



INTERNAL CODE

C24FSTR001WR03000

PAGE

1 di/of 18

TITLE: Relazione di calcolo preliminare degli impianti

AVAILABLE LANGUAGE: IT

“IMPIANTO EOLICO ACRÌ”

COMUNI DI ACRÌ, SAN DEMETRIO CORONE, TERRANOVA DA SIBARI, CORIGLIANO – ROSSANO E CASALI DEL MANCO (CS)

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI

Il tecnico

Ing. Leonardo Sblendido



File: C24FSTR002WR03000_Relazione di calcolo preliminare degli impianti

00	26/07/2024	PRIMA EMISSIONE	N. Bonvicino	C. Nicoletti	L. Sblendido
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
VALIDATION					
<i>NOME</i>		<i>NOME</i>		<i>NOME</i>	
COLLABORATORS		VERIFIED BY		VALIDATED BY	
PROJECT / PLANT ACRI EO		INTERNAL CODE			
		C24FSTR002WR03000			
CLASSIFICATION: COMPANY		UTILIZATION SCOPE			



INTERNAL CODE

C24FSTR002WR03000

PAGE

2 di/of 18

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	3
2	OGGETTO E SCOPO	3
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
4	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	6
5	COMPONENTI PRINCIPALI	8
5.1	WTG	8
5.2	CAVO AT	9
5.3	DIMENSIONAMENTO CAVI	9
5.4	PROGETTAZIONE CAVIDOTTI.....	13
6	CABINA DI RACCOLTA 36 KV	14
7	IMPIANTO DI TERRA.....	17

ALLEGATO I: Calcoli di dimensionamento dei cavi di impianto



1 INTRODUZIONE

La presente relazione descrive gli interventi progettuali riferiti all'impianto eolico, comprensivo delle opere di connessione alla futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/150/36 kV, proposto da Hergo Renewables S.p.A., nei territori comunali di Acri, San Demetrio Corone, Terranova da Sibari, Corigliano – Rossano e Casali del Manco, nella provincia di Cosenza, Calabria.

Il parco eolico è costituito da n. 23 aerogeneratori di potenza nominale singola paria 4,5 MW per una potenza nominale complessiva pari a 103,5 MW.

L'energia elettrica prodotta sarà convogliata dall'impianto, mediante cavi interrati di tensione 36 kV, su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Laino – Rossano TE".

L'energia elettrica prodotta dall'impianto concorrerà al raggiungimento dell'obiettivo di incrementare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, coerentemente con gli accordi siglati a livello comunitario dall'Italia.

L'impianto sarà destinato a funzionare in parallelo alla rete elettrica nazionale in modo da immettere energia da fonte rinnovabile in rete.

2 OGGETTO E SCOPO

Il documento ha lo scopo di determinare i parametri elettrici fondamentali di funzionamento dell'impianto, sia in condizioni normali che di guasto, con particolare riferimento ai requisiti richiesti da TERNA per la connessione degli impianti eolici alla RTN.

Come meglio descritto in seguito, le prescrizioni contenute nell'allegato A.17 al codice di rete riguardano:

- le caratteristiche generali d'impianto ed il campo di funzionamento necessari per la connessione alle reti AT;
- le caratteristiche dei sistemi di protezione ai fini del funzionamento in sicurezza del sistema elettrico;
- le caratteristiche dei sistemi di regolazione e gestione che gli Impianti Eolici devono fornire in condizioni normali ed in emergenza;

L'oggetto del presente studio sono pertanto le analisi del comportamento a regime dell'impianto eolico ed in particolare, la verifica del supporto reattivo al punto di connessione.

Per lo scopo presente è studiata la sezione di impianto a partire da ogni singolo aerogeneratore in bassa tensione fino al punto di consegna sulla rete elettrica AT, a cui si suppone collegato un opportuno equivalente di rete a 36 kV.



3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- a. CEI EN 60909-0: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata Parte 0: Calcolo delle correnti
- b. TERNA Codice di Trasmissione, Dispacciamento, Sviluppo e Sicurezza della Rete
- c. TERNA Codice di Rete, allegato A.1 "Criteri per il coordinamento degli isolamenti nelle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV"
- d. TERNA Codice di Rete, allegato A.2 "Guida agli schemi di connessione"
- e. TERNA Codice di Rete, allegato A.3 "Requisiti e caratteristiche di riferimento di stazioni e linee elettriche della RTN"
- f. TERNA Codice di Rete, allegato A.4 "Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 110 kV"
- g. TERNA Codice di Rete, allegato A.8 "Correnti di corto circuito e tempo di eliminazione dei guasti negli impianti delle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV"
- h. TERNA Codice di Rete, allegato A.11 "Criteri generali per la taratura delle protezioni delle reti a tensione uguale o superiore a 110 kV"
- i. TERNA Codice di Rete, allegato A.12 "Criteri di taratura dei relè di frequenza del sistema elettrico"
- j. TERNA Codice di Rete, allegato A.13 "Criteri di connessione al sistema di controllo di Terna"
- k. TERNA Codice di Rete, allegato A.14 "Partecipazione alla regolazione di tensione"
- l. TERNA Codice di Rete, allegato A.15 "Partecipazione alla regolazione di frequenza e frequenza/potenza"
- m. TERNA Codice di Rete, allegato A.17 "Centrali eoliche: Condizioni generali di connessione alle reti AT Sistemi di protezione regolazione e controllo"
- n. TERNA Codice di Rete, allegato A.18 "Verifica della conformità delle unità di generazione alle prescrizioni tecniche del Gestore"
- o. TERNA Codice di Rete, allegato A.45 "Specifiche tecniche funzionali e realizzative delle apparecchiature di misura"
- p. TERNA Codice di Rete, allegato A.55 "Caratteristiche della tensione sulla rete di trasmissione nazionale"
- q. TERNA Codice di Rete, allegato A.56 "Determinazione e verifica dei valori minimi e massimi convenzionali della potenza di corto circuito per i siti direttamente connessi alla RTN"
- r. TERNA Codice di Rete, allegato A.57 "Contratto tipo per la connessione alla rete di trasmissione nazionale"
- s. TERNA Codice di Rete, allegato A.64 "Modalità di utilizzo del teledistacco applicato ad impianti di produzione da fonte eolica"
- t. TERNA Codice di Rete, allegato A.65 "Dati tecnici dei gruppi di generazione"



- u. TERNA Qualità del servizio di trasmissione: Valori minimo e massimo della tensione effettiva misurata dagli Utenti AT sui propri impianti - Anno 2017
- v. TERNA Qualità del servizio di trasmissione: Valori minimi e massimi convenzionali della corrente di cortocircuito e della potenza di cortocircuito della rete rilevante con tensione 380-220-150-132 kV – Anno 2019
- w. SGRE ON SG 6.0-170 Developer Package. Rev 2

Per l'esecuzione del progetto della maglia di terra sono state adottate le norme CEI nella loro edizione più recente. Di seguito si elencano le principali normative e standard di riferimento.

- I. CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- II. CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) - Impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a. - Parte 1: Prescrizioni comuni.
- III. CEI EN 50522 (CEI 99-3) - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- IV. CEI 11.17 – Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- V. CEI EN 60865-1 (CEI 11-26) Correnti di cortocircuito – Calcolo degli effetti - Parte 1: Definizioni e metodi di calcolo;
- VI. CEI EN 60909-0 (CEI 11-25) Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata – Parte 0: calcolo delle correnti;
- VII. CEI EN 60909-3 Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in corrente alternata – Parte 3: Correnti in due corto circuiti fase-terra simultanei e distinti e correnti di corto circuito parziali che fluiscono attraverso terra;
- VIII. CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo;
- IX. CEI 11-37 Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- X. IEC 60479-1 Effects of current on human beings and livestock - Part 1: General aspects;
- XI. IEC 60479-2 Effects of current on human beings and livestock - Part 2: Special aspects;
- XII. IEC/TR 60909-2:2008 Short-circuit currents in three-phase a.c. systems - Part 2: Data of electrical equipment for short-circuit current calculations;
- XIII. DL n°81 del 9.04.2008 - Procedure di attuazione per la sicurezza sul lavoro;
- XIV. ANSI / IEEE Std 80 – Guide for Safety in AC Substation Grounding;

Per quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative e di legge atte a garantire la realizzazione del sistema a regola d'arte e nel rispetto della sicurezza.



INTERNAL CODE

C24FSTR002WR03000

PAGE

6 di/of 18

4 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto del parco eolico prevede l'installazione di 23 aerogeneratori da 4,5 MW per una potenza complessiva di 103,5 MW. Ciascun aerogeneratore comprende un generatore ($V=690V$, $P=4.500$ kW), collegati al rispettivo trasformatore di macchina ($0.690/36$ kV, $P=5000$ kVA). Gli aerogeneratori sono divisi in sette sottogruppi (Clusters). All'interno di ogni cluster gli aerogeneratori sono connessi con collegamento di tipo "entra-esce" mediante cavi interrati di tensione 36 kV. In uscita dalla cabina di raccolta CR3 sono previste sette terne di cavi interrati AT che si collegheranno alla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica RTN 380/150/36 kV.

Ogni aerogeneratore è dotato di tutte le apparecchiature e circuiti di potenza nonché di comando, protezione, misura e supervisione.

L'impianto elettrico comprende sistemi di categoria 0, I e II ed è esercito alla frequenza di 50 Hz.

L'impianto è composto dalle seguenti strutture:

- n° 3 cabine di raccolta;
- n° 23 aerogeneratori con annesse all'interno tutte le apparecchiature di macchina.

Di seguito viene mostrato il layout dell'impianto:

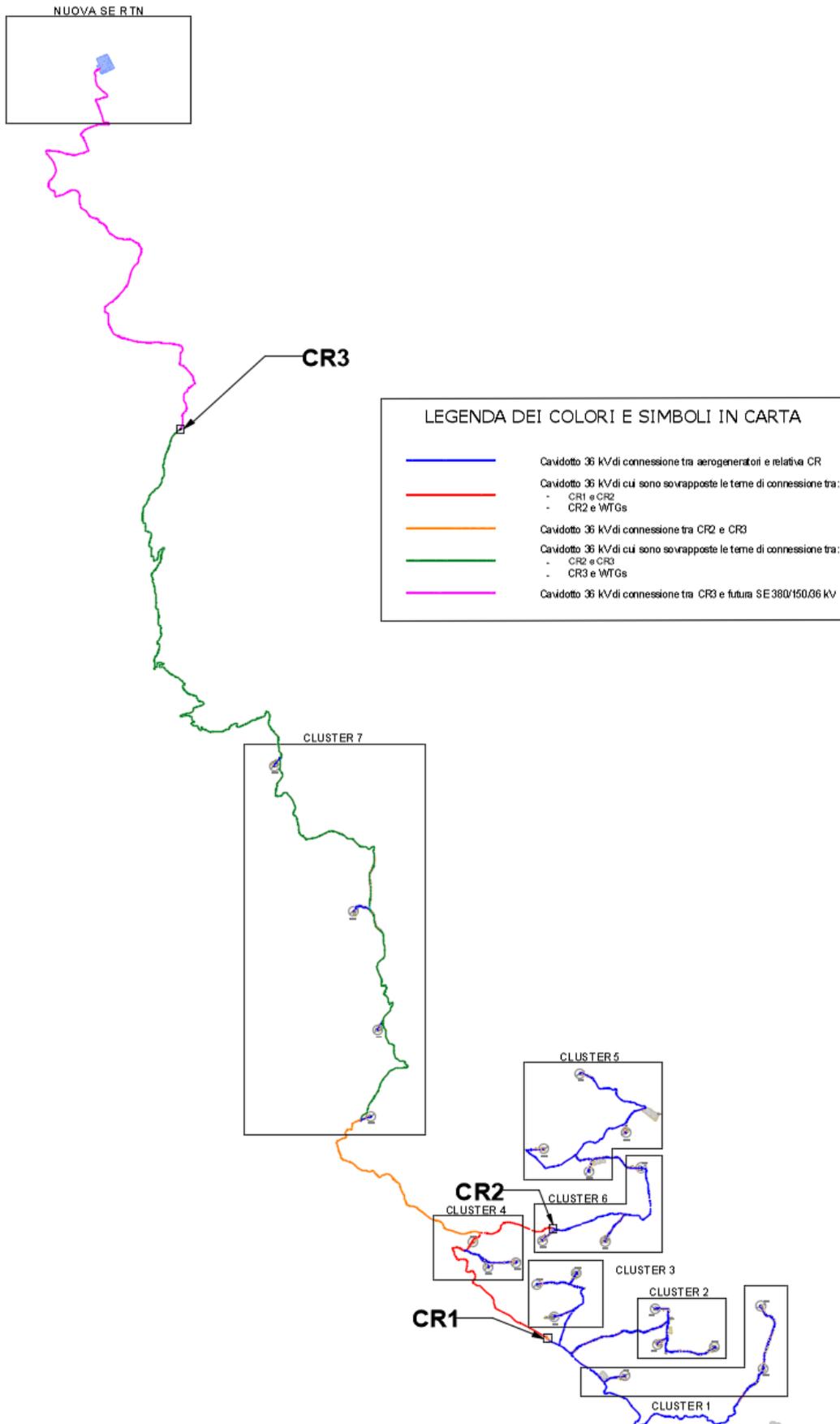


Figura 1: Layout di impianto di Aciri

5 COMPONENTI PRINCIPALI

5.1 WTG

Il modello degli aerogeneratori costituenti il parco eolico in progetto è il Vestas V163-4,5 MW di potenza nominale 4,5 MW. Si riportano a seguire le caratteristiche tecniche riferite all'aerogeneratore considerato nella progettazione definitiva.

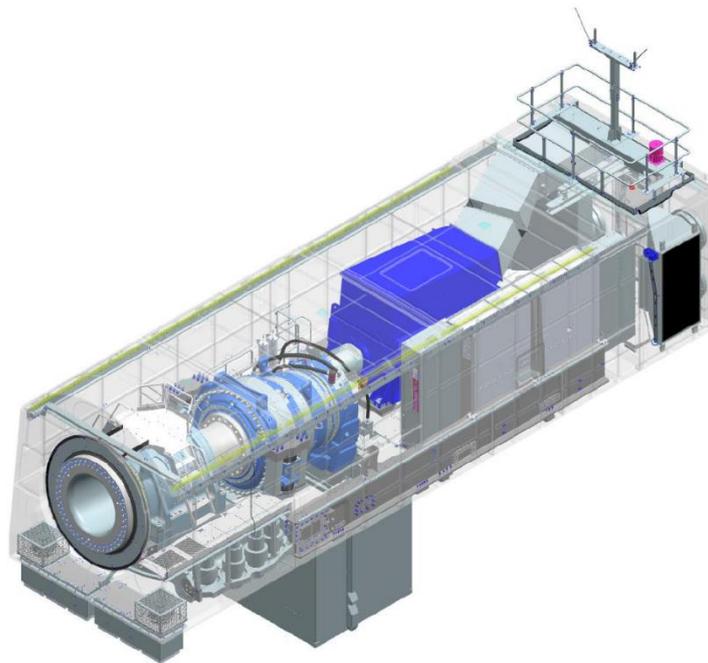


Figura 2: Allestimento navicella dell'aerogeneratore

Il rotore è costituito da un mozzo (hub) realizzato in ghisa sferoidale, montato sull'albero a bassa velocità della trasmissione con attacco a flangia. Il rotore è sufficientemente grande da fornire spazio ai tecnici dell'assistenza durante la manutenzione delle pale e dei cuscinetti all'interno della struttura.

- Diametro: 163 m
- Altezza del mozzo: 125 m;
- Numero di pale: 3
- Velocità: variabile per massimizzare la potenza erogata nel rispetto dei carichi e dei livelli di rumore.

Le pale sono realizzate in carbonio e fibra di vetro e sono costituite da due gusci a profilo alare con struttura incorporata.

Il generatore è di tipo sincrono trifase collegato alla rete attraverso un convertitore a grandezza naturale. L'alloggiamento del generatore consente la circolazione di aria di raffreddamento



all'interno dello statore e del rotore. Il calore generato dalle perdite viene rimosso da uno scambiatore di calore aria-acqua.

5.2 CAVO AT

I cavi saranno del tipo trifase con struttura unipolare del tipo in Alluminio AL RHZ1 26/45 kV.

Di seguito le principali caratteristiche:

- Anima

Corda rotonda compatta di fili d'alluminio, classe 2, secondo prescrizioni IEC 60228

- Isolante e strati semiconduttivi

Isolante costituito da uno strato di polietilene reticolato estruso insieme a strato di semiconduttore

- Schermo

Fili di copertura in forma elica, con nastro di copertura a spirale, sezione totale 16 mm²

- Guaina esterna

Poliolfina termoplastica

5.3 DIMENSIONAMENTO CAVI

In base al layout dell'impianto e alla lunghezza di ciascuna tratta, la suddetta viene dimensionata in base a criteri di portata di corrente e caduta di tensione in servizio normale e tenuta dei livelli di cortocircuito.

In una rete attiva vanno verificate due condizioni importanti:

1. La corrente che passa nei cavi deve essere inferiore o al limite uguale alla portata effettiva stimata della conduttura sulla base delle condizioni di posa;
2. La tensione che si trova ai morsetti di ogni WTG sia all'interno del suo campo di funzionamento normale.

Tali verifiche devono essere effettuate in due condizioni:

- L'impianto genera la massima potenza attiva consentita, potenza reattiva erogata in rete (sovraeccitazione) pari al massimo valore come indicato in allegato A17 al codice di rete TERNA, tensione sul nodo di alta tensione al minimo valore (0.9 p.u.);
- L'impianto genera la minima potenza attiva (da stabilire sulla base del tipo di turbina impiegata), potenza reattiva assorbita dalla rete (sottoeccitazione) pari al massimo valore (assoluto) come indicato in allegato A17 al codice di rete TERNA, tensione sul nodo di alta tensione al massimo valore (1.1 p.u.).



Ogni percorso della rete (cavo) sarà rappresentato da:

- Impedenza longitudinale (serie resistenza e reattanza induttiva);
- Impedenza trasversale (reattanza capacitiva e conduttanza che considera le perdite nel dielettrico).

Lo scambio di energia tra ogni punto di generazione (WTG) and il punto di consegna (Barra AT) è affetta da perdita di linea.

Gli aerogeneratori risultano interconnessi mediante cavi tipo AL RHZ1 26/45 kV di sezione opportuna, riportata a seguire, nella tabella riepilogativa.

Dal punto di vista delle caratteristiche termiche, la corrente permanente massima ammissibile da trasportare è determinata dalle caratteristiche dell'impianto stesso. Le condizioni di installazione della rete di media tensione sono descritte di seguito:

Descrizione	Valore	Unità
Temperatura del terreno	20	°C
Resistività termica del terreno	2	K·m/W
Max profondità di installazione	2.2	m
Temperatura del conduttore	90	°C
Disposizione	Trifoglio	
Installazione	Direttamente interrato	
Gruppi	Secondo la sezione	

Il fattore di correzione per temperature K_T del terreno diverse da 20 °C è indicato di seguito.

Table B.11 – Correction factors for ambient ground temperatures other than 20 °C

Maximum conductor temperature °C	Ambient ground temperature °C							
	10	15	25	30	35	40	45	50
90	1,07	1,04	0,96	0,93	0,89	0,85	0,80	0,76

Figura 3 Tabella correttiva per temperatura del terreno diversa da 20°C (IEC 60502-2:2014).

Si ipotizza la temperatura del terreno pari a 20°C, quindi il fattore correttivo scelto è:

$$K_T = 1$$

Il fattore di correzione per gruppi K_R di più circuiti installati sullo stesso piano è indicato di seguito.

Table B.19 – Correction factors for groups of three-phase circuits of single-core cables laid direct in the ground

Number of cables in group	Spacing between group centres mm				
	Touching	200	400	600	800
2	0,73	0,83	0,88	0,90	0,92
3	0,60	0,73	0,79	0,83	0,86
4	0,54	0,68	0,75	0,80	0,84
5	0,49	0,63	0,72	0,78	0,82
6	0,46	0,61	0,70	0,76	0,81
7	0,43	0,58	0,68	0,75	0,80
8	0,41	0,57	0,67	0,74	–
9	0,39	0,55	0,66	0,73	–
10	0,37	0,54	0,65	–	–
11	0,36	0,53	0,64	–	–
12	0,35	0,52	0,64	–	–

Figura 4 Tabella correttiva per cavidotti con più circuiti (IEC 60502-2:2014).

Nel caso in oggetto il numero di circuiti presente all'interno dello stesso cavidotto viene valutato per il singolo percorso. Le terne di cavi sono distanziate di 40 cm tra di loro. Questo coefficiente correttivo viene scelto per ogni linea in base al numero massimo di circuiti incontrati nel suo percorso.

Il fattore di correzione per differenti valori di profondità K_A di posa è indicato di seguito.

Table B.12 – Correction factors for depths of laying other than 0,8 m for direct buried cables

Depth of laying m	Single-core cables		Three-core cables
	Nominal conductor size mm ²		
	≤185 mm ²	>185 mm ²	
0,5	1,04	1,06	1,04
0,6	1,02	1,04	1,03
1	0,98	0,97	0,98
1,25	0,96	0,95	0,96
1,5	0,95	0,93	0,95
1,75	0,94	0,91	0,94
2	0,93	0,90	0,93
2,5	0,91	0,88	0,91
3	0,90	0,86	0,90

Figura 5 Tabella correttiva per la profondità di posa diversa da 0.8 m per cavi direttamente interrati (IEC 60502-2:2014).

Le terre dei cavi relativi all'impianto in oggetto confluiranno nelle cabine di raccolta a 36 kV condividendo lo stesso scavo. Per questo motivo, saranno da realizzare scavi di differenti dimensioni e di conseguenza le terre dei cavi saranno posizionate a profondità diversa in relazione al tipo di scavo. Il fattore correttivo K_A è stato valutato per singola connessione, in funzione della tipologia e sezione del cavo. La stessa valutazione è possibile consultarla nell'allegato I alla presente relazione.

Il fattore di correzione per differenti valori di resistività termica del terreno K_p indicato di seguito.

Table B.14 – Correction factors for soil thermal resistivities other than 1,5 K·m/W for direct buried single-core cables

Nominal area of conductor mm ²	Values of soil thermal resistivity K·m/W						
	0,7	0,8	0,9	1	2	2,5	3
16	1,29	1,24	1,19	1,15	0,89	0,82	0,75
25	1,30	1,25	1,20	1,16	0,89	0,81	0,75
35	1,30	1,25	1,21	1,16	0,89	0,81	0,75
50	1,32	1,26	1,21	1,16	0,89	0,81	0,74
70	1,33	1,27	1,22	1,17	0,89	0,81	0,74
95	1,34	1,28	1,22	1,18	0,89	0,80	0,74
120	1,34	1,28	1,22	1,18	0,88	0,80	0,74
150	1,35	1,28	1,23	1,18	0,88	0,80	0,74
185	1,35	1,29	1,23	1,18	0,88	0,80	0,74
240	1,36	1,29	1,23	1,18	0,88	0,80	0,73
300	1,36	1,30	1,24	1,19	0,88	0,80	0,73
400	1,37	1,30	1,24	1,19	0,88	0,79	0,73

Figura 6 Tabella correttiva per la resistività termica del terreno per cavi unipolari in tubi corrugati interrati (IEC 60502-2:2014).

Il valore della resistività termica del terreno è stato ipotizzato pari a 2 K·m/W. Nelle fasi successive, sarebbe idoneo effettuare misure di resistività termica del terreno in loco ed il dimensionamento delle linee sarà rivisitato di conseguenza.

Il valore di questo fattore correttivo è scelto in funzione della sezione utilizzata per ogni circuito.

Si noti che la lunghezza del cavo è pari alla lunghezza del tracciato maggiorata del 10% per tener conto di ciascuna terminazione.

I risultati del dimensionamento elettrico sono riportati nell'Allegato I.

5.4 PROGETTAZIONE CAVIDOTTI

Relativamente al cavidotto AT a 36 kV, si prevede la posa di cavi trifase con struttura unipolare del tipo alluminio a 36 kV con conduttori disposti a trifoglio a differenti profondità in base alla connessione che devono realizzare.

I cavi saranno conformi alle caratteristiche dell'allegato A3 al codice di rete TERNA.

La temperatura minima di posa del cavo in oggetto, nel rispetto delle indicazioni fornite dal costruttore, non è inferiore a -25°C .

La progettazione è improntata all'ottimizzazione del tracciato di posa in funzione del costo del cavo in opera, tenendo in particolare considerazione la riduzione dei tempi e dei costi di realizzazione. Non risultano noti in questa fase altri servizi esistenti nel sottosuolo, quali: acquedotti, cavi elettrici o telefonici, cavi dati, fognature ecc.

Per maggiori dettagli relativi alle sezioni degli scavi si rimanda all'elaborato "C24FSTR001WD03300_Planimetria cavidotti e sezioni tipiche.pdf".

6 CABINE DI RACCOLTA 36 kV

I sette cluster di circuiti a 36 kV uscenti dagli aerogeneratori verranno collegati alle cabine di raccolta a 36 kV. Le due cabine collocate all'interno delle aree di impianto (CR1 e CR2), in prossimità degli aerogeneratori, sono localizzate nel comune di Acri, mentre la cabina di raccolta ubicata lungo il percorso del cavidotto (CR3), verso la futura Stazione Elettrica, ricade nel territorio comunale di San Demetrio Corone.

Le cabine hanno dimensioni esterne $13,2\text{ m} \times 5\text{ m} \times 2,68\text{ m}$ e sono composte da due ambienti:

- Vano Quadri MT ($10,93\text{ m} \times 4,82\text{ m} \times 2,6\text{ m}$);
- Locale trasformatore dei servizi ausiliari ($2\text{ m} \times 4,82\text{ m} \times 2,6\text{ m}$).

In Figura 7, Figura 8 e Figura 9 si riporta la vista in pianta delle cabine di raccolta CR1, CR2 e CR3 a 36 kV.

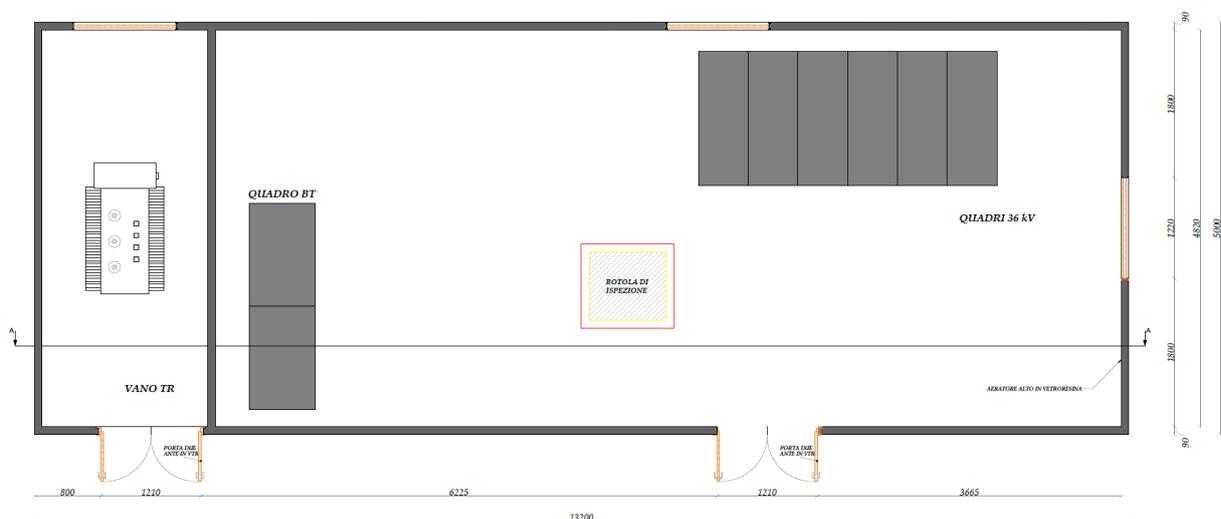


Figura 7 Pianta della cabina di raccolta CR1 36 kV.

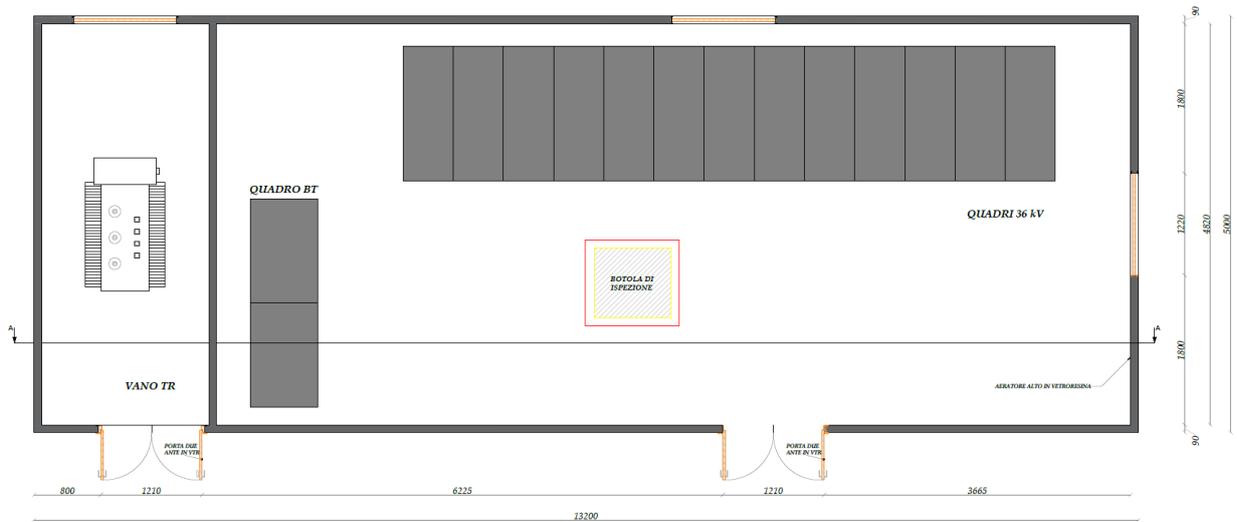


Figura 8 Pianta della cabina di raccolta CR2 36 kV.

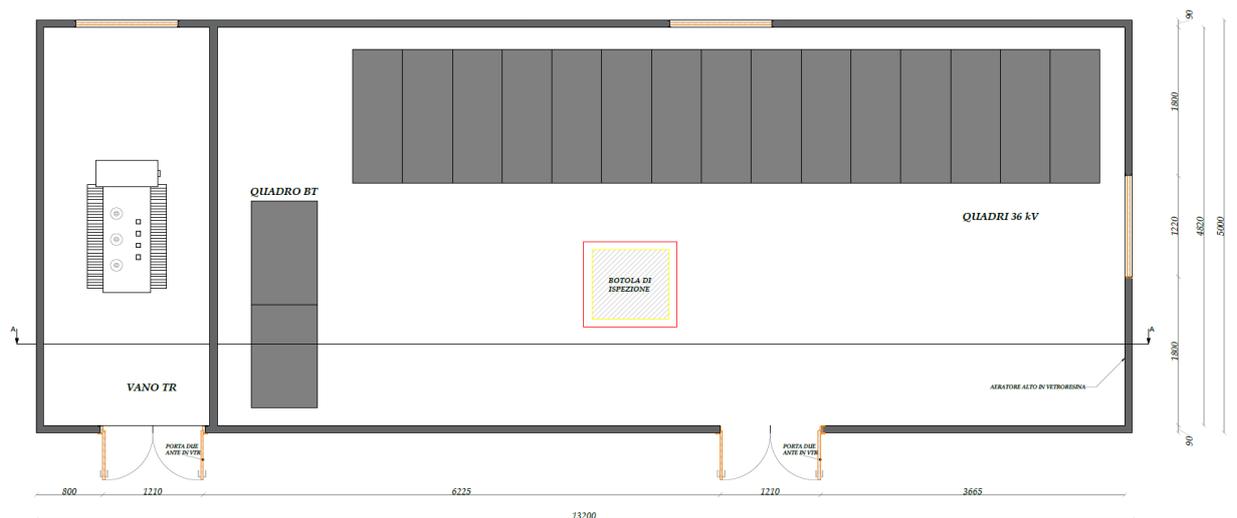


Figura 9 Pianta della cabina di raccolta CR3 36 kV.

Per maggiori dettagli relativi ai prospetti e alle sezioni di tutte le cabine di raccolta si rimanda all'elaborato "C24FSTR001WD03400_Pianta e sezioni cabina di raccolta.pdf".

All'interno del Vano Quadri MT sono ospitati i quadri riassunti nella seguente tabella:

Cabina di raccolta	Scomparti di arrivo a 36 KV	Scomparti di partenza a 36 KV	Totale quadri
CR1	3	3	6
CR2	4	9	13
CR3	2	13	15

Tabella 1 Scomparti presenti nel vano quadri di ciascuna cabina di raccolta.

Ciascun quadro da 36 kV adottato per la presente iniziativa ha dimensioni 0,59 m x 1,035 m x 2,20 m. Di seguito se ne riportano le caratteristiche elettriche e geometriche:

Circuit-breaker panel type 2

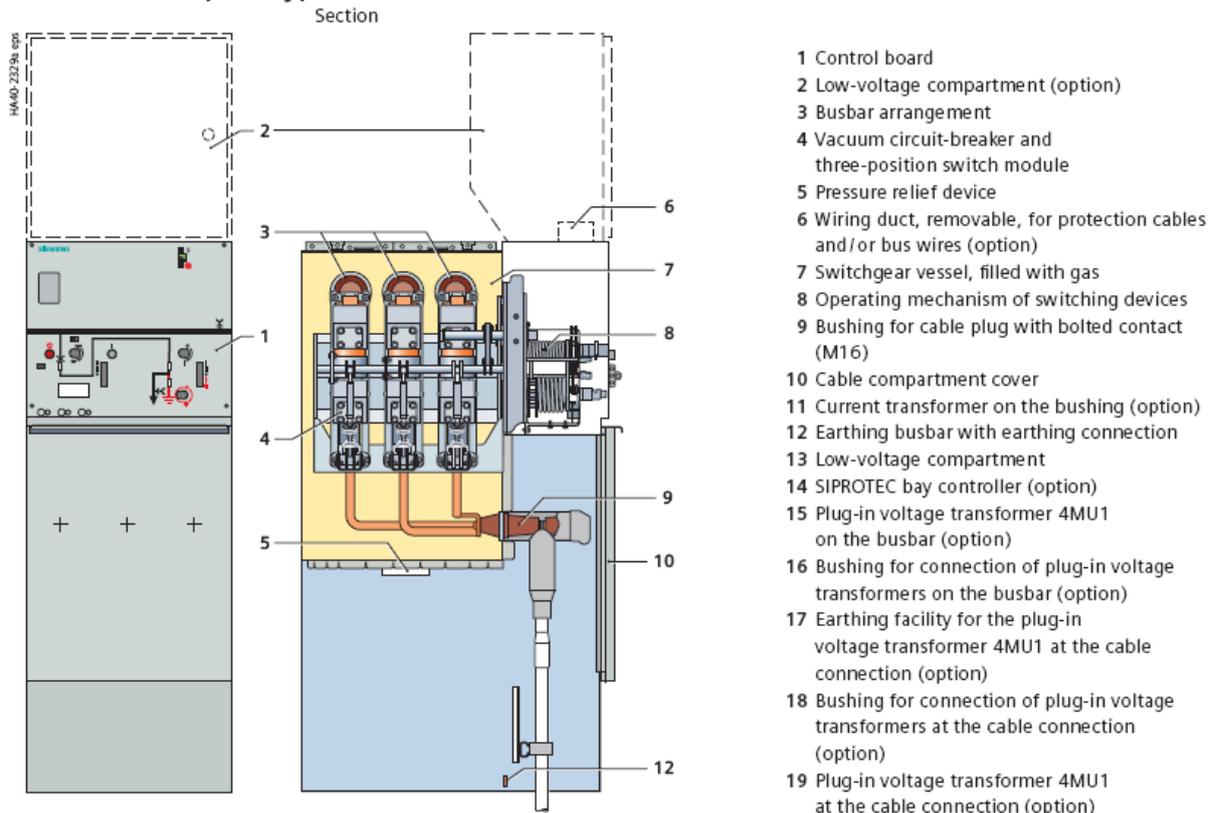


Figura 10 Design of Circuit-breaker panel 36kV

Electrical data (maximum values) and dimensions

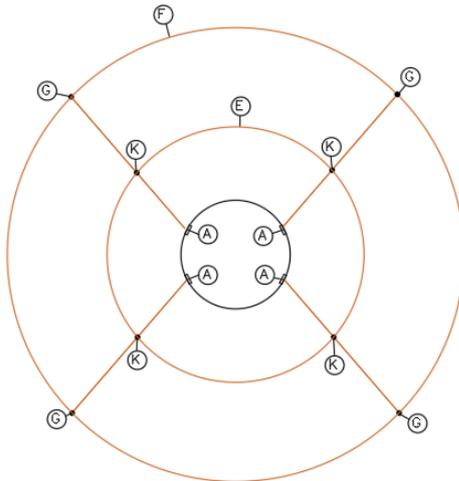
Rated voltage	kV	36
Rated frequency	Hz	50/60
Rated short-duration power-frequency withstand voltage	kV	70
Rated lightning impulse withstand voltage	kV	170
Rated peak withstand current	kA	63/65
Rated short-circuit making current	kA	63/65
Rated short-time withstand current 3 s	kA	25
Rated normal current of the busbar	A	630
Rated normal current of the feeders	A	200/630
Width		
– Ring-main feeder	mm	430
– Transformer feeder	mm	500
– Circuit-breaker feeder	mm	590
– Metering panel	mm	1100
Depth		
– Without pressure relief duct	mm	920 1)
– With pressure relief duct	mm	1035 1)
Height		
– Standard	mm	1600
– With low-voltage compartment	mm	1800/2000/2200

Figura 11 Electrical data of Circuit-breaker panel 36kV

7 IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di terra degli aerogeneratori sarà costituito da anelli circolari in corda di rame nudo da 70 mm^2 posti attorno alle singole turbine. Gli anelli saranno fatti nel seguente modo:

- Primo anello: $r = 8 \text{ m}$ interrato a una profondità di $0,5 \text{ m}$;
- Secondo anello: $r = 14 \text{ m}$ interrato a una profondità di 1 m .



- Ⓐ Barre di collegamento equipotenziale
- Ⓑ Corda di rame nudo 70 mm^2
- Ⓔ Anello interno (corda di rame nudo 70 mm^2)
- Ⓕ Anello esterno (corda di rame nudo 70 mm^2)
- Ⓖ Dispersore di terra (picchetto tondo rame 6 m)
- Ⓚ Connessione di anello

Figura 12 – Dettaglio della rete di terra della turbina eolica

Gli anelli saranno collegati tra loro in 4 punti tramite corda in rame nudo da 70 mm^2 .

Il secondo anello degli aerogeneratori sarà dotato di 4 dispersori a picchetto circolare in rame di diametro $2,5 \text{ cm}$ e lunghezza 6 m .

I collegamenti tra i singoli aerogeneratori verranno effettuati tramite corda in rame nudo da 70 mm^2 interrata ad una profondità $0,70 \text{ m}$.



INTERNAL CODE

C24FSTR002WR03000

PAGE

18 di/of 18

ALLEGATO I

EO Plant	From	To	Cable code	Type of cable	Formation					N° of triads	Lenght [m]	Lenght +10% [m]	Cosφ	Voltage [kV]	Power [kW]	Ib [A]	Iz [A]	Equivalent Iz [A]	T[°C]	Laying method	Number of circuits	Type of burial	Distance [cm]	Burial depth [m]	Thermal Resistivity [K*m/W]	K1	K2	K3	K4	Iz' [A]	Current test	Voltage drop	Voltage drop admitted	Final test	Losses [KW]
Cluster 1	WTG 17	WTG 16	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	95	1	1276	1404	0,9	36	4500	80,1875	207,82	207,818385	20	Ground	2	Direct buried	40	1,5	2	1,00	0,88	0,95	0,89	154,63	OK	0,188%			9,41
	WTG 16	WTG 14	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	120	1	4770	5247	0,9	36	9000	160,375	240,92	240,922199	20	Ground	2	Direct buried	40	1,5	2	1,00	0,88	0,95	0,88	177,24	OK	1,155%			115,48
	WTG 14	CR 1	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	400	1	1707	1878	0,9	36	13500	240,563	465,32	465,317706	20	Ground	6	Direct buried	40	2	2	1,00	0,70	0,90	0,88	257,97	OK	0,253%	4%	OK	37,89
Cluster 2	WTG 15	WTG 13	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	95	1	1361	1497	0,9	36	4500	80,1875	207,82	207,818385	20	Ground	2	Direct buried	40	1,5	2	1,00	0,88	0,95	0,89	154,63	OK	0,201%			10,04
	WTG 13	WTG 12	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	120	1	972	1069	0,9	36	9000	160,375	240,92	240,922199	20	Ground	2	Direct buried	40	1,5	2	1,00	0,88	0,95	0,88	177,24	OK	0,235%			23,53
	WTG 12	CR 1	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	400	1	2804	3084	0,9	36	13500	240,563	465,32	465,317706	20	Ground	6	Direct buried	40	2	2	1,00	0,70	0,90	0,88	257,97	OK	0,415%	4%	OK	62,24
Cluster 3	WTG 09	WTG 10	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	95	1	874	961	0,9	36	4500	80,1875	207,82	207,818385	20	Ground	2	Direct buried	40	1,5	2	1,00	0,88	0,95	0,89	154,63	OK	0,129%			6,45
	WTG 10	WTG 11	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	120	1	1344	1478	0,9	36	9000	160,375	240,92	240,922199	20	Ground	2	Direct buried	40	1,5	2	1,00	0,88	0,95	0,88	177,24	OK	0,325%			32,54
	WTG 11	CR 1	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	400	1	1325	1458	0,9	36	13500	240,563	465,32	465,317706	20	Ground	6	Direct buried	40	2	2	1,00	0,70	0,90	0,88	257,97	OK	0,196%	4%	OK	29,41
Cluster 4	WTG 07	WTG 06	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	95	1	953	1048	0,9	36	4500	80,1875	207,82	207,818385	20	Ground	2	Direct buried	40	1,5	2	1,00	0,88	0,95	0,89	154,63	OK	0,141%			7,03
	WTG 06	WTG 05	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	150	1	770	847	0,9	36	9000	160,375	271,27	271,267361	20	Ground	4	Direct buried	40	1,5	2	1,00	0,75	0,95	0,88	170,08	OK	0,157%			15,71
	WTG 05	CR 2	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	500	1	1673	1840	0,9	36	13500	240,563	529,06	529,057018	20	Ground	13	Direct buried	40	2,5	2	1,00	0,63	0,88	0,87	255,18	OK	0,211%	4%	OK	31,60
Cluster 5	WTG 23	WTG 21	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	95	1	2087	2296	0,9	36	4500	80,1875	207,82	207,818385	20	Ground	2	Direct buried	40	1,5	2	1,00	0,88	0,95	0,89	154,63	OK	0,308%			15,40
	WTG 21	WTG 22	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	120	1	2699	2969	0,9	36	9000	160,375	240,92	240,922199	20	Ground	2	Direct buried	40	1,5	2	1,00	0,88	0,95	0,88	177,24	OK	0,653%			65,34
	WTG 22	WTG 19	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	240	1	1921	2113	0,9	36	13500	240,563	361,47	361,470413	20	Ground	2	Direct buried	40	1,5	2	1,00	0,88	0,93	0,88	260,33	OK	0,399%			59,82
	WTG 19	CR 2	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	300	2	3658	4024	0,9	36	18000	320,75	405,43	810,850656	20	Ground	13	Direct buried	40	2,5	2	1,00	0,63	0,88	0,88	395,59	OK	0,431%	4%	OK	86,20
Cluster 6	WTG 20	WTG 18	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	95	1	2017	2219	0,9	36	4500	80,1875	207,82	207,818385	20	Ground	2	Direct buried	40	1,5	2	1,00	0,88	0,95	0,89	154,63	OK	0,298%			14,88
	WTG 18	WTG 08	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	150	1	2172	2389	0,9	36	9000	160,375	271,27	271,267361	20	Ground	2	Direct buried	40	1,5	2	1,00	0,88	0,95	0,88	199,57	OK	0,443%			44,30
	WTG 08	CR 2	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	500	1	380	418	0,9	36	13500	240,563	529,06	529,057018	20	Ground	13	Direct buried	40	2,5	2	1,00	0,63	0,88	0,87	255,18	OK	0,048%	4%	OK	7,18
Cluster 7	WTG 04	WTG 03	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	95	1	2758	3034	0,9	36	4500	80,1875	207,82	207,818385	20	Ground	7	Direct buried	40	2	2	1,00	0,68	0,93	0,89	116,97	OK	0,407%			20,35
	WTG 03	WTG 02	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	185	1	3321	3653	0,9	36	9000	160,375	310,36	310,362771	20	Ground	7	Direct buried	40	2	2	1,00	0,68	0,90	0,88	167,15	OK	0,565%			56,47
	WTG 02	WTG 01	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	500	1	4832	5315	0,9	36	13500	240,563	529,06	529,057018	20	Ground	7	Direct buried	40	2	2	1,00	0,68	0,90	0,87	281,69	OK	0,608%			91,27
	WTG 01	CR 3	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	630	2	10330	11363	0,9	36	18000	320,75	605,81	1211,62281	20	Ground	15	Direct buried	40	2,5	2	1,00	0,63	0,88	0,87	584,40	OK	0,745%	4%	OK	148,92
CR 1	CR 2	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	630	3	4812	5293	0,9	36	40500	721,688	605,81	1817,43421	20	Ground	13	Direct buried	40	2,5	2	1,00	0,63	0,88	0,87	876,60	OK	0,520%	4%	OK	234,13	
CR 2	CR 3	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	630	6	24537	26991	0,9	36	85500	1523,56	605,81	3634,86842	20	Ground	15	Direct buried	40	2,5	2	1,00	0,63	0,88	0,87	1753,20	OK	2,800%	4%	OK	2660,43	
CR 3	SSE	ALRHZ1 AI	Single core	3	X	1	X	630	7	10743	11817	0,9	36	103500	1844,31	605,81	4240,67982	20	Ground	15	Direct buried	40	2,5	2	1,00	0,63	0,88	0,87	2045,40	OK	1,272%	4%	OK	1463,05	