



OTTOBRE 2022

Sardeolica S.r.l. - Gruppo SARAS
PARCO EOLICO ON-SHORE "ASTIA"

POTENZA NOMINALE 31,7 MWp

COMUNE DI VILLAMASSARGIA (Sulcis Iglesiente)

ELABORATO R14

CALCOLI ELETTRICI PRELIMINARI

Mantovana

Progettista

Ing. Laura Conti / Ordine Ing. Prov. Pavia n.1726

Coordinamento

Riccardo Festante

Eleonora Lamanna

Carla Marcis

Codice elaborato

2527-4953-VM_VIA_R14_Rev0_Calcoli elettrici preliminari

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
2527-4953-VM_VIA_R14_Rev0_Calcoli elettrici preliminari	31/10/2022	Prima emissione	AI	RF/CM	L.Conti

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Laura Conti	Direttore Tecnico - Progettista	Ord. Ing. Prov. PV n. 1726
Riccardo Festante	Coordinamento Progettazione, Tecnico competente in acustica	ENTECA n. 3965
Eleonora Lamanna	Coordinamento Studi Specialistici, Studio di Impatto Ambientale	
Carla Marcis	Coordinamento Progettazione, Ingegnere per l'Ambiente ed il Territorio, Tecnico competente in acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 6664 – Sez. A ENTECA n. 4200
Ali Basharзад	Progettazione civile e viabilità	Ord. Ing. Prov. PV n. 2301
Massimiliano Kovacs	Geologo - Progettazione Civile	Ord. Geologi Lombardia n. 1021
Massimo Busnelli	Geologo – Progettazione Civile	
Giuseppe Ferranti	Architetto – Progettazione Civile	Ord. Arch. Prov. Palermo – Sez. A Pianificatore Territoriale n. 6328
Fabio Lassini	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	Ord. Ing. Prov. MI n. A29719
Vincenzo Gionti	Ingegnere Civile Ambientale – Progettazione Civile	
Lia Buvoli	Biologa – Esperto GIS – Esperto Ambientale	
Sonia Morgese	Ingegnere Civile Ambientale – Esperto Ambientale Idraulica Junior	
Lorenzo Griso	Esperto GIS - Esperto Ambientale Junior	

Montana S.p.A.

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

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

C. F. e P. IVA 10414270156

Cap. Soc. 600.000,00 €

www.montanambiente.com





<i>Sara Zucca</i>	<i>Architetto – Esperto GIS - Esperto Ambientale</i>	
<i>Andrea Mastio</i>	<i>Ingegnere per l’Ambiente e il Territorio - Esperto Ambientale Junior</i>	
<i>Andrea Fronteddu</i>	<i>Ingegnere Elettrico – Progettazione Elettrica</i>	<i>Ord. Ing. Cagliari n. 8788 – Sez. A</i>
<i>Matthew Piscedda</i>	<i>Esperto in Discipline Elettriche</i>	
<i>Francesca Casero</i>	<i>Architetto – Esperto GIS - Esperto Ambientale Junior</i>	

Montana S.p.A.

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

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

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

www.montanambiente.com



INDICE

1. PREMESSA GENERALE	5
1.1 PRESENTAZIONE DEL PROGETTO.....	5
1.2 LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO	5
1.3 DATI GENERALI DEL PROGETTO	6
1.4 SCOPO DEL DOCUMENTO	7
2. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELL'OPERA.....	8
2.1 COMPONENTI MECCANICHE.....	8
2.1.1 Aerogeneratore Vestas V136 – 4,5 MW (VM01)	12
2.1.2 Aerogeneratore Vestas V162 – 6,8 MW (VM02, VM04, VM05, VM06)	13
3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	14
3.1 NORME DI RIFERIMENTO PER LA BT	14
3.2 NORME DI RIFERIMENTO OLTRE I 36 kV	15
4. CALCOLO PRELIMINARE ELETTRICO.....	16
4.1 ELEMENTI RELATIVI ALLA CONNESSIONE.....	16
4.2 CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO	16
4.3 ARMONICHE.....	17
4.4 DIMENSIONAMENTO CAVI	18
4.5 INTEGRALE DI JOULE.....	19
4.6 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO.....	19
4.7 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE	20
4.8 CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI	21
4.9 CADUTE DI TENSIONE	21
4.10 LINEE ELETTRICHE DI IMPIANTO.....	23
4.11 TRASFORMATORI.....	26
5. STUDIO DI CORTOCIRCUITO	27
5.1 STATO DEL NEUTRO DI IMPIANTO	27
5.2 CALCOLO DEI GUASTI.....	27
5.2.1 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito.....	27
5.2.2 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito.....	30
5.2.3 Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra	31
5.3 SCELTA DELLE PROTEZIONI	31
5.3.1 Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture	32
6. CALCOLO PRELIMINARE RETE EQUIPOTENZIALE	33
6.1.1 Risoluzione Guasto 36 kV	33
6.1.2 Protezione contro i contatti diretti ed indiretti.....	34
7. FASCICOLO DI CALCOLO PRELIMINARE	35

1. PREMESSA GENERALE

1.1 PRESENTAZIONE DEL PROGETTO

Il presente documento costituisce parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione di un nuovo Parco eolico della potenza complessiva di 31,7 MW, che prevede l'installazione di 5 aerogeneratori (di cui 4 da 6,8 MW e 1 da 4,5 MW), nel territorio comunale di Villamassargia (Sulcis-Iglesiente), la realizzazione delle relative opere di connessione nei comuni di Villamassargia e Musei, nonché la predisposizione della viabilità, delle opere di regimentazione delle acque meteoriche e delle reti tecnologiche a servizio del Parco.

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

1.2 LOCALIZZAZIONE AREA DI INTERVENTO

L'area oggetto di studio ricade nei comuni di Villamassargia (aerogeneratori, cavidotto interrato e cabina di smistamento) e Musei (cavidotto interrato e cabina di connessione e raccolta), in un territorio caratterizzato da rilievi boscosi, tra la pianura campidanese e le aree montuose dell'Iglesiente. La successiva Figura 1-1 illustra l'inquadramento territoriale dell'area di interesse su ortofoto.

I Comuni di Villamassargia e di Musei cadevano nella Provincia Sud Sardegna, secondo la riforma della L.R. n. 2 del 4 febbraio 2016 - "Riordino del sistema delle autonomie locali della Sardegna". La LR n.7 del 12 aprile 2021 riorganizza la Regione in 8 Province: Città metropolitana di Sassari, Città metropolitana di Cagliari, Nord-Est Sardegna, Ogliastra, Sulcis-Iglesiente, Medio Campidano, Nuoro e Oristano; sulla base di questa legge il Comune di Villamassargia rientra nella Provincia Sulcis-Iglesiente.

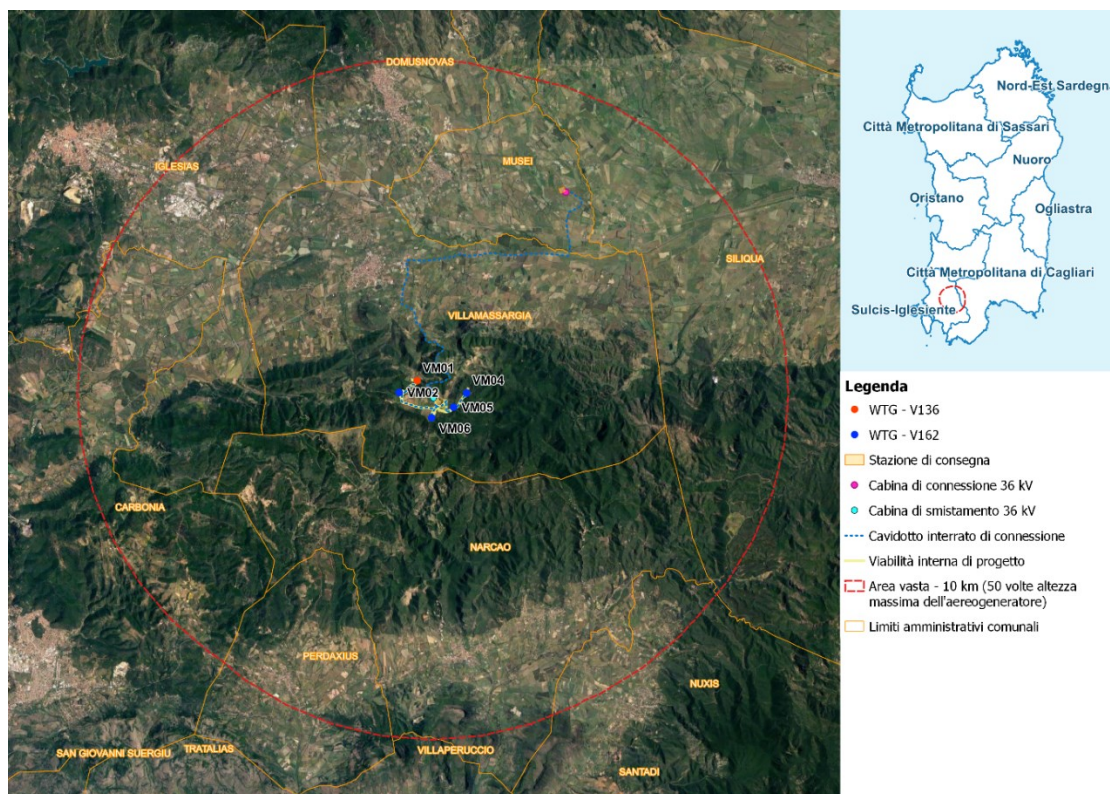


Figura 1-1: Inquadramento generale dell'area di progetto

Allo stato attuale, la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) elaborata, prevede che l'impianto eolico venga collegato in antenna a 36 kV alla sezione 36 kV della Stazione Elettrica (SE) di successiva realizzazione, ipotizzata nel territorio comunale di Musei.

La connessione alla suddetta Stazione elettrica sarà realizzata mediante una linea elettrica 36 kV di circa 100 m in partenza da una cabina denominata di connessione e raccolta; a quest'ultima arriveranno le linee di alimentazione da una seconda cabina, detta di smistamento, in cavo interrato 36 kV posizionata ad una distanza di circa 14 km dalla cabina di connessione e raccolta. Alla cabina di smistamento arriveranno le linee a servizio delle WTG collegate tra loro in configurazione entra-esce.

1.3 DATI GENERALI DEL PROGETTO

Nella Tabella 1.1 sono riepilogati i dati principali del progetto, mentre in Tabella 1-2, in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto e delle singole WTG che si prevede di installare.

Tabella 1.1: Dati di progetto

PARAMETRO	DESCRIZIONE
Richiedente	Sardeolica S.r.l.
Luogo installazione parco eolico	Territorio comunale di Villamassargia
Denominazione impianto	Astia
Potenza nominale parco eolico	31,7 MW
Numero aerogeneratori	5
Connessione	Interfacciamento alla rete mediante connessione in 36 kV su stazione elettrica (SE) della RTN da realizzare (STMG prot. N. GRUPPO TERNA/P20210104707-23/12/2021)
Area interessata dall'intervento	Territori comunali di Villamassargia (WTG e opere di connessione) e Musei (opere di connessione)
Coordinate impianto (wgs84) (accesso al sito)	39°14'14.54"N 8°39'57.64"E

Tabella 1-2: Coordinate WTG proposte (sistema di coordinate Monte Mario – fuso ovest – EPSG 3003) e principali caratteristiche degli aerogeneratori

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE		TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE AEROGENERATORE				
	ID	Latitudine N	Longitudine E	Modello	Potenza nominale [MW]	Altezza al mozzo [m]	Diametro rotore [m]
VM01	4343971	1470579	Vestas V136	4,5	82	136	150
VM02	4343602	1470021	Vestas V162	6,8	119	162	200
VM04	4343588	1472121	Vestas V162	6,8	119	162	200
VM05	4343143	1471713	Vestas V162	6,8	119	162	200
VM06	4342815	1471030	Vestas V162	6,8	119	162	200

1.4 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo di questa relazione tecnica è presentare il calcolo preliminare degli impianti elettrici, lo studio di cortocircuito e il calcolo preliminare della rete equipotenziale relativo al parco eolico in progetto.

La Società Sardegolica s.r.l. ha presentato richiesta di preventivo di connessione a TERNA il 06/08/2021, ricevuto in data 23/12/2021 (prot. GRUPPO TERNA/P20210104707-23/12/2021) ed accettato in data 13/04/2022 (codice pratica 202101942).

La configurazione preliminare impiantistica prevede la realizzazione di una cabina di connessione e raccolta esercita a 36 kV, con all'interno tutti gli apparati di protezione e controllo utili alla connessione dell'impianto secondo quanto riportato nell'allegato A17 del Codice di rete Terna, e una seconda cabina di smistamento alla quale arrivano le 3 linee di alimentazione dai 3 cluster di WTG identificati.

Il calcolo è stato sviluppato considerando la massima potenza erogabile da ogni singola turbina a fattore di potenza 0,85; in questo modo si tiene in considerazione la massima potenza erogabile dal convertitore interno alla turbina pari a 7750 kVA per la WTG V162 e 5300 kVA per la WTG V136.

Al report verrà allegato il fascicolo tecnico con riportati i calcoli preliminari elettrici dalla cabina di connessione e raccolta fino alle singole WTG. Tali calcoli sono stati sviluppati con il software Electrographics "Ampère".

2. CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DELL'OPERA

I principali componenti dell'impianto risultano essere:

- i generatori eolici;
- le linee elettriche 36 kV in cavo interrato, che collegano gli aerogeneratori tra loro e con la cabina di smistamento e quest'ultima con la cabina di connessione e raccolta;
- cabina di connessione e raccolta in adiacenza alla stazione Terna di riferimento;
- cabina di smistamento, che costituisce l'interfaccia tra la cabina di connessione e raccolta e le singole WTG; questa sarà posizionata in corrispondenza della diramazione dei 3 cluster di impianto.

Ogni aerogeneratore produrrà energia elettrica rinnovabile alla tensione di 720 V ca. (tensione di uscita del convertitore statico).

All'interno di ciascuna torre è installato un trasformatore 0,72/36 kV che provvederà all'innalzamento della tensione a 36 kV. L'energia sarà quindi immessa in rete mediante linea elettrica interrata a 36 kV verso la cabina di connessione e raccolta per il successivo convogliamento verso il punto di inserimento in stazione Terna.

Nel suo complesso, l'opera in oggetto si inserisce nel contesto nazionale ed internazionale come uno dei mezzi per contribuire a ridurre le emissioni atmosferiche nocive come previsto dal Protocollo di Kyoto del 1997 che anche l'Italia, come tutti i paesi della Comunità Europea, ha ratificato.

Il sito scelto, in tale contesto, viene a ricadere in aree naturalmente predisposte a tale utilizzo e quindi ottimali per un razionale sviluppo nel settore rinnovabile.

Lo sviluppo di tali fonti di approvvigionamento energetico, quindi, oltre a contribuire all'incremento dello stesso approvvigionamento ed alla diversificazione delle fonti, favorisce l'occupazione e il coinvolgimento delle realtà locali riducendo l'impatto sull'ambiente legato al tradizionale ciclo di produzione energetica.

Per il progetto in oggetto si prevede di utilizzare due differenti tipologie di turbine:

- a. Vestas V136-4.5 MW
- b. Vestas V162-6.8 MW

Le turbine utilizzano un sistema di potenza basato su di un generatore a magneti permanenti del convertitore. Con queste caratteristiche la turbina eolica è in grado di lavorare anche a velocità variabile mantenendo una potenza in prossimità di quella nominale anche in caso di vento forte. Alle basse velocità del vento, il sistema consente di lavorare massimizzando la potenza erogata alla velocità ottimale del rotore e l'opportuno angolo di inclinazione delle pale.

2.1 COMPONENTI MECCANICHE

Le macchine eoliche che si prevede di installare sono riferibili, per caratteristiche tipologiche e dimensionali, ai modelli Vestas tipo V136 e V162, o equivalente, della potenza nominale, rispettivamente di 4,5 MW e 6,8 MW.

Gli aerogeneratori sono costituiti da tre elementi principali:

- una torre di sostegno;
- un rotore a tre pale;
- una navicella con gli organi meccanici di trasmissione.

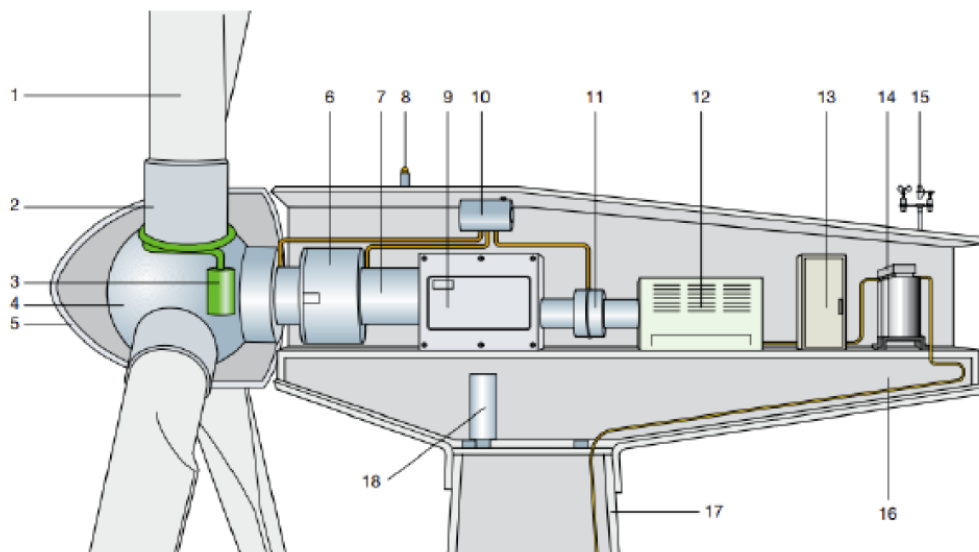


Figura 2.1: schema navicella aerogeneratore

1. Pala
2. Supporto della pala
3. Attuatore dell'angolo di Pitch
4. Mozzo
5. Ogiva
6. Supporto principale
7. Albero principale
8. Luci di segnalazione aerea
9. Moltiplicatore di giri
10. Dispositivi idraulici di raffreddamento.
11. Freni meccanici
12. Generatore
13. Convertitore di potenza e dispositivi elettrici di controllo, di protezione e sezionamento
14. Trasformatore
15. Anemometri
16. Struttura della navicella
17. Torre di sostegno
18. Organo di azionamento dell'imbardata

La pala (rotore) estrae l'energia dal vento e la converte in energia meccanica, mentre il generatore converte l'energia meccanica in energia elettrica.

La potenza in uscita dal generatore è in bassa tensione (720 V) e viene convertita a 36 kV attraverso un trasformatore elevatore; la conversione risulta necessaria per ridurre le perdite sul punto di connessione di impianto.

Il convertitore ed il trasformatore possono essere inseriti direttamente nella navicella oppure essere posizionati alla base della torre.

L'installazione del trasformatore nella navicella consente il bilanciamento del peso del rotore, mentre il posizionamento alla base permette di ridurre le dimensioni ed il peso della navicella.

Ciascun aerogeneratore è sostenuto da una torre tubolare di forma tronco-conica in acciaio zincato ad alta resistenza, formata da sezioni flangiate (n. 6 sezioni per la V162; n. 5 sezioni per la V136).

Le caratteristiche geometriche principali sono illustrate nella Figura 2.2 per il modello tipo Vestas V136, mentre nella

Figura 2.3 per il modello tipo Vestas V162, e riportati in sintesi nella Tabella 2.1.

Tabella 2.1: Caratteristiche geometriche e funzionali degli aerogeneratori

MODELLO AEROGENERATORE	VESTAS V136	VESTAS V162
Potenza Nominale	4,5 MW (4500kW)	6,8 MW (6800kW)
N. Pale	3	3
Tipologia Rotore	Tubolare	Tubolare
Diametro Rotore	136 m	162 m
Altezza al mozzo	82 m	119 m
Altezza massima dal piano di appoggio (alla punta della pala)	150 m	200 m
Area spazzata	14527 mq	20612 mq
Velocità vento di avvio	3,0 m/s	3,0 m/s
Velocità vento nominale	22,5 m/s	22,5 m/s
Velocità vento di stacco	32 m/s	25 m/s
Temperatura di funzionamento	- 40° + 50°	- 40° + 50°

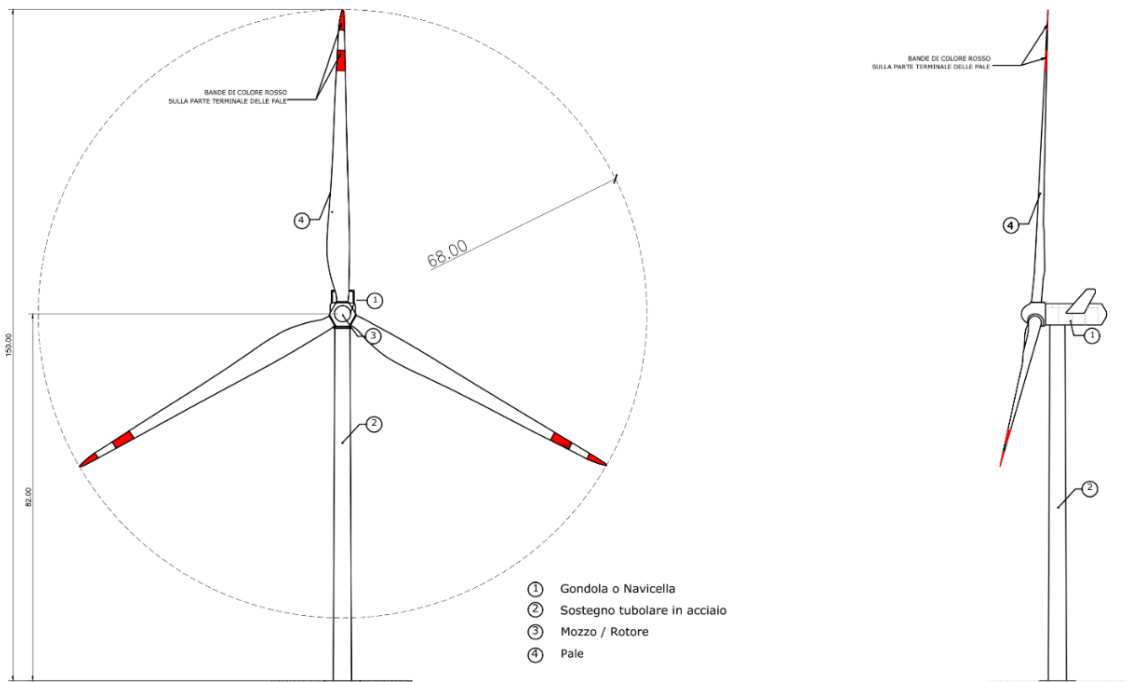


Figura 2.2: Schema tipico aerogeneratore Vestas V136 – 4,5 MW

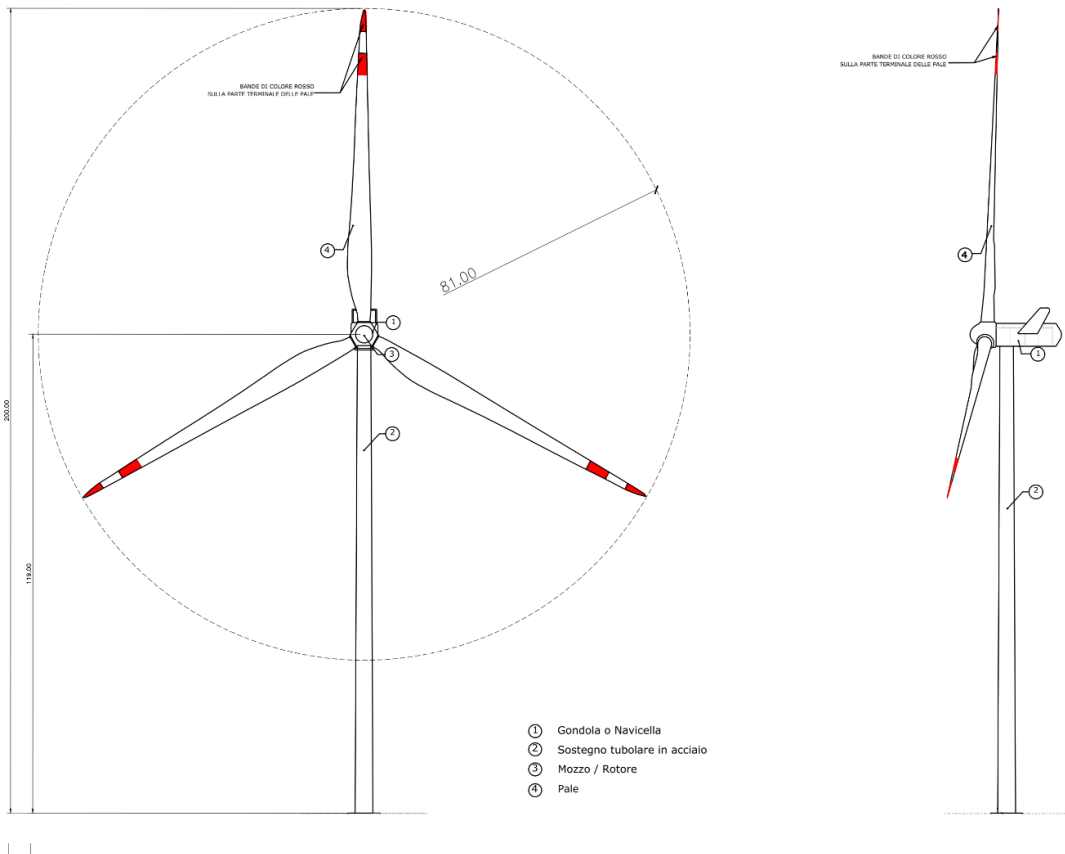


Figura 2.3: Schema tipico aerogeneratore Vestas V162 – 6,8 MW

2.1.1 Aerogeneratore Vestas V136 – 4,5 MW (VM01)

L'aerogeneratore di progetto, previsto nella posizione identificata con VM01, ha una potenza nominale di 4,5 MW ed è del tipo Vestas V136 con altezza al mozzo pari a 82 m (Figura 2.2). Il rotore è costituito da tre pale e da un mozzo.

Le pale sono controllate dal sistema di ottimizzazione basato sul posizionamento ottimizzato delle stesse in funzione delle varie condizioni del vento. Il diametro del rotore è pari a 136 m con area spazzata pari a 14527 mq e verso di rotazione in senso orario con angolo di tilt pari a 6°.

L'aerogeneratore opera a seconda della forza del vento; al di sotto di una certa velocità, detta di cut in, la macchina è incapace di partire; perché ci sia l'avviamento è necessario che la velocità raggiunga tale soglia che nel caso dell'aerogeneratore di progetto è pari a 3 m/s.

La velocità del vento "nominale", ovvero la minima velocità che permette alla macchina di fornire la potenza di progetto, è pari a 22,5 m/s. Ad elevate velocità (32 m/s) l'aerogeneratore si ferma in modalità fuori servizio per motivi di sicurezza (velocità di cut off).

Di seguito vengono elencate le principali caratteristiche elettriche della turbina eolica.

Tabella 2.2: Caratteristiche elettriche WTG V136

Generator	
Type	Asynchronous with cage rotor
Rated Power [P _N]	4800 kW
Frequency [f _N]	0-100 Hz
Voltage, Stator [U _{NS}]	3 x 800 V (at rated speed)
Number of Poles	6
Winding Type	Form with VPI (Vacuum Pressurized Impregnation)
Winding Connection	Delta
Rated rpm	1450-1550 rpm
Overspeed Limit Acc. to IEC (2 minutes)	2400 rpm
Generator Bearing	Hybrid/ceramic
Temperature Sensors, Stator	3 PT100 sensors placed at hot spots
Temperature Sensors, Bearings	1 per bearing
Insulation Class	H
Enclosure	IP54
Converter	
Rated Apparent Power [S _N]	5300 kVA
Rated Grid Voltage	3 x 720 V
Rated Generator Voltage	3 x 800 V
Rated Grid Current @ 0.9 p.u. Voltage	4250 A
Rated Generator Current	3925 A
Enclosure	IP54

2.1.2 Aerogeneratore Vestas V162 – 6,8 MW (VM02, VM04, VM05, VM06)

L'aerogeneratore di progetto, nelle posizioni identificate con VM02, VM04, VM05, VM06, ha una potenza nominale di 6,8 MW ed è del tipo Vestas V162 con altezza al mozzo pari a 119 m.

L'aerogeneratore opera a seconda della forza del vento; al di sotto di una certa velocità, detta di cut in, la macchina è incapace di partire; perché ci sia l'avviamento è necessario che la velocità raggiunga tale soglia che nel caso dell'aerogeneratore di progetto è pari a 3 m/s. La velocità del vento "nominale", ovvero la minima velocità che permette alla macchina di fornire la potenza di progetto, è pari a 22,5 m/s. Ad elevate velocità (25 m/s) l'aerogeneratore si ferma in modalità fuori servizio per motivi di sicurezza (velocità di cut off).

Di seguito vengono elencate le principali caratteristiche elettriche della turbina eolica:

Tabella 2.3: Caratteristiche elettriche WTG V162

Generator	
Type	Permanent Magnet Synchronous generator
Rated Power [P_N]	Up to 7600 kW (depending on turbine variant)
Frequency range [f_N]	0-126 Hz
Voltage, Stator [U_{NS}]	3 x 800 V (at rated speed)
Number of Poles	36
Winding Type	Form with Vacuum Pressurized Impregnation
Winding Connection	Star
Operational speed range	0-420 rpm
Overspeed Limit (2 minutes)	660 rpm
Temperature Sensors, Stator	PT100 sensors placed in the stator hot spots.
Insulation Class	H
Enclosure	IP54
Converter	
Nominal Apparent Power [S_N] @ 1.0 p.u. voltage	7750 kVA
Nominal Grid Voltage	3 x 720 V
Rated Generator Voltage	3 x 800 V
Rated Grid Current @ 1.0 p.u. voltage	6488 A
Enclosure	IP54

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

3.1 NORME DI RIFERIMENTO PER LA BT

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60090-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Ed. 2018-04: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 Ia Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 60364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2012: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.



- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.
- British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations;
- ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão;

3.2 NORME DI RIFERIMENTO OLTRE I 36 KV

- 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.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) 2011: Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI 17-1 VIIa Ed. (CEI EN 62271-100) 2013: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.
- CEI 17-130 (CEI EN 62271-103) 2012: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- IEC 61892-4 Ia Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

4. CALCOLO PRELIMINARE ELETTRICO

4.1 ELEMENTI RELATIVI ALLA CONNESSIONE

L'impianto eolico sarà connesso in antenna a 36 kV alla Stazione Elettrica di riferimento RTN mediante una linea di connessione interrata a 36 kV. Relativamente alla connessione ed agli impianti interni al parco eolico sono stati previsti i seguenti parametri di dimensionamento:

- Tensione di esercizio: 36 kV;
- Corrente nominale: circa 600 A;
- Frequenza di esercizio: 50 Hz;
- Massima corrente di cortocircuito sulla sbarra: < 25 kA 1s;

A valle del punto di connessione saranno presenti tutti gli elementi di protezione, sezionamento e misura utili alla connessione a regola d'arte e in sicurezza dell'impianto eolico. Inoltre, tutti gli elementi dovranno essere dimensionati per la massima corrente di cortocircuito sulla sbarra 36 kV (prevista di valore non superiore a 25 kA).

4.2 CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos\varphi}$$

nella quale:

- $k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi e corrente continua;
- $k_{ca} = 1.73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos\varphi$ è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned} I_1 &= I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos\varphi - j\sin\varphi) \\ I_2 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - \frac{2\pi}{3})} = I_b \cdot (\cos(\varphi - \frac{2\pi}{3}) - j\sin(\varphi - \frac{2\pi}{3})) \\ I_3 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - \frac{4\pi}{3})} = I_b \cdot (\cos(\varphi - \frac{4\pi}{3}) - j\sin(\varphi - \frac{4\pi}{3})) \end{aligned}$$

Il vettore della tensione V_n è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$V_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot \text{coeff}$$

nella quale coeff è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

Per le utenze terminali la potenza P_n è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione P_n rappresenta la somma vettoriale delle P_d delle utenze a valle ($\sum P_d$ a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle ($\sum Q_d$ a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

4.3 ARMONICHE

Le utenze terminali e le distribuzioni, come gli UPS e i Convertitori, possono possedere un profilo armonico che descrive le caratteristiche distorcenti di una apparecchiatura elettrica.

Le armoniche prodotte da tutte le utenze distorcenti sono propagate da valle a monte come le correnti alla frequenza fondamentale, seguendo il 'cammino' dettato dalle impedenze delle linee, delle forniture, generatori, motori e non meno importanti i carichi capacitivi, che possono assorbire elevate correnti armoniche.

Le armoniche, al pari della fondamentale, sono gestite in formato vettoriale, perciò durante la propagazione sono sommate vettorialmente con altre correnti di pari ordine.

I calcoli elettrici sono stati eseguiti mediante l'ausilio del software Ampere professional che tiene conto preliminarmente:

- Degli effetti delle armoniche, gestite fino alla 21°, ossia fino alla frequenza di 1050 Hz (per un sistema elettrico a 50Hz);
- Del passaggio delle armoniche attraverso i trasformatori;
- Del passaggio delle armoniche attraverso gli UPS;
- Delle correnti distorte IbTHD di impiego e InTHD di neutro, oltre al fattore di distorsione THD [%].

La corrente IbTHD è la massima tra le fasi:

$$I_{bTHD} = \max \left(\sqrt{\sum_{h=1}^{21} I_{f,h}^2} \right)_{f=1,2,3}$$

con f il numero delle fasi dell'utenza e h l'ordine di armonica.

Molto importante è la corrente distorta circolante nel neutro, in quanto essa porta le armoniche omopolari multiple di 3, che hanno la caratteristica di sommarsi algebricamente e di diventare facilmente dell'ordine di grandezza delle correnti di fase.

$$I_{nTHD} = \sqrt{\sum_{h=1}^{21} I_{n,h}^2}$$

Il fattore di distorsione fornisce un parametro riassuntivo del grado di distorsione delle correnti che circolano nella linea, e viene calcolato tramite la formula:

$$THD\% = \frac{100 \times \sqrt{I_{bTHD}^2 - I_f^2}}{I_f}$$

I valori delle correnti distorte sono utilizzati per calcolare i seguenti parametri:

- calcolo della sezione del neutro per utenze 3F+N;
- calcolo temperatura cavi alla IbTHD;
- calcolo sovratemperatura quadri alla IbTHD;
- verifica delle portate e delle protezioni in funzione delle correnti distorte.

4.4 DIMENSIONAMENTO CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi 36 kV e BT è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato in modo da verificare che la corrente nominale (I_n) del dispositivo di protezione deve essere compresa fra la corrente di impiego (I_b) che il circuito è destinato a trasportare in condizioni normali e la portata a regime permanente (I_z) del conduttore:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una condotta principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- condotta che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della condotta principale.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla I_z min. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma CEI 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

4.5 INTEGRALE DI JOULE

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma CEI 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

- Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
- Cavo in rame serie L nudo:	K = 200
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
- Cavo in rame serie H nudo:	K = 200
- Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 74
- Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	K = 92

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

- Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
- Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
- Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
- Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
- Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

- Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
- Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
- Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
- Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
- Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
- Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
- Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
- Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
- Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

4.6 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm^2 ;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm^2 se il conduttore è in rame e a 25 mm^2 se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm^2 (se conduttore in rame) e 25 mm^2 (se e conduttore in alluminio), il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_n = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

4.7 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3. della norma CEI 64-8.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica.

È possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

4.8 CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$T_{cavo}(I_b) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right)$$
$$T_{cavo}(I_n) = T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right)$$

espresse in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente α_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

4.9 CADUTE DI TENSIONE

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t.(I_b) = \max_{f=R,S,T} \left(\left| \sum_{i=1}^k Z_{f_i} \cdot I_{f_i} - Z_{h_i} \cdot I_{h_i} \right| \right)$$

con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;

con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:



$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos\varphi + X_{cavo} \cdot \sin\varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $k_{cdt}=2$ per sistemi monofase;
- $k_{cdt}=1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km .

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta:

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori 36kV/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze hanno valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Lo studio eseguito mediante il software fa in modo che le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

4.10 LINEE ELETTRICHE DI IMPIANTO

L'energia prodotta dai singoli aerogeneratori del parco eolico sarà trasportata verso la cabina di connessione e raccolta per poi essere immessa nella RTN a livello di tensione 36 kV.

I collegamenti tra il parco eolico e la cabina di smistamento e tra quest'ultima e la cabina di connessione e raccolta, avverranno tramite linee elettriche interrato esercite a 36 kV, ubicate sfruttando per quanto possibile la rete stradale esistente ovvero lungo la rete viaria da adeguare/realizzare ex novo nell'ambito del presente progetto.

La rete elettrica 36 kV sarà realizzata con posa completamente interrata allo scopo di ridurre l'impatto della stessa sull'ambiente, assicurando il massimo dell'affidabilità e della economia di esercizio.

Il tracciato planimetrico della rete, lo schema unifilare dove sono evidenziate la lunghezza e la sezione corrispondente di ciascuna terna di cavo e la modalità e le caratteristiche di posa interrata sono mostrate nelle tavole di progetto "2527-4953-VM_VIA_T21_Rev0_Cavidotti su CTR", "2527-4953-VM_VIA_T19_Rev0_Schema elettrico unifilare", "2527-4953-VM_VIA_T23_Rev0_Sezioni tipo vie cavo".

Per il collegamento degli aerogeneratori si prevede la realizzazione di linee a 36 kV a mezzo di collegamenti del tipo "entra-esce".

I cavi verranno posati ad una profondità di circa 120 cm, con una placca di protezione ed un nastro segnalatore.

I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che avrà una larghezza minima di 85 cm. La sezione di posa dei cavi sarà variabile a seconda della loro ubicazione in sede stradale o in terreno.

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

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

La posa dei cavi si articolerà nelle seguenti attività:

1. *scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità precedentemente menzionate;*
2. *posa del cavo di potenza e del dispersore di terra;*
3. *eventuale rinterro parziale con strato di sabbia vagliata;*
4. *posa del tubo contenente il cavo in fibre ottiche;*
5. *posa dei tegoli protettivi;*
6. *rinterro parziale con terreno di scavo e/o sabbia vagliata;*
7. *posa nastro monitore;*
8. *rinterro complessivo con ripristino della superficie originaria;*
9. *apposizione di paletti di segnalazione presenza cavo nei tratti non coincidenti con la viabilità.*

Per chiarire meglio le attività di posa dei cavi sopra elencate si fa riferimento all'esempio rappresentato nella seguente figura:

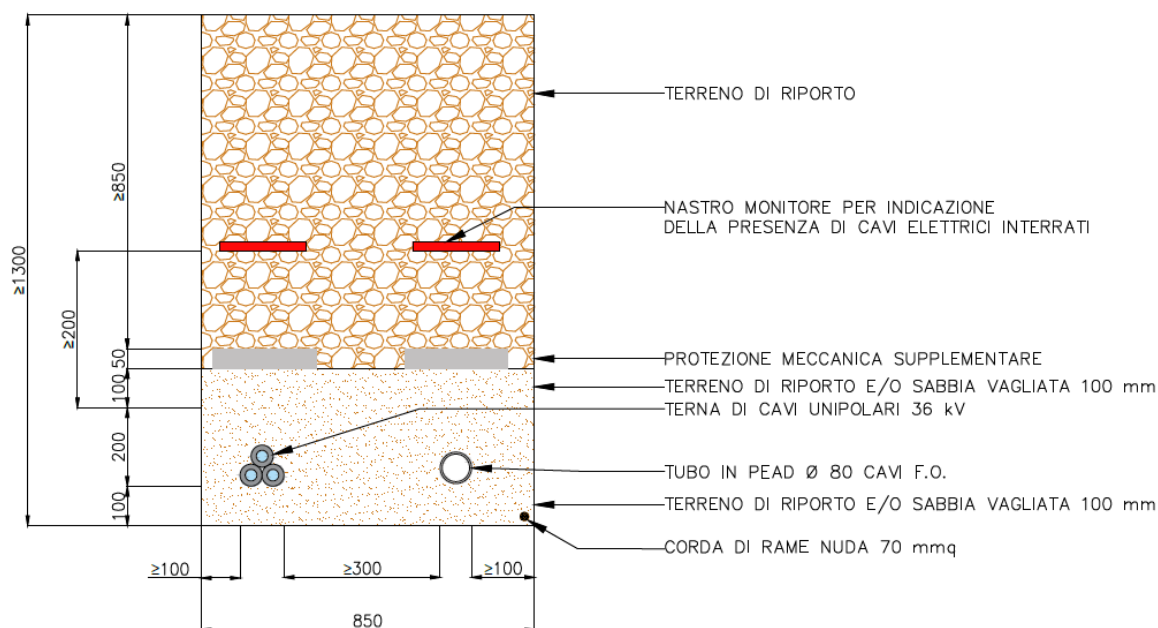


Figura 4.1: Sezione scavo tipo posa cavidotti

Come riportato nello schema unifilare, la distribuzione elettrica prevede la realizzazione di 2 cabine a livello di tensione 36 kV denominate cabina di connessione e raccolta e cabina di smistamento. Da quest'ultima si dipartiranno 3 rami di collegamento con le singole WTG collegate in configurazione entra-esce a formare 3 cluster.

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

Tabella 4.1: Configurazione cluster

ID.	WTG	CLUSTER	MODELLO	POTENZA (KW)
1	VM01	1	V136	4500
2	VM02	1	V162	6800
3	VM04	2	V162	6800
4	VM05	2	V162	6800
5	VM06	3	V162	6800

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

I cluster nei quali è elettricamente suddiviso l'intero impianto saranno connessi alla cabina definita "di smistamento" a 36 kV sita in posizione baricentrica rispetto all'intera area di impianto tramite linee interrate costituite da cavi in alluminio tipo ARE4H5E 20.8/36 kV (con livello di isolamento fino a 40,5 kV).

In tale cabina avverrà il parallelo elettrico di queste singole produzioni ed il successivo convogliamento verso la cabina di connessione e raccolta e consegna a 36 kV.

Di seguito si riporta l'elenco delle linee a 36 kV presenti in impianto e i relativi dati di impiego, quali correnti di esercizio, tensione e formazione:



Tabella 4.2: Tabella cavi 36 kV

CLUSTER	RAMO DI ALIMENTAZIONE	COLLEGAMENTO DA:	COLLEGAMENTO A:	POTENZA	FORMAZIONE	LUNGHEZZA LINEA	LIVELLO DI TENSIONE	CORRENTE DI IMPIEGO IB (PF 0,85)	PORTATA IZ DECLASSATA	CADUTA DI TENSIONE TOTALE LATO IMPAINTO (IB)	TIPO DI POSA	ISOLAMENTO	DESIGNAZIONE CAVO	MATERIALE CONDUTTORE	TEMPERATURA DI PROGETTO	FATTORE DI DECLASSAMENTO IN PORTATA
				[kW]		[m]	[kV]	[A]	[A]	[%]					[°C]	
-	RAMO 1	CABINA DI CONNESSIONE E RACCOLTA	CABINA DI SMISTAMENTO	31700	2x[3x(1x630)]	16000	36	598,105	933,0	1,94	Posa interrata	XPLE	ARE4H5E 20.8/36 kV	ALLUMINIO	30	0,75
1	RAMO CLUSTER 1	CABINA DI SMISTAMENTO	WTG VM02	11300	3x(1x400)	2400	36	213,205	359,25	2,28	Posa interrata	XPLE	ARE4H5E 20.8/36 kV	ALLUMINIO	30	0,75
1	RAMO CLUSTER 1	WTG VM02	WTG VM01	4500	3x(1x400)	840	36	81,901	335,3	2,328	Posa interrata	XPLE	ARE4H5E 20.8/36 kV	ALLUMINIO	30	0,75
2	RAMO CLUSTER 2	CABINA DI SMISTAMENTO	WTG VM05	13600	3x(1x400)	1585	36	256,60	359,25	2,21	Posa interrata	XPLE	ARE4H5E 20.8/36 kV	ALLUMINIO	30	0,75
2	RAMO CLUSTER 2	WTG VM05	WTG VM04	6800	3x(1x400)	865	36	128,45	359,25	2,28	Posa interrata	XPLE	ARE4H5E 20.8/36 kV	ALLUMINIO	30	0,75
3	RAMO CLUSTER 3	CABINA DI SMISTAMENTO	WTG VM06	6800	3x(1x240)	900	36	128,3	279,0	2,05	Posa interrata	XPLE	ARE4H5E 20.8/36 kV	ALLUMINIO	30	0,75

4.11 TRASFORMATORI

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

All'interno dell'impianto saranno presenti due diverse tipologie di trasformatori abbinati ai diversi modelli delle WTG in progetto; saranno inoltre presenti i trasformatori (sia all'interno delle WTG che all'interno delle due cabine a 36 kV) per l'alimentazione dei carichi ausiliari di impianto. Di seguito un elenco dei trasformatori in progetto:

- Trasformatore elevatore 0,72/36 kV 5300 kVA a tre avvolgimenti o a doppio secondario (Dy11y11): utilizzato nelle WTG di taglia 4500 kW;
- Trasformatore elevatore 0,72/36 kV 8400 kVA a tre avvolgimenti o a doppio secondario (Dy11y11): utilizzato nelle WTG di taglia 6800 kW;
- Trasformatore 36/0,4 kV (Yy) con potenza nominale 160 kVA per l'alimentazione dei carichi ausiliari all'interno delle cabine di connessione e raccolta e smistamento.

Tutti i trasformatori sopracitati saranno raffreddati a secco con avvolgimenti inglobati in resina epossidica e saranno autoestinguenti, resistenti alle variazioni climatiche e resistenti all'inquinamento atmosferico e all'umidità.

5. STUDIO DI CORTOCIRCUITO

5.1 STATO DEL NEUTRO DI IMPIANTO

Come già descritto nei paragrafi precedenti, l'impianto eolico sarà così configurato:

- **Livello tensione 36 kV:** connessione a 36 kV in Stazione elettrica Terna RTN; linea di connessione a 36 kV verso la cabina di connessione e raccolta, neutro normalmente compensato con massima corrente di guasto verso terra dichiarata pari a 150 A;

Inoltre all'interno dell'area di impianto:

- **Livello tensione 36 kV:** Distribuzione interna a 36 kV a neutro compensato nei tratti compresi tra la cabina di connessione e raccolta e la cabina di smistamento e tra quest'ultima e le singole WTG;
- **Livello BT (720 Vac):** Distribuzione fino a 1000 Vac interna alla WTG con distribuzione trifase + neutro TN-S.

Le informazioni considerate in merito alla corrente di guasto verso terra 36 kV e al relativo tempo di intervento sono (comunicate nell'allegato A17 del codice di rete Terna):

- Massima corrente di guasto trifase (I_k): < 25 kA – 1 s
- Massima corrente di guasto monofase verso terra (IF): < 150 A (corrente resistiva 36 kV comunicata da Terna)
- Tempo di intervento delle protezioni per guasto monofase a terra: > 10 s

In merito alla risoluzione del guasto con il solo impianto di terra, in fase di verifica e collaudo dell'impianto, andranno verificate le tensioni di contatto per individuare le aree più a rischio dell'impianto.

5.2 CALCOLO DEI GUASTI

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase-terra (disimmetrico);
- guasto fase-neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti dall'utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

5.2.1 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;
- impedenza di guasto minima della rete, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dc} = \frac{R_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\alpha \cdot \Delta T)} \right)$$

dove ΔT è 50 o 70 °C e $\alpha = 0.004$ a 20 °C.

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se f è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dc} = \frac{X_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti dall'utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{db} = \frac{R_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{db} = \frac{X_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$\begin{aligned} R_{0cN} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN} \\ X_{0cN} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$\begin{aligned} R_{0cPE} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcPE} \\ X_{0cPE} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

Dove le resistenze R_{dcN} e R_{dcPE} vengono calcolate come la R_{dc} .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$\begin{aligned} R_{0bN} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbN} \\ X_{0bN} &= 3 \cdot X_{db} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$\begin{aligned} R_{0bPE} &= R_{db} + 3 \cdot R_{dbPE} \\ X_{0bPE} &= X_{db} + 3 \cdot (X_{b-ring} - X_{db}) \end{aligned}$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, dall'utenza a monte, espressi in mΩ:

$$\begin{aligned} R_d &= R_{dc} + R_{d-up} \\ X_d &= X_{dc} + X_{d-up} \\ R_{0N} &= R_{0cN} + R_{0N-up} \\ X_{0N} &= X_{0cN} + X_{0N-up} \\ R_{0PE} &= R_{0cPE} + R_{0PE-up} \\ X_{0PE} &= X_{0cPE} + X_{0PE-up} \end{aligned}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire sbarra a cavo.

Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in mΩ) di guasto trifase:

$$Z_{k \min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1N \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0N})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0N})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase $I_{k \max}$, fase neutro $I_{k1N \max}$, fase terra $I_{k1PE \max}$ e bifase $I_{k2 \max}$ espresse in kA:

$$\begin{aligned} I_{k \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}} \\ I_{k1N \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \min}} \\ I_{k1PE \max} &= \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \min}} \\ I_{k2 \max} &= \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}} \end{aligned}$$

Infine, dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti:

$$\begin{aligned} I_p &= \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max} \\ I_{p1N} &= k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1N \max} \end{aligned}$$

$$I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE \max}$$

$$I_{p2} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \cdot \frac{R_d}{X_d}}$$

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships.. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente $k = 1.8$ che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.

5.2.2 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione C_{\min} , che può essere 0.95 se $C_{\max} = 1.05$, oppure 0.90 se $C_{\max} = 1.10$ (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore C_{\min} è pari a 1.

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
PVC	70	160
G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d \max} = R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0N \max} = R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0PE \max} = R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze massime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase $I_{k1 \min}$ e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \max}}$$

$$I_{k1N \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \max}}$$

$$I_{k1PE \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \max}}$$

$$I_{k2 \min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k \max}}$$

5.2.3 Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con Z_d la impedenza diretta della rete, con Z_i l'impedenza inversa, e con Z_0 l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito, Z_0 corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = \left| -j \cdot V_n \cdot \frac{Z_0 - \alpha Z_i}{Z_d \cdot Z_i + Z_d \cdot Z_0 + Z_i \cdot Z_0} \right|$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

5.3 SCELTA DELLE PROTEZIONI

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale dall'utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km \max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag \max}$).

5.3.1 Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

Secondo la norma CEI 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

1. il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
2. la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

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

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI 64_8 al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

Le intersezioni sono due:

- $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a);
- $I_{ccmax} \leq I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_b).
- L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
 - o $I_{ccmin} \geq I_{inters\ min}$.
- L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
 - o $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

Note:

La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti $K^2 S^2$ e I_z dello stesso.

La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

6. CALCOLO PRELIMINARE RETE EQUIPOTENZIALE

Lo scopo di questa sezione è riportare un calcolo preliminare della rete equipotenziale relativa all'impianto eolico in oggetto connesso alla rete tramite una linea 36 kV dalla cabina di connessione e raccolta verso lo stallo designato in stazione Terna. Sarà realizzato un nuovo impianto di terra che nel suo complesso dovrà risultare un unico elemento equipotenziale in tutti i suoi punti, perciò tutte le strutture e parti metalliche presenti nel sito dovranno essere connesse ad esso contemporaneamente.

In relazione all'ipotesi di guasto, gli schermi dei cavi 36 kV dovranno essere messi a terra nel rispetto delle norme CEI.

Prima di procedere alla realizzazione dello stesso, occorrerà verificare puntualmente la natura del suolo e la resistività.

Quest'ultima è influenzata da diversi fattori quali:

- Tipo di terreno
- Stratificazione
- Temperatura
- Composizione chimica e concentrazione di sali disciolti
- Presenza di metalli e/o tubazioni in cls
- Umidità del terreno

L'obiettivo ideale è ottenere una rete equipotenziale tale per cui qualsiasi guasto verso terra interno all'impianto non generi tensioni pericolose per le persone.

Il dispersore utilizzato dovrà essere corda di rame nuda con una sezione minima pari a:

$$S_{min} = \sqrt{\frac{I^2 \cdot t}{K_c^2}} = \sqrt{\frac{150^2 \cdot 10}{228^2}} \lll 70 \text{ mm}^2$$

dove:

- I è la massima corrente di guasto verso terra lato 36 kV espressa in Ampère;
- t è il tempo di intervento della protezione 36 kV in secondi;
- K_c è il coefficiente per conduttori nudi non in contatto con materiali danneggiabili (per range di temperatura 30-500°C);

Sebbene S_{min} risulti molto piccola, in questa fase di progettazione preliminare, si è scelta una sezione minima 70 mm².

Per la posa dei dispersori verrà sfruttato il passaggio cavi 36 kV e DC interno all'impianto; gli schermi dei cavi dovranno essere collegati all'impianto di terra lungo tutti i tracciati di connessione ogni 500 m. Per la posa dei dispersori relativi alle WTG verranno utilizzati gli scavi relativi alle fondazioni.

Al completamento dell'impianto andrà valutata la resistenza tra le parti e/o strutture metalliche non direttamente connesse a terra e la terra stessa: se tali resistenze sono inferiori ai 1000 Ω allora occorre collegare tali parti e/o strutture all'impianto di terra.

6.1.1 Risoluzione Guasto 36 kV

La distribuzione a 36 kV essendo a neutro compensato permette di avere correnti di guasto verso terra ridotte rispetto al livello di tensione AT (valore unificato massimo di 150 A, corrente resistiva).

Con queste premesse e assumendo che il guasto sia risolto dall'interruttore in un tempo superiore ai 10 s, al massimo gradiente di tensione interno al sito pari a 50 V (CEI EN 50522, Fig.4) il guasto verso terra lato 36 kV è risolto se la resistenza di terra locale risulta inferiore a:

$$R_T = 50/150 = 0,33 \text{ A}$$

dove 50 V è la massima tensione ammissibile per un tempo maggiore di 10 s e 150 A è la massima corrente di guasto verso terra a 36 kV.

Rimane confermata, in fase di progettazione esecutiva dell'impianto, la necessità di effettuare la verifica delle tensioni di contatto su tutte le masse presenti in impianto con resistenza verso terra superiore a 1000 Ω .

6.1.2 Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere sono intese a fornire una protezione totale contro i contatti diretti.

La protezione del suddetto tipo di contatto sarà quindi assicurata dai provvedimenti seguenti:

- copertura completa delle parti attive a mezzo di isolamento rimovibile solo con la distruzione di quest'ultimo;
- parti attive poste dentro involucri tali da assicurare il grado di protezione adeguato al tipo di ambiente in cui sono installate.

La protezione dai contatti indiretti avrà come principio base l'interruzione automatica dell'alimentazione e, pertanto, il collegamento equipotenziale di tutte le masse metalliche che, per un difetto dell'isolamento primario possano assumere un potenziale pericoloso ($U_T > 50 \text{ V}$), unitamente all'estinzione del guasto tramite apertura del dispositivo di protezione a monte della zona in cui si è manifestato il guasto. A tal fine occorre che il valore della resistenza di terra e l'intervento del dispositivo di protezione siano tra loro coordinati affinché l'estinzione del guasto avvenga entro i limiti previsti dalle norme vigenti in materia.

L'impedenza dell'anello di guasto moltiplicata per la massima corrente di guasto, dovrà essere sempre inferiore alla tensione massima ammissibile U_T .

La protezione contro i contatti indiretti in caso di guasto a terra nei sistemi di distribuzione TN-S è prevista con collegamento a terra delle masse e interruttori differenziali ad alta sensibilità (0,03 A, 0,3 A, 0,5 A), al fine di rispettare le condizioni di sicurezza indicata dalle norme CEI 64-8 in 413.1.4.2.



7. FASCICOLO DI CALCOLO PRELIMINARE

Si riporta di seguito l'estratto di calcolo elettrico preliminare denominato "Fascicolo tecnico":

Identificazione

Sigla utenza: **+CABINA Conn\Racc.QCDC36-GENERALE CABINA**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	31700 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	31700 kW	Pot. trasferita a monte:	37294 kVA
Potenza reattiva:	19646 kVAR	Potenza totale:	49883 kVA
Corrente di impiego Ib:	598,1 A	Potenza disponibile:	12589 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	25 kA	I _{k2min} :	19,7 kA
I _{kv} max a valle:	25 kA	I _{k1ftmax} :	0,151 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,5 A	I _{p1ft} :	0,373 kA
I _k max:	25 kA	I _{k1ftmin} :	0,137 kA
I _p :	61,7 kA	Z _k min:	914,5 mohm
I _k min:	22,7 kA	Z _k max:	914,5 mohm
I _{k2ftmax} :	21,7 kA	Z _{k2} min:	1056 mohm
I _{p2ft} :	53,5 kA	Z _{k2} max:	1056 mohm
I _{k2ftmin} :	19,7 kA	Z _{k1ftmin} :	151213 mohm
I _{k2max} :	21,7 kA	Z _{k1ftmax} :	151213 mohm
I _{p2} :	53,5 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	800 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza: **+CABINA Conn\Racc.QCDC36-RAMO 1**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	31700 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	31700 kW	Pot. trasferita a monte:	37294 kVA
Potenza reattiva:	19646 kVAR	Potenza totale:	49883 kVA
Corrente di impiego Ib:	598,1 A	Potenza disponibile:	12589 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	36000 V		

Cavi

Formazione:	3x(2x630)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,75
Tabella posa:	CEI 11-17 (Utente 1)	K ² S ² conduttore fase:	1,344*10¹⁰A²s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	2,33 %
Lunghezza linea:	16000 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,33 %
Corrente ammissibile Iz:	933 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	54,7 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	74,1 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	598,1<=800<=933 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	25 kA	I _{k2min} :	9,69 kA
I _{kv} max a valle:	13,2 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,8 A	I _{p1ft} :	0,373 kA
I _k max:	13,2 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	61,7 kA	Z _k min:	1734 mohm
I _k min:	11,2 kA	Z _k max:	1857 mohm
I _{k2ftmax} :	11,4 kA	Z _{k2} min:	2002 mohm
I _{p2ft} :	53,5 kA	Z _{k2} max:	2144 mohm
I _{k2ftmin} :	9,68 kA	Z _{k1ftmin} :	150747 mohm
I _{k2max} :	11,4 kA	Z _{k1ftmax} :	150783 mohm
I _{p2} :	53,5 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51-51N)	Taratura differenziale:	0 A
Corrente nominale protez.:	800 A	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza: **+CABINA DI SMISTAMENT.QCDC36-U1**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	31700 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	31700 kW	Pot. trasferita a monte:	37294 kVA
Potenza reattiva:	19646 kVAR	Potenza totale:	41777 kVA
Corrente di impiego Ib:	598,1 A	Potenza disponibile:	4483 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	13,2 kA	I _{k2min} :	9,69 kA
I _{kv} max a valle:	13,2 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,8 A	I _{p1ft} :	0,31 kA
I _k max:	13,2 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	26,9 kA	Z _k min:	1734 mohm
I _k min:	11,2 kA	Z _k max:	1857 mohm
I _{k2ftmax} :	11,4 kA	Z _{k2} min:	2002 mohm
I _{p2ft} :	23,4 kA	Z _{k2} max:	2144 mohm
I _{k2ftmin} :	9,68 kA	Z _{k1ftmin} :	150747 mohm
I _{k2max} :	11,4 kA	Z _{k1ftmax} :	150783 mohm
I _{p2} :	23,3 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	670 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza:	+CABINA DI SMISTAMENT.QCDC36-RAMO - CLUSTER 1
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Distribuzione generica		Sistema distribuzione:	
Tipologia utenza:	11300 kW	Collegamento fasi:	Alta
Potenza nominale:	1	Frequenza ingresso:	3F
Coefficiente:	11300 kW	Pot. trasferita a monte:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	7003 kVAR	Potenza totale:	13294 kVA
Potenza reattiva:	213,2 A	Potenza disponibile:	17147 kVA
Corrente di impiego Ib:	0,85		3853 kVA
Fattore di potenza:	36000 V		
Tensione nominale:			

Cavi

Formazione:	3x(1x400)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E AL 20.8/36kV 400mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,75
Tabella posa:	CEI 11-17 (Utente 1)	K ² S ² conduttore fase:	1,354*10⁹A²s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,34 %
Lunghezza linea:	2400 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,67 %
Corrente ammissibile Iz:	359,3 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	51,1 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	65,2 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	213,2<=275<=359,3 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	13,2 kA	I _{k2min} :	8,03 kA
I _{kv} max a valle:	11,3 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,31 kA
I _k max:	11,3 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	26,9 kA	Z _k min:	2021 mohm
I _k min:	9,27 kA	Z _k max:	2242 mohm
I _{k2ftmax} :	9,81 kA	Z _{k2} min:	2334 mohm
I _{p2ft} :	23,4 kA	Z _{k2} max:	2589 mohm
I _{k2ftmin} :	8,01 kA	Z _{k1ftmin} :	150606 mohm
I _{k2max} :	9,8 kA	Z _{k1ftmax} :	150661 mohm
I _{p2} :	23,3 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51-51N)	Taratura differenziale:	0 A
Corrente nominale protez.:	275 A	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza:	+CABINA DI SMISTAMENT.QCDC36-RAMO - CLUSTER 2
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

		Distribuzione generica	
Tipologia utenza:			
Potenza nominale:	13600 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	13600 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	8429 kVAR	Pot. trasferita a monte:	16000 kVA
Corrente di impiego Ib:	256,6 A	Potenza totale:	18706 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	2706 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x400)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E AL 20.8/36kV 400mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,75
Tabella posa:	CEI 11-17 (Utente 1)	K ² S ² conduttore fase:	1,354*10⁹ A²s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,27 %
Lunghezza linea:	1585 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,6 %
Corrente ammissibile Iz:	359,3 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	60,6 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	71,8 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	256,6<=300<=359,3 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	13,2 kA	I _{k2min} :	8,53 kA
I _{kv} max a valle:	11,9 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,9 A	I _{p1ft} :	0,31 kA
I _k max:	11,9 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	26,9 kA	Z _k min:	1923 mohm
I _k min:	9,85 kA	Z _k max:	2109 mohm
I _{k2ftmax} :	10,3 kA	Z _{k2} min:	2220 mohm
I _{p2ft} :	23,4 kA	Z _{k2} max:	2436 mohm
I _{k2ftmin} :	8,51 kA	Z _{k1ftmin} :	150654 mohm
I _{k2max} :	10,3 kA	Z _{k1ftmax} :	150702 mohm
I _{p2} :	23,3 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51-51N)		
Corrente nominale protez.:	300 A	Taratura differenziale:	0 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza:	+CABINA DI SMISTAMENT.QCDC36-RAMO - CLUSTER 3
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	6800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Potenza totale:	12471 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza disponibile:	4471 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	36000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x240)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E AL 20.8/36kV 240mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,75
Tabella posa:	CEI 11-17 (Utente 1)	K ² S ² conduttore fase:	4,875*10⁸ A²s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,107 %
Lunghezza linea:	900 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,44 %
Corrente ammissibile Iz:	279 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	42,7 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	60,8 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	128,3<=200<=279 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	13,2 kA	I _{k2min} :	8,8 kA
I _{kv} max a valle:	12,3 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,9 A	I _{p1ft} :	0,31 kA
I _k max:	12,3 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	26,9 kA	Z _k min:	1860 mohm
I _k min:	10,2 kA	Z _k max:	2045 mohm
I _{k2ftmax} :	10,7 kA	Z _{k2} min:	2148 mohm
I _{p2ft} :	23,4 kA	Z _{k2} max:	2361 mohm
I _{k2ftmin} :	8,78 kA	Z _{k1ftmin} :	150694 mohm
I _{k2max} :	10,6 kA	Z _{k1ftmax} :	150741 mohm
I _{p2} :	23,3 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51-51N)	Taratura differenziale:	0 A
Corrente nominale protez.:	200 A	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Numero poli:	3	Norma:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza: **+CLUSTER 1.WTG VM02-ARRIVO**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	11300 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	11300 kW	Pot. trasferita a monte:	13294 kVA
Potenza reattiva:	7003 kVAR	Potenza totale:	17147 kVA
Corrente di impiego Ib:	213,2 A	Potenza disponibile:	3853 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	11,3 kA	I _{k2min} :	8,03 kA
I _{kv} max a valle:	11,3 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,294 kA
I _k max:	11,3 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	21,9 kA	Z _k min:	2021 mohm
I _k min:	9,27 kA	Z _k max:	2242 mohm
I _{k2ftmax} :	9,81 kA	Z _{k2} min:	2334 mohm
I _{p2ft} :	19 kA	Z _{k2} max:	2589 mohm
I _{k2ftmin} :	8,01 kA	Z _{k1ftmin} :	150606 mohm
I _{k2max} :	9,8 kA	Z _{k1ftmax} :	150661 mohm
I _{p2} :	19 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	275 A	Corrente sovraccarico Ins:	275 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza:	+CLUSTER 1.WTG VM02-PARTENZA
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica		
Potenza nominale:	4500 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	4500 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	2789 kVAR	Pot. trasferita a monte:	5294 kVA
Corrente di impiego Ib:	84,9 A	Potenza totale:	17147 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	11853 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x400)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E AL 20.8/36kV 400mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,7
Tabella posa:	CEI 11-17 (Utente 1)	K ² S ² conduttore fase:	1,354*10⁹ A²s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,047 %
Lunghezza linea:	840 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,72 %
Corrente ammissibile Iz:	335,3 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	33,8 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	70,4 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	84,9<=275<=335,3 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	11,3 kA	I _{k2min} :	7,56 kA
I _{kv} max a valle:	10,8 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,294 kA
I _k max:	10,8 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	21,9 kA	Z _k min:	2123 mohm
I _k min:	8,73 kA	Z _k max:	2381 mohm
I _{k2ftmax} :	9,34 kA	Z _{k2} min:	2451 mohm
I _{p2ft} :	19 kA	Z _{k2} max:	2750 mohm
I _{k2ftmin} :	7,54 kA	Z _{k1ftmin} :	150557 mohm
I _{k2max} :	9,33 kA	Z _{k1ftmax} :	150618 mohm
I _{p2} :	19 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	275 A	Corrente sovraccarico Ins:	275 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: **+CLUSTER 1.WTG VM02-TRASFORMATORE**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	6800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Potenza totale:	8854 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza disponibile:	854,2 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	11,3 kA	I _{k2min} :	8,03 kA
I _{kv} max a valle:	11,3 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,294 kA
I _k max:	11,3 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	21,9 kA	Z _k min:	2021 mohm
I _k min:	9,27 kA	Z _k max:	2242 mohm
I _{k2ftmax} :	9,81 kA	Z _{k2} min:	2334 mohm
I _{p2ft} :	19 kA	Z _{k2} max:	2589 mohm
I _{k2ftmin} :	8,01 kA	Z _{k1ftmin} :	150606 mohm
I _{k2max} :	9,8 kA	Z _{k1ftmax} :	150661 mohm
I _{p2} :	19 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	142 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza:	+CLUSTER 1.WTG VM01-ARRIVO
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	4500 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	4500 kW	Pot. trasferita a monte:	5294 kVA
Potenza reattiva:	2789 kVAR	Potenza totale:	17147 kVA
Corrente di impiego Ib:	84,9 A	Potenza disponibile:	11853 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	10,8 kA	I _{k2min} :	7,56 kA
I _{kv} max a valle:	10,8 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,291 kA
I _k max:	10,8 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	20,6 kA	Z _k min:	2123 mohm
I _k min:	8,73 kA	Z _k max:	2381 mohm
I _{k2ftmax} :	9,34 kA	Z _{k2} min:	2451 mohm
I _{p2ft} :	17,9 kA	Z _{k2} max:	2750 mohm
I _{k2ftmin} :	7,54 kA	Z _{k1ftmin} :	150557 mohm
I _{k2max} :	9,33 kA	Z _{k1ftmax} :	150618 mohm
I _{p2} :	17,8 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	275 A	Corrente sovraccarico Ins:	275 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza:	+CLUSTER 1.WTG VM01-PARTENZA
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

		Distribuzione generica	
Tipologia utenza:		Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	0 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	0 kW	Pot. trasferita a monte:	0 kVA
Potenza reattiva:	0 kVAR	Potenza totale:	17147 kVA
Corrente di impiego Ib:	0 A	Potenza disponibile:	17147 kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	10,8 kA	I _{k2min} :	7,56 kA
I _{kv} max a valle:	10,8 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,291 kA
I _k max:	10,8 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	20,6 kA	Z _k min:	2123 mohm
I _k min:	8,73 kA	Z _k max:	2381 mohm
I _{k2ftmax} :	9,34 kA	Z _{k2} min:	2451 mohm
I _{p2ft} :	17,9 kA	Z _{k2} max:	2750 mohm
I _{k2ftmin} :	7,54 kA	Z _{k1ftmin} :	150557 mohm
I _{k2max} :	9,33 kA	Z _{k1ftmax} :	150618 mohm
I _{p2} :	17,8 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	275 A	Corrente sovraccarico Ins:	275 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza:	+CLUSTER 1.WTG VM01-TRASFORMATORE
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	4500 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	4500 kW	Pot. trasferita a monte:	5294 kVA
Potenza reattiva:	2789 kVAR	Potenza totale:	5924 kVA
Corrente di impiego Ib:	84,9 A	Potenza disponibile:	629,5 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	10,8 kA	I _{k2min} :	7,56 kA
I _{kv} max a valle:	10,8 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,291 kA
I _k max:	10,8 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	20,6 kA	Z _k min:	2123 mohm
I _k min:	8,73 kA	Z _k max:	2381 mohm
I _{k2ftmax} :	9,34 kA	Z _{k2} min:	2451 mohm
I _{p2ft} :	17,9 kA	Z _{k2} max:	2750 mohm
I _{k2ftmin} :	7,54 kA	Z _{k1ftmin} :	150557 mohm
I _{k2max} :	9,33 kA	Z _{k1ftmax} :	150618 mohm
I _{p2} :	17,8 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	95 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza: **+CLUSTER 2.WTG VM05-ARRIVO**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	13600 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	13600 kW	Pot. trasferita a monte:	16000 kVA
Potenza reattiva:	8429 kVAR	Potenza totale:	18706 kVA
Corrente di impiego Ib:	256,6 A	Potenza disponibile:	2706 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	11,9 kA	I _{k2min} :	8,53 kA
I _{kv} max a valle:	11,9 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,9 A	I _{p1ft} :	0,299 kA
I _k max:	11,9 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	23,4 kA	Z _k min:	1923 mohm
I _k min:	9,85 kA	Z _k max:	2109 mohm
I _{k2ftmax} :	10,3 kA	Z _{k2} min:	2220 mohm
I _{p2ft} :	20,3 kA	Z _{k2} max:	2436 mohm
I _{k2ftmin} :	8,51 kA	Z _{k1ftmin} :	150654 mohm
I _{k2max} :	10,3 kA	Z _{k1ftmax} :	150702 mohm
I _{p2} :	20,3 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	300 A	Corrente sovraccarico Ins:	300 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza:	+CLUSTER 2.WTG VM05-PARTENZA
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Distribuzione generica			
Tipologia utenza:	6800 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	1	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:		Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Potenza totale:	18706 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza disponibile:	10706 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	36000 V		

Cavi

Formazione:	3x(1x400)		
Tipo posa:	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)		
Disposizione posa:			
Designazione cavo	ARE4H5E AL 20.8/36kV 400mm		
Isolante (fase+neutro+PE):	XLPE	Coefficiente di declassamento totale:	0,75
Tabella posa:	CEI 11-17 (Utente 1)	K ² S ² conduttore fase:	1,354*10⁹ A²s
Materiale conduttore:	ALLUMINIO	Caduta di tensione parziale a Ib:	0,074 %
Lunghezza linea:	865 m	Caduta di tensione totale a Ib:	2,68 %
Corrente ammissibile Iz:	359,3 A (Archivio)	Temperatura ambiente:	30 °C
Corrente ammissibile neutro:	n.d.	Temperatura cavo a Ib:	37,7 °C
Coefficiente di prossimità:	1 (Numero circuiti: 1)	Temperatura cavo a In:	71,8 °C
Coefficiente di temperatura:	1	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	128,3<=300<=359,3 A

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	11,9 kA	I _{k2min} :	8 kA
I _{kv} max a valle:	11,3 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,299 kA
I _k max:	11,3 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	23,4 kA	Z _k min:	2027 mohm
I _k min:	9,24 kA	Z _k max:	2251 mohm
I _{k2ftmax} :	9,78 kA	Z _{k2} min:	2341 mohm
I _{p2ft} :	20,3 kA	Z _{k2} max:	2599 mohm
I _{k2ftmin} :	7,98 kA	Z _{k1ftmin} :	150603 mohm
I _{k2max} :	9,77 kA	Z _{k1ftmax} :	150658 mohm
I _{p2} :	20,3 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	300 A	Corrente sovraccarico Ins:	300 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza:	+CLUSTER 2.WTG VM05-TRASFORMATORE
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	6800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Potenza totale:	8854 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza disponibile:	854,2 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ik _m max a monte:	11,9 kA	Ik _{2min} :	8,53 kA
Ik _v max a valle:	11,9 kA	Ik _{1ftmax} :	0,152 kA
Imag _{max} (magnetica massima):	137,9 A	Ip _{1ft} :	0,299 kA
Ik _m max:	11,9 kA	Ik _{1ftmin} :	0,138 kA
Ip:	23,4 kA	Zk _{min} :	1923 mohm
Ik _{min} :	9,85 kA	Zk _{max} :	2109 mohm
Ik _{2ftmax} :	10,3 kA	Zk _{2 min} :	2220 mohm
Ip _{2ft} :	20,3 kA	Zk _{2 max} :	2436 mohm
Ik _{2ftmin} :	8,51 kA	Zk _{1ftmin} :	150654 mohm
Ik _{2max} :	10,3 kA	Zk _{1ftmax} :	150702 mohm
Ip ₂ :	20,3 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	142 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza:	+CLUSTER 2.WTG VM04-ARRIVO
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

		Distribuzione generica	
Tipologia utenza:			
Potenza nominale:	6800 kW	Sistema distribuzione:	Alta
Coefficiente:	1	Collegamento fasi:	3F
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza totale:	18706 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Potenza disponibile:	10706 kVA
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	11,3 kA	I _{k2min} :	8 kA
I _{kv} max a valle:	11,3 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,294 kA
I _k max:	11,3 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	21,9 kA	Z _k min:	2027 mohm
I _k min:	9,24 kA	Z _k max:	2251 mohm
I _{k2ftmax} :	9,78 kA	Z _{k2} min:	2341 mohm
I _{p2ft} :	19 kA	Z _{k2} max:	2599 mohm
I _{k2ftmin} :	7,98 kA	Z _{k1ftmin} :	150603 mohm
I _{k2max} :	9,77 kA	Z _{k1ftmax} :	150658 mohm
I _{p2} :	18,9 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	300 A	Corrente sovraccarico Ins:	300 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: **+CLUSTER 2.WTG VM04-PARTENZA**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	0 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	0 kW	Pot. trasferita a monte:	0 kVA
Potenza reattiva:	0 kVAR	Potenza totale:	18706 kVA
Corrente di impiego Ib:	0 A	Potenza disponibile:	18706 kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	11,3 kA	I _{k2min} :	8 kA
I _{kv} max a valle:	11,3 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,294 kA
I _k max:	11,3 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	21,9 kA	Z _k min:	2027 mohm
I _k min:	9,24 kA	Z _k max:	2251 mohm
I _{k2ftmax} :	9,78 kA	Z _{k2} min:	2341 mohm
I _{p2ft} :	19 kA	Z _{k2} max:	2599 mohm
I _{k2ftmin} :	7,98 kA	Z _{k1ftmin} :	150603 mohm
I _{k2max} :	9,77 kA	Z _{k1ftmax} :	150658 mohm
I _{p2} :	18,9 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	250 A	Corrente sovraccarico Ins:	300 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: **+CLUSTER 2.WTG VM04-TRASFORMATORE**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	6800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Potenza totale:	8854 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza disponibile:	854,2 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	11,3 kA	I _{k2min} :	8 kA
I _{kv} max a valle:	11,3 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	138 A	I _{p1ft} :	0,294 kA
I _k max:	11,3 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	21,9 kA	Z _k min:	2027 mohm
I _k min:	9,24 kA	Z _k max:	2251 mohm
I _{k2ftmax} :	9,78 kA	Z _{k2} min:	2341 mohm
I _{p2ft} :	19 kA	Z _{k2} max:	2599 mohm
I _{k2ftmin} :	7,98 kA	Z _{k1ftmin} :	150603 mohm
I _{k2max} :	9,77 kA	Z _{k1ftmax} :	150658 mohm
I _{p2} :	18,9 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	142 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Identificazione

Sigla utenza: **+CLUSTER 3 WTG VM06.QCDC36-ARRIVO**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	6800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Potenza totale:	12471 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza disponibile:	4471 kVA
Fattore di potenza:	0,85		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	12,3 kA	I _{k2min} :	8,8 kA
I _{kv} max a valle:	12,3 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,9 A	I _{p1ft} :	0,298 kA
I _k max:	12,3 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	24,1 kA	Z _k min:	1860 mohm
I _k min:	10,2 kA	Z _k max:	2045 mohm
I _{k2ftmax} :	10,7 kA	Z _{k2} min:	2148 mohm
I _{p2ft} :	20,9 kA	Z _{k2} max:	2361 mohm
I _{k2ftmin} :	8,78 kA	Z _{k1ftmin} :	150694 mohm
I _{k2max} :	10,6 kA	Z _{k1ftmax} :	150741 mohm
I _{p2} :	20,9 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	200 A	Corrente sovraccarico Ins:	200 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza: **+CLUSTER 3 WTG VM06.QCDC36-PARTENZA**
 Denominazione 1:
 Denominazione 2:
 Informazioni aggiuntive/Note 1:
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

Utenza

Tipologia utenza:	Distribuzione generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	0 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	0 kW	Pot. trasferita a monte:	0 kVA
Potenza reattiva:	0 kVAR	Potenza totale:	12471 kVA
Corrente di impiego Ib:	0 A	Potenza disponibile:	12471 kVA
Fattore di potenza:	0,9		
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	12,3 kA	I _{k2min} :	8,8 kA
I _{kv} max a valle:	12,3 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,9 A	I _{p1ft} :	0,298 kA
I _k max:	12,3 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	24,1 kA	Z _k min:	1860 mohm
I _k min:	10,2 kA	Z _k max:	2045 mohm
I _{k2ftmax} :	10,7 kA	Z _{k2} min:	2148 mohm
I _{p2ft} :	20,9 kA	Z _{k2} max:	2361 mohm
I _{k2ftmin} :	8,78 kA	Z _{k1ftmin} :	150694 mohm
I _{k2max} :	10,6 kA	Z _{k1ftmax} :	150741 mohm
I _{p2} :	20,9 kA		

Protezione

Corrente nominale protez.:	200 A	Corrente sovraccarico Ins:	200 A
Numero poli:	3	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Classe d'impiego:	n.d.	Norma:	n.d.

Identificazione

Sigla utenza:	+CLUSTER 3 WTG VM06.QCDC36-TRASFORMATORE
Denominazione 1:	
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

Utenza

Tipologia utenza:	Terminale generica	Sistema distribuzione:	Alta
Potenza nominale:	6800 kW	Collegamento fasi:	3F
Coefficiente:	1	Frequenza ingresso:	50 Hz
Potenza dimensionamento:	6800 kW	Pot. trasferita a monte:	8000 kVA
Potenza reattiva:	4214 kVAR	Potenza totale:	8854 kVA
Corrente di impiego Ib:	128,3 A	Potenza disponibile:	854,2 kVA
Fattore di potenza:	0,85	Numero carichi utenza:	1
Tensione nominale:	36000 V		

Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

I _{km} max a monte:	12,3 kA	I _{k2min} :	8,8 kA
I _{kv} max a valle:	12,3 kA	I _{k1ftmax} :	0,152 kA
I _{magmax} (magnetica massima):	137,9 A	I _{p1ft} :	0,298 kA
I _k max:	12,3 kA	I _{k1ftmin} :	0,138 kA
I _p :	24,1 kA	Z _k min:	1860 mohm
I _k min:	10,2 kA	Z _k max:	2045 mohm
I _{k2ftmax} :	10,7 kA	Z _{k2} min:	2148 mohm
I _{p2ft} :	20,9 kA	Z _{k2} max:	2361 mohm
I _{k2ftmin} :	8,78 kA	Z _{k1ftmin} :	150694 mohm
I _{k2max} :	10,6 kA	Z _{k1ftmax} :	150741 mohm
I _{p2} :	20,9 kA		

Protezione

Tipo protezione:	I(50-51)	Potere di interruzione PdI:	n.d.
Corrente nominale protez.:	142 A	Norma:	n.d.
Numero poli:	3		
Classe d'impiego:	n.d.		

Tipo di fornitura: **Alta tensione**

Tensione di fornitura: **36 kV**
Corrente di cortocircuito trifase massima: **25 kA**
Corrente di cortocircuito monofase a terra massima: **0,15 kA**

Parametri elettrici

Potenza totale assorbita: **31700 kW**
Fattore di potenza: **0,85**
Corrente totale di impiego: **598,1 A**
Potenza carichi collegati [kW]: **31700 kW**

Parametri di guasto lato fornitura

Rd a 20°C: **91 mohm**
Xd: **910 mohm**
R0 a 20°C: **45317 mohm**
X0: **-453172 mohm**

Utenza	Formazione	Materiale	Lc [m]	Iz [A]	T (Ib) [°C]	Tamb [°C]	CdtT (Ib) [%]	Posa cavo
	Designazione	Isolante	Pross.	k decl.	T (In) [°C]	K²S² F [A²s]	CdtT (In) [%]	
	Tab. posa	Tipo posa						

CABINA Conn \ Racc QCDC36

RAMO 1	3x(2x630)	ALLUMINIO	16000	933	54,7	30	2,33	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 630mm	XLPE	1	0,75	74,1	1,344*10 ¹⁰	3,12	
	CEI 11-17 (Utente 1)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

CABINA DI SMISTAMENT QCDC36

RAMO - CLUSTER 1	3x(1x400)	ALLUMINIO	2400	359,3	51,1	30	2,67	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 400mm	XLPE	1	0,75	65,2	1,354*10 ⁹	3,56	
	CEI 11-17 (Utente 1)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

RAMO - CLUSTER 2	3x(1x400)	ALLUMINIO	1585	359,3	60,6	30	2,6	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 400mm	XLPE	1	0,75	71,8	1,354*10 ⁹	3,44	
	CEI 11-17 (Utente 1)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						


RAMO - CLUSTER 3	3x(1x240)	ALLUMINIO	900	279	42,7	30	2,44	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 240mm	XLPE	1	0,75	60,8	4,875*10 ⁸	3,29	
	CEI 11-17 (Utente 1)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

CLUSTER 1 WTG VM02

PARTENZA	3x(1x400)	ALLUMINIO	840	335,3	33,8	30	2,72	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 400mm	XLPE	1	0,7	70,4	1,354*10 ⁹	3,72	
	CEI 11-17 (Utente 1)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

Utenza	Formazione	Materiale	Lc [m]	Iz [A]	T (Ib) [°C]	Tamb [°C]	CdtT (Ib) [%]	Posa cavo
	Designazione	Isolante	Pross.	k decl.	T (In) [°C]	K²S² F [A²s]	CdtT (In) [%]	
	Tab. posa	Tipo posa						

CLUSTER 2 WTG VM05

PARTENZA	3x(1x400)	ALLUMINIO	865	359,3	37,7	30	2,68	
	ARE4H5E AL 20.8/36kV 400mm	XLPE	1	0,75	71,8	1,354*10 ⁹	3,61	
	CEI 11-17 (Utente 1)	L - Cavi unipolari direttamente interrati (trifoglio)						

Utenza	Ikm max [kA]	/_Ikm max	Ikm max by	DeltaIkm max [kA]	Ikv max [kA]	Ik1ftmax [kA]	Ip1ft [kA]	Ik1ftmin [kA]	Ik2ftmax [kA]	Ip2ft [kA]	Ik2ftmin [kA]
	Imagmax [A]	/_Imagmax	Ik max [kA]	Ip [kA]	Ik min [kA]	Ik1fnmax [kA]	Ip1fn [kA]	Ik1fnmin [kA]	Ik2max [kA]	Ip2 [kA]	Ik2min [kA]

CABINA Conn\Racc QCDC36

GENERALE CABINA	25	0,1	Trifase	0	25	0,151	0,373	0,137	21,7	53,5	19,7
	137,5	0,1	25	61,7	22,7				21,7	53,5	19,7
RAMO 1	25	0,1	Trifase	0	13,2	0,152	0,373	0,138	11,4	53,5	9,68
	137,8	0,105	13,2	61,7	11,2				11,4	53,5	9,69

CABINA DI SMISTAMENT QCDC36

U1	13,2	0,269	Trifase	0	13,2	0,152	0,31	0,138	11,4	23,4	9,68
	137,8	0,105	13,2	26,9	11,2				11,4	23,3	9,69
RAMO - CLUSTER 1	13,2	0,269	Trifase	0	11,3	0,152	0,31	0,138	9,81	23,4	8,01
	138	0,108	11,3	26,9	9,27				9,8	23,3	8,03
RAMO - CLUSTER 2	13,2	0,269	Trifase	0	11,9	0,152	0,31	0,138	10,3	23,4	8,51
	137,9	0,107	11,9	26,9	9,85				10,3	23,3	8,53
RAMO - CLUSTER 3	13,2	0,269	Trifase	0	12,3	0,152	0,31	0,138	10,7	23,4	8,78
	137,9	0,107	12,3	26,9	10,2				10,6	23,3	8,8

CLUSTER 1 WTG VM02

ARRIVO	11,3	0,323	Trifase	0	11,3	0,152	0,294	0,138	9,81	19	8,01
	138	0,108	11,3	21,9	9,27				9,8	19	8,03
PARTENZA	11,3	0,323	Trifase	0	10,8	0,152	0,294	0,138	9,34	19	7,54
	138	0,109	10,8	21,9	8,73				9,33	19	7,56
TRASFORMATORE	11,3	0,323	Trifase	0	11,3	0,152	0,294	0,138	9,81	19	8,01
	138	0,108	11,3	21,9	9,27				9,8	19	8,03

Utenza	Ikm max [kA]	/_Ikm max	Ikm max by	DeltaIkm max [kA]	Ikv max [kA]	Ik1ftmax [kA]	Ip1ft [kA]	Ik1ftmin [kA]	Ik2ftmax [kA]	Ip2ft [kA]	Ik2ftmin [kA]
	Imagmax [A]	/_Imagmax	Ik max [kA]	Ip [kA]	Ik min [kA]	Ik1fnmax [kA]	Ip1fn [kA]	Ik1fnmin [kA]	Ik2max [kA]	Ip2 [kA]	Ik2min [kA]

CLUSTER 1 WTG VM01

ARRIVO	10,8	0,339	Trifase	0	10,8	0,152	0,291	0,138	9,34	17,9	7,54
	138	0,109	10,8	20,6	8,73				9,33	17,8	7,56
PARTENZA	10,8	0,339	Trifase	0	10,8	0,152	0,291	0,138	9,34	17,9	7,54
	138	0,109	10,8	20,6	8,73				9,33	17,8	7,56
TRASFORMATORE	10,8	0,339	Trifase	0	10,8	0,152	0,291	0,138	9,34	17,9	7,54
	138	0,109	10,8	20,6	8,73				9,33	17,8	7,56

CLUSTER 2 WTG VM05

ARRIVO	11,9	0,307	Trifase	0	11,9	0,152	0,299	0,138	10,3	20,3	8,51
	137,9	0,107	11,9	23,4	9,85				10,3	20,3	8,53
PARTENZA	11,9	0,307	Trifase	0	11,3	0,152	0,299	0,138	9,78	20,3	7,98
	138	0,108	11,3	23,4	9,24				9,77	20,3	8
TRASFORMATORE	11,9	0,307	Trifase	0	11,9	0,152	0,299	0,138	10,3	20,3	8,51
	137,9	0,107	11,9	23,4	9,85				10,3	20,3	8,53

CLUSTER 2 WTG VM04

ARRIVO	11,3	0,324	Trifase	0	11,3	0,152	0,294	0,138	9,78	19	7,98
	138	0,108	11,3	21,9	9,24				9,77	18,9	8
PARTENZA	11,3	0,324	Trifase	0	11,3	0,152	0,294	0,138	9,78	19	7,98
	138	0,108	11,3	21,9	9,24				9,77	18,9	8
TRASFORMATORE	11,3	0,324	Trifase	0	11,3	0,152	0,294	0,138	9,78	19	7,98
	138	0,108	11,3	21,9	9,24				9,77	18,9	8

Utenza	Ikm max [kA]	/_Ikm max	Ikm max by	DeltaIkm max [kA]	Ikv max [kA]	Ik1ftmax [kA]	Ip1ft [kA]	Ik1ftmin [kA]	Ik2ftmax [kA]	Ip2ft [kA]	Ik2ftmin [kA]
	Imagmax [A]	/_Imagmax	Ik max [kA]	Ip [kA]	Ik min [kA]	Ik1fnmax [kA]	Ip1fn [kA]	Ik1fnmin [kA]	Ik2max [kA]	Ip2 [kA]	Ik2min [kA]

CLUSTER 3 WTG VM06 QCDC36

ARRIVO	12,3	0,311	Trifase	0	12,3	0,152	0,298	0,138	10,7	20,9	8,78
	137,9	0,107	12,3	24,1	10,2				10,6	20,9	8,8
PARTENZA	12,3	0,311	Trifase	0	12,3	0,152	0,298	0,138	10,7	20,9	8,78
	137,9	0,107	12,3	24,1	10,2				10,6	20,9	8,8
TRASFORMATORE	12,3	0,311	Trifase	0	12,3	0,152	0,298	0,138	10,7	20,9	8,78
	137,9	0,107	12,3	24,1	10,2				10,6	20,9	8,8