

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it		COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
ELABORAZIONI I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Giua s.n.c. - Z.I. CACIP, 09122 Cagliari (CA) Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it		PAGINA 1 di 27

REGIONE SARDEGNA

Provincia del Sud Sardegna

PARCO EOLICO “SA CORONA”

COMUNI DI NURAMINIS, SAMATZAI E USSANA (SU)




OGGETTO PROGETTO DEFINITIVO	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI
PROGETTAZIONE I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L. ING. GIUSEPPE FRONGIA	GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Giuseppe Frongia (coordinatore e responsabile) Ing. Marianna Barbarino Pian.Terr. Andrea Cappai Ing. Gianfranco Corda Ing. Paolo Desogus Pian. Terr. Veronica Fais Dott. Fabio Mancosu CONTRIBUTI SPECIALISTICI Ing. Antonio Dedoni (acustica) Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (Geologia) Agr. Dott. Nat. Nicola Manis (Pedologia) Ing. Gianluca Melis Dott. Fabrizio Murru Dott. Nat. Alessio Musu Ing. Andrea Onnis Pian. Terr. Eleonora Re Ing. Elisa Roych Ing. Marco Utzeri Agr. Dott. Nat. Mauro Casti (Flora) Dott. Nat. Maurizio Medda (Fauna) Dott. Matteo Tatti (Archeologia) Dott.ssa Alice Nozza (Archeologia)

Cod. pratica 2023/0386

Nome File: **BLTX-NS-RE1**_Distribuzione elettrica impianto eolico e calcoli elettrici preliminari .docx


0	Maggio 2024	Emissione	FMU	GF	BLTX
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEG.	CONTR.	APPR.

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 2 di 27

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	CONFIGURAZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO EOLICO.....	4
2.1	Descrizione generale	4
2.2	Aerogeneratori di progetto.....	4
2.3	Schema della distribuzione dell'energia e connessione alla RTN.....	7
3	CAVI ELETTRICI 36 KV	8
3.1	Risoluzione interferenze idrografiche	12
3.1.1	<i>Trivellazione orizzontale controllata.....</i>	<i>12</i>
4	CAVO FIBRA OTTICA.....	15
5	COESISTENZA TRA CAVI ELETTRICI ED ALTRE CONDUTTURE INTERRATE	16
5.1.1	<i>Incroci tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione.....</i>	<i>16</i>
5.1.2	<i>Parallelismo tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione.....</i>	<i>16</i>
5.1.3	<i>Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici e tubazioni o strutture metalliche interrate.....</i>	<i>17</i>
6	CABINA COLLETRICE 36 KV.....	18
7	IMPIANTO DI TERRA DELL'IMPIANTO EOLICO.....	19
7.1	Generalità sull'impianto di terra.....	19
7.2	Impianto di terra aerogeneratori	19
7.3	Impianto di terra cabine elettriche e strutture metalliche	19
7.4	Interconnessione degli impianti di terra.....	19
8	CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI.....	21
8.1	Dimensionamento dei circuiti 36 kV	21
8.2	Protezione dei circuiti 36 kV.....	23
8.3	Protezione dei circuiti BT	24
8.3.1	<i>Protezione contro i sovraccarichi.....</i>	<i>24</i>
8.3.2	<i>Protezione contro i cortocircuiti</i>	<i>25</i>
9	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	26
9.1	Norme tecniche impianti elettrici	26
9.2	Norme ARERA.....	26
9.3	Norme e guide tecniche diverse	27

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 3 di 27

1 INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica è parte integrante del progetto di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica che la società Baltex Progetti S.r.l, attraverso la controllata Baltex Sardegna 15 Nuraminis S.r.l., ha in programma di realizzare nel territorio dei comuni di Nuraminis, Samatzai e Ussana (Provincia del Sud Sardegna).


Tale progetto, denominato "Sa Corona", prevede l'installazione di n.11 turbine di grande taglia, posizionate su torri di sostegno in acciaio dell'altezza pari a 135 m e aventi diametro del rotore pari a 170 m (altezza massima al *tip* 220 m), nonché l'approntamento delle opere accessorie indispensabili per un ottimale funzionamento e gestione della centrale.

Sulla base del preventivo di connessione, con codice pratica Terna n. 202200701, la centrale eolica dovrà essere collegata in antenna alla sezione a 36 kV di una nuova Stazione Elettrica della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Ittiri-Selargius". La potenza nominale dei singoli aerogeneratori sarà pari a 6,2 MW, operativamente limitata alla potenza che concorre a determinare una potenza complessiva in immissione del parco eolico pari a 68,0 MW, coincidente col valore stabilito dalla suddetta STMG.

La configurazione elettrica dell'impianto ha previsto la suddivisione della centrale in n. 4 blocchi di potenza (sottocampi) che, per mezzo di cavidotti interrati costituiti da cavi a 36 kV, convoglieranno l'energia prodotta verso la cabina colletttrice prevista in area di impianto. Da quest'ultima l'energia sarà dunque vettoriata sempre tramite cavidotto interrato a 36 kV, il cui tracciato interesserà anche i comuni di Serrenti (SU) e Furtei (SU), ad un'ulteriore cabina colletttrice prevista nei pressi della futura SE RTN 380/150/36 kV, in località *Tremeni Mannu* nel comune di Sanluri (SU).

Il cavidotto di collegamento della suddetta cabina alla sezione a 36 kV della SE RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione RTN costituisce impianto di rete per la connessione.

In attesa della pubblicazione delle specifiche tecniche da parte di Terna su cavi, celle e apparecchiature per le connessioni a 36 kV (attualmente oggetto di valutazione, indagine di mercato e verifiche di cantiere da parte di Terna), ogni indicazione qui riportata ai cavi a 36 kV deve intendersi riferita a cavi da 20,8/36 kV o cavi da 26/45 kV commercialmente disponibili e idonei allo scopo.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 4 di 27

2 CONFIGURAZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO EOLICO

2.1 Descrizione generale

Il proposto parco eolico, denominato "Sa Corona", è localizzato nella Provincia del Sud Sardegna (SU) tra i territori comunali di Nuraminis (SU) e Samatzai (SU) dove è prevista l'installazione di n.11 turbine di potenza nominale unitaria di 6,2 MW, opportunamente limitata in fase operativa al fine di sviluppare una potenza complessiva pari al limite in immissione di 68,0 MW stabilito nel preventivo di connessione.

Gli aerogeneratori saranno interconnessi mediante cavidotti interrati, il cui percorso si svilupperà in parallelismo alla viabilità esistente o in progetto, costituiti da cavi eserciti alla tensione di 36 kV che permetteranno di convogliare l'energia prodotta dall'impianto alla cabina colletttrice di impianto da prevedersi all'interno di un'area recintata di proprietà dell'Utente.

Il cavidotto a 36 kV, di collegamento tra suddetta cabina e l'ulteriore cabina colletttrice a 36 kV prevista nei pressi della futura SE RTN 380/150/36 kV "Sanluri", si sviluppa in direzione nord-ovest a partire dalla porzione del territorio di Nuraminis a nord del centro urbano. Prosegue poi in territorio di Serrenti, a sud-ovest del centro urbano, continua in direzione nord-est nel territorio comunale di Furtei e, dopo una ulteriore deviazione a nord-ovest, termina nel territorio comunale di Sanluri dove è prevista la futura SE RTN 380/150/36 kV nei pressi della località *Tremeni Mannu*.

2.2 Aerogeneratori di progetto

L'aerogeneratore di progetto presenterà le caratteristiche di seguito elencate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo di 170 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il trasformatore di macchina e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio, avente altezza massima fino all'asse del rotore pari a 135 m;
- altezza complessiva massima fuori terra (altezza al tip) pari a 220 m;
- diametro massimo alla base del sostegno tubolare: ~6 m;
- vita media prevista 30 anni.

In Tabella 2.1 e Figura 2.1 si riportano le principali caratteristiche tecniche e la curva di potenza dell'aerogeneratore di progetto.


COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 5 di 27

Tabella 2.1 - Specifiche tecniche aerogeneratore di progetto

Potenza nominale	kW	6200
Velocità di avvio (cut-in)	m/s	3
Velocità di arresto (cut-out)	m/s	25
Velocità nominale (in assenza di turbolenze)	m/s	11
Numero di pale		3
Altezza della torre	m	135
Diametro del rotore	m	170
Area spazzata dal rotore	m ²	22,698

Power [kW]

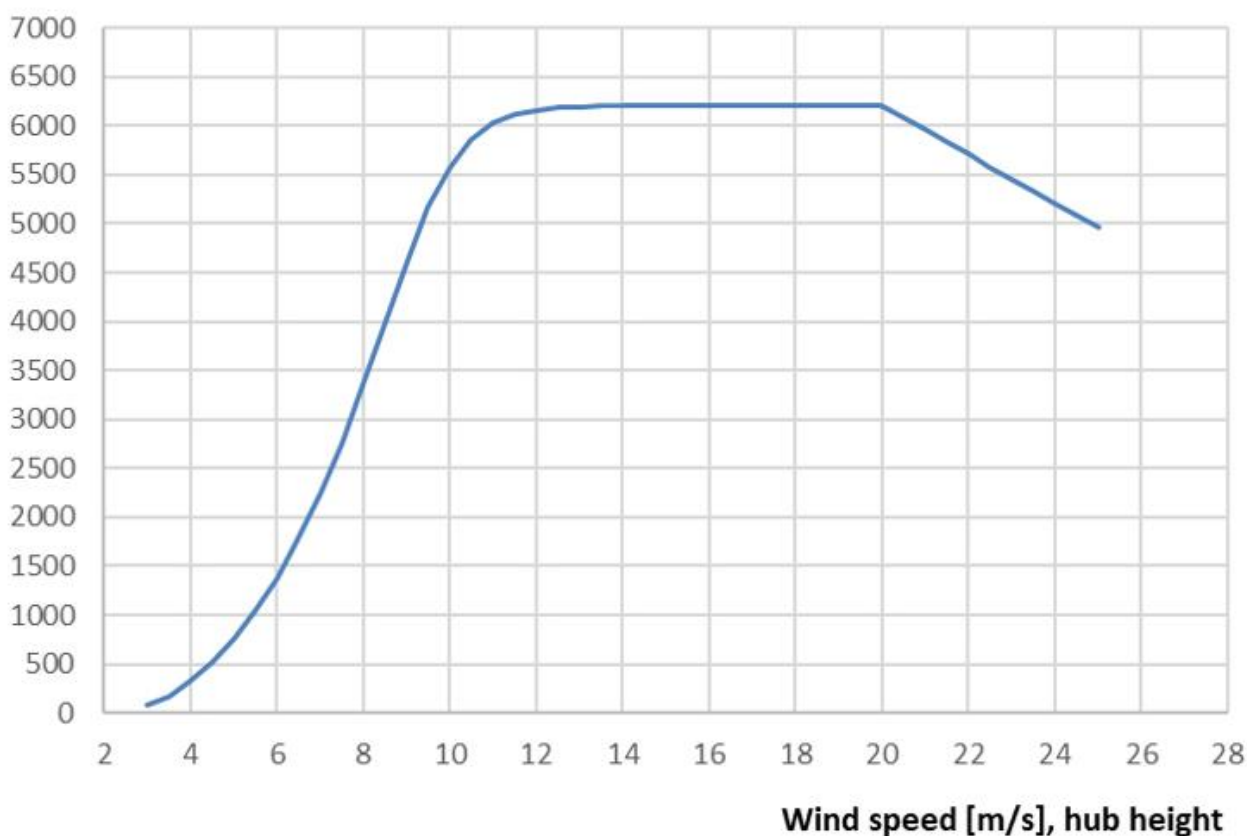



Figura 2.1 - Curva di potenza aerogeneratore di progetto da 6,2 MW

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 6 di 27

La scelta della tipologia di turbina, contraddistinta da elevate prestazioni energetiche, assicura una ottimale riduzione del numero di aerogeneratori a parità di potenza complessiva installata.

Le dimensioni geometriche delle macchine attualmente in commercio per gli impianti on-shore, inoltre, presuppongono l'osservanza di interdistanze significativamente superiori rispetto a quelle adottate pochi anni or sono; tale circostanza, oltre che incidere positivamente sulla qualità visiva del progetto, rappresenta un punto a favore anche sotto il profilo dell'impatto acustico, a fronte di un minore effetto sinergico delle sorgenti sonore.

In osservanza delle disposizioni di legge sulla navigazione aerea, alcune torri degli aerogeneratori verranno equipaggiate con idonei dispositivi di segnalazione diurna e notturna (BLTX-NS-RC8_Relazione di analisi interferenze con navigazione aerea).

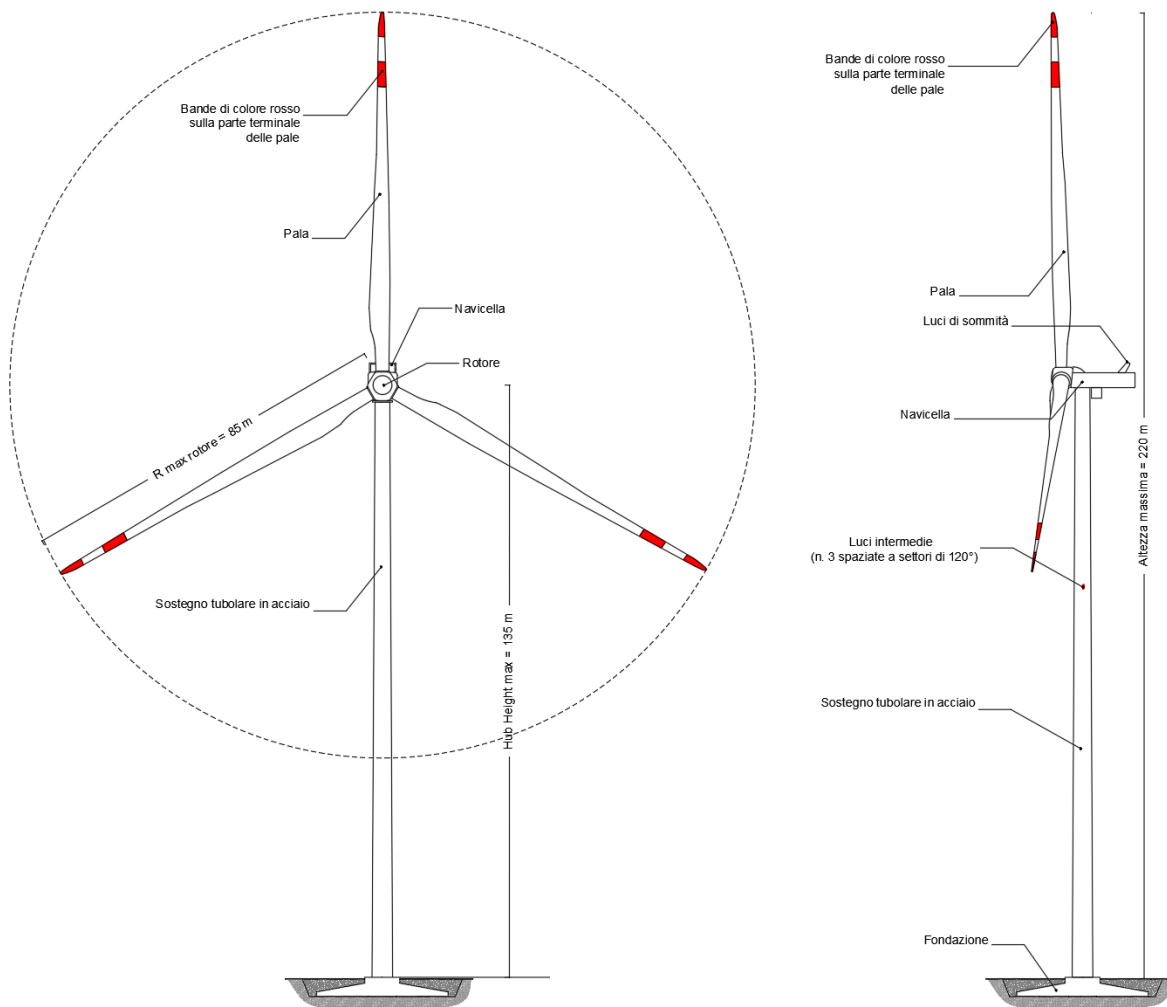



Figura 2.2 – Aerogeneratore di progetto con altezza al mozzo 135 m e diametro rotore di 170 m

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 7 di 27

2.3 Schema della distribuzione dell'energia e connessione alla RTN

L'energia prodotta dagli aerogeneratori in BT (690 V a 50 Hz) verrà trasformata al livello di 36 kV in corrispondenza del trasformatore di macchina - posto sulla navicella di ogni torre eolica - e convogliata per mezzo della distribuzione elettrica di impianto (o per brevità "distribuzione interna") verso la cabina colletttrice di impianto avente la funzione di protezione e sezionamento delle linee a 36 kV afferenti ai sottocampi dell'impianto. Analogamente, quest'ultima sarà connessa con l'ulteriore cabina colletttrice prevista nei pressi della SE RTN 380/150/36 kV mediante cavidotto interrato costituito da n.3 terne di cavi a 36 kV ed infine alla sezione a 36 kV della menzionata SE in accordo con quanto prescritto nella STMG elaborata da Terna (codice pratica 202200701).

Il trasporto dell'energia avverrà mediante elettrodotti interrati costituiti da cavi tripolari ad elica visibile (ARE4H1RX o similare) e da cavi unipolari non elicordati (ARE4H1R o similare) con posa realizzata in accordo con la modalità M delle norme CEI 11-17.

Ai fini del dimensionamento dell'impianto, la sezione dei cavi di ciascuna tratta è stata calcolata in maniera tale da essere adeguata ai carichi da trasportare nelle condizioni di massima produzione delle turbine (6,2 MW) e al fine di garantire, oltre ad una perdita complessiva di potenza inferiore al 5%, una caduta di tensione ampiamente nei limiti determinati dalle regolazioni di tensione consentite dai trasformatori.

Lo schema di distribuzione è di tipo radiale, di cui si riporta in Figura 2.3 lo schema elettrico unifilare (cfr. Elaborato BLTX-NS-RE1_Schema elettrico unifilare impianto eolico e IRC).

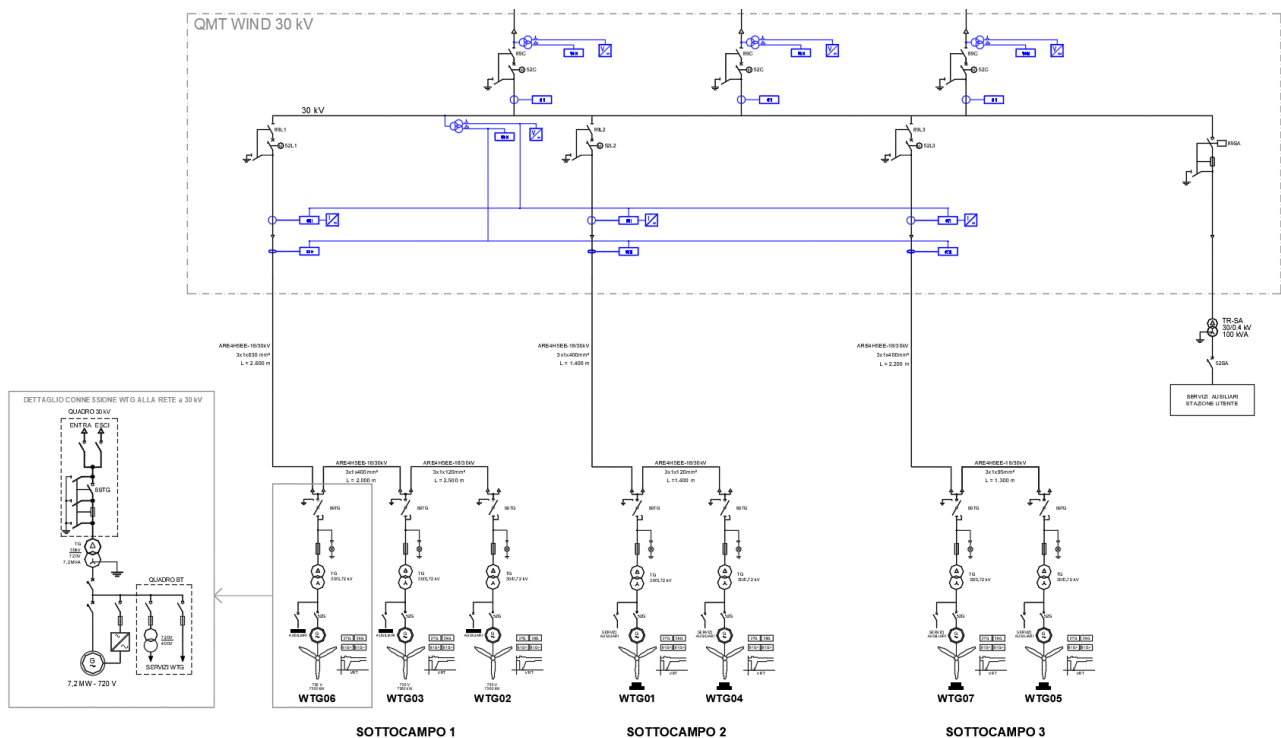



Figura 2.3 – Schema elettrico unifilare impianto di produzione eolica

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 8 di 27

3 CAVI ELETTRICI 36 KV

Sulla base della configurazione elettrica dell'impianto, le turbine verranno interconnesse mediante cavi tripolari a 36 kV elicordati (ARE4H1RX-36 kV o equivalenti) per sezioni fino a 185 mm², mentre per sezioni superiori verrà impiegata la tipologia unipolare non elicordata (ARE4H1R-36 kV o equivalente).

Mentre il cavidotto di collegamento tra cabine collettrici in progetto e il tracciato finale che si attesterà con la sezione a 36 kV della nuova Stazione di Terna sarà costituiti esclusivamente da cavi della tipologia non elicordata e di sezione pari a 630 mm².

Si elencano di seguito le principali caratteristiche dei cavi in esame:

- Caratteristiche costruttive;
 - Conduttore: corda rotonda compatta di alluminio;
 - Semiconduttivo interno: mescola estrusa;
 - Isolamento: mescola di polietilene reticolato;
 - Semiconduttivo esterno: mescola estrusa;
 - Schermatura: Fili di rame rosso e controspirale;
 - Guaina esterna: PVC di qualità Rz/ST2 di colore rosso;
- Costruzione e requisiti: EC 60502-2;
- Prova di non propagazione della fiamma: secondo normative CEI 20-35;
- Caratteristiche funzionali:
 - Tensione di esercizio: 36 kV;
 - Tensione massima Um: 36 kV;
 - Temperatura massima di esercizio del conduttore di fase: 90°C;
 - Temperatura massima di corto circuito: 250°C;
 - Temperatura minima di posa: 0°C.

Le caratteristiche elettriche e dimensionali relative alla tipologia di cavo cordato ad elica visibile sono riportate rispettivamente in Tabella 3.1 e Tabella 3.2, mentre per quelle dei cavi non elicordati si rimanda alla Tabella 3.3 e Tabella 3.4.

Entrambe le tipologie risultano adatte per la posa fissa, in interno o esterno, in aria o direttamente/indirettamente interrato, anche in ambiente umido. La tipologia di posa progettuale risulta essere con cavi direttamente interrati in trincea secondo quanto rappresentato in Figura 3.1.


COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 9 di 27

Tabella 3.1 - Caratteristiche elettriche cavi tripolari ARE4H1RX-36 kV

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_0	Reattanza di fase a 50 HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente		Corrente di corto circuito del conduttore
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_0	Reactance phase 50HZ	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating		Short circuit current conductor (1s)
							A		
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	in aria a 30° C	interrato a 20° C Underground at 20° C	kA
							Rt=1m°C/W		
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6

Tabella 3.2 - Caratteristiche dimensionali cavi tripolari ARE4H1RX - 36 kV

Formazione	Ø nominale conduttore	Spessore isolante	Spessore guaina	Ø nominale cavo	Peso nominale cavo	Raggio minimo di curvatura
Size	Nominal conduct. Ø	Insulation thickness	Sheath thickness	Nominal cable Ø	Nominal cable weight	Minimum bending radius
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	mm
35	7,0	8,0	1,9	36,0	920	430
50	8,1	8,0	2,0	37,5	990	460
70	9,9	8,0	2,0	39,5	1140	480
95	11,5	8,0	2,1	41,1	1265	500
120	12,9	8,0	2,1	42,5	1380	530
150	14,2	8,0	2,2	44,2	1510	550
185	15,9	8,0	2,2	45,8	1665	570
240	18,3	8,0	2,3	49,0	1940	610
300	20,7	8,0	2,4	51,5	2245	640
400	23,5	8,0	2,5	57,6	2625	690
500	26,5	8,0	2,6	57,7	3065	730
630	30,1	8,0	2,7	63,4	3860	810
3x1x35	7,0	8,0	1,9	77,8	2766	430
3x1x50	8,1	8,0	2,0	81,0	2976	560
3x1x70	9,9	8,0	2,0	85,3	3427	480
3x1x95	11,5	8,0	2,1	88,8	3803	500
3x1x120	12,9	8,0	2,1	91,8	4148	530
3x1x150	14,2	8,0	2,2	95,5	4539	550
3x1x185	15,9	8,0	2,2	98,9	5005	570
3x1x240	18,3	8,0	2,3	105,8	5832	610
3x1x300	20,7	8,0	2,4	111,2	6748	640

Per i cavi con isolamento in G7 i dati dimensionali sono da ritenersi identici.
 For cables with insulation G7 dimensional data are to be considered identical.


COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 10 di 27


Tabella 3.3 - Caratteristiche dimensionali cavi unipolari ARE4H1R-36 kV

Formazione	Ø indicativo conduttore	Ø indicativo isolante	Ø esterno max	Peso indicativo cavo	Portata di corrente A			
					in aria		interrato*	
n° x mm ²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano
1 x 50	8,2	24,60	32,7	885	184	222	152	157
1 x 70	9,9	26,30	34,8	1025	230	278	186	192
1 x 95	11,4	27,80	36,4	1150	280	338	221	229
1 x 120	13,1	29,50	38,4	1310	324	391	252	260
1 x 150	14,4	30,80	39,8	1430	368	440	281	288
1 x 185	16,2	32,60	41,9	1620	424	504	317	324
1 x 240	18,4	34,80	44,5	1875	502	593	367	373
1 x 300	20,7	37,05	47,1	2135	577	677	414	419
1 x 400	23,6	40,00	50,5	2645	673	769	470	466
1 x 500	26,5	42,90	53,8	2710	781	890	550	540
1 x 630	30,2	46,60	58,0	3260	909	1030	710	700

(*) I valori di portata si riferiscono alle seguenti condizioni:
 - Resistività termica del terreno: 1 K·m/W
 - Temperatura ambiente 20°C
 - profondità di posa: 0,8 m

Tabella 3.4 - Caratteristiche elettriche cavi unipolari ARE4H1R-36 kV

Formazione	Resistenza elettrica a 20°C	Resistenza apparente a 90°C 50Hz		Reattanza di fase		Capacità a 50Hz
		a 90°C 50Hz		Ω/Km		
n° x mm ²	Ω/Km	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	μF/km
1 x 50	0,641	0,822	0,822	0,14	0,15	143
1 x 70	0,443	0,568	0,568	0,13	0,15	160
1 x 95	0,320	0,411	0,411	0,12	0,14	175
1 x 120	0,253	0,325	0,325	0,12	0,13	192
1 x 150	0,206	0,265	0,265	0,11	0,13	205
1 x 185	0,164	0,211	0,211	0,11	0,12	222
1 x 240	0,125	0,161	0,161	0,11	0,12	244
1 x 300	0,100	0,130	0,129	0,10	0,11	265
1 x 400	0,0778	0,102	0,101	0,101	0,11	294
1 x 500	0,0605	0,0801	0,0794	0,097	0,11	321
1 x 630	0,0469	0,0635	0,0625	0,094	0,11	357

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 11 di 27

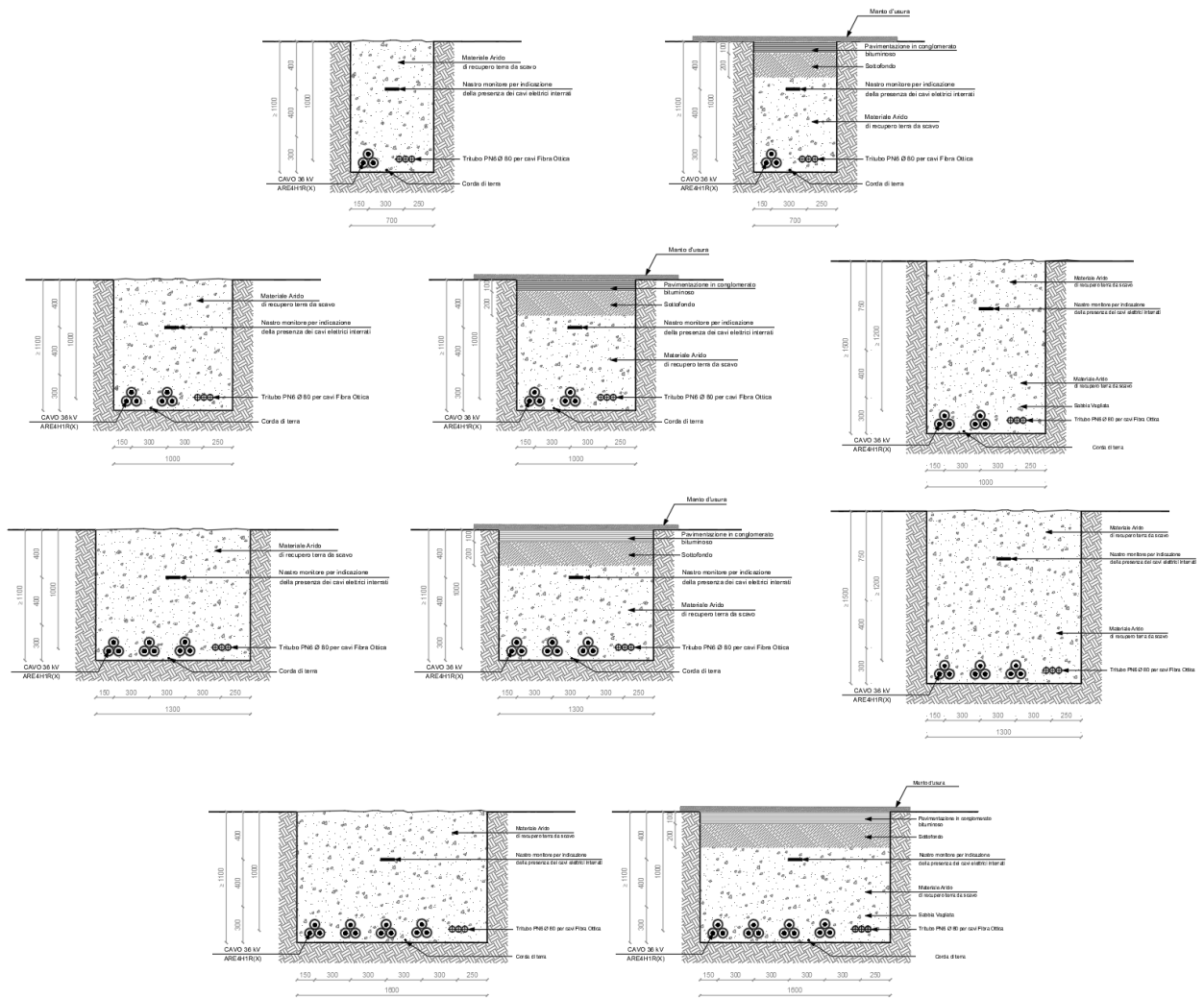


Figura 3.1 – Tipico modalità di posa cavidotto 36 kV (distribuzione interna)

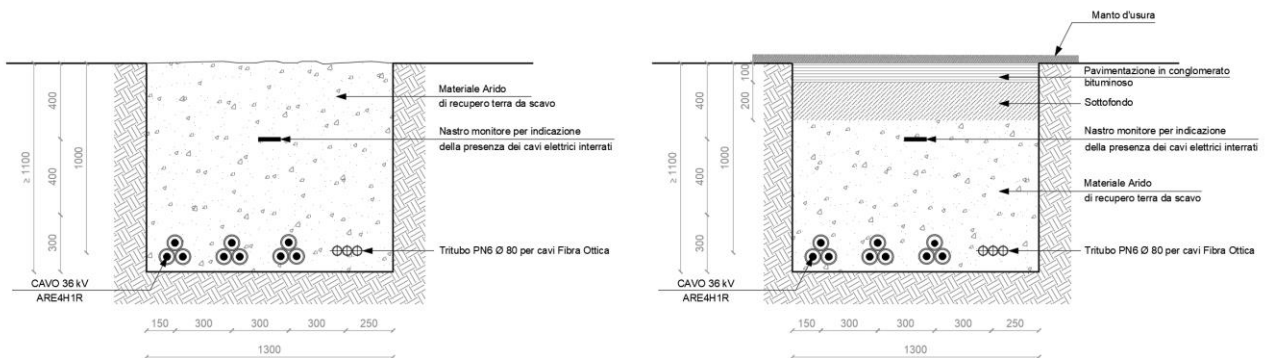



Figura 3.2 - Tipico modalità di posa cavidotto 36 kV di collegamento alla RTN

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 12 di 27

Le terre saranno interrate ad una profondità media (letto di posa) di 1,1 /1,2 m dal piano di calpestio, valore che potrebbe subire variazioni in relazione al tipo di terreno interessato ma comunque con una quota sempre maggiore o uguale ad 1,0 m all'estradosso. Complessivamente la larghezza dello scavo della trincea è limitata entro 1,6 m, salvo diverse necessità riscontrabili in caso di terreni sabbiosi o con bassa consistenza.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento "mortar". Le condutture saranno protette e segnalate superiormente da una rete in PVC e da un nastro monitore e, ove necessario, anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto e le aree interessate saranno risistemate nella condizione preesistente. Inoltre, all'interno dello stesso scavo, è prevista la posa di un cavo di fibra ottica per la trasmissione dati.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Per eventuali incroci e parallelismi con altri servizi (cavi di telecomunicazione, tubazioni etc.), saranno rispettate le distanze previste dalle norme, tenendo conto delle prescrizioni che saranno dettate dagli Enti proprietari delle opere interessate e in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

3.1 Risoluzione interferenze idrografiche


Nei tratti di attraversamento della viabilità principale ad opera del cavidotto a 36 kV, al fine di escludere qualunque interferenza con le ordinarie condizioni di utilizzo della strada, il progetto ha previsto il passaggio dei cavi in sottovia previa trivellazione orizzontale controllata.

In corrispondenza delle interferenze dei cavidotti con gli elementi del reticolo idrografico si prevede che tra il fondo dell'alveo e l'estradosso della condotta sia assicurato almeno un metro di ricoprimento, in accordo con i disposti dell'art. 21 comma 2 lettera C delle NTA del PAI; inoltre, eventuali pozzetti di testata all'attraversamento in subalveo, in destra e/o sinistra idraulica, saranno posizionati esternamente all'alveo in accordo con le disposizioni del R.D. 523/1904.

Al fine del superamento di ostacoli non rimovibili, si farà ricorso alla tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (o per brevità "T.O.C"), che consente di installare per mezzo della perforazione orizzontale guidata linee di servizio sotto ostacoli quali strade, fiumi e torrenti, edifici e acquedotti, con scarso o nessun impatto sulla superficie.

3.1.1 Trivellazione orizzontale controllata

La perforazione orizzontale controllata è una tecnologia che permette l'installazione di cavi e condotte nel sottosuolo senza dover ricorrere ai tradizionali sistemi di scavo a cielo aperto.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 13 di 27

Sostanzialmente la posa viene realizzata per mezzo di una perforazione guidata nel terreno con l'introduzione nel terreno di aste guidate da una testa di perforazione che preparano il percorso per la condotta da posare.

Dal punto di vista realizzativo la TOC si può sintetizzare in tre fasi principali:


- a) perforazione pilota: normalmente di piccolo diametro (100-150 mm) si realizza mediante una batteria di perforazione che viene manovrata attraverso apposito sistema di guida; la perforazione pilota può seguire percorsi plano-altimetrici preassegnati che possono contenere anche tratti curvilinei;
- b) alesatura: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile viene montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota (alesatore), avente un diametro maggiore a quello del foro pilota, e il tutto viene tirato a ritroso verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro l'alesatore allarga il foro pilota. Questo processo può essere ripetuto più volte fino al raggiungimento del diametro richiesto. La sequenza dei passaggi di alesatura segue precisi criteri che dipendono dal tipo di terreno da attraversare e dalle sue caratteristiche geo-litologiche;
- c) tiro (pullback) della tubazione o del cavo del foro (detto anche "varo"): completata l'ultima fase di alesatura, la tubazione da installare viene assemblata fuori terra e collegata, con un'opportuna testa di tiro, alla batteria di aste di perforazione, con interposizione di un giunto girevole reggispira (detto girevole o swivel) la cui funzione è quella di trasmettere alla tubazione in fase di varo le trazioni ma non le coppie e quindi le rotazioni. Raggiunto il punto di entrata la posa della tubazione si può considerare terminata.

I vantaggi della procedura suesposta sono molteplici:

- Abbattimento dei costi;
- Tempistiche brevi per l'esecuzione dei lavori rispetto alle altre tecniche tradizionali;
- Nessuna alterazione delle superfici e delle opere preesistenti;
- Riduzione inquinamento atmosferico e acustico.

Al fine di effettuare perforazioni sotterranee per la posa di infrastrutture, è generalmente consigliabile effettuare una indagine radar del sottosuolo per verificare la natura del terreno nonché la presenza di sottoservizi.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici BLTX-NS-TE3_Planimetria tipologica e sviluppo cavidotti su DBGT10 k con attraversamenti idrici e BLTX-NS-TE6_Risoluzioni interferenze cavidotto.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 14 di 27

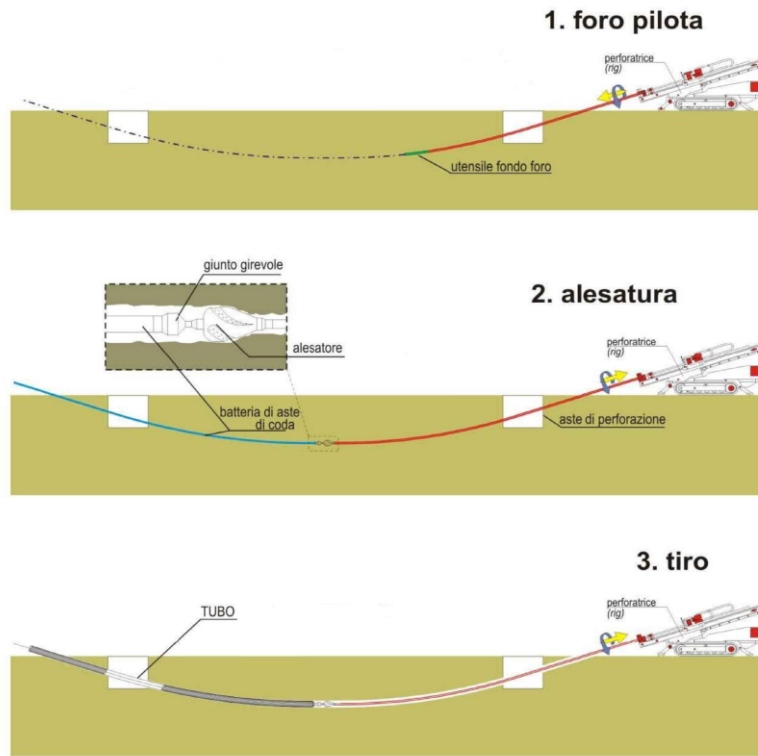


Figura 3.3 - Fasi Trivellazione Orizzontale Controllata

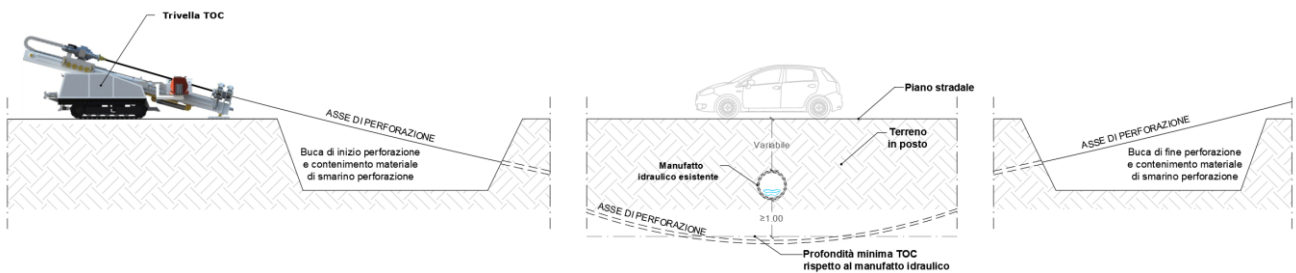


Figura 3.4 - Tipologico rappresentativo intervento - sezione longitudinale

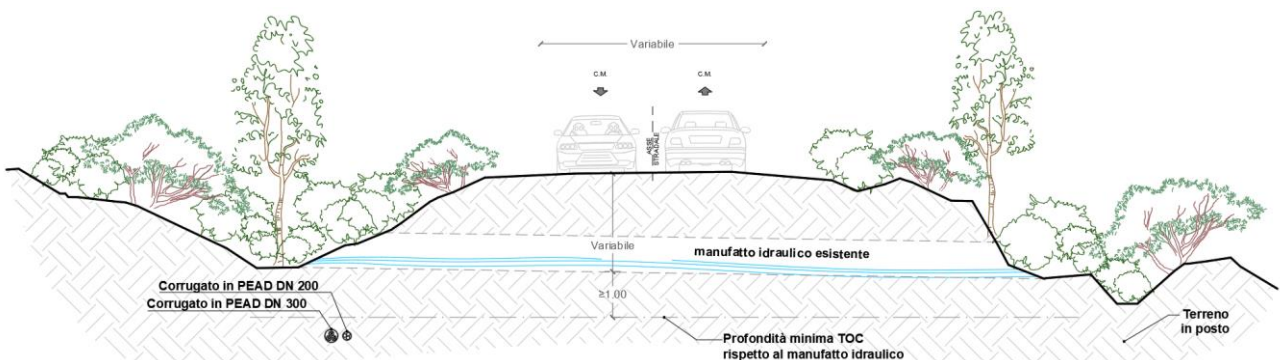



Figura 3.5 - Tipologico rappresentativo intervento - sezione trasversale

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 15 di 27

4 CAVO FIBRA OTTICA

Come precedentemente accennato, all'interno dello stesso scavo delle linee a 36 kV dovrà essere installato un cavo ottico dielettrico costituito da n. 24 fibre ottiche per posa in tubazione rispondente alla tabella di unificazione Enel DC 4677.

In alternativa a quanto prescritto nella tabella contenuta nella DC 4677, possono anche essere installati cavi ottici le cui caratteristiche costruttive prevedano l'alloggiamento delle fibre ottiche costituenti il cavo in tubetti anziché in cave aventi caratteristiche dimensionali e fisiche dei cavi; le caratteristiche dimensionali, trasmissive e costruttive delle singole fibre ottiche devono comunque essere conformi a quanto previsto dalla DC 4677 (Figura 4.1).

Il cavo in fibra ottica sarà posato in canalizzazione realizzata sul tracciato del cavo elettrico mediante l'impiego di tritubo in PEHD e, dove necessario, di pozzetti in cls. per consentire il tiro ed il cambio di direzione del cavo e l'alloggiamento dei giunti e della ricchezza di scorta del cavo.

Le suddette prescrizioni permetteranno al gestore della rete nazionale di installare adeguati strumenti che consentano la misurazione in tempo reale e la visibilità, da parte del sistema di controllo della rete, dell'energia immessa, nonché l'interrompibilità istantanea delle immissioni di produzione.

In alternativa a quanto prescritto nella tabella contenuta nella DC 4677, possono anche essere presi in considerazione cavi ottici le cui caratteristiche costruttive prevedano l'alloggiamento delle fibre ottiche costituenti il cavo in tubetti anziché in cave.

Resta inteso che le caratteristiche dimensionali e fisiche dei cavi, nonché le caratteristiche dimensionali, trasmissive e costruttive delle singole fibre ottiche devono comunque essere conformi a quanto previsto dalla DC 4677.

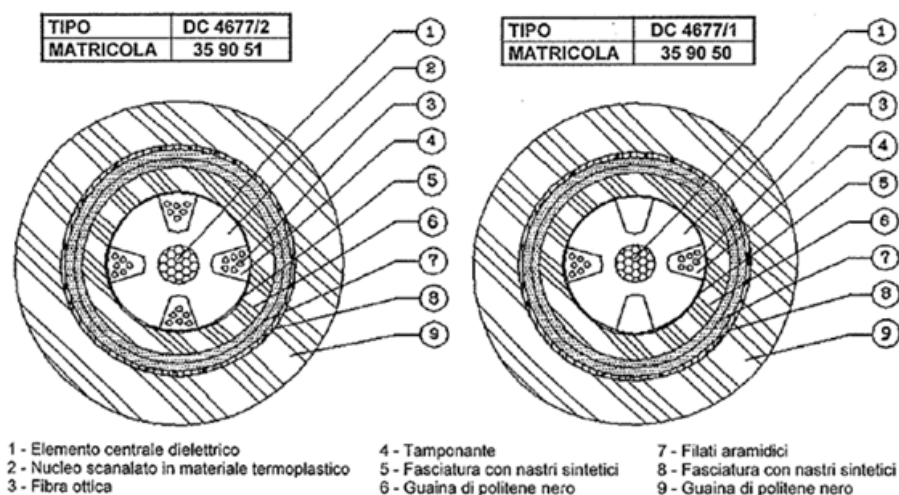



Figura 4.1 – Cavo fibra ottica secondo specifica DC 4677

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 16 di 27

5 COESISTENZA TRA CAVI ELETTRICI ED ALTRE CONDUTTURE INTERRATE

5.1.1 Incroci tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione

Negli incroci con i cavi di telecomunicazione (TLC) il cavo elettrico, di regola, deve essere situato inferiormente al cavo TLC. La distanza fra i due cavi non deve essere inferiore a 0,30 m ed inoltre il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, mediante un dispositivo di protezione. Qualora per giustificate esigenze tecniche non possa essere rispettato il distanziamento minimo di cui sopra, anche sul cavo sottostante deve essere applicata una protezione analoga a quella prescritta superiormente per il cavo.

Non è necessario osservare le prescrizioni sopraindicate quando almeno uno dei due cavi è posto dentro appositi manufatti che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza necessità di effettuare scavi.


5.1.2 Parallelismo tra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione

Nei parallelismi con cavi TLC i cavi elettrici devono, di regola, essere posati alla maggiore distanza possibile fra loro e quando vengono posati lungo la stessa strada si devono posare possibilmente ai lati opposti di questa. Dove per giustificate esigenze tecniche non fosse possibile attuare quanto sopra è ammesso posare i cavi in vicinanza purché sia mantenuta tra i due cavi una distanza minima, in proiezione sul piano orizzontale, non inferiore a 0,30 m. Qualora detta distanza non possa essere rispettata è necessario applicare sui cavi uno dei seguenti dispositivi di protezione:

- Cassetta metallica zincata a caldo;
- Tubazione in acciaio zincato a caldo;
- Tubazione in PVC o fibrocemento, rivestite esternamente con uno spessore di calcestruzzo non inferiore a 10 cm.

I predetti dispositivi possono essere omessi sul cavo posato alla maggiore profondità quando la differenza di quota tra i due cavi è uguale o superiore a 0,15 m.

Le prescrizioni di cui sopra non si applicano quando almeno uno dei due cavi è posato, per tutta la parte interessata in appositi manufatti (tubazione, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la possibilità di effettuare scavi.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 17 di 27

5.1.3 *Parallelismo ed incroci tra cavi elettrici e tubazioni o strutture metalliche interrato*

La distanza in proiezione orizzontale tra cavi elettrici e tubazioni metalliche interrato parallelamente ad esse non deve essere inferiore a 0,30 m.

Si può tuttavia derogare dalla prescrizione suddetta previo accordo tra gli esercenti quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate:

1. è superiore a 0,50 m;
2. la differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.


Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubi convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni per altro tipo di posa è invece consentito, previo accordo tra gli Enti interessati, purché il cavo elettrico e la tubazione non siano posti a diretto contatto fra loro.

Le superfici esterne di cavi d'energia e tubazioni metalliche interrato non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni stesse. Non si devono effettuare giunti sui cavi a distanza inferiore ad 1 m dal punto di incrocio.

Nessuna prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi elettrici e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali loro manufatti di protezione, è superiore a 0,50 m. Tale distanza può essere ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano si venga interposto un elemento separatore non metallico (ad esempio lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica.

Le distanze suddette possono ulteriormente essere ridotte, previo accordo fra gli Enti proprietari o Concessionari, se entrambe le strutture sono contenute in un manufatto di protezione non metallico. Prescrizioni analoghe devono essere osservate nel caso in cui non risulti possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o superiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a 60° e per i quali non risulti possibile osservare prescrizioni sul distanziamento.

Per le interferenze con eventuali altre infrastrutture e/o con gli elementi idrici si rimanda agli elaborati progettuali di dettaglio (BLTX-NS-TE6_Risoluzioni interferenze cavidotto - Particolari costruttivi).

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 18 di 27

6 CABINA COLLETRICE 36 KV

La configurazione elettrica dell'impianto prevede la realizzazione di n.2 cabine colletttrici a 36 kV da ubicarsi all'interno di un'area recintata di pertinenza del Produttore, rispettivamente nei pressi dell'area di impianto e nelle vicinanze della futura SE RTN 380/150/36 kV, nelle quali convergeranno le linee afferenti ai cluster di produzione della centrale eolica e da cui partiranno le terne di collegamento alla RTN.


All'interno di suddetta cabina saranno installati n.3 scomparti a 36 kV con funzione di sezionamento delle linee di sottocampo provenienti dal parco eolico e dalla quale partiranno le n.3 tratte di cavidotto, lunghe circa 20 km, di collegamento alla nuova SE RTN.

I dati tecnici principali dei quadri di distribuzione previsti sono riportati nella seguente Tabella 6.1.

Tabella 6.1 - Dati tecnici quadri a 36 kV

Tensione nominale [kV]	36
Tensione di esercizio [kV]	40,5
Frequenza nominale [Hz]	50
Numero delle fasi	3
Corrente nominale delle sbarre principali [A]	Fino a 2500
Corrente nominale max delle derivazioni [A]	Fino a 2500
Corrente nominale ammissibile di breve durata [kA]	20
Corrente nominale di picco [kA]	25-31,5
Potere di interruzione alla tensione nominale [kA]	12,5/16
Durata nominale del corto circuito [s]	1

Per i dettagli le planimetrie della cabina si rimanda all'elaborato grafico BLTX-NS-TE7_ Cabina colletttrice - Pianta e prospetti.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 19 di 27

7 IMPIANTO DI TERRA DELL'IMPIANTO EOLICO

7.1 Generalità sull'impianto di terra

L'impianto di terra sarà costituito dai dispersori (fondazione e picchetti) e dai collegamenti (conduttore di terra, barre collettrici, conduttori di protezione) di messa a terra.

Il dispersore comprende sia l'insieme dei conduttori posati direttamente a contatto con il terreno che quei conduttori, comunque immersi nel terreno, che vengono collegati ai primi per collaborare alla dispersione a terra delle correnti di guasto ed a realizzare l'equipotenzialità del terreno (dispersori di fatto).

Il collegamento delle apparecchiature elettriche e dei componenti metallici al dispersore avverrà tramite dei collettori generali di terra cui fanno capo i conduttori di protezione delle singole apparecchiature.

L'impianto di terra del parco eolico deve essere rispondente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522.

7.2 Impianto di terra aerogeneratori

L'impianto di messa a terra dell'aerogeneratore sarà realizzato collocando diversi anelli concentrici intorno alla torre dell'aerogeneratore (Figura 7.1). L'anello interno è formato da un conduttore di rame nudo di sezione pari a 70 mm². Verrà inoltre posizionato un secondo anello con sezione di 70 mm² concentrico esterno sulla base dell'aerogeneratore posto ad almeno un metro di profondità dalla base della torre dell'aerogeneratore.

Sarà infine realizzato, sempre con un conduttore di rame nudo di con sezione di 70 mm², un terzo anello concentrico, esterno alla base, unito in quattro punti ai passanti in acciaio che si trovano nei punti medi dei bordi esterni della fondazione. I tre anelli concentrici devono essere quindi uniti a formare una superficie equipotenziale.


7.3 Impianto di terra cabine elettriche e strutture metalliche

Le cabine elettriche e le strutture metalliche (es. recinzioni), comprese le armature delle fondazioni degli edifici, dovranno essere messe a terra tramite un anello realizzato con corda di rame da 70 mm² e bandella di acciaio zincato 30x3,5 mm.

7.4 Interconnessione degli impianti di terra

Gli impianti di messa a terra dei diversi aerogeneratori saranno tra loro interconnessi tramite bandella di acciaio zincato 30x3,5 mm e dovranno essere collegati, qualora le distanze lo consentano, all'impianto di messa a terra della cabina collettrice prevista in area di impianto.

Gli aerogeneratori saranno dotati inoltre di impianti protezione dalle scariche atmosferiche connessi all'impianto di terra.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 20 di 27

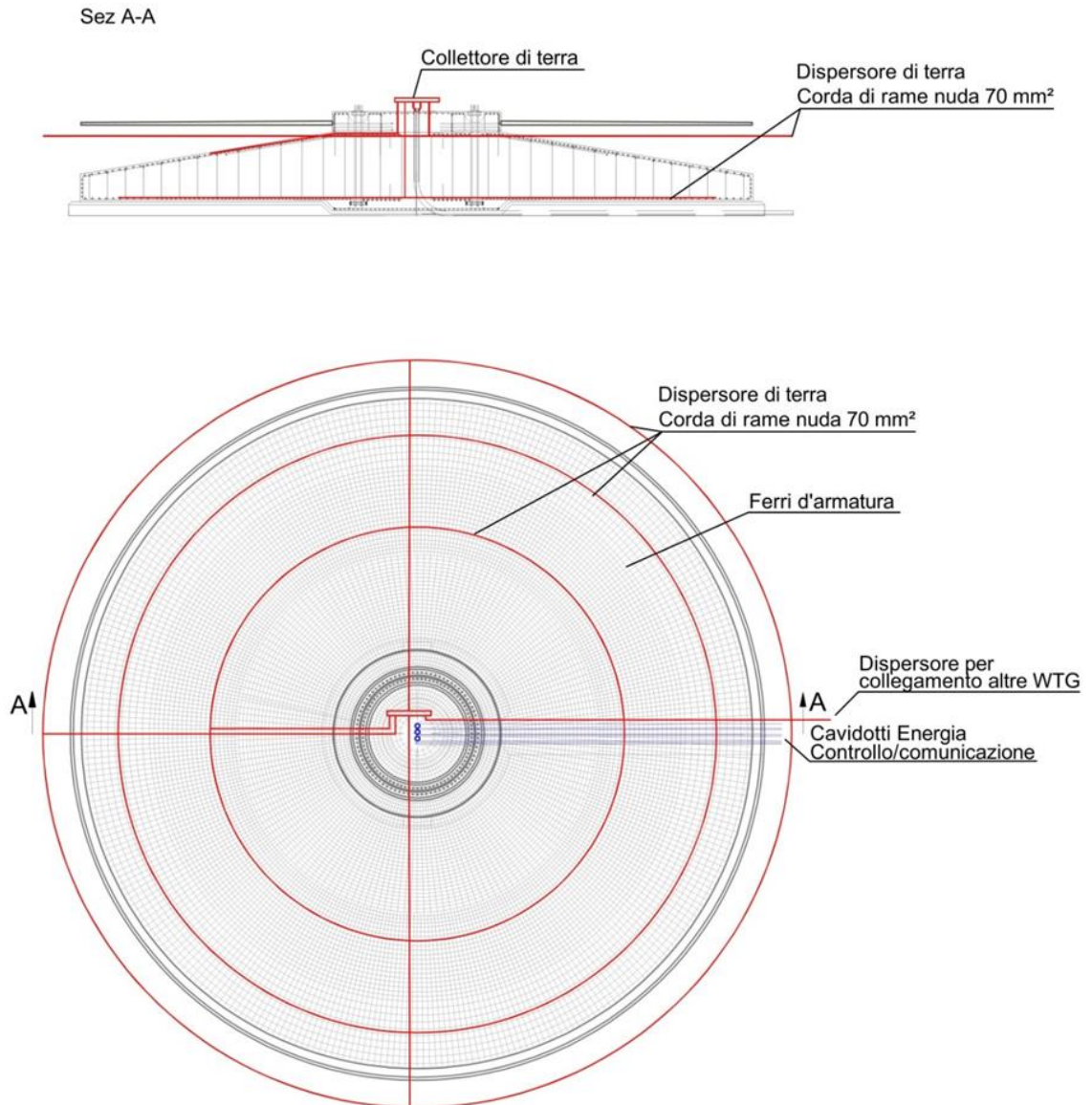



Figura 7.1 - Schema tipo impianto di messa a terra aerogeneratore

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 21 di 27

8 CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI

8.1 Dimensionamento dei circuiti 36 kV

I cavi elettrici sono stati dimensionati in modo tale che risultino soddisfatte le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_{z0} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$$

$$\Delta V\% \leq 5\%$$

dove:

- I_b è la corrente di impiego del cavo valutata con fattore di potenza ($\cos\phi$) pari a 0,95;
- I_z è la portata del cavo calcolata tenendo conto del tipo di cavo e delle condizioni di posa:

$$I_b \leq I_{z0} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4$$


- I_{z0} è la portata del cavo in condizioni standard;
- k_1 è fattore di correzione per temperature ambiente diverse da 20°C;
- k_2 è il fattore di correzione legato alla profondità di posa considerata
- k_3 è il fattore di correzione relativo alla resistività termica del terreno;
- k_4 è il fattore di correzione per pose ravvicinate;
- $\Delta V\%$ è la caduta di tensione percentuale nell'impianto.

I valori di dimensionamento delle tratte di cavidotto sono riassunti in Tabella 8.2 dove sono riportate le sezioni per fase e le portate dei cavi impiegati nelle tratte principali di distribuzione elettrica. Ai fini dei calcoli di seguito riportati si sono considerati i seguenti fattori di correzione k_i :

- $k_1 = 1$ considerando una temperatura del terreno alla profondità di 1 m pari a 20°C;
- $k_2 = 0,96$ in relazione alla profondità di posa prevista a circa 1,1/1,2 m dal piano di calpestio;
- $k_3 = 0,96$ nell'ipotesi che la resistività termica del terreno sia pari a 1,0 °Km/W;
- k_4 è stato assunto variabile in funzione del numero di terne all'interno dello stesso scavo (tra le quali è prevista un'interdistanza di 25 cm) e della tipologia di posa (direttamente interrati o interrati tramite tubo) considerando i valori riportati nella seguente Tabella 8.1:

Tabella 8.1 – Coefficienti fattore di correzione posa k_4 (fonte catalogo Prysmian)

fattore di correzione k_4				
n. terne	1	2	3	4
posa interrata	1	0,86	0,76	0,72
posa in tubo	1	0,9	0,85	0,8

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 22 di 27

I valori di dimensionamento delle tratte principali di impianto sono riassunti in Tabella 8.2 dove si riportano le sezioni per fase e le portate dei cavi impiegati.

Tabella 8.2 – Sezioni per fase e portate dei cavi delle tratte principali

Tratta	Potenza [MW]	I _b [A]	k ₄	Sigla	S [mm ²]	I _z [A]	I ₀ [A]
COLLEGAMENTO RTN							
SE RTN - Cabina di raccolta 2	22,73	384	0,74	ARE4H1R	3x1x630	515	710
SE RTN - Cabina di raccolta 2	22,73	384	0,74	ARE4H1R	3x1x630	515	710
SE RTN - Cabina di raccolta 2	22,73	384	0,74	ARE4H1R	3x1x630	515	710
Cabina di raccolta 1 - Cabina di raccolta 2	18,60	314	0,74	ARE4H1R	3x1x630	515	710
Cabina di raccolta 1 - Cabina di raccolta 2	24,80	419	0,74	ARE4H1R	3x1x630	515	710
Cabina di raccolta 1 - Cabina di raccolta 2	24,80	419	0,74	ARE4H1R	3x1x630	515	710
SOTTOCAMPO 1							
Cabina di raccolta 1 - WTG04	18,60	314	0,74	ARE4H1R	3x1x400	341	470
WTG04 - WTG01	12,40	210	0,74	ARE4H1RX	3x1x185	269	371
WTG01 - WTG02	6,20	105	0,74	ARE4H1RX	3x1x95	191	263
SOTTOCAMPO 2							
Cabina di raccolta 1 - WTG09	24,80	419	0,74	ARE4H1R	3x1x630	515	710
WTG09 - WTG07	18,60	314	0,86	ARE4H1R	3x1x400	396	470
WTG07 - WTG08	12,40	210	0,86	ARE4H1RX	3x1x185	313	371
WTG08 - WTG06	6,20	105	0,86	ARE4H1RX	3x1x95	222	263
SOTTOCAMPO 3							
Cabina di raccolta 1- WTG03	12,40	210	0,74	ARE4H1RX	3x1x185	269	371
WTG03 - WTG05	6,20	105	0,78	ARE4H1RX	3x1x95	201	263
SOTTOCAMPO 4							
Cabina di raccolta 1 - WTG10	12,40	210	0,74	ARE4H1RX	3x1x185	269	371
WTG10 - WTG11	6,20	105	0,86	ARE4H1RX	3x1x95	222	263

Per la valutazione della caduta di tensione nelle varie tratte di cavo, i cui risultati sono riportati in Tabella 8.3, si considera la seguente espressione:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 = \frac{K \cdot I_b \cdot (R \cos\phi + X \sin\phi)}{V} \cdot 100$$

dove:

- K è il fattore di forma che assume valore pari a 1 per linee trifase in AC;
- R è la resistenza elettrica della tratta di cavo considerata espressa in ohm [Ω];
- X è la reattanza della tratta di cavo considerata espressa in ohm [Ω];
- V è la tensione nel tratto di circuito considerato espressa in volt [V].


COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 23 di 27

Tabella 8.3 – Cadute di tensione delle tratte principali

Tratta	Potenza [MW]	I _b [A]	Sigla	S [mm ²]	r [Ω/km]	x [Ω/km]	V [kV]	L [km]	ΔV [V]	ΔV [%]
COLLEGAMENTO RTN										
SE RTN - Cabina di raccolta 2	22,73	384	ARE4H1R	3x1x630	0,05	0,10	36	2,00	60,48	0,17
SE RTN - Cabina di raccolta 2	22,73	384	ARE4H1R	3x1x630	0,05	0,10	36	2,00	60,48	0,17
SE RTN - Cabina di raccolta 2	22,73	384	ARE4H1R	3x1x630	0,05	0,10	36	2,00	60,48	0,17
Cabina di raccolta 1 - Cabina di raccolta 2	18,60	314	ARE4H1R	3x1x630	0,05	0,10	36	20,30	502,24	1,40
Cabina di raccolta 1 - Cabina di raccolta 2	24,80	419	ARE4H1R	3x1x630	0,05	0,10	36	20,30	669,65	1,86
Cabina di raccolta 1 - Cabina di raccolta 2	24,80	419	ARE4H1R	3x1x630	0,05	0,10	36	20,30	669,65	1,86
SOTTOCAMPO 1										
Cabina di raccolta 1 - WTG04	18,60	314	ARE4H1R	3x1x400	0,08	0,1	36	2,80	94,36	0,26
WTG04 - WTG01	12,40	210	ARE4H1RX	3x1x185	0,16	0,12	36	5,70	226,31	0,63
WTG01 - WTG02	6,20	105	ARE4H1RX	3x1x95	0,32	0,13	36	5,10	184,14	0,51
SOTTOCAMPO 2										
Cabina di raccolta 1 - WTG09	24,80	419	ARE4H1R	3x1x630	0,05	0,06	36	12,20	338,63	0,94
WTG09 - WTG07	18,60	314	ARE4H1R	3x1x400	0,08	0,1	36	1,80	60,66	0,17
WTG07 - WTG08	12,40	210	ARE4H1RX	3x1x185	0,16	0,12	36	1,10	43,67	0,12
WTG08 - WTG06	6,20	105	ARE4H1RX	3x1x95	0,32	0,13	36	1,50	54,16	0,15
SOTTOCAMPO 3										
Cabina di raccolta 1 - WTG03	12,40	210	ARE4H1RX	3x1x185	0,16	0,12	36	6,80	269,98	0,75
WTG03 - WTG05	6,20	105	ARE4H1RX	3x1x95	0,32	0,13	36	3,80	137,20	0,38
SOTTOCAMPO 4										
Cabina di raccolta 1 - WTG10	12,40	210	ARE4H1RX	3x1x185	0,16	0,12	36	14,00	555,84	1,54
WTG10 - WTG11	6,20	105	ARE4H1RX	3x1x95	0,32	0,13	36	1,00	36,11	0,10

8.2 Protezione dei circuiti 36 kV

Le unità di protezione elettrica dei circuiti 36 kV saranno basate su tecnologia a microprocessore e adatte a garantire elevata affidabilità e disponibilità di funzionamento.


Le unità di protezione saranno di tipo espandibile e potranno essere dotate, anche in un secondo tempo, di ulteriori accessori che permetteranno di realizzare:

- automatismi di richiusura per linee 36 kV;
- gestione dei segnali dai trasformatori;
- acquisizione dei valori di temperatura da sonde termiche;
- emissione di una misura analogica associabile ad una delle grandezze misurate dall'unità stessa (correnti, temperature, ecc.).

La regolazione delle soglie avverrà direttamente in valori primari nelle relative grandezze espresse in corrente o tempo rendendo più semplice l'utilizzo e la consultazione all'operatore.

Saranno implementate le seguenti protezioni:

- massima tensione concatenata (59 - senza ritardo intenzionale);
- massima tensione omopolare (59N - ritardata);

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 24 di 27

- minima tensione concatenata (27- ritardo tipico: 300 ms);
- massima frequenza (81> senza ritardo intenzionale);
- minima frequenza (81< senza ritardo intenzionale);
- protezione contro la perdita di rete con PLC di richiusura DDI con rete presente;
- protezione direzionale di terra 67N;
- massima corrente 50/51;
- massima corrente di terra 50N/51N;
- sequenza negativa / squilibrio 46;
- mancata apertura interruttore 50BF.

I valori di taratura delle diverse protezioni saranno definiti in fase di progettazione esecutiva.

8.3 Protezione dei circuiti BT

8.3.1 Protezione contro i sovraccarichi


La protezione dei sovraccarichi è effettuata secondo la norma CEI 64-8/4 rispettando le condizioni seguenti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Dove:

- I_b = Corrente di impiego del circuito;
- I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione;
- I_z = Portata in regime permanente della condotta;
- I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 25 di 27

8.3.2 Protezione contro i cortocircuiti


La protezione dei cortocircuiti sarà effettuata secondo la norma CEI 64-8/4 rispettando le condizioni seguenti:

$$I_{cc,max} \leq P.d.I.$$

$$I^2t \leq K^2S^2$$

Dove:

- $I_{cc,max}$ = Corrente di cortocircuito massima;
- P.d.I. = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione;
- I^2t = Integrale di Joule della corrente di cortocircuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione);
- K = Coefficiente della conduttura utilizzata:
 - 115 per cavi isolati in PVC;
 - 135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica;
 - 143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato.
- S = Sezione della conduttura.

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 26 di 27

9 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito è riportato un elenco, certamente non esaustivo, dei principali riferimenti di legge e delle norme tecniche applicabili per la progettazione e la realizzazione dell'intervento in esame. L'elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria informativo, per cui eventuali leggi o norme applicabili, anche se non citate, andranno comunque applicate.


Infine, qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si dovranno applicare le norme più recenti.

9.1 Norme tecniche impianti elettrici

- CEI EN 61936-1 (Classificazione CEI 99-2). Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI EN 50522 (Classificazione CEI 99-3). Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI 11-37. Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- CEI 64-8. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-17. Impianti elettrici di potenza con tensioni nominali superiori a 1 kV in corrente alternata. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 20-89: Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di MT.

9.2 Norme ARERA

- Delibera AEEG 88/07. Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione;
- Delibera ARG/elt 33/08 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- Delibera ARG/elt 99/08 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (nel seguito Delibera 99/08), recante in Allegato A il "Testo integrato connessioni attive" (TICA);
- Delibera ARG/elt 179/08 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas. Modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt n. 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica;
- Delibera ARG/elt 125/10 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas. Modifiche e integrazioni alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 in materia di condizioni

COMMITTENTE BALTEX SARDEGNA 15 NURAMINIS S.R.L. Corso XXII Marzo, 33 - 20129 Milano (MI) baltexsardegna15nuraminis@pec.it	OGGETTO PARCO EOLICO "SA CORONA" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO BLTX-NS-RE1
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO DISTRIBUZIONE ELETTRICA IMPIANTO EOLICO E CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI	PAGINA 27 di 27

tecniche ed economiche per la connessione alle reti con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione (TICA);

- Deliberazione 14 marzo 2023. 99/2023/r/eel. Verifica delle proposte di aggiornamento del capitolo 1, sezione 1c, degli allegati A.17 e A.68 e delle proposte del nuovo allegato A.79 al codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete di Terna s.p.a.

9.3 Norme e guide tecniche diverse

- Codice di rete Terna - Codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete;
- Guida Tecnica per la progettazione. Centrali Eoliche. Condizioni generali di connessione alle reti AT. Sistemi di protezione regolazione e controllo. Allegato A.17. Rev. 03. Marzo 2023.