadro a 36 kV

6. SCHEMA ELETTRICO E DISTRIBUZIONE 36 KV DEL PARCO EOLICO

6.1. Sistema di distribuzione delle linee elettriche

Il “Parco Eolico Larino” è caratterizzato da una potenza complessiva di 84 MWp, ottenuta da 14 aerogeneratori di potenza di 6 MWp ciascuno.

Gli aerogeneratori sono collegati elettricamente tra loro mediante cavi a 36 kV in modo da formare 4 sottocampi (Circuiti A, B, C e D) di 3 o 4 WTG (Wind Turbine Generator); ognuno di tali circuiti è associato ad un colore diverso per maggiore chiarezza, come esplicitato dalla seguente tabella:

Sottocampo o Circuito	Aerogeneratori	Potenza totale [MWp]
CIRCUITO A	LAR 14 – LAR 13 – LAR 02 – LAR 01	24
CIRCUITO B	LAR 05 – LAR 03 – LAR 04	18
CIRCUITO C	LAR 12 – LAR 11 – LAR 10	18
CIRCUITO D	LAR 09 – LAR 07 – LAR 06 – LAR 08	24

Tabella 6.1.1: Distribuzione linee a 36 kV

Gli aerogeneratori sono stati collegati elettricamente secondo un criterio che tiene in considerazione i valori di cadute di tensione e perdite di potenza e l’ottimizzazione delle lunghezze dei cavi utilizzati.

Lo schema a blocchi di riferimento, nel quale sono indicate le sezioni e le lunghezze del cavo di ogni tratto di linea e nel quale gli aerogeneratori di ogni linea sono collegati tra loro secondo lo schema in

entra – esci e in fine linea, è riportato nella **Figura 6.1.1** (maggiori dettagli sono riportati nell’elaborato di progetto “LAROE064 Schema a blocchi impianto utente”).

L’aerogeneratore capofila (fine linea) è collegato al resto del circuito, i restanti sono collegati tra loro in Entra – Esci e ognuno dei 4 circuiti è collegato alla nuova sezione a 36 kV della SE RTN 380/36 kV di Larino.

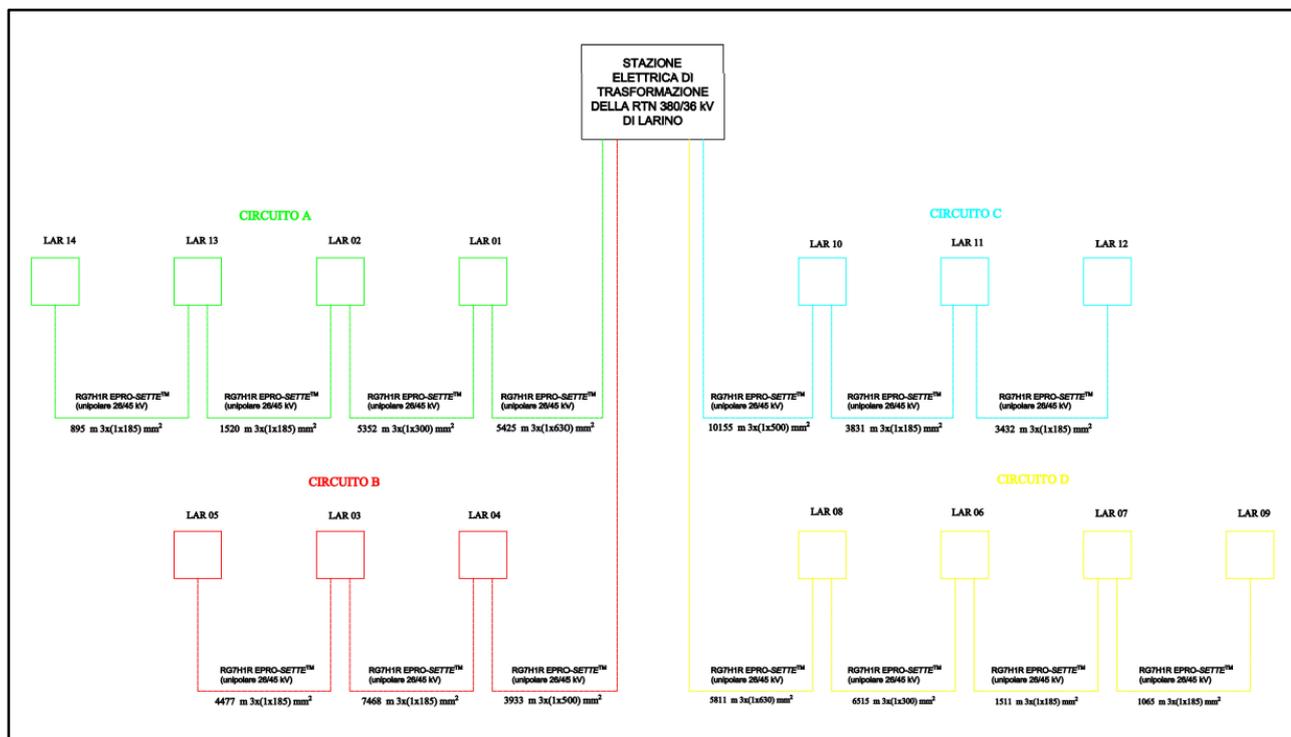


Figura 6.1.1: Schema a blocchi del Parco Eolico Larino

Nel seguito è riportata la planimetria di distribuzione delle linee a 36 kV per i vari circuiti.

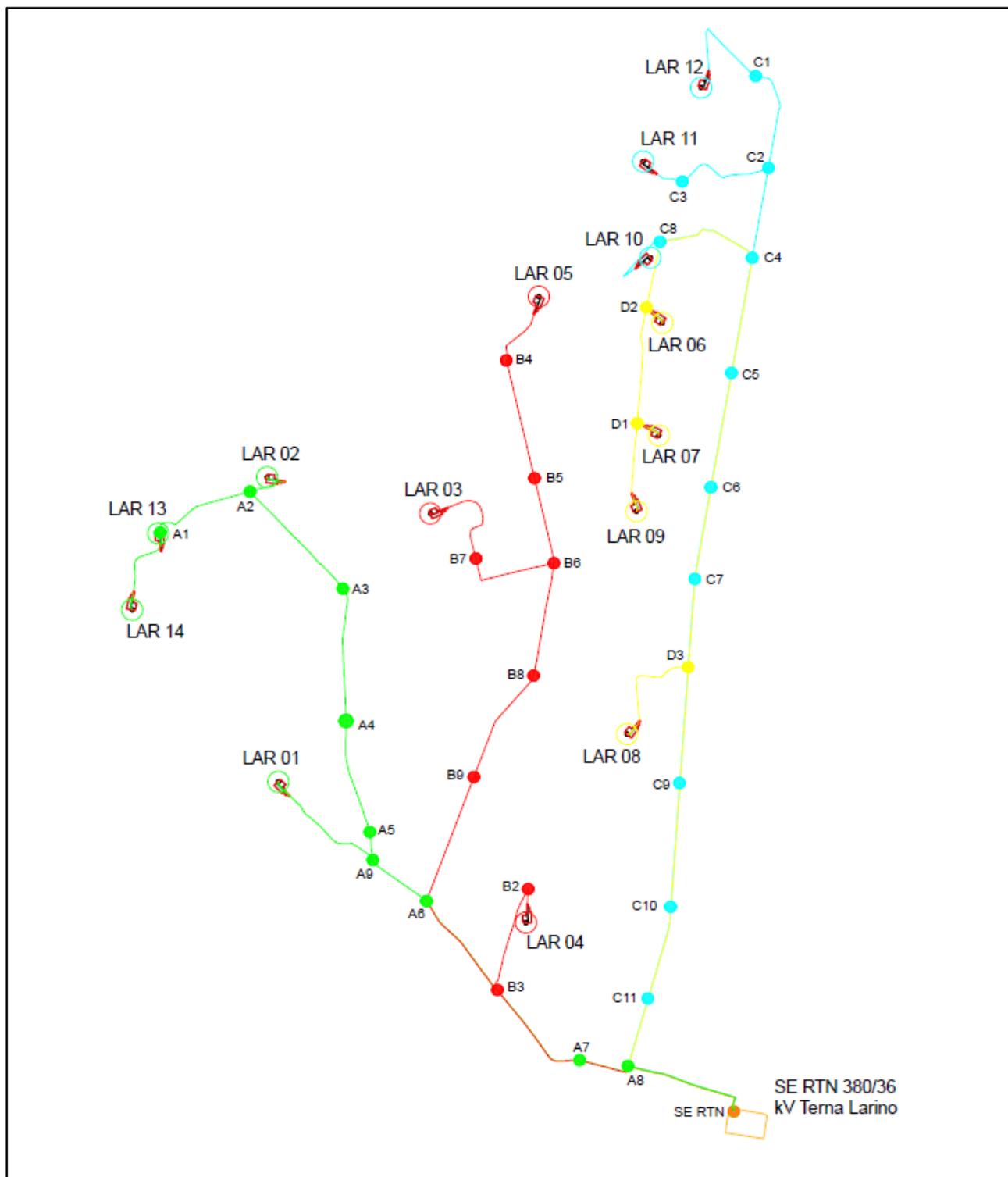


Figura 6.1.2: Planimetria di distribuzione linee a 36 kV dell'intero impianto

6.2. Schema di collegamento elettrico

Nella figura seguente viene riportato lo schema elettrico unifilare del Parco Eolico Larino, nel quale si esplicita la suddivisione elettrica dei vari circuiti, le linee di collegamento e i componenti elettrici degli aerogeneratori (maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato "LAROE065 Schema unifilare impianto utente").

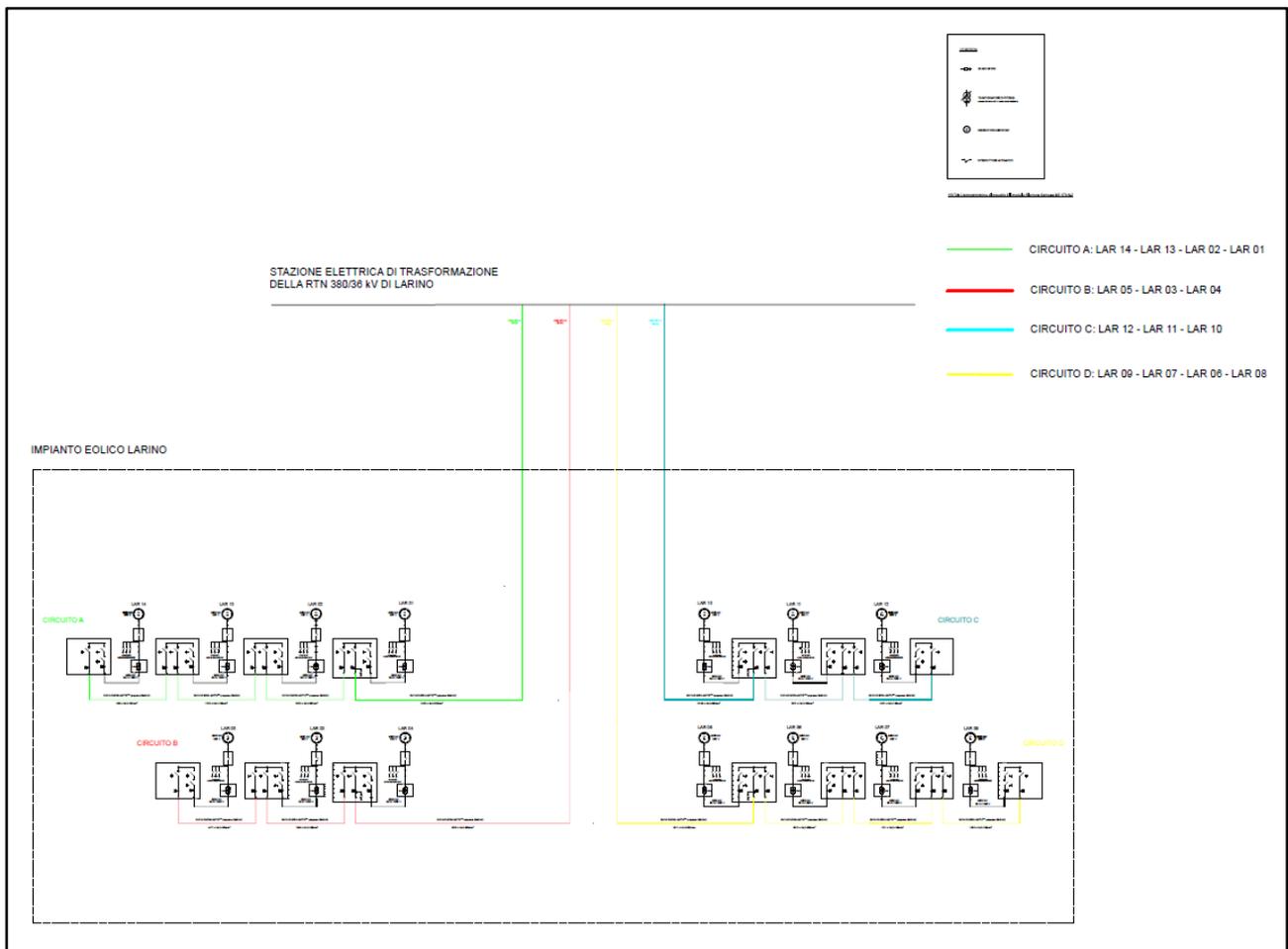


Figura 6.2.1: Schema elettrico unifilare dell'impianto utente

6.3. Linee elettriche a 36 kV

Per ogni tratto di collegamento si prevede una posa direttamente interrata di cavo e, nel caso di eventuali interferenze e particolari attraversamenti, in accordo con la Norma CEI 11 – 17, tale modalità di posa sarà modificata, anche in base ai regolamenti riguardanti le opere interferite, in modo da garantire un'adeguata protezione del cavo rispetto alle condizioni di posa normali.

Le lunghezze e sezioni dei cavi per ogni linea a 36 kV di collegamento che costituisce una tratta del circuito sono indicate nella seguente tabella.

CIRCUITO	Linea a 36 kV	Lunghezza della tratta [m]	Sezione del cavo [mm ²]	Tipologia di cavo
CIRCUITO A	LAR 14 – LAR 13	895	185	Cu 3x(1x185 mm ²)
	LAR 13 – LAR 02	1520	185	Cu 3x(1x185 mm ²)
	LAR 02 – LAR 01	5352	300	Cu 3x(1x300 mm ²)
	LAR 01 – SE RTN 380/36 kV	5425	630	Cu 3x(1x630 mm ²)
CIRCUITO B	LAR 05 – LAR 03	4477	185	Cu 3x(1x185 mm ²)
	LAR 03 – LAR 04	7468	185	Cu 3x(1x185 mm ²)
	LAR 04 – SE RTN 380/36 kV	3933	500	Cu 3x(1x500 mm ²)
CIRCUITO C	LAR 12 – LAR 11	3432	185	Cu 3x(1x185 mm ²)
	LAR 11 – LAR 10	3831	185	Cu 3x(1x185 mm ²)
	LAR 10 – SE RTN 380/36 kV	10155	500	Cu 3x(1x500 mm ²)
CIRCUITO D	LAR 09 – LAR 07	1065	185	Cu 3x(1x185 mm ²)
	LAR 07 – LAR 06	1511	185	Cu 3x(1x185 mm ²)
	LAR 06 – LAR 08	6515	300	Cu 3x(1x300 mm ²)
	LAR 08 – SE RTN 380/36 kV	5811	630	Cu 3x(1x630 mm ²)

Tabella 6.3.1: Lunghezze e sezioni linee a 36 kV

Nella tabella seguente è riportata la suddivisione dei vari circuiti per le varie sotto-tratte di cavidotto individuate univocamente dai nodi rappresentati in **Figura 6.1.2**.

TRATTA			CIRCUITO A		CIRCUITO B		CIRCUITO C		CIRCUITO D	
DA	A	LUNGHEZZA [m]	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO	N. CAVI	FORMAZIONE CAVO
LAR 14	A1	855	1	3x(1x185 mm ²)						
LAR 13	A1	40	2	2x3x(1x185 mm ²)						
	A1	A2	954	1	3x(1x185 mm ²)					
LAR 02	A2	526	2	3x(1x185 mm ²) + 3x(1x300 mm ²)						
	A2	A3	1197	1	3x(1x300 mm ²)					
	A3	A4	1195	1	3x(1x300 mm ²)					
	A4	A5	1024	1	3x(1x300 mm ²)					
	A5	A9	252	1	3x(1x300 mm ²)					
LAR 01	A9	1158	2	3x(1x300 mm ²) + 3x(1x630 mm ²)						
	A9	A6	604	1	3x(1x630 mm ²)					
	A6	B3	1015	1	3x(1x630 mm ²)	1	3x(1x185 mm ²)			
	B3	A7	1034	1	3x(1x630 mm ²)	1	3x(1x500 mm ²)			
	A7	A8	482		3x(1x630 mm ²)	1	3x(1x500 mm ²)			
	A8	SE RTN	1132	1	3x(1x630 mm ²)	1	3x(1x500 mm ²)	1	3x(1x500 mm ²)	1
	A8									3x(1x630 mm ²)
LAR 05	B4	716			1	3x(1x185 mm ²)				
	B4	B5	1080			1	3x(1x185 mm ²)			
	B5	B6	778			1	3x(1x185 mm ²)			
LAR 03	B7	1040			2	2x3x(1x185 mm ²)				
	B7	B6	863			2	2x3x(1x185 mm ²)			
	B6	B8	1019			1	3x(1x185 mm ²)			
	B8	B9	1063			1	3x(1x185 mm ²)			
	B9	A6	1183			1	3x(1x185 mm ²)			
LAR 04	B2	328			2	3x(1x185 mm ²) + 3x(1x500 mm ²)				
	B2	B3	957			2	3x(1x185 mm ²) + 3x(1x500 mm ²)			
LAR 12	C1	1171					1	3x(1x185 mm ²)		
	C1	C2	952				1	3x(1x185 mm ²)		
LAR 11	C3	433					2	2x3x(1x185 mm ²)		
	C3	C2	876				2	2x3x(1x185 mm ²)		
	C2	C4	810				1	3x(1x185 mm ²)		
LAR 10	C8	781					2	3x(1x185 mm ²) + 3x(1x500 mm ²)		
	C8	C4	931				2	3x(1x185 mm ²) + 3x(1x500 mm ²)	1	3x(1x300 mm ²)
	C4	C5	1042				1	3x(1x500 mm ²)	1	3x(1x300 mm ²)
	C5	C6	1036				1	3x(1x500 mm ²)	1	3x(1x300 mm ²)
	C6	C7	830				1	3x(1x500 mm ²)	1	3x(1x300 mm ²)
	C7	D3	789				1	3x(1x500 mm ²)	1	3x(1x300 mm ²)
	D3	C9	1036				1	3x(1x500 mm ²)	1	3x(1x630 mm ²)
	C9	C10	1106				1	3x(1x500 mm ²)	1	3x(1x630 mm ²)
	C10	C11	845				1	3x(1x500 mm ²)	1	3x(1x630 mm ²)
	C11	A8	627				1	3x(1x500 mm ²)	1	3x(1x630 mm ²)
LAR 09	D1	820							1	3x(1x185 mm ²)
LAR 07	D1	245							2	2x3x(1x185 mm ²)
	D1	D2	1042						1	3x(1x185 mm ²)
LAR 06	D2	224							2	3x(1x185 mm ²) + 3x(1x300 mm ²)
	D2	C8	598						1	3x(1x300 mm ²)
LAR 08	D3	1065							2	3x(1x300 mm ²) + 3x(1x630 mm ²)

Tabella 6.3.3: Suddivisione dei circuiti per ogni sotto-tratta di cavidotto

6.4. Tipologia posa e dati tecnici del cavo utilizzato

Il cavo impiegato per il collegamento di tutte le tratte a 36 kV è il tipo RG7H1R EPRO-SETTE™ unipolare 26/45 kV (o similari), a norma IEC 60840, del primario costruttore Prysmian.

L'anima del cavo è costituita da un conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso, il semiconduttivo interno è costituito da materiale elastomerico estruso, l'isolante in mescola di gomma ad alto modulo G7, il semiconduttivo esterno da materiale elastomerico estruso pelabile a freddo.

La schermatura è realizzata mediante filo di rame rosso e la guaina è in PVC di colore rosso.

Per ogni tratto di collegamento si prevede una posa direttamente interrata di cavo, a trifoglio, essendo il cavo in questione idoneo alla stessa.

I cavi sono collocati in trincee ad una profondità di posa di 1,50 m dal piano di calpestio su un sottofondo di sabbia di spessore di 0,1 m e la distanza di separazione delle terne adiacenti in parallelo sul piano orizzontale è pari a 0,30 m.

Una lastra protettiva, installata nella parte soprastante, assicura la protezione meccanica del cavo, mentre un nastro monitor ne segnala la presenza.

I cavi sono opportunamente segnalati grazie ai picchetti segnalatori, posizionati a distanze non superiori a 50 m sui tratti rettilinei e in corrispondenza di punti di cambio direzione del percorso e dei giunti.

Inoltre, nel caso di eventuali interferenze e particolari attraversamenti, in accordo con la Norma CEI 11 – 17, tale modalità di posa sarà modificata, anche in base ai regolamenti riguardanti le opere interferite, in modo da garantire un'adeguata protezione del cavo rispetto alle condizioni di posa normali.

I fattori di progetto presi in considerazione per l'installazione dei cavi sono i seguenti:

- ❖ Temperatura massima del conduttore pari a 90°C;
- ❖ Temperatura aria ambiente di 30 °C;
- ❖ Temperatura del terreno di 20°C;
- ❖ Resistività termica del terreno pari a 1,5 K m/W;
- ❖ Tensione nominale pari a 36 kV;
- ❖ Frequenza pari a 50 Hz;
- ❖ Profondità di posa di 1,50 m dal piano di calpestio.

Nel seguito è rappresentato il dettaglio dei tipologici di posa, come anche riportato nel documento di progetto “LAROE063 Sezioni tipiche delle trincee di cavidotto utente”, nel quale le misure sono espresse in mm.

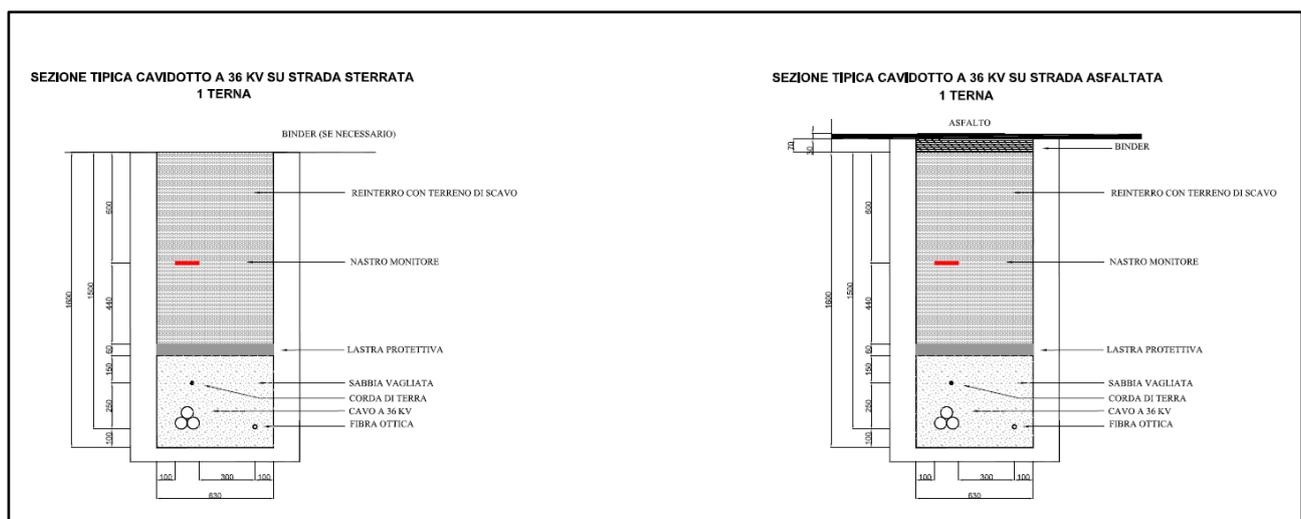


Figura 6.4.1: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto su strada sterrata e asfaltata – 1 terna di cavi

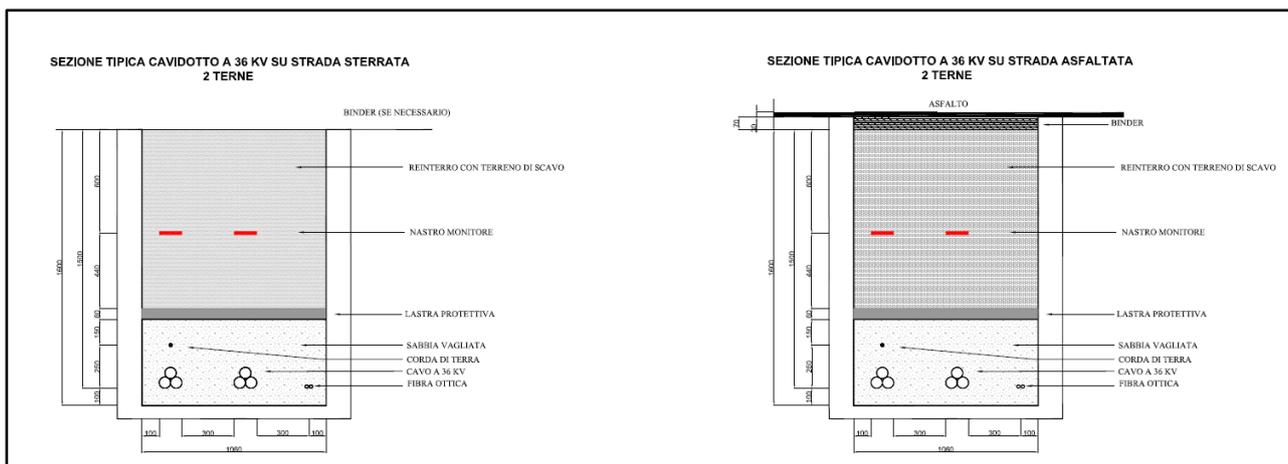


Figura 6.4.2: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto su strada sterrata e asfaltata – 2 terne di cavi

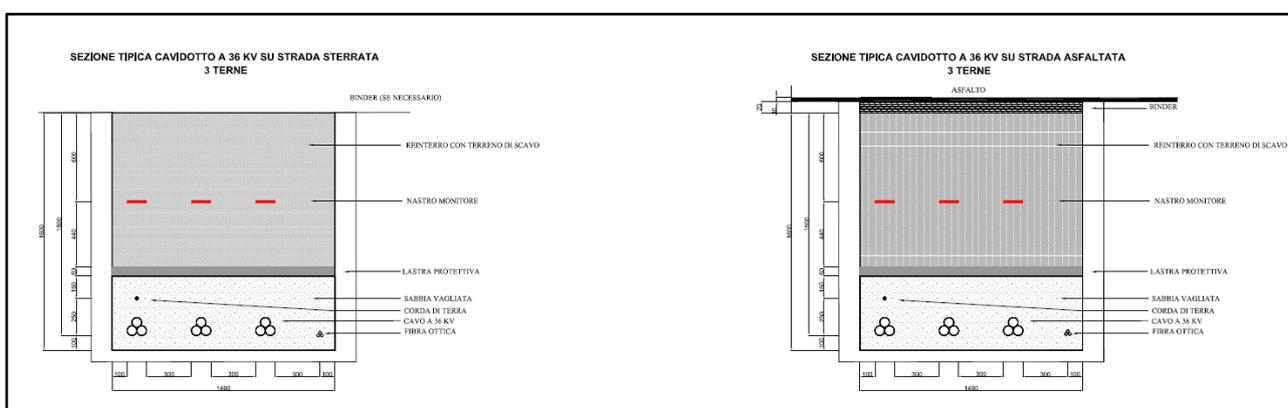


Figura 6.4.3: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto su strada sterrata e asfaltata – 3 terne di cavi

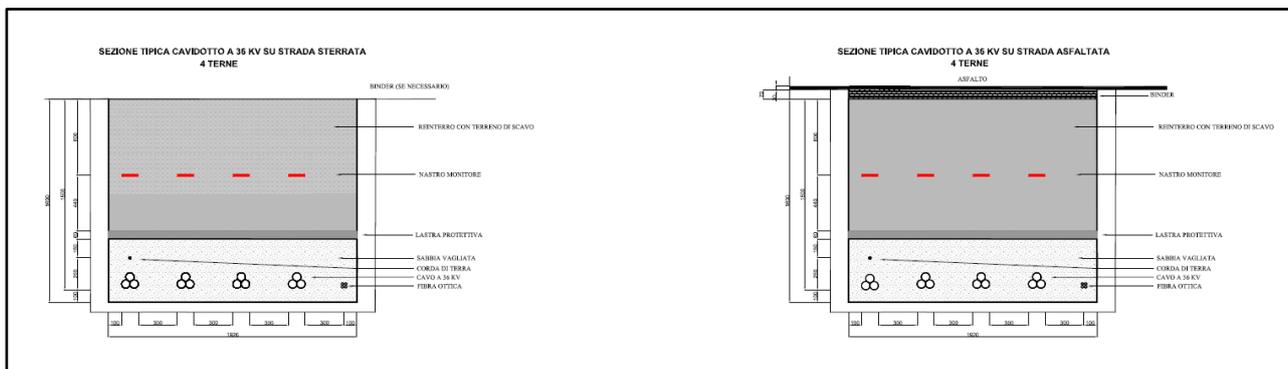


Figura 6.4.4: Sezioni tipiche delle trincee cavidotto su strada sterrata e asfaltata – 4 terne di cavi

Come si evince dalle figure precedenti, oltre alle terne di cavi presenti in trincea, è previsto un collegamento in **fibra ottica**, da adoperare per controllare e monitorare gli aerogeneratori.

Per realizzare il sistema di telecontrollo dell'intero impianto, come previsto dal progetto, si adopera un cavo ottico dielettrico a 24 fibre ottiche per posa in tubazione, corredato degli accessori necessari per la relativa giunzione e attestazione, essendo lo stesso adatto alla condizione di posa interrata e tale da assicurare un'attenuazione accettabile di segnale.

Il cavo in fibra è posato sul tracciato del cavo e le modalità di collegamento seguono lo schema di collegamento elettrico degli aerogeneratori.

Il Parco Eolico è dotato di un **sistema di terra**.

In particolare, è previsto un sistema di terra relativo a ciascun aerogeneratore e costituito da anelli dispersori concentrici, collegati tra loro radialmente e collegati all'armatura del plinto di fondazione in vari punti.

In aggiunta al sistema di cui sopra, si prevede di adoperare un conduttore di terra di collegamento tra le reti di terra dei singoli aerogeneratori consistente in una corda di rame nudo di sezione non inferiore a 95 mm², interrata all'interno della trincea in cui sono posati i cavi a 36 kV e di fibra ottica e ad una profondità di 1,25 m e 1,35 m dal piano di calpestio rispettivamente nel caso di strada sterrata o strada asfaltata.

Al fine di evitare, in presenza di eventuali guasti, il trasferimento di potenziale agli elementi sensibili circostanti, come tubazioni metalliche, sottoservizi, in corrispondenza di attraversamenti lungo il tracciato del cavidotto, si prevede di adoperare un cavo Giallo-Verde avente diametro superiore a 95 mm² del tipo FG16(O)R.

Il cavo di cui sopra è opportunamente giuntato al conduttore di rame nudo, è inserito da 5 m prima e fino a 5 m dopo il punto di interferenza e assicura una resistenza analoga a quella della corda di rame nudo di 95 mm².

In definitiva, si realizza una maglia di terra complessiva in grado di ottenere una resistenza di terra con un più che sufficiente margine di sicurezza, in accordo con la Normativa vigente.

6.5. Dimensionamento delle linee elettriche a 36 kV

La sezione dei cavi elettrici a 36 kV è calcolata, in accordo con la norma CEI 11 – 17, in modo che risultino soddisfatte le seguenti condizioni:

1. $I_b \leq I'_z$
2. $\Delta V \leq 4\%$
3. $\Delta P \leq 5\%$

dove:

- I_b rappresenta la corrente di impiego, ovvero l'intensità di corrente massima all'interno della linea di cavo.
- I'_z rappresenta la portata effettiva del cavo e dipende dalla portata nominale del cavo stesso e dalle relative condizioni di posa.

- ΔV rappresenta la massima caduta di tensione su ogni sottocampo ed è valutata a partire dalla cabina d'impianto fino all'aerogeneratore più lontano.
- ΔP rappresenta la perdita di potenza per ognuno dei sottocampi.

Individuate le sezioni dei singoli cavi di linea vengono effettuate le verifiche termiche, calcolando le correnti di corto circuito previste e di tenuta termica dei cavi.

Per dettagli relativi al dimensionamento elettrico delle linee a 36 kV si rimanda all'elaborato di progetto "LAROE058 Calcolo preliminare degli impianti elettrici".

7. Opere di connessione alla RTN

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale eolica venga collegata in antenna a 36 kV con una nuova sezione a 36 kV della stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150/36 kV di Larino, previo ampliamento della stessa che prevede la realizzazione di un edificio, ove verranno collocati i quadri di attestazione cavi a 36 kV dei produttori e da cui si dipartono 3 linee a 36 kV verso rispettivamente 3 Trasformatori 380/36 kV per un totale di 250 MVA.

Tale ampliamento sarà esterno alla sottostazione RTN Larino esistente come rappresentato in **Figura 7.1** e verrà utilizzato da diversi produttori di energia elettrica.

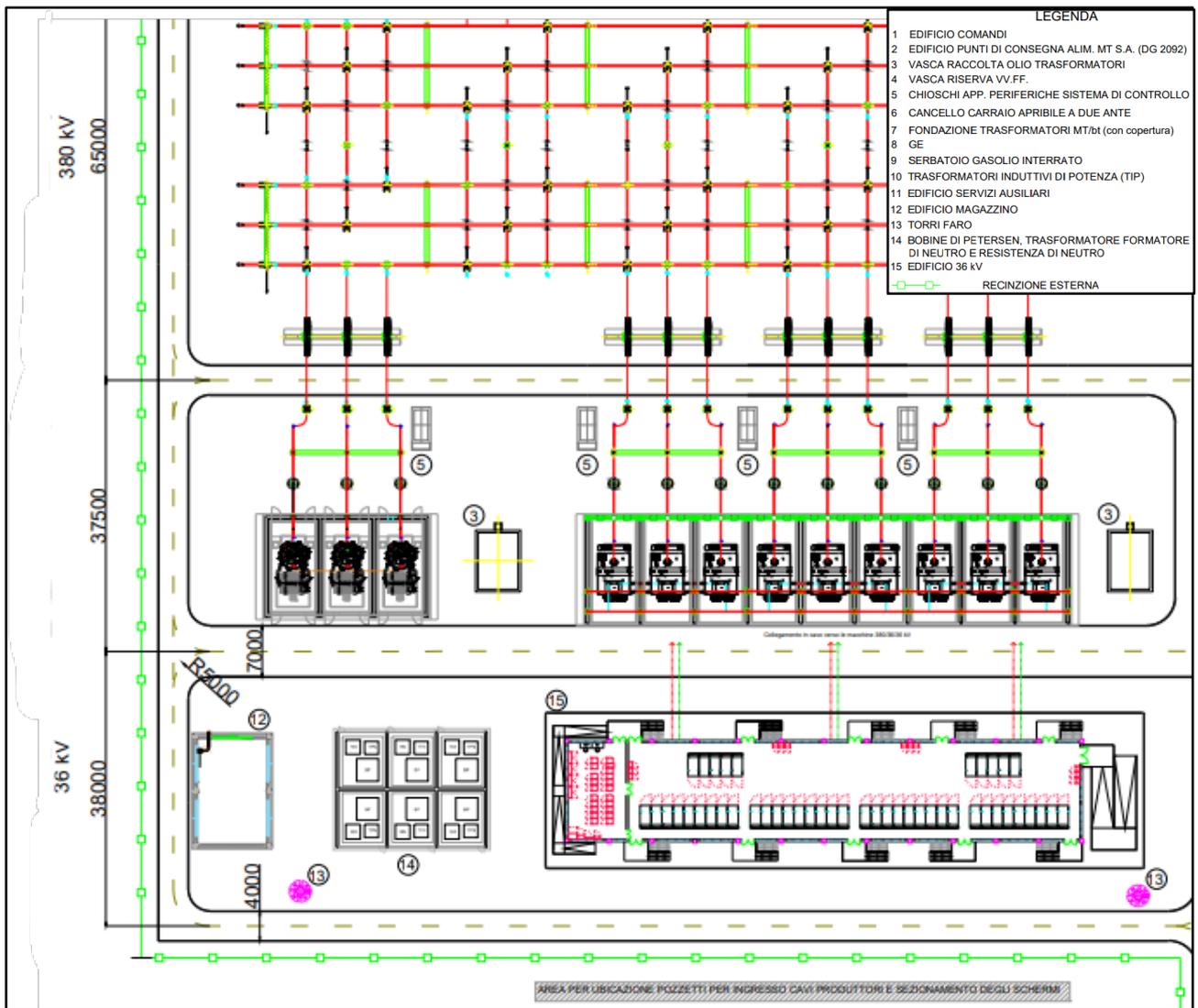


Figura 7.1 Ampliamento SE RTN Terna "Larino" 380/36 kV