

REGIONE BASILICATA

PROVINCIA DI MATERA

COMUNE DI MATERA

Oggetto:

PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO EOLICO NEL COMUNE DI MATERA IN LOCALITÀ "MASSERIA TERLECCHIA PICCOLA" COSTITUITO DA 7 AEROGENERATORI DI POTENZA TOTALE PARI A 50.4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

Sezione:

SEZIONE A – PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE

Elaborato:

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE LINEE ELETTRICHE

Nome file stampa:

EO.MTR01.PD.A.11.2.pdf

Codifica regionale:

EO.MTR01.PD.A.11.2

Scala:

-

Formato di stampa:

A4

Nome elaborato:

EO.MTR01.PD.A.11.2

Tipologia:

R

Proponente:

E-WAY 7 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA 16770971006



E-WAY 7 S.R.L.
P.zza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 - Roma
C.F./P.Iva 16770971006
PEC: e-way7srl@legalmail.it

Progettista:

E-WAY 7 S.r.l.

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
P.IVA 16770971006



CODICE	REV. n.	DATA REV.	VERIFICA	VALIDAZIONE
EO.MTR01.PD.A.11.2	00	03/2024	F. Di Marino	M. Oliviero
				A. Bottone

E-WAY 7 S.r.l.

Sede legale
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4
00186 ROMA (RM)
PEC: e-way7srl@legalmail.it tel. +39 0694414500

CODICE	EO.MTR01.PD.A.11.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	1 di 23

INDICE

1	PREMESSA	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
2.1	Norme di riferimento.....	5
2.2	Unità di misura.....	6
3	INTRODUZIONE.....	7
4	UBICAZIONE IMPIANTO EOLICO ED OPERE CONNESSE	8
5	AEROGENERATORE	10
5.1	Generatore.....	10
5.2	Convertitore di Frequenza AC/AC	10
5.3	Trasformatore MT/BT	11
5.4	Cavi MT.....	11
5.5	Apparato di Interruzione e Protezione.....	11
5.6	Servizi Ausiliari.....	12
6	CABINA DI RACCOLTA	13
6.1	Zona quadri MT.....	13
6.2	Zona Trasformatore S.A	14
6.3	Zona quadri BT e sistemi di comunicazione.....	14
7	EDIFICIO UTENTE	16
7.1	Locale quadri MT.....	16
7.2	Locale Gruppo elettrogeno.....	17
7.3	Locale quadri BT	17
7.4	Locale Misure.....	17
7.5	Locale WTG	17
8	LINEE MT DI INTERCONNESSIONE	18
8.1	Tipologia di cavi media tensione	18
8.2	Tipologia Posa	19
9	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI CAVI MT	21



**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE
DEGLI IMPIANTI**

CODICE	EO.MTR01.PD.A.11.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	2 di 23

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1: Schema a blocchi di connessione dell'impianto</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2: Inquadramento Progetto Eolico su CTR</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3: Modalità di Posa (CEI 11-17)</i>	<i>20</i>

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1: Caratteristiche elettriche del Generatore</i>	<i>10</i>
<i>Tabella 2: Caratteristiche elettriche del Convertitore.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabella 3: Caratteristiche elettriche Trasformatore MT/BT.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabella 4: Caratteristiche elettriche Cavo MT interno.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabella 5: Caratteristiche elettriche Interruttore MT.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabella 6: Principali contributi all'autoconsumo</i>	<i>12</i>
<i>Tabella 7: Elenco tratte con relativa lunghezza elettrica.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabella 8: Caratteristiche elettriche cavo ARE4H5E 18/30 kV.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabella 9: Caratteristiche meccaniche cavo ARE4H5E 18/30 kV.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabella 10: Tabella di dimensionamento.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabella 11: Riepilogo sezioni cavo per le tratte.....</i>	<i>23</i>

CODICE	EO.MTR01.PD.A.11.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	4 di 23

1 PREMESSA

Il presente elaborato è riferito al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, ed opere di connessione annesse, denominato "Masseria Terlecchia Piccola", sito nel Comune di Matera (MT).

In particolare, il progetto è relativo ad un impianto eolico di potenza totale pari a 50.4 MW e costituito da:

- 7 aerogeneratori di potenza nominale 7.2 MW, diametro di rotore 162 m e altezza al mozzo 119 m (del tipo Vestas V162 o assimilabili);
- n. 1 cabina di raccolta e misura;
- linee elettriche in media tensione a 30 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione degli aerogeneratori alla cabina di raccolta e misura e da questa alla stazione elettrica di trasformazione;
- una stazione elettrica utente di trasformazione 30/150 kV;
- una linea elettrica in alta tensione a 150 kV in cavo interrato per la connessione in antenna della sezione di impianto e lo stallo a 150 kV previsto all'interno della stazione elettrica della RTN "Matera 380/150/36 kV".
- tutte le apparecchiature elettromeccaniche in alta tensione di competenza utente da installare all'interno della stazione elettrica della RTN in corrispondenza dello stallo assegnato.

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-WAY 7 S.r.l., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina 4, 00186 Roma, P.IVA 16770971006, e partecipata per la totalità delle quote societaria dalla società E-WAY FINANCE S.p.a. avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina 4, 00186 Roma, P.IVA 15773121007, del gruppo Banca del Fucino S.p.a.

CODICE	EO.MTR01.PD.A.11.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	5 di 23

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le opere elettriche in argomento, se non diversamente precisato nelle prescrizioni o nelle specifiche richieste saranno in ogni modo progettate, costruite e collaudate in osservanza della seguente normativa di riferimento.

2.1 Norme di riferimento

- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri
- CEI 44-5: Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine
- CEI 20-22: attitudine di un determinato tipo di cavo a contenere la propagazione del fuoco in caso di incendio.
- CEI 20-37: Prove atte a verificare le caratteristiche dei gas emessi dalla combustione di cavi elettrici.
- CEI 99-4: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI 81-10: Protezione contro I fulmini.
- IEC 62485: Safety requirements for secondary batteries and battery installations.
- CEI EN 50172: Illuminazione di sicurezza.
- CEI EN 62271: Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- CEI 99-3: Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- CEI 61439: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 20-11: Caratteristiche tecniche e specifiche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine per cavi energia e segnalamento.
- CEI 14: Trasformatori di isolamento e trasformatori di sicurezza – Prescrizioni.
- CEI 110 (CEI EN 61000): Compatibilità elettromagnetica (EMC).
- 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 2000 IVa Ed. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIa Ed. (IEC 60909-0:2001-07): 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 17-5 VIIIa Ed. 2007: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 23-3/1 Ia Ed. 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- 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 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.

CODICE	EO.MTR01.PD.A.11.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	6 di 23

- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35023 2012: Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico avente grado di isolamento non superiore a 4- 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 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 IIa Ed. 2004: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- 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): 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-UNEL 35027 IIa Ed. 2009: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV.
- Guida CEI 99-4: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI 17-1 VIa Ed. 2005: Apparecchiatura ad alta tensione. Parte 100: Interruttori a corrente alternata ad alta tensione.
- CEI 17-9/1 Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori per tensioni nominali superiori a 1kV e inferiori a 52 kV.
- CEI 20-13: Cavi per energia isolati con mescola elastomerica con e senza particolari caratteristiche di reazione al fuoco rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) - Tensioni nominali da U0/U 0,6/1 a U0/U 18/30 kV in c.a.;
- IEC 60502-2 IIa Ed. 2005-03: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.
- IEC 61892-4 Ia Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.

2.2 Unità di misura

Tutte le unità di misura sono e devono essere conformi al Sistema Internazionale (S.I.).

3 INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la descrizione ed il dimensionamento degli impianti elettrici in media tensione necessari per l'interconnessione degli aerogeneratori alla cabina di raccolta e da questa alla stazione elettrica utente di trasformazione 30/150 kV.

La Soluzione Tecnica Minima Generale prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 150 kV sulla futura Stazione Elettrica di trasformazione della RTN da inserire in entra-esce alla linea 380 kV "Matera – Brindisi Sud".

Il nuovo elettrodotto a 150 kV per il collegamento in antenna dell'impianto sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

In questo elaborato saranno trattate le caratteristiche elettriche dell'impianto di utenza, inteso costituito dagli aerogeneratori, linee in cavo MT per il collegamento delle turbine alla cabina di raccolta, linee in cavo MT per il collegamento della cabina di raccolta alla stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV di utente.

Si riporta di seguito uno schema a blocchi che descrive le opere previste per la connessione dell'impianto eolico alla nuova Stazione Elettrica della RTN.

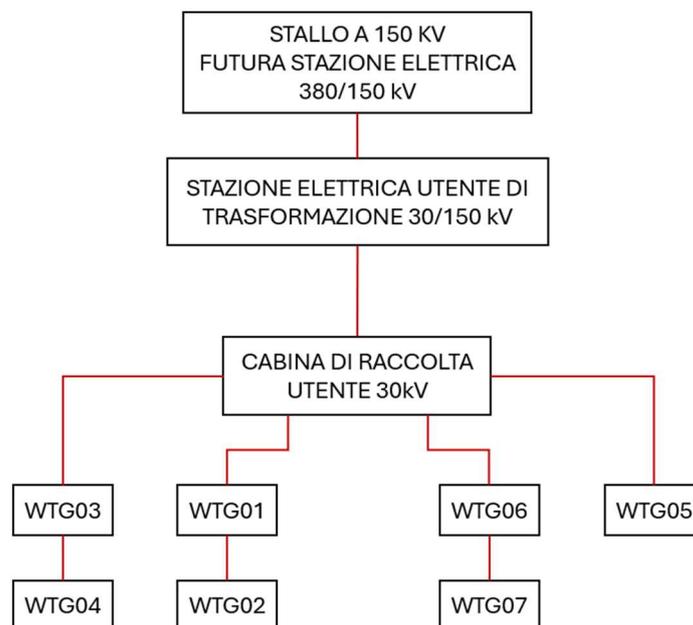


Figura 1: Schema a blocchi di connessione dell'impianto

CODICE	EO.MTR01.PD.A.11.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	8 di 23

Nella relazione si farà anche cenno alle principali componenti d'impianto ovvero alle apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche e ai dispositivi ed apparati tecnologici necessari all'esercizio dell'impianto eolico in progetto, presenti nell'aerogeneratore, in cabina di raccolta e nell'edificio utente della stazione elettrica.

4 UBICAZIONE IMPIANTO EOLICO ED OPERE CONNESSE

Il progetto prevede la realizzazione di un parco eolico costituito da 7 aerogeneratori (successivamente denominati da WTG01 a WTG07) sito in località "Masseria Terlecchia Piccola" del Comune di Matera (MT).

Le condizioni ambientali del luogo ove sorgerà il sito eolico in oggetto presenta le seguenti caratteristiche:

- Altezza sul livello del mare < 1000 m
- Temperatura ambiente -25 +40°C
- Temperatura media 25°C
- Umidità relativa 90%
- Inquinamento leggero
- Tipo di atmosfera non aggressiva

L'ubicazione complessiva delle opere, incluse le coordinate degli aerogeneratori, è presente nell'allegato "EO.MTR01.PD.A.16.a.1.3 – COROGRAFIA DI INQUADRAMENTO DELL'AREA SU CTR". di cui si riporta un estratto.

5 AEROGENERATORE

Per il presente progetto si prevede l'utilizzo di aerogeneratori modello V162 della Vestas, ciascuno avente potenza nominale pari a 7.2 MW, *oppure modelli equivalenti*.

Di seguito sono riportati le principali componenti elettriche dell'aerogeneratore.

5.1 Generatore

L'aerogeneratore monta un generatore sincrono trifase a magneti permanenti. Il corpo del generatore permette la circolazione dell'aria di raffreddamento all'interno dello statore e del rotore. Lo scambio termico aria-acqua avviene in uno scambiatore di calore esterno.

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche elettriche del generatore adoperato:

<i>Potenza Nominale [kW]</i>	7200
<i>Frequenza [Hz]</i>	0-126
<i>Tensione alla Velocità Nominale [V]</i>	3 x 800
<i>Numero di Poli</i>	36
<i>Range di velocità operativa [rpm]</i>	0 – 460
<i>Limite di velocità [rpm]</i>	660

Tabella 1: Caratteristiche elettriche del Generatore

5.2 Convertitore di Frequenza AC/AC

Il convertitore adotta un sistema di conversione full-scale, che controlla sia il generatore che la qualità dell'energia immessa in rete.

Il convertitore è composto da 4 unità di conversione lato macchina e 4 unità di conversione lato rete, funzionanti in parallelo con un controllore comune.

Il convertitore controlla la conversione dell'alimentazione AC, a frequenza variabile del generatore, in frequenza fissa (50 Hz) con potenza attiva e reattiva desiderata, con valori adatti alla rete elettrica di consegna.

Il convertitore si trova nella navicella e ha una tensione nominale lato rete di 720 V.

La tensione nominale lato generatore è fino a 800 V e dipende dalla velocità del generatore.

<i>Potenza Apparente [kVA]</i>	7750
<i>Tensione nominale di rete [V]</i>	3 x 720
<i>Tensione nominale del generatore [V]</i>	3 x 800

Tabella 2: Caratteristiche elettriche del Convertitore

5.3 Trasformatore MT/BT

Il trasformatore MT/BT a due avvolgimenti secondari è inserito in un locale separato chiuso, sul retro della navicella.

Gli avvolgimenti sono collegati a triangolo sul lato ad alta tensione e a stella sul lato bassa tensione.

Il trasformatore è progettato secondo gli standard IEC e conforme al Regolamento europeo sulla progettazione ecocompatibile n. 548/2014 e n. 2019/1783 stabilito dalla Commissione europea.

Si riportano di seguito alcune informazioni chiave:

<i>Potenza Apparente [kVA]</i>	8400
<i>Potenza reattiva a vuoto [kVAr]</i>	~21
<i>Potenza reattiva sotto carico [kVAr]</i>	~882
<i>Tensione nominale lato BT [kV]</i>	0.720
<i>Tensione nominale lato MT [kV]</i>	30
<i>Frequenza [Hz]</i>	50/60
<i>Gruppo</i>	Dyn11

Tabella 3: Caratteristiche elettriche Trasformatore MT/BT

5.4 Cavi MT

I cavi in media tensione provenienti dal trasformatore arrivano direttamente alla cella interruttore in media allocata internamente alla base della torre. In particolare, possono essere utilizzati due tipologie di cavi:

- Cavo tripolare MT, isolato in gomma, senza alogeni, con un cavo di terra multipolare;
- Cavo quadripolare MT, isolato in gomma, senza alogeni.

Si riportano di seguito alcuni dati aggiuntivi:

<i>Materiale Isolante</i>	EPR o HEPR
<i>Terminazioni</i>	Connettore T, Tipo C, lato Trasformatore Connettore T, Tipo C, lato Interruttore
<i>Massima Tensione</i>	42 kV per una tensione nominale di 36 kV
<i>Sezione Cavo</i>	3x70 + 70 mm ² (PE singolo)

Tabella 4: Caratteristiche elettriche Cavo MT interno

Si precisa che i calcoli di dimensionamento e verifica riportati nella presente relazione non riguardano i cavi di collegamento interni all'aerogeneratore che saranno trattati direttamente dal produttore dell'aerogeneratore.

5.5 Apparato di Interruzione e Protezione

L'interruttore isolato in SF6 è installato alla base della torre, internamente come parte integrante della turbina. I suoi controlli sono integrati con il sistema di sicurezza dell'aerogeneratore, che monitora le

condizioni dell'interruttore e i dispositivi di sicurezza in MT. Per garantire che l'interruttore sia sempre pronto, esso è ridonato di "trip coil", sia per la fase di protezione che per eventuali condizioni di sotto-tensione.

L'interruttore è configurabile in funzione del numero di cavi che si prevede entrino nella turbina. Si riportano di seguito alcuni dati aggiuntivi:

<i>Tensione nominale</i>	30 kV
<i>Tensione di Isolamento verso Terra (AC)</i>	70 kV
<i>Tensione di isolamento da Scarica Atmosferica (LI)</i>	170 kV
<i>Frequenza</i>	50 Hz
<i>Corrente nominale</i>	630 A
<i>Corrente di corto-circuito di picco</i>	25 kA
<i>Massima durata di un corto-circuito</i>	1 s

Tabella 5: Caratteristiche elettriche Interruttore MT

5.6 Servizi Ausiliari

Il sistema dei servizi ausiliari è alimentato da un diverso trasformatore (720/400 V) posizionato nella navicella. Il primario (720 V) di questo trasformatore è alimentato direttamente dal quadro del convertitore AC/AC. Tutti i carichi nella turbina (motori, pompe, ventilatori e scambiatori) sono alimentati da questo sistema.

L'alimentazione 400 V è trasferita dalla Navicella al quadro di controllo della Torre, posizionato all'entrata della turbina, e distribuita fra diversi carichi a 400 e 230 V, come l'ascensore, luci di sistema, carichi "general purpose", riscaldamento interno della cabina e ventilazione.

È previsto, inoltre, un trasformatore di controllo 400/230 V che alimenta l'UPS vicino al quadro.

I consumi sono definiti come la potenza che è usata dalla turbina quando questa non sta fornendo energia alla rete. È definito nel sistema di controllo come "Production Generator Zero". I seguenti componenti hanno la più grande influenza in termini di consumi di un aerogeneratore. I valori indicati rappresentano il massimo raggiungibile ma il consumo medio può essere inferiore in funzione delle condizioni di lavoro attuali, clima, ecc.:

<i>Motore Idraulico</i>	2 x 22 kW
<i>Motore per l'Imbardata</i>	Max 23 kW
<i>Ventilatori per Raffreddamento</i>	15 kW
<i>Pompe Idrauliche</i>	10,8 kW
<i>Pompa Olio per Lubrificazione Cuscinetti</i>	7,5 kW
<i>Controllore</i>	3 kW
<i>Perdite a Vuoto del Trasformatore MT/BT</i>	Vedere Tabella Perdite Trasformatore

Tabella 6: Principali contributi all'autoconsumo

CODICE	EO.MTR01.PD.A.11.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	13 di 23

6 CABINA DI RACCOLTA

Gli aerogeneratori sono collegati elettricamente con la cabina di raccolta e misura. Questa consente la raccolta ed il convogliamento verso la stazione elettrica di tutta l'energia elettrica prodotta dell'impianto. I sistemi interni alla cabina sono costituiti da tutte le apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche necessarie all'interconnessione e al controllo degli aerogeneratori.

Considerando la distribuzione degli aerogeneratori e la potenza complessiva in gioco, l'ipotesi di collegamento alla cabina di raccolta (CR) è stato sviluppato come di seguito descritto:

- Ramo A: WTG07 in entra-esce su WTG06 per poi proseguire alla CR;
- Ramo B: WTG05 diretta alla CR;
- Ramo C: WTG04 in entra-esce su WTG03 per poi proseguire alla CR;
- Ramo D: WTG02 in entra-esce su WTG01 per poi proseguire alla CR;

La cabina di raccolta è costituita da un involucro edilizio che può essere realizzato mediante strutture MONOBLOCCO in C.A.V., ottenute con un unico getto, pavimento, le quattro pareti laterali e la soletta di copertura.

La struttura prevede un basamento di fondazione realizzato in opera oppure mediante la posa di una struttura prefabbricata monoblocco di tipo "a vasca" in grado di garantire la massima flessibilità per quanto riguarda la distribuzione dei cavi all'interno della cabina elettrica e al tempo stesso assicurare una corretta distribuzione dei carichi sul terreno.

Si fa presente che potrebbe essere considerata una realizzazione differente da quella su riportata per esigenze che saranno valutate nel livello di progettazione esecutiva. Per i dettagli geometrici si fa riferimento all'elaborato del progetto definitivo: "EO.MTR01.PD.A.16.b.9.4 – PIANTA E PROSPETTI DELLA CABINA DI RACCOLTA IMPIANTO EOLICO"

La cabina di raccolta prevede 3 zone, con le seguenti caratteristiche:

- 1) Zona quadri MT;
- 2) Zona Trasformatore S.A;
- 3) Zona quadri BT e Sistemi di comunicazione

6.1 Zona quadri MT

L'area conterrà i quadri in media tensione, che saranno così composti:

- N° 3 unità interruttore con sezionatore di linea e sezionatore di terra, TA, TO, cella TV misure, e uscita cavi per la partenza verso la stazione elettrica utente di trasformazione 30/150kV;
- N° 1 unità protezione trasformatore MT/BT con interruttore di manovra sezionatore combinato con fusibili, per l'alimentazione BT dei servizi ausiliari;
- N° 4 unità interruttore con sezionatore di linea e sezionatore di terra, TA, TO, e uscita cavi per la partenza verso gli aerogeneratori;

CODICE	EO.MTR01.PD.A.11.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	14 di 23

- N° 1 unità interruttore con sezionatore di linea e sezionatore di terra, TA, TO, e uscita cavi, predisposta di riserva.

Caratteristiche elettriche del quadro MT:

- Tensione nominale: 30 kV
- Tensione massima: 36 kV
- Tensione tenuta a freq. industriale (1 minuto 50 Hz) (valore efficace): 70 kV
- Tensione a impulso atmosferico (onda 1,2 / 50 μ s) (cresta): 170 kV
- Corrente nominale ammissibile corto circuito 25 kA
- Tempo di estinzione del guasto: 1 s
- Corrente nominale delle sbarre 2500 A
- Corrente nominale delle derivazioni 1250 A

6.2 Zona Trasformatore S.A

Per i Servizi Ausiliari sono previsti diversi sistemi di alimentazione, sia in corrente alternata che in corrente continua, necessari per i sistemi di controllo, comando, protezione e misura.

In particolare, è stata prevista l'alimentazione di tutti i servizi ausiliari mediante un trasformatore 30/0,4 kV dedicato (potenza nominale 50 kVA). All'interno del locale trasformatore sarà presente anche il quadro generale BT.

Nella struttura, è previsto, qualora richiesta, i relativi apparati di misura.

6.3 Zona quadri BT e sistemi di comunicazione

In quest'area verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA in conformità alle specifiche della piramide CIM, al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto eolico in tutte le situazioni. Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione del parco eolico;
- di produzione degli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura;
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

Il sistema di monitoraggio ambientale avrà il compito di misurare dati climatici e dati anemometrici sul parco eolico. I parametri rilevati puntualmente dalla stazione di monitoraggio ambientale saranno inviati al sistema di monitoraggio SCADA e contribuiranno alla valutazione della producibilità teorica, parametro determinante per il calcolo delle performance dell'impianto eolico.



**RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE
DEGLI IMPIANTI**

CODICE	EO.MTR01.PD.A.11.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	15 di 23

I dati monitorati saranno gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio SCADA. Il sistema nel suo complesso avrà ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di auto-diagnosi e auto-tuning.

CODICE	EO.MTR01.PD.A.11.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	16 di 23

7 EDIFICIO UTENTE

Il collegamento elettrico procede dai quadri in media tensione della cabina di raccolta ai quadri in media tensione della stazione elettrica di trasformazione.

All'interno della stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV è prevista la realizzazione di un edificio nel quale saranno collocati i quadri di distribuzione in media tensione per le linee provenienti dall'impianto eolico, i sistemi di distribuzione per i servizi ausiliari sia in corrente continua che in corrente alternata, i servizi di emergenza, gli impianti tecnologici (f.e.m., illuminazione, condizionamento), i dispositivi per la comunicazione, il controllo e la gestione dell'impianto eolico e delle stazioni elettriche (riferimento elaborato grafico EO.SAV01.PD.a.16.b.9.4 – "PIANTA, PROSPETTI E SEZIONI DELL'EDIFICIO UTENTE").

L'edificio utente prevede 5 locali, con le seguenti caratteristiche:

- 1) Locale MT;
- 2) Locale Gruppo elettrogeno;
- 3) Locale BT;
- 4) Locale WTG;
- 5) Locale Misure

7.1 Locale quadri MT

Il locale conterrà i quadri in media tensione, che saranno così composti:

- N° 1 unità interruttore con sezionatore di linea e sezionatore di terra, TA, TO, cella TV misure, e uscita cavi per la partenza verso la stazione elettrica;
- N° 1 unità protezione trasformatore con interruttore di manovra sezionatore combinato con fusibili, per l'alimentazione BT dei servizi ausiliari;
- N° 3 unità interruttore con sezionatore di linea e sezionatore di terra, TA, TO, e uscita cavi per la partenza verso gli aerogeneratori;
- N° 1 unità interruttore con sezionatore di linea e sezionatore di terra, TA, TO, e uscita cavi, predisposta di riserva.

Caratteristiche elettriche dei quadri in media tensione:

- Tensione nominale: 30 kV
- Tensione massima: 36 kV
- Tensione tenuta a freq. industriale (1 minuto 50 Hz) (valore efficace): 70 kV
- Tensione a impulso atmosferico (onda 1,2 / 50 µs) (cresta): 170 kV
- Corrente nominale ammissibile corto circuito: 25 kA
- Tempo di estinzione del guasto: 1 s
- Corrente nominale delle sbarre: 2500 A
- Corrente nominale delle derivazioni: 1250 A

CODICE	EO.MTR01.PD.A.11.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	17 di 23

All'interno del locale quadri MT verrà installato anche il trasformatore 30/0,4 kV dedicato all'alimentazione dei servizi ausiliari (potenza nominale 100 kVA).

7.2 Locale Gruppo elettrogeno

L'edificio utente sarà dotato di un locale idoneo all'installazione di un gruppo elettrogeno diesel, per funzionamento in emergenza, con potenza nominale di 25 kVA, con serbatoio incorporato, con una tensione di uscita trifase 230/400 V, con QUADRO DI CONTROLLO AUTOMATICO ACP.

7.3 Locale quadri BT

All'interno del locale quadri BT saranno previsti i quadri di bassa tensione in corrente alternata ed in corrente continua, il raddrizzatore e le batterie, i quadri di protezione e controllo dell'impianto eolico

Sono previsti due sistemi di distribuzione per i servizi ausiliari, uno in corrente alternata alla tensione 400/230 V e l'altro in corrente continua alla tensione di 110 V.

Il sistema di distribuzione in corrente alternata, alimentato dal trasformatore di distribuzione, sarà costituito da un quadro di distribuzione 400/230V.

I carichi alimentati saranno i seguenti: prese F.M. interne ed esterne, alimentazione motore variatore sotto carico trasformatore, Illuminazione interna ed esterna, resistenze anticondensa quadri e cassette manovre di comando, raddrizzatore;

Il sistema di distribuzione in corrente continua sarà costituito da un raddrizzatore carica batteria a due rami e batterie di accumulatori;

I carichi alimentati saranno i seguenti: motori interruttori e sezionatori AT, segnalazione, comandi, allarmi dei quadri protezione, comando e controllo.

7.4 Locale Misure

All'interno del locale misure sarà installato un quadro misure del tipo a parete costruito in poliestere, contenente un contatore statico a quattro quadranti di classe B. Oltre al contatore, all'interno sarà montato un modem per linea telefonica o GSM, completo di alimentatore.

7.5 Locale WTG

Il locale WTG sarà destinato al produttore degli aerogeneratori, saranno allocati gli apparati di telecontrollo degli aerogeneratori ed i sistemi scada di parco.

8 LINEE MT DI INTERCONNESSIONE

Le linee elettriche in media tensione interrate collegano elettricamente gli aerogeneratori con la cabina di raccolta (CR) e con la stazione elettrica di trasformazione.

Si riporta di seguito una tabella rappresentativa delle lunghezze dei vari tratti di cavo MT per il collegamento elettrico tra le varie turbine e la C.R.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato EO.MTR01.PD.A.16.b.4.1 – "SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE DELL'IMPIANTO EOLICO"

Tratta	Lunghezza Tratta [m]	Lunghezza tratta con incremento del 5% [m]
WTG07-WTG06	900	945
WTG06-CR	4070	4274
WTG05-CR	2308	2423
WTG04-WTG03	904	949
WTG03-CR	2321	2437
WTG02-WTG01	578	607
WTG01-CR	1056	1109
CR-SSEU	10446	10968

Tabella 7: Elenco tratte con relativa lunghezza elettrica

8.1 Tipologia di cavi media tensione

Per il collegamento elettrico in MT, si prevede l'utilizzo di cavi unipolari di tipo ARE4H5E 18/30 kV (norma di riferimento HD 620/IEC 60502-2) con anima conduttore a corda rotonda compatta di alluminio, strato semiconduttivo interno, isolante in polietilene reticolato (qualità DIX 8), strato semiconduttivo esterno, rivestimento protettivo con nastro semiconduttore igroespandente, schermatura con nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale ($R_{max} 3\Omega/Km$), guaina esterna in polietilene di colore rosso (qualità DMP 2), aventi le seguenti caratteristiche

Tensione nominale [U ₀]	18 kV
Tensione nominale [U]	30 kV
Tensione di prova	72 kV
Tensione massima U _m	36 kV
Temperatura massima di esercizio	+90°C
Temperatura massima di corto circuito	+250°C
Temperatura minima di esercizio (senza shock meccanico)	-15°C
Temperatura minima di installazione e maneggio	0°C

Tabella 8: Caratteristiche elettriche cavo ARE4H5E 18/30 kV

In funzione della sezione, si riportano le caratteristiche meccaniche del cavo:

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	massa indicativa del cavo	raggio minimo di curvatura
[mm ²]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/km]	[mm]
50	8,2	25,5	34	830	450
70	9,7	25,6	34	870	450
95	11,4	26,5	35	950	470
120	12,9	27,4	36	1040	470
150	14	28,1	37	1130	490
185	15,8	29,5	38	1260	510
240	18,2	31,5	41	1480	550
300	20,8	34,7	44	1740	590
400	23,8	37,9	48	2130	650
500	26,7	41	51	2550	690
630	30,5	45,6	56	3130	760

Tabella 9: Caratteristiche meccaniche cavo ARE4H5E 18/30 kV

8.2 Tipologia Posa

Il cavo MT che interessa il collegamento tra il parco eolico, la cabina di raccolta e stazione elettrica, seguirà le modalità di posa riportate nella norma CEI 11-17.

Sarà costituito da cavi unipolari direttamente interrati (modalità di posa tipo M), ad eccezione degli attraversamenti di opere stradali e/o fluviali richieste dagli enti concessionari, per i quali sarà utilizzata una tipologia di posa che prevede i cavi unipolari in tubo interrato (modalità di posa N) o in canalizzazione metallica a parete (modalità di posa E), vedi figura n. 4.

La posa verrà eseguita in una trincea di scavo ad una profondità compresa tra 1,20 e 1,50 m e ad una larghezza per 1 e 2 terne di cavi affiancati non superiore a 60 cm; La sequenza di posa dei vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, sarà la seguente:

CODICE	EO.MTR01.PD.A.11.2
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	03/2024
PAGINA	20 di 23

- letto di sabbia di circa 10 cm, per la posa dei cavi energia;
- rinfiacco e copertura dei cavi energia con sabbia per almeno 10 cm;
- tubazioni in HDPE del diametro di 50 mm² per il contenimento della fibra ottica, posati direttamente sulla sabbia, all'interno dello scavo;
- riempimento per almeno 20 cm con sabbia;
- inserimento per tutta la lunghezza dello scavo, e in corrispondenza dei cavi, dei dispositivi di protezione meccanica supplementare (lastre o tegolo in resina);
- nastro in PVC di segnalazione (a non meno di 20 cm dai cavi energia);
- Rinterro con materiale proveniente dallo scavo o con materiale inerte, e ripristino del manto stradale ove necessario, secondo le indicazioni riportate nelle concessioni degli enti proprietari.

Lungo tutto lo scavo dei collegamenti tra gli aerogeneratori sarà posata una corda in rame nudo di sezione 50 mm² per la messa a terra dell'impianto.

Le sezioni costruttive di posa del cavidotto sono riportate nell'elaborato di progetto EO.MTR01.PD.A.16.b.6.2 – "SEZIONI TIPO CAVIDOTTO"

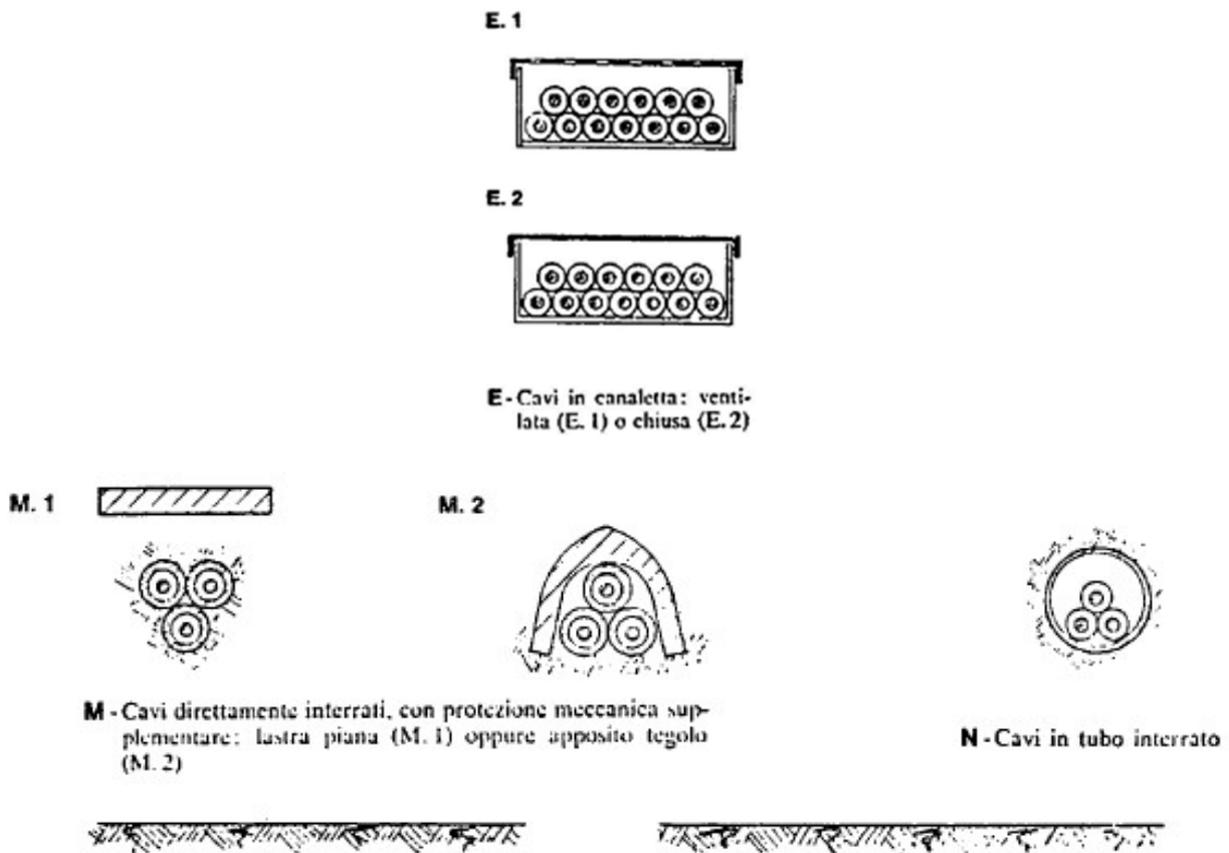


Figura 3: Modalità di Posa (CEI 11-17)

9 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEI CAVI MT

Per il dimensionamento dei cavi in MT è stato adoperato il criterio termico (come indicato dalla CEI UNEL 35027), utilizzando il criterio elettrico come ulteriore verifica delle sezioni scelte. Per il criterio termico è necessario individuare innanzitutto la corrente d'impiego I_b per la singola tratta, in modo da garantire che la portata del cavo I_z (opportunamente corretta) sia sempre maggiore della corrente d'impiego prevista.

$$I_z = K_{tt} \cdot K_n \cdot K_p \cdot K_r \cdot I_0 > I_b$$

Dove:

- K_{tt} è il coefficiente di correzione per posa interrata a temperatura ambientale diversa da 20 °C;
- K_n è il coefficiente di correzione per numero di conduttori caricati nello scavo maggiore di 1;
- K_p è il coefficiente di correzione per valori di profondità di posa diversa da 0,8 m;
- K_r è il coefficiente di correzione per valore di resistività termica diverso da 100°C cm/W.

Per il criterio elettrico è necessario verificare che la massima caduta di tensione sul cavo, nelle condizioni di funzionamento ordinario e particolari previsti (per es. avviamento motori), sia entro valori accettabili in relazione al servizio. Indicazioni circa i valori ammissibili per la caduta di tensione possono essere ricavati dalle norme relative agli apparecchi utilizzatori connessi e dalle norme relative agli impianti, ove applicabili. Nel caso specifico si assume:

$$\Delta V = K_L \cdot (RI \cos\varphi + XI \sin\varphi) \leq 5\%$$

Dove:

- K_L , coefficiente di linea: 2 per linea monofase e $\sqrt{3}$ per linea trifase;
- R , resistenza del cavo;
- X , reattanza del cavo;
- I , corrente di impiego (I_b);
- $\cos\varphi$ ($\sin\varphi$), fattore di potenza.

Si riportano, di seguito, i dati di progetto per il dimensionamento delle varie tratte di cavo, **interne** al parco (collegamento dei vari aerogeneratori con la cabina di raccolta) ed **esterne** (collegamento della cabina di raccolta con la SE RTN); ogni tratta è codificata nel formato **XX-YY**, dove:

XX è indicata la partenza;

YY è indicato l'arrivo.

Si fa presente che il dimensionamento, in prima approssimazione è stato eseguito considerando la modalità di posa del cavo più gravosa, ossia posa entro tubo interrato, tipologia N secondo la CEI 11-17, la quale implica una riduzione di portata di corrente del cavo considerato.

Dati di Input								
Ramo	A		B	C		D		Esterno
Tratta	WTG07-WTG06	WTG06-CR	WTG05-CR	WTG04-WTG03	WTG03-CR	WTG02-WTG01	WTG01-CR	CR-SSEU
Potenza Apparente [kVA]	7200	14400	7200	7200	14400	7200	14400	50400
Potenza Attiva [kW]	7200	14400	7200	7200	14400	7200	14400	50400
Lunghezza Linea [km]	0,95	4,27	2,42	0,95	2,44	0,61	1,11	10,97
Tensione Linea [kV]	30							
ΔV [%]	5,00							
cos ϕ	1,00							
Tipo di linea	trifase							
ΔV [V]	1500							
Ib [A] corrente di impiego	138,56	277,13	138,56	138,56	277,13	138,56	277,13	969,95
Scelta Cavo e Posa								
Cavo	ARE4H5E 18/30							
Sezione Cavo [mm ²]	95	400	95	95	400	95	400	630
Cavi in Parallelo	1	1	1	1	1	1	1	3
Tipo di posa	interrato in tubo							
Disposizione	trifoglio							
Temperatura di Posa [°C]	25	25	25	25	25	25	25	25
Profondità di Posa [m]	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Numero Terne nello Scavo	2	2	2	2	2	2	2	3
Distanza Terne [mm]	250	250	250	250	250	250	250	250
Resistività Termica [K m/W]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Coefficienti correttivi								
Kt (temperatura)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Kp (profondità di posa)	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Kn (n° Terne Scavo)	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,61
Kr (resistività del terreno)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Ks (sicurezza)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Criterio Termico								
IO [A] a 1 K m/W	255,00	549,00	255,00	255,00	549,00	255,00	549,00	709,00
Iz [A]	140,70	302,93	140,70	140,70	302,93	140,70	302,93	345,85
Iz [A] parallelo	140,70	302,93	140,70	140,70	302,93	140,70	302,93	1037,56
Ib < Iz Criterio Termico	Ok							
Ib/Iz [%]	98	91	98	98	91	98	91	93
T servizio [°C]	88	79	88	88	79	88	79	82
Criterio Elettrico								
r [Ω/km] a 90°C	0,416	0,109	0,416	0,416	0,109	0,416	0,109	0,074
r [Ω/km] a T servizio	0,413	0,105	0,413	0,413	0,105	0,413	0,105	0,072
x [Ω/km]	0,130	0,110	0,130	0,130	0,110	0,130	0,110	0,099
c [μF/km]	0,170	0,290	0,170	0,170	0,290	0,170	0,290	0,360
ΔV tratta [V]	94,35	223,59	241,95	94,77	127,51	60,59	58,01	453,91
ΔV tratta [%]	0,31	0,75	0,81	0,32	0,43	0,20	0,19	1,51
ΔV ramo [%]	2,57	2,26	2,32	2,25	1,94	1,91	1,71	1,51
ΔV [%] impianto	2,57							
Criterio Elettrico	Ok							
Potenza dissipata [kW]	22,47	102,93	57,61	22,57	58,70	14,43	26,71	738,19
Potenza dissipata [%]	0,31	0,71	0,80	0,31	0,41	0,20	0,19	1,46
Potenza dissipata impianto [%]	4,40							

Tabella 10: Tabella di dimensionamento

Di seguito la tabella riassuntiva delle tratte considerate.

Tratta	Cavo	Formazione	Corrente di impiego I_b [A]	Portata I_z [A]	Lunghezza [km]
WTG07-WTG06	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 95 mm ²)	139	141	0,94
WTG06-CR	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 400 mm ²)	277	303	4,27
WTG05-CR	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 95 mm ²)	139	141	2,42
WTG04-WTG03	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 95 mm ²)	139	141	0,95
WTG03-CR	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 400 mm ²)	277	303	2,44
WTG02-WTG01	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 95 mm ²)	139	141	0,61
WTG01-CR	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 400 mm ²)	277	303	1,11
CR-SSEU	ARE4H5E 18/30 kV	3 x 3 x (1 x 630 mm ²)	970	1038	10,97

Tabella 11: Riepilogo sezioni cavo per le tratte

La portata indicata in tabella per il singolo cavo è relativa alle condizioni di posa adottate, riportate in seguito:

- Profondità di posa 1,2 m;
- Posa in tubi protettivi;
- Temperatura ambiente 25 °C;
- Resistività termica del terreno 1,5 Km/W.

Le sezioni individuate soddisfano tutte i criteri di dimensionamento adottati, garantendo i limiti termici ed elettrici.

I cavi avranno, inoltre, le seguenti caratteristiche particolari:

- Non propagazione della fiamma (conformi agli standard IEC 60332-1 e IEC 60332-3);
- Ritardanti la fiamma (secondo IEC 60332);
- Bassa emissione di gas tossici e di gas corrosivi (secondo IEC 60754);
- Bassa emissione di fumi opachi (secondo IEC 61034);
- Resistenza speciale a stress ambientali (secondo eventuali richieste particolari indicati nelle specifiche progettuali).

Tutte le tratte fra gli aerogeneratori e la cabina di raccolta sono intese come cavidotto interno, mentre la tratta di connessione fra la cabina di raccolta e la stazione elettrica utente è considerato cavidotto esterno.